ISSN 0216-6461
e-ISSN 2354-6832
Terakreditasi LIPI
Sertifikat Nomor: 644/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia
Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences

Volume 27
Nomor 2
Juni 2017

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PETERNAKAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 2 Tahun 2017

ISSN 0216-6461
e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi LIPI
Sertifikat Nomor 644/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
(SK Kepala LIPI No. 818/E/2015)

Diterbitkan oleh:
Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
bekerjasama dengan
Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia

Penanggung Jawab:
Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

Dewan Penyunting:

Ketua:
Dr. Elizabeth Wina, MSc. (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)

Wakil Ketua:
Drh. Rini Damayanti, MSc. (Peneliti Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Patologi dan Toksikologi)

Anggota:
Dr. Ir. Atien Priyanti SP, MSc. (Peneliti Utama – Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)
Drh. Indrawati Sendow, MSc. (Peneliti Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Virologi)
Dr. Drh. Eny Martindah, MSc. (Peneliti Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Parasitologi dan Epidemiologi)
Dr. Drh. Susan Maphiliandawati Noor, MVSc. (Peneliti Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Bakteriologi)
Dr. Wisri Puastuti, SPt., MSi. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)
Dr. Ir. Chalid Talib, MSc. (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Pemuliaan dan Genetika Ternak)
Dr. Nurhayati (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Budidaya Tanaman)
Ir. Tati Herawati, MAgr. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Sistem Usaha Pertanian)

Mitra Bestari:
Prof. (Riset) Dr. Ir. Tjeppy D Soedjana, MSc. (Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)
Prof. Dr. Edy Rianto, MSc. (Universitas Diponegoro – Ilmu Ternak Potong dan Kerja)
Prof. Dr. Gono Semiadi (LIPI – Pengelolaan Satwa Liar)
Dr. Agr. Asep Anang, MPhil. (Universitas Padjadjaran – Pemuliaan Ternak)
Dr. Ir. VM Ani Nurgiartiningsih, MSc. (Universitas Brawijaya – Pemuliaan dan Genetika Ternak)

Penyunting Pelaksana:
Fitra Aji Pamungkas, SPt., MSi.
Pringgo Pandu Kusumo, AMd.
Irfan R Hidayat, SPt.

Alamat:
Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jalan Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128 – Indonesia
Telepon (0251) 8322185; Faksimile (0251) 8380588
E-mail: wartazoa@litbang.pertanian.go.id; wartazoa@yahoo.co.id
Website: http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa

Wartazoa diterbitkan empat kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September dan Desember

KATA PENGANTAR

Sensus terakhir peternakan nasional tahun 2013 menunjukkan bahwa populasi sapi dan kerbau mengalami penurunan sebesar 15% jika dibandingkan dengan tahun 2011. Salah satu faktor penyebabnya adalah menurunnya jumlah sapi betina akibat tingkat pemotongan yang terus meningkat setiap tahun. Oleh sebab itu, perlu dibangun suatu Perusahaan Daerah dengan kewenangan untuk menjaring ternak-ternak betina produktif yang masuk ke rumah potong hewan sehingga membantu berlangsungnya program pemerintah dalam memenuhi sapi indukan. Tampilan produksi ternak ruminansia dapat ditingkatkan dengan pemberian pakan konsentrat tinggi untuk meningkatkan konsumsi energi. Pengaruh negatif pemberian pakan konsentrat tinggi dapat menyebabkan *acidosis* sub-akut yang dapat dicegah melalui pemberian pakan berserat. Penelitian serat buatan sebagai stimulator mekanis di dalam rumen dibuktikan dapat meningkatkan motilitas dan ruminasi yang berkontribusi positif dalam menekan kadar asam yang tinggi akibat fermentasi pakan konsentrat, sehingga menekan terjadinya kasus *acidosis*. Selain pemberian pakan konsentrat, ada bahan aditif pakan yang juga dapat meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan, sehingga dapat meningkatkan performans ternak. Salah satu bahan aditif tersebut adalah kapang *Rhizopus* sp. Beberapa penelitian mengenai *Rhizopus* sp membuka peluang pemanfaatan *Rhizopus* sp untuk fungsi yang lebih luas, misalnya menekan pertumbuhan kapang toksigenik atau bakteri patogen, mendegradasi aflatoksin, sebagai antioksidan dan lain-lain. *Rhizopus* sp sangat potensial untuk diaplikasikan sebagai pakan imbuhan untuk ternak.

Pertumbuhan dan perkembangan seekor ternak dipengaruhi oleh banyak gen diantaranya gen myostatin (MSTN). Gen MSTN merupakan anggota dari superfamili gen yang berfungsi menekan pertumbuhan otot. Adanya mutasi pada lokasi tertentu di gen MSTN akan menyebabkan gen ini tidak aktif sehingga mencetuskan terjadinya pembesaran otot pada tubuh ternak. Perbesaran otot dapat dimanfaatkan untuk peningkatan sifat pertumbuhan pada pembibitan kambing di Indonesia untuk menghasilkan bibit unggul baru kambing potong dengan kualitas daging yang baik.

Salah satu pascapanen susu secara tradisional di Sumatera Barat adalah pembuatan dadih yang merupakan produk fermentasi susu kerbau di dalam tabung bambu. Namun dengan menurunnya populasi kerbau di Sumatera Barat mengakibatkan kelangkaan dadih sebagai pangan fermentasi tradisional. Substitusi susu kerbau dengan susu sapi mampu menghasilkan dadih, walapun karakteristiknya sedikit berbeda, terutama total padatan yang lebih rendah. Pengembangan bisnis dadih susu sapi berdasarkan analisis investasi layak dijalankan dan prospektif.

Semoga publikasi edisi nomor dua tahun 2017 ini bermanfaat bagi pembaca. Dewan penyunting menyampaikan terimakasih kepada para penulis, mitra bestari dan semua yang terlibat dalam edisi publikasi ini.

Bogor, Juni 2017

Ketua Dewan Penyunting

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 2 (Juni 2017)

ISSN 0216-6461
e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI Halaman

Pencegahan Pemotongan Sapi Betina Produktif melalui Tata Kelola Lembaga Korporasi Perusahaan Daerah (Prevention of Productive Cows Slaughter through Management of Local State Enterprises)
Atien Priyanti, I Inounu dan N Ilham 053-066

Utilization of Rumen Mechanical Stimulator as Pseudo Fiber in Ruminant to Minimize Metabolic Problem (Penggunaan Stimulator Mekanis Rumen sebagai *Pseudo Fiber* pada Ternak Ruminansia untuk Mengurangi Masalah Metabolis)
N Nurmeiliasari, R Priyanto, DA Astuti, Salundik and J Takahashi ……..... 067-080

Beberapa Fungsi *Rhizopus* sp dalam Meningkatkan Nilai Nutrisi Bahan Pakan (Several Functions of *Rhizopus* sp on Increasing Nutritional Value of Feed Ingredient)
Dwi Endrawati dan E Kusumaningtyas 081-088

Ekspresi Gen Myostatin dan Aplikasinya pada Program Pemuliaan Kambing (Myostatin Gene Expression and Its Application on Goat Breeding Programme)
Aron Batubara 089-094

Karakteristik dan Pengembangan Dadih dari Susu Sapi sebagai Alternatif Dadih Susu Kerbau (Characteristic and Development of Cow's Milk *Dadih* as an Alternate of Buffalo's Milk *Dadih*)
Chandra Utami Wirawati, MB Sudarwanto, DW Lukman dan I Wientarsih …..... 095-103

WARTAZOA Vol. 27 No. 2 Th. 2017 Hlm. 053-066 DOI: http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v27i2.1405

Pencegahan Pemotongan Sapi Betina Produktif melalui Tata Kelola Lembaga Korporasi Perusahaan Daerah

(Prevention of Productive Cows Slaughter through Management of Local State Enterprises)

Atien Priyanti[1], I Inounu[1] dan N Ilham[2]

[1]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128*
[2]*Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar Cimanggu Blok Kompleks Pertanian No.3, Bogor 16124*
atienpriyanti@litbang.pertanian.go.id

(Diterima 3 Oktober 2016 – Direvisi 8 April 2017 – Disetujui 29 Mei 2017)

ABSTRACT

Based on the last national livestock census in 2013, the population number of cattle and buffalo have reduced by 15% compared to that in 2011. The highest reduction happened in Java that reached around 24-27%, while that in Bali and Nusa Tenggara was 25%. One of the reasons was caused by decreasing number of cows due to the increase of productive cows slaughtered every year. Number of cows slaughtered in Bali, Nusa Tenggara, and South Sulawesi had reached on average of 72% from total slaughtered, where more than 90% were productive cows. Reasons for slaughtering productive cows were due to: (1) Lower cows price; (2) Limited bulls supply; (3) Local government regulation on inter-island trade; (4) Weak and inconsistent law enforcement; and (5) Lack of understanding on criteria for productive cows by farmers. Increased rate of slaughtered cattle and increasing rate of inter-island trade volumes that higher than the rate of cattle population had caused the decrease of national cattle population. There are currently needs to improve and develop operation slaughter-houses under management of local state enterprise. The management applies on certain mechanisms that sort of incoming productive females according to different grades into allowable to be slaughtered and selected for breeding females, which could be further traded inter-island as supplier of cows for other regions. This strategy may help the central government to meet the demand for productive cows, particularly in Sumatera and Kalimantan which have abundance of feed biomass resources. Policy support is needed as instruments for all interested stakeholders including those who are willing to invest in cattle development such as oil-palm estates.

Key words: Local state enterprise, slaughter, productive cow

ABSTRAK

Sensus terakhir peternakan nasional tahun 2013 menunjukkan bahwa populasi sapi dan kerbau mengalami penurunan sebesar 15% dibandingkan dengan tahun 2011. Penurunan populasi terjadi paling besar di Jawa mencapai sekitar 24-27%, sedangkan di Bali dan Nusa Tenggara mencapai 25%. Salah satu penyebabnya adalah karena menurunnya jumlah sapi betina akibat tingkat pemotongan yang terus meningkat setiap tahun. Pemotongan ternak betina di Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi Selatan mencapai rata-rata 72% dari total pemotongan, dimana lebih dari 90% adalah betina produktif. Berbagai penyebab pemotongan ternak betina produktif ini diantaranya diakibatkan oleh: (1) Harga sapi betina lebih murah; (2) Terbatasnya ketersediaan sapi jantan; (3) Adanya penetapan kuota perdagangan antar-pulau; (4) Belum konsistennya penegakan hukum; dan (5) Belum adanya kesepahaman kriteria ternak betina produktif utamanya oleh peternak. Laju peningkatan pemotongan ternak dan laju kenaikan perdagangan ternak antar wilayah atau pulau yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju peningkatan populasi di wilayah sumber ternak potong dapat menyebabkan semakin terkurasnya populasi ternak potong di dalam negeri. Oleh sebab itu, perlu dibangun suatu Perusahaan Daerah (PD) dengan kewenangan untuk menjaring ternak-ternak betina yang masuk ke rumah potong hewan atau diseleksi untuk sapi induk. Melalui mekanisme tertentu, ternak yang telah menjadi milik PD dapat diperdagangkan antar pulau sebagai sumber pemasok sapi indukan bagi wilayah lain. Hal ini juga dapat membantu berlangsungnya program pemerintah dalam memenuhi sapi indukan, utamanya di Sumatera dan Kalimantan yang memiliki biomasa pakan berlimpah, dan justru "kosong sapi". Perlu dibangun kebijakan atau instrumen yang memperhatikan kepentingan semua pihak, termasuk insentif bagi daerah asal maupun daerah pengembangan ternak potong.

Kata kunci: Perusahaan daerah, pemotongan, sapi betina produktif

PENDAHULUAN

Permintaan daging sapi nasional cenderung meningkat dari tahun ke tahun, dimana pada tahun 2015 rata-rata konsumsi daging mencapai 2,56 kg/kapita atau secara nasional mencapai 653.980 ton. Pemenuhan konsumsi ini diperoleh dari sapi lokal sebanyak 416.090 ton (64%) setara dengan 2,45 juta

ekor sapi hidup dan impor sejumlah 237.890 ton (34%) setara dengan sapi hidup sebesar 1,4 juta ekor (Tawaf 2015). Pasokan impor ini terdiri dari sapi bakalan sejumlah 720 ribu ekor, sedangkan dalam bentuk daging beku setara dengan sapi hidup sejumlah 680 ribu ekor. Distribusi konsumen daging sapi ini tidak merata, dimana konsumen daging sapi hanya terkonsentrasi pada kelompok rumah tangga berpendapatan tinggi di perkotaan (23%) dan di perdesaan (7%) (BPS 2014). Dengan jumlah penduduk mencapai 250 juta dan rata-rata pertumbuhan sebesar 1,5% per tahun (BPS 2015), serta dibarengi dengan perkembangan ekonomi dan perubahan gaya hidup maupun pola makan penduduk perkotaan, tidak dapat dipungkiri bahwa konsumsi daging sapi akan terus bertambah. Meningkatnya kelompok rumah tangga konsumen golongan menengah ke atas, mencapai 57 juta jiwa (Oberman et al. 2012) yang juga merupakan konsumen utama daging sapi dan menambah permintaan daging sapi, serta diprediksi akan terus meningkat.

Pemerintah telah berupaya untuk memenuhi kebutuhan daging sapi nasional, salah satunya melalui Program Swasembada Daging Sapi/Kerbau yang telah dicanangkan pada tahun 2014. Namun upaya ini belum dapat tercapai hingga kini dengan salah satu penyebabnya adalah terjadinya pemotongan sapi betina produktif (SBP) yang berlebihan. Hal ini ditengarai dengan kenyataan, khususnya di wilayah Indonesia Timur bahwa: (1) Pemotongan sapi muda atau sapi dengan ukuran kecil di bawah potensi genetik dan potensi ekonominya; serta (2) Pemotongan sapi betina produktif yang harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan sapi jantan. Diperkirakan jumlah pemotongan sapi betina produktif mencapai 200 ribu setiap tahunnya, bahkan mungkin melebihi angka tersebut pada 2-3 tahun terakhir. Berdasarkan harga rata-rata masing-masing induk sapi Bali sebesar Rp. 8-10 juta/ekor dan bakalan umur setahun sekitar Rp. 5-6 juta/ekor, diperkirakan terjadi kerugian ekonomi sebesar Rp. 1,6-2 trilyun setiap tahunnya untuk indukan dan sekitar Rp. 4,2-5,04 trilyun sepanjang hidup seekor induk sapi Bali dengan rata-rata enam kali beranak.

Talib (2002) melaporkan bahwa sapi Bali memiliki potensi genetik mencapai bobot dewasa di wilayah sumber bibit (Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Bali) berkisar antara 280-478 kg, sedangkan untuk sapi Peranakan Ongole (PO) mencapai 201-420 kg (Astuti 2004). NTT yang merupakan salah satu pusat atau sumber populasi sapi potong, sering mengalami kekurangan pakan ketika musim kering. Beberapa laporan penelitian menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus tingkat kematian pedet pada saat kemarau dapat mencapai 40-45%, karena kurang pakan/air dan serangan penyakit (Bamualim 2011). Hal yang senada juga terjadi pada kondisi lapang di Sulawesi Selatan dengan tingkat kematian pedet mencapai 49,5% (Baco et al. 2014). Dalam jangka panjang sangat sulit mengandalkan wilayah ini sebagai pemasok utama daging untuk keperluan di dalam negeri sehingga perlu dicarikan alternatif pengembangannya.

Berdasarkan sensus tahun 2013, populasi sapi dan kerbau menurun cukup tinggi yaitu sekitar 2,5 juta ekor (15%) dibandingkan dengan pendataan sapi perah, potong dan kerbau (PSPK) 2011. Penurunan populasi terjadi paling besar di Jawa Timur, Bali, DIY dan Jawa Tengah. Hasil PSPK tahun 2011 dan sensus ternak tahun 2013 menunjukkan bahwa penyebaran sapi potong masih terkonsentrasi di Jawa, Bali dan Nusa Tenggara, walaupun terdapat kecenderungan hal tersebut di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi terus mengalami peningkatan. Populasi sapi di Jawa yang semula 8,5 juta ekor pada tahun 2011, menurun cukup signifikan sekitar 24-27% menjadi hanya sekitar 6,5 juta ekor pada tahun 2013. Hal serupa di Bali dan Nusa Tenggara terjadi penurunan sekitar 25% dari yang semula berjumlah 2,36 juta ekor pada tahun 2011, menjadi 2,13 juta ekor pada tahun 2013 (Kementan-BPS 2011; BPS 2013). Salah satu penyebab menurunnya populasi tersebut adalah karena menurunnya jumlah sapi betina akibat tingkat pemotongan yang cenderung terus meningkat setiap tahun.

Makalah ini bertujuan untuk mengemukakan gagasan dan pemikiran dalam penyelamatan SBP sebagai mesin penggerak utama penghasil daging sapi untuk mewujudkan peningkatan populasi sapi di dalam negeri. Ruang lingkup penyelamatan SBP dalam hal ini diakibatkan karena tingkat pemotongan dan arus pengeluaran ternak dari wilayah sumber ternak potong. Diperlukan adanya alternatif rekomendasi kebijakan yang sangat bermanfaat jika sapi-sapi betina produktif yang sedianya dipotong ini didistribusikan ke wilayah sumber pakan seperti Sumatera dan Kalimantan untuk tujuan usaha perkembangbiakkan (*cow calf operation/* CCO). Hal ini dapat berdampak terhadap: (1) Populasi sapi secara nasional lebih tersebar dan meningkat; (2) Bali dan Nusa Tenggara memperoleh harga jual sapi lebih tinggi bila sapi dijual sebagai bibit atau calon bibit; dan (3) Populasi sapi di wilayah Bali dan Nusa Tenggara lebih terkontrol, terjaga dan terpelihara. Untuk mewujudkan pemikiran ini diperlukan berbagai instrumen kebijakan dan insentif, baik bagi pelaku usaha, maupun pihak-pihak yang terkait dengan pemikiran ini.

PEMOTONGAN SAPI BETINA PRODUKTIF DI WILAYAH SUMBER TERNAK POTONG

Berdasarkan Undang-undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan yang kemudian dilakukan Perubahan atas UU No 18/2009 menjadi Undang-undang Nomor 41 Tahun 2014 dinyatakan dalam Pasal 18 bahwa: (1) Dalam rangka mencukupi ketersediaan bibit, ternak ruminansia betina produktif diseleksi untuk pemuliaan, sedangkan ternak ruminansia betina tidak produktif disingkirkan untuk dijadikan ternak potong; (2) Penentuan ternak ruminansia betina yang produktif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh Dokter Hewan berwenang; (3) Pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya menyediakan dana untuk menjaring ternak ruminansia betina produktif yang dikeluarkan oleh masyarakat dan menampung ternak tersebut pada unit pelaksana teknis di daerah untuk keperluan penangkaran dan penyediaan bibit ternak ruminansia di daerah tersebut untuk keperluan pengembangbiakkan dan penyediaan bibit ternak ruminansia betina di daerah tersebut; (4) Setiap orang dilarang menyembelih ternak ruminansia kecil betina produktif atau ternak ruminansia betina produktif; (5) Larangan sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dikecualikan dalam hal penelitian, pemuliaan, pengendalian dan penanggulangan penyakit hewan, ketentuan agama, ketentuan adat istiadat dan/atau pengakhiran penderitaan hewan; (6) Setiap orang harus menjaga populasi anakan ternak ruminansia kecil dan anakan ternak ruminansia besar; dan (7) Ketentuan lebih lanjut mengenai penyeleksian dan penyingkiran sebagaimana pada ayat (1), penjaringan ternak ruminansia betina produktif sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dan populasi anakan ternak ruminansia kecil dan anakan ternak ruminansia besar sebagaimana dimaksud pada ayat (6) diatur dengan Peraturan Menteri.

Larangan pemotongan SBP sebagaimana diamanatkan undang-undang tersebut di atas tidak sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapang. Bukti empiris pemotongan sapi dan kerbau di rumah potong hewan (RPH) di wilayah Timur Indonesia sebagai sumber ternak potong yang diwakili oleh NTT, Nusa Tenggara Barat (NTB), Bali dan Sulawesi Selatan. Hal ini juga meliputi perkembangan pemotongan ternak dan perdagangan antar pulau (wilayah).

Pemotongan ternak di wilayah sentra ternak potong

Wilayah sentra ternak potong dalam hal ini meliputi daerah di kawasan Timur Indonesia, yaitu Provinsi NTT, NTB, Bali dan Sulawesi Selatan. Populasi sapi potong dan kerbau di wilayah ini mencapai 27% dari populasi nasional (Ditjen PKH 2016).

Penyediaan daging di NTT berasal dari ternak yang dipotong baik di pemotongan resmi di RPH maupun di luar RPH yang dilaporkan melalui *keurmaster* yang bertugas di masing-masing kecamatan. RPH di NTT saat ini mencapai 56 unit, dimana 96% merupakan RPH yang dimiliki oleh pemerintah daerah, sedangkan hanya dua unit yang dimiliki oleh swasta (BPS NTT 2015). Sekitar 17% ternak sapi dan kerbau masih dipotong diluar RPH atau dinamakan Tempat Pemotongan Hewan (TPH). Jumlah pemotongan sapi dalam beberapa tahun terakhir juga cenderung terus meningkat, seirama dengan perkembangan pembangunan Provinsi NTT, khususnya Kota Kupang. Pemotongan sapi terbanyak untuk kebutuhan lokal dilakukan di RPH Kota Kupang, dengan jumlah pemotongan berkisar antara 50-60 ekor/hari dan dapat meningkat hampir dua kali lipat pada hari raya.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemotongan ternak sapi di NTT selama periode 2010-2015 mengalami peningkatan sebesar 10,3% per tahun, sebaliknya hal tersebut untuk ternak kerbau mengalami penurunan sebesar 2% per tahun. Hal ini diduga karena semakin menurunnya populasi kerbau di tingkat nasional secara signifikan selama dua dekade ini, dari awalnya sekitar 3 juta ekor pada tahun 1991 menjadi hanya tinggal 1,3 juta ekor pada tahun 2011 (Sianturi et al. 2012). Penurunan populasi kerbau disebabkan oleh jumlah pemotongan yang terus meningkat dan relatif lebih besar daripada jumlah penambahan populasi, menurunnya lahan penggembalaan dan kurangnya perhatian pemerintah terhadap pengembangan usaha kerbau. Disamping itu, secara alamiah ternak kerbau memiliki tingkat reproduksi yang rendah dengan indikator umur pubertas yang lebih lambat dan selang beranak yang lebih panjang dibandingkan dengan sapi (Yendraliza et al. 2012).

Pemotongan ternak sapi di NTB terus meningkat setiap tahun dengan laju kenaikan sebesar 1,6% per tahun selama periode 2010-2015. Pemotongan tercatat dilakukan di RPH yang berjumlah 34 unit dan tersebar di 10 kabupaten. RPH terbesar adalah di Kota Mataram yaitu RPH Negeri Majeluk yang berdiri sejak tahun 1967 merupakan UPT Dinas Pertanian dan Kelautan Pemerintah Kota Mataram. Rata-rata pemotongan sehari berkisar 30-50 ekor, dengan pasokan sebagian besar adalah sapi Bali. Pemotongan ternak kerbau tercatat mengalami penurunan yang sangat signifikan mencapai 7,3% per tahun dalam periode yang sama. Pemotongan ternak sapi dan kerbau juga dilakukan di TPH yang disinyalir jumlahnya melebihi dari pemotongan tercatat di RPH. Dalam satu kawasan, terdapat sekitar 20-30 orang jagal yang memotong sapi dan/atau kerbau rata-rata 1-2 ekor per hari. Hal ini dilakukan secara turun temurun dan masih tradisional sehingga aspek higienis masih jauh dari sempurna.

Tabel 1. Jumlah pemotongan ternak sapi dan kerbau di sentra ternak potong 2010-2015 (ekor)

Jenis ternak	Tahun						Laju pertumbuhan (% per tahun)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
NTT							
Sapi	50.674	69.921	72.709	73.886	77.710	81.990	10,30
Kerbau	9.020	8.252	8.264	7.352	6.881	7.906	-2,06
Jumlah	59.694	78.173	80.973	81.238	84.591	89.896	8,43
NTB							
Sapi	47.930	50.521	55.142	46.593	51.270	52.618	1,63
Kerbau	12.187	11.510	11.048	7.067	7.429	6.856	-7,30
Jumlah	60.117	62.031	66.190	53.660	58.699	59.474	-0,18
Bali							
Sapi	36.878	47.647	51.643	44.938	38.471	34.134	-1,24
Kerbau	92	52	5	83	116	113	3,80
Jumlah	36.970	47.699	51.648	45.021	38.587	34.247	-1,23
Sulawesi Selatan							
Sapi	59.325	72.228	75.858	91.997	107.205	101.020	11,71
Kerbau	9.975	11.779	12.621	16.016	16.248	16.599	11,07
Jumlah	69.300	84.007	88.519	108.013	123.453	117.619	11,62

Sumber: Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Timur (2015), Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Barat (2015), Dinas PKH Provinsi Bali (2015), Dinas PKH Provinsi Sulawesi Selatan (2015), data diolah

Hermansyah & Mastur (2008) dalam studi kasus di Mataram melaporkan bahwa pemotongan ternak tidak tercatat mencapai 25% akibat ditutupnya salah satu RPH yang berlokasi strategis di tengah kota. Hal ini tidak diimbangi dengan penyiapan fasilitas sebagaimana yang ditentukan untuk suatu RPH dan keengganan para jagal untuk memotong ternaknya di RPH yang resmi.

Pemotongan ternak sapi di Bali mengalami penurunan sebesar 1,24% per tahun pada periode yang sama. Pemotongan ternak sapi tertinggi dicapai pada tahun 2012 yang lebih dari 50 ribu ekor, dan menurun secara konsisten hingga akhir tahun 2015 yang mencapai 34 ribu ekor. Pemotongan ternak kerbau secara tercatat justru menunjukkan kenaikan sebesar 3,8% per tahun dalam periode yang sama. Seperti halnya dengan NTB, pemotongan ternak sapi dan kerbau juga terjadi di luar RPH yang resmi sehingga sulit untuk memperoleh jumlah pemotongan yang akurat.

Pemotongan ternak sapi dan kerbau di Sulawesi Selatan merupakan pemotongan yang dicatat oleh petugas *keurmaster* di RPH maupun petugas pencatat di luar RPH baik TPH maupun pemotongan yang dilakukan di masyarakat. Jumlah pemotongan ternak sapi dan kerbau tercatat cukup signifikan, masing-masing sebesar 11,7 dan 11,1% per tahun selama periode 2010-2015. Pemotongan ternak sapi tertinggi dicapai pada tahun 2014 sebesar 107 ribu ekor yang hampir dua kali lipat lebih besar dibandingkan pada tahun 2010. Hal yang hampir sama juga terjadi pada pemotongan ternak kerbau yang hampir dua kali lipat pada tahun 2015 dibandingkan dengan tahun 2010. Hal ini mengindikasikan bahwa permintaan daging sapi dan kerbau terus meningkat setiap tahun dan harus diimbangi dengan peningkatan jumlah populasi di wilayah Sulawesi Selatan.

Pengamatan di lapang terhadap pemotongan ternak secara sampling dilakukan selama tiga hari berturut-turut untuk mengetahui deskripsi yang nyata di RPH di Kupang (NTT), RPH Majeluk di Mataram (NTB), RPH Kota Denpasar dan Badung (Bali), serta RPH Kota Makassar (Sulawesi Selatan). Hasil pengamatan di RPH Kupang menunjukkan bahwa pemotongan sapi betina mencapai rata-rata 91% setiap hari (Tabel 2). Jenis sapi yang dipotong adalah sapi Bali yang sudah berkembang biak dengan baik di Pulau Timor. Semua sapi betina yang dipotong termasuk dalam kategori muda/produktif dan sebagian dalam kondisi bunting, serta sekitar dua ekor yang termasuk dalam kategori cacat (kaki patah). Terdapat sekitar 9-14 orang jagal yang selalu menggunakan fasilitas di RPH Kota Kupang, dengan rata-rata pemotongan per hari berkisar 2-5 ekor/jagal.

Tabel 2 menunjukkan bahwa di RPH Majeluk (NTB) sekitar 24 ekor sapi dipotong setiap hari, dimana 32,8% adalah sapi betina. Selama periode ini tidak ditemukan pemotongan ternak kerbau, dimana

petugas RPH menyatakan bahwa ternak kerbau pada umumnya dipotong menjelang Hari Raya Idul Fitri. Hal ini harus menjadi perhatian yang serius karena potensi untuk meningkatkan populasi ternak sapi menjadi berkurang akibat dipotongnya sapi betina. Berdasarkan jumlah pemotongan sekitar 60 ribu ekor/tahun, diperkirakan terdapat 15 ribu ekor SBP yang dipotong sehingga terdapat potensi 10 ribu ekor yang dapat dijadikan sapi indukan. Pemerintah daerah telah memberlakukan insentif bagi sapi bunting di atas lima bulan sebesar Rp. 1 juta bagi peternak yang memelihara, namun dipandang hal ini belum berjalan dengan baik. Program ini ditindaklanjuti dengan sistem pengkartuan ternak, dengan insentif sebesar Rp. 450 ribu/ekor ternak. Hal ini ditujukan agar sapi-sapi tercatat yang hanya bisa dijual ke pasar hewan dan tidak diperbolehkan untuk menjual sapi betina, kecuali sapi afkir (tua, mandul, cacat dan lain sebagainya). Namun tampaknya, hal ini juga belum sepenuhnya efektif dapat dilaksanakan.

Hasil pengamatan di RPH Kota Denpasar dan Kota Badung selama tiga hari berturut-turut menunjukkan bahwa pemotongan sapi rata-rata berjumlah 28 ekor/hari. Memang belum dapat dipastikan bahwa ternak sapi betina yang dipotong termasuk dalam kriteria sapi betina produktif, namun dengan kondisi ternak yang masih muda dan bobot badan kurang dari 250 kg, sudah dapat menjadi indikator bahwa sebagian besar ternak sapi betina tersebut adalah SBP. Berdasarkan jumlah pemotongan ternak sapi yang mencapai 40 ribu ekor/tahun, maka dengan rata-rata pemotongan sapi betina mencapai 90%, maka terdapat sapi betina dipotong sebesar 36 ribu. Hal ini diperkirakan akan terdapat sekitar 30 ribu ekor sapi betina produktif yang berpotensi untuk dijadikan sapi indukan setiap tahunnya.

Terdapat sekitar 44 RPH yang tersebar di 20 kabupaten di Sulawesi Selatan, dimana RPH Tamangapa di Kota Makassar merupakan salah satu RPH rujukan. RPH ini pada awalnya didirikan di bawah pengelolaan Dinas Peternakan Kotamadya Ujung Pandang, dimana sejak tahun 1999 hal ini berubah menjadi Perusahaan Daerah (Perusda) berdasarkan Perda No.6/1999. Terdapat sekitar 13 jagal yang masih aktif saat ini dalam melakukan pemotongan ternak setiap hari, dimana lima orang jagal melakukan pemotongan sampai lebih dari 5 ekor/hari dan selebihnya hanya memotong 1-2 ekor/hari. Rata-rata pemotongan mencapai 60 ekor/hari, sedangkan 3-4 tahun yang lalu dapat mencapai 100 ekor/hari. Hasil pengamatan selama dua malam berturut-turut menunjukkan bahwa terdapat sekitar 72,6% ternak sapi betina dipotong (Tabel 2), dimana dapat dinyatakan bahwa ternak-ternak ini adalah sapi betina yang relatif masih muda dan produktif karena beberapa induk masih diikuti oleh pedet yang masih menyusui. Pengamatan di RPH ini tidak ditemui adanya pemotongan ternak kerbau dan disinyalir masih cukup banyak ternak kerbau yang dipotong di TPH yang dilakukan oleh masyarakat secara tradisional. Informasi dari Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sulawesi Selatan menyatakan bahwa pemotongan sapi dan kerbau di luar RPH ini jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan yang tercatat di RPH. Hal ini mengindikasikan juga tidak menutup kemungkinan bahwa jumlah ternak betina produktif yang terpotong juga lebih banyak. Hastang et al. (2014) menyatakan bahwa pemotongan sapi betina produktif di RPH Kota Makassar selama periode Januari-Juni 2013 mencapai rata-rata 60% setiap harinya.

Pengeluaran ternak dari wilayah sentra ternak potong

Perdagangan ternak sapi dan kerbau antar pulau sudah berlangsung sejak lama, baik dari NTT, NTB, Bali dan Sulawesi Selatan dan cenderung menurun realisasinya dibandingkan dengan yang telah dialokasikan setiap tahun. Rata-rata pedagang antar pulau di NTT sudah cukup berpengalaman dengan lama berusaha di atas 10 tahun melakukan perdagangan sapi, baik sapi untuk bibit maupun sapi potong. Ternak sapi yang diperdagangkan antar pulau pada umumnya adalah sapi Bali, dimana sapi betina untuk bibit dan sapi jantan untuk tujuan pemotongan. Pada periode tahun 2010-2014, realisasi pengeluaran ternak sapi dan kerbau dari NTT menurun masing-masing sebesar 0,09 dan 2,68%. Hal ini mengindikasikan bahwa NTT tidak mampu memenuhi permintaan ternak sapi, utamanya sejak tahun 2012 (Tabel 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan populasi sapi di Provinsi NTT hanya mencapai 8,4% per tahun pada periode 2010-2015 sehingga laju peningkatan populasi sapi relatif lebih kecil dibandingkan dengan laju kenaikan pemotongan dan perdagangan ternak sapi antar pulau atau wilayah. Tidak dapat dipungkiri bahwa semakin banyak terjadi pengurasan ternak sapi di NTT, sedangkan program peningkatan populasi belum memberikan hasil yang memenuhi harapan.

Pengeluaran sapi potong dan sapi indukan di Provinsi NTB secara bertahap mengalami penurunan setiap tahunnya. Pada tahun 2015, kuota pengeluaran sapi potong mencapai 34,4 ribu ekor dan sapi indukan sekitar 10 ribu ekor dari sekitar 15 ribu ekor pada tahun sebelumnya. Perkembangan pengeluaran sapi potong dan sapi indukan selama periode 2010-2015 menunjukkan peningkatan masing-masing dengan laju kenaikan sebesar 23,6 dan 12,8% per tahun. Sapi indukan diperdagangkan antar pulau dengan tujuan utama Kalimantan, sebagian Sumatera, Sulawesi Tenggara dan Papua. Direncanakan Pemerintah Daerah NTB akan mengeluarkan karkas sapi sehingga kuota

Tabel 2. Jumlah pemotongan ternak sapi dan kerbau di empat RPH di sentra ternak potong tahun 2015 (ekor)

Tanggal/hari ke-	Ternak sapi		Jumlah (ekor)	Proporsi betina terhadap total (%)
	Jantan	Betina		
RPH Kota Kupang (NTT)				
28 September, hari ke-1	5	57	62	91,93
29 September, hari ke-2	3	47	50	94,00
30 September, hari ke-3	7	47	54	87,04
Total	15	151	166	90,96
RPH Majeluk, Mataran (NTB)				
28 September, hari ke-1	15	7	22	31,81
29 September, hari ke-2	20	9	29	31,03
30 September, hari ke-3	14	8	22	36,36
Total	49	24	73	32,88
RPH di Kota Denpasar dan Badung (Bali)				
28 September, hari ke-1	3	29	32	90,63
29 September, hari ke-2	3	28	31	90,32
30 September, hari ke-3	3	27	30	90,00
Total	9	84	93	90,32
RPH Kota Makasar (Sulawesi Selatan)				
28 Oktober, hari ke-1	17	49	66	74,24
29 Oktober, hari ke-2	14	33	47	70,21
Total	31	82	113	72,57

Tabel 3. Jumlah pengeluaran ternak sapi dan kerbau dari sentra ternak potong, 2010-2015

Jenis ternak	Tahun						Laju pertumbuhan (% per tahun)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
NTT							
Sapi	49.876	45.967	61.138	61.138	49.658	TD	-0,09
Kerbau	3.607	4.892	3.821	3.821	3.124	TD	-2,68
Total	53.483	50.859	64.959	64.959	52.782	TD	-0,26
NTB							
Sapi potong	5.601	11.713	13.590	20.793	20.555	13.52	23,56
Sapi indukan	3.978	7.131	9.989	16.743	9.885	7.049	12,87
Kerbau potong	2.722	5.990	4.055	5.353	3.224	2.399	-1,99
Kerbau indukan	152	TD	TD	278	TD	TD	TD
Total	12.453	24.834	27.634	43.167	33.664	22.968	14,07
Bali							
Sapi	69.607	73.184	87.537	58.172	58.920	52.095	-41,93
Kerbau	122	391	62	13	TD	TD	
Total	69.729	73.575	87.599	58.185	58.920	52.095	-42,15
Sulawesi Selatan							
Sapi	5.961	6.264	11.124	23.480	13.194	20.500	40,65
Kerbau	TD	TD	1	480	3	TD	
Total	5.961	6.264	11.125	23.960	13.197	20.500	40,65

TD: Tidak ada data

Sumber: Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Timur (2015), Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Barat (2015), Dinas PKH Provinsi Bali (2015), Dinas PKH Provinsi Sulawesi Selatan (2015), data diolah

pengeluaran sapi hidup akan semakin menurun. Kebijakan perdagangan yang kondusif sangat diperlukan dalam membangun usaha sapi potong berkelanjutan sehingga dapat memberikan insentif yang memadai bagi para peternak. Usaha ini membutuhkan investasi jangka panjang dan disinsentif kebijakan perdagangan akan memiliki konsekuensi jangka panjang yang sulit untuk segera dipulihkan kembali karena beban psikologis dan ekonomi yang cukup besar bagi peternak (Rusastra 2014).

Hasil analisis struktur populasi ternak sapi di NTB menunjukkan bahwa jumlah sapi dewasa sebagai mesin penghasil pedet relatif lebih rendah dibandingkan dengan sapi-sapi anak dan muda. Terlebih lagi, jumlah sapi muda betina juga relatif lebih rendah dibandingkan dengan sapi muda jantan, yang dapat memperlambat terjadinya replacement bagi sapi betina dewasa. Guna meningkatkan populasi di NTB, maka laju kenaikan populasi harus relatif lebih besar dibandingkan dengan laju peningkatan pemotongan ternak, dan harus tetap dapat mengurangi jumlah pemotongan sapi betina.

Pengeluaran ternak sapi dari Provinsi Bali mengalami penurunan sebesar 4,2% per tahun dalam periode 2010-2015. Sapi yang diperdagangkan antar pulau dengan tujuan DKI Jakarta dan Jawa Barat sebagai pasar utama untuk sapi potong, sedangkan untuk pasar sapi indukan utamanya adalah memasok permintaan dari wilayah Kalimantan Timur. Informasi tentang perdagangan ternak kerbau tidak diperoleh secara akurat dan hal ini juga mengindikasikan bahwa pengembangan ternak kerbau kurang mendapat perhatian dari pemerintah daerah. Saat ini perdagangan sapi potong dilakukan dengan sistem kuota dan pembatasan berat badan yang dapat diantar-pulaukan yaitu lebih dari 375 kg. Hal ini tertuang dalam Perda No. 2/2003 tentang Pengeluaran Ternak Potong Sapi Bali ke Wilayah Luar Bali dan diduga menyebabkan terjadinya penurunan perdagangan sapi Bali ke luar wilayah. Namun, disinyalir juga terjadi perdagangan ilegal yang cukup marak akibat diterbitkannya peraturan ini karena tidak semua sapi Bali dapat menghasilkan berat badan lebih dari 375 kg. Di sisi lain, pasar lokal sapi jantan baik dengan berat di atas atau di bawah 375 kg tidak menguntungkan jagal pada kondisi harga daging di pasar lokal, karena jagal lebih memilih sapi-sapi betina yang relatif kecil agar dapat habis dijual dalam satu hari.

Perkembangan populasi ternak sapi dan kerbau di Provinsi Bali cukup mengkhawatirkan, karena selama periode 2010-2015 menunjukkan penurunan masing-masing sebesar 2,7 dan 9,3% (Dinas PKH Provinsi Bali 2015). Meskipun laju pemotongan dan pengeluaran ternak sapi dalam periode yang sama juga mengalami tingkat penurunan yang konsisten, hal ini harus segera diatasi untuk tidak mengakibatkan semakin menurunnya populasi ternak sapi di Bali. Proporsi pemotongan ternak sapi betina yang cukup tinggi akan semakin memperparah kondisi ini, terlebih proporsi sapi Bali betina muda dan dewasa yang berperan sebagai mesin penghasil pedet hanya mencapai 35% dari total populasi sapi betina yang ada.

Pengeluaran ternak sapi dari Provinsi Sulawesi Selatan sebagian besar dipasok dari Kabupaten Jeneponto, Sidrap, Bone dan Gowa yang merupakan wilayah sumber ternak sapi. Jumlah pengeluaran ternak sapi cukup tinggi dengan rata-rata kenaikan sebesar 40,6% per tahun selama periode 2010-2015. Informasi pengeluaran untuk ternak kerbau tidak terdokumentasi dengan baik, meskipun tidak dipungkiri bahwa terjadi pengeluaran ternak kerbau dari Provinsi Sulawesi Selatan ke wilayah lain. Pengeluaran ternak kerbau utamanya dipasok dari Kabupaten Toraja Utara, Luwu Utara dan Jeneponto. Ternak sapi yang diperdagangkan antar pulau dari wilayah ini umumnya adalah sapi Bali, dimana sapi betina untuk bibit dan sapi jantan untuk tujuan pemotongan dengan pasar utama wilayah Kalimantan Timur, Sulawesi Utara, Maluku dan Papua.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat laju pertumbuhan populasi sapi di Sulawesi Selatan mencapai 9,7% per tahun dalam periode 2010-2015. Hal ini mengimplikasikan bahwa pertumbuhan populasi ternak sapi di Sulawesi Selatan relatif lebih rendah dibandingkan dengan laju kenaikan pemotongan dan pengeluaran antar pulau atau wilayah. Oleh karena itu, upaya mengendalikan dan mencegah pemotongan sapi betina produktif adalah suatu keniscayaan agar populasi sapi tidak semakin menurun. Hampir senada dengan wilayah lainnya, populasi ternak kerbau mengalami penurunan sebesar 2,4% per tahun dalam periode yang sama. Perhatian pemerintah harus serius dalam mendorong pengembangan usaha ternak kerbau yang memberikan kontribusi tidak sedikit terhadap konsumsi daging bagi wilayah ini.

PENYEBAB PEMOTONGAN SAPI BETINA PRODUKTIF

Berbagai peraturan telah diterbitkan untuk melarang pemotongan ternak sapi dan kerbau betina produktif. Hal ini di tingkat pusat adalah Peraturan Menteri Pertanian No. 35/Permentan/OT.140/7/2011 tentang Pengendalian Ternak Ruminansia Betina Produktif. Di tingkat daerah, diantaranya terdapat Peraturan Daerah Provinsi Bali No. 2/2003 tentang Pengeluaran Ternak Potong Sapi Bali; Peraturan Daerah No. 1/2015 tentang Pengendalian Pemotongan Ternak Ruminansia Besar Betina Produktif di Nusa Tenggara Barat; dan lain sebagainya. Namun dalam implementasi di lapang, hal tersebut belum berlangsung dengan baik sehingga tingkat pemotongan ternak sapi dan kerbau betina produktif masih terus berjalan dengan *massive*.

Hasil diskusi intensif dengan multi pihak pelaku usaha sapi potong di wilayah sumber ternak dapat dikompilasi bahwa pemotongan ternak sapi dan kerbau betina produktif masih saja terjadi. Hal ini disebabkan antara lain: (1) Harga sapi betina lebih murah Rp. 500 ribu -1 juta per ekor dibandingkan dengan sapi jantan pada ukuran yang setara; (2) Terbatasnya ketersediaan sapi jantan, utamanya dengan ukuran bobot badan sekitar 250-300 kg karena sebagian besar sudah dilakukan perdagangan antar pulau; (3) Adanya penetapan kuota perdagangan/pengeluaran antar-pulau baik yang reguler maupun pada periode-periode tertentu yang kurang akurat, karena data dan asumsi yang belum tepat serta berpotensi terjadinya kolusi; (4) Belum konsistennya penegakan hukum/aturan/regulasi oleh pemerintah daerah dan penanggung jawab RPH/TPH; (5) Belum adanya kesepahaman tentang kriteria ternak betina produktif yang boleh/tidak boleh dipotong maupun sudah tertuang secara jelas dalam UU No. 18/2009 dan Permentan No. 35/2011; (6) Aturan/regulasi yang dibangun lebih didominasi oleh *punishment* dibandingkan dengan *reward* bagi peternak sapi potong; serta (7) Tingginya konversi lahan untuk tujuan pariwisata, pembangunan non-peternakan dan lain sebagainya sehingga mengakibatkan usaha peternakan tidak menarik. Pelarangan pemotongan dan pengeluaran ternak betina produktif, serta adanya kebutuhan uang tunai dari peternak, menyebabkan harga ternak betina produktif lebih murah dibandingkan dengan ternak jantan. Ketiadaan sapi jantan dan harga yang mahal menyebabkan jagal memilih memotong ternak betina produktif. Hal ini ditambah lagi dengan tidak ada kesadaran untuk menyelamatkan populasi ternak potong dan jagal tidak paham jika hal tersebut melanggar undang-undang.

Pengawasan pemotongan ternak yang sangat kurang oleh petugas baik di RPH maupun TPH menyebabkan terjadinya pemotongan ternak betina produktif. Nasrullah et al. (2010) melaporkan bahwa tingkat pemotongan ternak betina produktif di Sulawesi Selatan berkisar antara 35-41%. Hal ini dilakukan melalui pengamatan di 4 kabupaten yang merupakan sentra ternak potong, yakni Kabupaten Barru, Pare-Pare, Gowa dan Kota Makassar. Kuliner di Sulawesi Selatan, yaitu Coto Makassar yang semakin digemari oleh masyarakat, juga turut menyebabkan semakin meningkatnya permintaan terhadap sapi dan kerbau potong. Ternak betina produktif lebih disukai oleh jagal karena pada umumnya kondisi tubuhnya lebih baik dengan komposisi daging yang lebih banyak dibandingkan dengan ternak betina afkir. Tawaf et al. (2013) dalam studinya terhadap pemotongan ternak sapi di 20 RPH selama periode Juli-Agustus 2013 di wilayah Jawa dan Nusa Tenggara melaporkan bahwa telah terjadi pemotongan sapi lokal betina produktif sebesar 31,04%. Rumah potong hewan di wilayah produsen lebih banyak memotong sapi betina produktif dibandingkan dengan RPH di wilayah konsumen. Pemotongan sapi betina produktif juga akan meningkat cukup tinggi menjelang bulan puasa dan pada hari raya, sedangkan pada saat bulan puasa dan setelah hari raya secara proproporsional mengikuti arus fluktuasi pemotongan sapi di setiap RPH. Hal ini diduga karena adanya desakan oleh tuntutan ekonomi seperti kebutuhan sehari-hari, pembayaran sekolah dan perayaan hari raya bagi masyarakat peternak.

Suardana et al. (2013) menyatakan bahwa tingkat pemotongan sapi Bali betina produktif di RPH Pesanggaran dan RPH Mambal di Bali berturut-turut mencapai 81,7 dan 87,5%. Lebih lanjut disampaikan bahwa meskipun sapi Bali adalah sapi yang memiliki tingkat fertilitas yang cukup tinggi (80%), namun dengan tingginya angka pemotongan SBP akan mengancam terhadap keberlanjutan usaha sapi Bali. Hal ini juga harus mendapat perhatian yang serius dari seluruh multi pihak pelaku usaha sapi potong, masyarakat dan pemerintah dalam upaya mempertahankan populasi sapi Bali sebagai plasma nutfah asli Indonesia.

Menurut Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Bali pada tahun 2012 telah dilakukan evaluasi jumlah populasi, dimana populasi sapi betina menurun 40 ribu ekor. Untuk menghindari penurunan populasi, pemerintah daerah melakukan moratorium pengeluaran sapi betina calon induk. Penurunan populasi tersebut disebabkan banyaknya pengeluaran sapi calon induk secara ilegal yang diperkirakan setiap minggu terdapat dua truk masing-masing berisi 20 ekor sapi dikirim ke Banyuwangi, Jawa Timur. Dalam setahun hal ini diperkirakan dapat mencapai 2.080 ekor, belum lagi pemotongan sapi betina yang belum mampu dicegah.

Pemotongan sapi betina produktif juga terjadi di Jawa Timur, diantaranya melalui suatu studi yang dilakukan melalui pengamatan di RPH Malang selama 2 bulan. Penelitian dilakukan terhadap pemotongan sapi betina PO dan PFH di RPH Singosari dan RPH Gadang yang merupakan RPH rujukan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa telah terjadi pemotongan SBP berturut-turut sebesar 15,10 dan 26% di masing-masing RPH (Soejosopoetro 2011). Lebih lanjut dinyatakan bahwa imbangan jumlah pemotongan dengan populasi tidak melampaui batas toleransi yaitu sebesar 12%. Apabila persentase pemotongan ternak betina produktif melebihi batas toleransi ini akan mengganggu pasokan sapi potong dan upaya peningkatan populasi sapi potong di wilayah ini.

MENGOPTIMALKAN PERAN TATA KELOLA RUMAH POTONG PERUSAHAAN DAERAH

Penyelamatan sapi dan kerbau betina produktif baik untuk diperdagangkan maupun dipotong harus

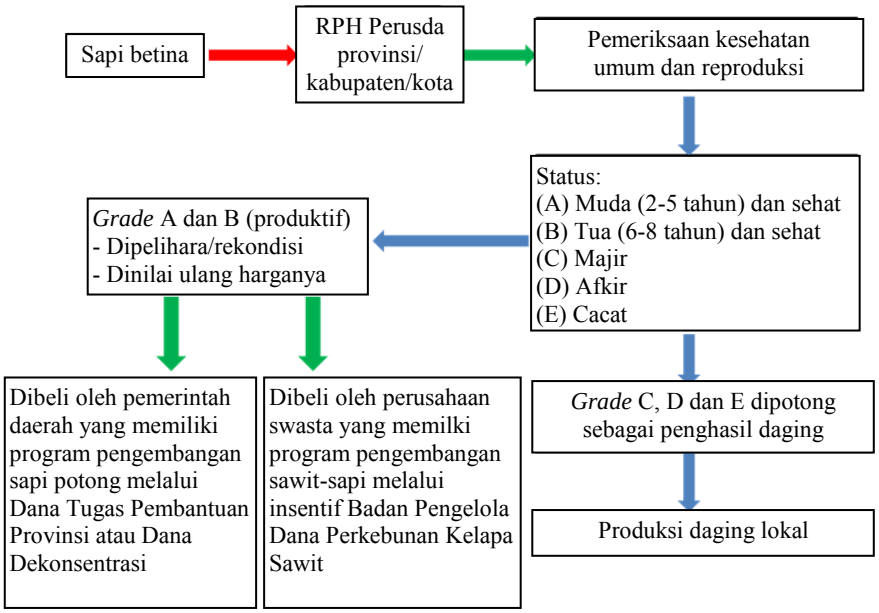
dipandang secara holistik dari hulu ke hilir. Hal ini tidak dapat hanya dilihat dari sisi hilir di tingkat pedagang antar wilayah/pulau maupun jagal di RPH, namun harus mempertimbangkan aspek di hulu dengan peternak sebagai subjek utama pelaku usaha. Karakteristik peternak dalam mengusahakan sapi potong (utamanya skala kecil) belum berorientasi produksi maupun keuntungan, sebagian besar masih bersifat usaha sambilan dan merupakan aset maupun tabungan yang sewaktu-waktu dapat dijual jika terdapat kebutuhan ekonomi yang mendesak. Hal ini berlaku hampir di semua wilayah di Indonesia, baik di Pulau Jawa yang sudah lebih maju, maupun di wilayah lain di luar Pulau Jawa (Kusnadi 2008; Kalangi et al. 2014; Priyanti et al. 2015; Rusdianto et al. 2015). Lebih lanjut, Mappigau et al. (2014) menyatakan bahwa berdasarkan hasil analisis komponen perilaku, peternak memiliki peluang yang besar untuk berperilaku dalam penjualan sapi betina produktif. Meskipun dari aspek sikap sekitar 64% peternak mengetahui konsekuensi negatif dari penjualan SBP, namun secara norma subjektif dan aspek kontrol perilaku, pemotongan ternak betina produktif tetap berlangsung. Hal ini disebabkan karena kurangnya tekanan sosial yang memaksa peternak untuk tidak menjual sapi betina produktif sehingga sangat mudah untuk melakukan penjualan sapi betina produktif.

Pembentukan Perusahaan Daerah (PD) diusulkan untuk dapat menjaring ternak-ternak betina produktif yang akan dipotong maupun yang akan diperdagangkan antar pulau. Terdapat sedikitnya lima PD yang bergerak dalam bisnis RPH di Indonesia, yaitu PD RPH Kota Medan, PD Dharma Jaya di DKI Jakarta, PD Pegirian di Surabaya, PD RPH Kota Malang dan PD RPH Kota Makassar. PD RPH ini pada dasarnya memiliki tugas yang sama, salah satunya di Kota Medan yaitu untuk: (1) Menyediakan dan menampung ternak potong; (2) Mengelola RPH dan pemotongan ternak; (3) Menyediakan *cold storage*; (4) Memeriksa kesehatan ternak sebelum dan sesudah dipotong; (5) Mengangkut, mendistribusikan dan memasarkan daging; (6) Melaksanakan kegiatan usaha lainnya yang menunjang kegiatan PD dalam arti luas; dan (7) Melaksanakan usaha-usaha lain yang ditetapkan direksi dan mendapat persetujuan walikota (Pemkot Malang; Pemkot Medan 2014).

Mekanisme penyelamatan ternak betina produktif yang diusulkan disajikan secara rinci dalam Gambar 1. Ternak-ternak betina yang masuk ke wilayah kandang penampungan di RPH dilakukan pemeriksaan kesehatan secara umum dan khususnya organ reproduksi. Setiap RPH memiliki sumberdaya manusia dengan latar belakang keilmuan teknis, salah satunya adalah dokter hewan atau medis veteriner yang dapat memeriksa status kesehatan ternak. Hasil pemeriksaan ini dilanjutkan dengan identifikasi status ternak, yang dikelompokkan dalam: (1) Kelompok A untuk ternak-ternak betina muda dan sehat (umur 2-5 tahun); (2) Kelompok B untuk ternak-ternak betina tua dan sehat (umur 6-8 tahun); (3) Kelompok C untuk ternak majir; (4) Kelompok D untuk ternak afkir; dan (5) Kelompok E untuk ternak cacat. Kelompok A dan B merupakan ternak-ternak betina yang harus diselamatkan, sedangkan Kelompok C, D dan E dapat dipotong sebagai penghasil daging dan menjadi produksi daging lokal. Ternak-ternak di Kelompok A dan B perlu dilakukan rekondisi tubuhnya dengan pemeliharaan lebih lanjut, serta dinilai ulang untuk penentuan harga jual. Ternak-ternak inilah yang kemudian dibeli oleh PD untuk selanjutnya menjadi sumber pasokan ternak betina produktif yang dapat diperdagangkan antar pulau. Dengan jumlah pemotongan sapi setiap tahun sebesar 185-200 ribu ekor di Bali, NTB dan NTT, maka terdapat potensi sejumlah 90-100 ribu ekor sapi betina produktif yang dapat dijadikan sapi indukan di daerah pengembangan.

Ternak-ternak betina yang telah menjadi milik PD bahkan perusahaan swasta di daerah dapat diperdagangkan antar pulau sebagai sumber pemasok sapi indukan bagi program-program pemerintah yang membutuhkan. Berbagai program pemerintah seperti Sentra Peternakan Rakyat (SPR), Integrasi Tanaman-Ternak, Pengembangan Padang Penggembalaan dan Lahan Eks-Tambang semuanya membutuhkan sapi indukan. Wilayah-wilayah ini utamanya di daerah Sumatera dan Kalimantan yang memiliki biomasa untuk pakan ternak yang berlimpah, ironisnya justru "kosong sapi". Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah dan DIY yang merupakan pusat atau konsentrasi populasi sapi potong, kondisinya tidak jauh berbeda dengan Bali dan Nusa Tenggara karena daya dukung pakan yang terbatas. Usaha perkembangbiakkan untuk menghasilkan sapi bakalan di Pulau Jawa sangat tidak kompetitif, karena biaya produksi mencapai lebih dari Rp. 5 juta/pedet sehingga dalam jangka panjang sangat sulit mengandalkan wilayah tersebut sebagai pemasok utama daging untuk keperluan di dalam negeri sehingga perlu dicarikan alternatif pengembangannya. Tentunya harus dibangun kebijakan atau instrumen yang akan ditetapkan dan memperhatikan kepentingan semua pihak (peternak, pedagang, jagal dan konsumen), termasuk insentif bagi daerah asal maupun daerah pengembangan sapi potong.

Hastang et al. (2014) melaporkan bahwa *pallembara* atau pedagang perantara penjualan daging sapi dari pengusaha jagal memegang peranan penting dalam aliran tata niaga sapi di PD RPH Kota Makassar. *Pallembara* ini akan melakukan perdagangan daging berjenjang kepada pelanggan berikutnya, ada yang berupa pedagang pengecer di pasar tradisional dan pasar swalayan sebelum ke konsumen akhir. Oleh karenanya, dalam upaya penyelamatan ternak betina



Gambar 1. Mekanisme penyelamatan sapi betina produktif

produktif harus melibatkan peran *pallembara* ini selain juga pengusaha jagal. Kebijakan yang akan diterapkan harus dapat memberikan kompensasi terhadap usaha *pallembara* agar masih berlangsung. Pelarangan pemotongan ternak betina produktif sudah sangat jelas dan tegas, namun sebagian besar pelaku usaha belum sepenuhnya memahami dan mematuhi ketentuan ini. Larangan ini justru membuat harga sapi betina produktif murah ketika peternak yang memerlukan uang menjual sapinya. Ketentuan pelarangan tersebut yang dibarengi dengan pembatasan pengeluaran ternak betina ternyata justru lebih menekan harga sapi. Sementara itu hampir semua sapi jantan dikuasai pedagang antar pulau sehingga jagal tidak mempunyai pilihan yang lebih baik, selain memotong ternak betina produktif.

Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan sudah melakukan beberapa upaya untuk pencegahan pemotongan SBP ini dengan mengoptimalkan tim pengawasan terpadu yang melibatkan Polisi Republik Indonesia. Hal lain juga telah dilakukan melalui pengawasan secara terpadu dan mengoptimalkan tim supervisi dan pendampingan dalam penyampaian laporan pemotongan SBP. Beberapa daerah utamanya di Pulau Jawa dan telah dilakukan sosialisasi kepada para jagal dan peternak untuk tidak memotong dan menjual SBP. Berbagai spanduk dan baliho di pasar-pasar hewan dan RPH tentang penerapan sanksi jika melakukan pemotongan SBP juga sudah banyak dijumpai, namun tampaknya hal ini belum memberikan hasil yang optimal. Hal ini harus tetap dilakukan secara konsisten dan terpadu untuk memitigasi terjadinya pemotongan SBP.

Pemotongan SBP di beberapa wilayah sumber bibit seperti di Kupang, NTT, dianggap sebagai suatu hal yang biasa (Diwyanto 2011) (Gambar 2). Di lain pihak, pengeluaran sapi betina produktif dilarang untuk mencegah terjadinya pengurasan. Seandainya sapi-sapi betina yang saat ini dipotong di RPH diperbolehkan untuk diantar-pulaukan, maka dapat diperkirakan harga sapi betina produktif akan meningkat dan jagal tidak akan memotongnya. Perubahan kebijakan ini tentunya harus dibarengi dengan penyediaan sapi jantan bagi jagal lokal, serta pengaturan kuota pengeluaran sapi jantan maupun sapi betina dengan lebih cermat. Untuk menghambat pemotongan sapi di kawasan ini juga diperlukan dukungan kebijakan dan program lain untuk pengembangan ternak selain sapi, sebagai substitusi untuk memenuhi kebutuhan daging masyarakat setempat. Selain itu, kebijakan untuk meningkatkan pendapatan daerah dari setiap RPH juga menjadi alasan petugas untuk melakukan pembiaran pemotongan sapi betina produktif. Oleh karena itu, kebijakan dalam penetapan retribusi untuk pemotongan ternak di setiap RPH dapat dimanfaatkan sebagai instrumen dalam pengendalian/pemotongan sapi betina produktif.

Kebijakan pendukung lainnya adalah menerapkan dengan tegas aturan batas minimal pengeluaran sapi potong antar pulau. Di NTT batas minimal tersebut adalah 275 kg dan di Bali mencapai 375 kg. Dengan

Gambar 2. Sapi betina produktif di kandang penampungan salah satu RPH yang siap dipotong

berbagai alasan tidak mustahil banyak sapi dengan berat di bawah batas minimal juga dipedagangkan antar pulau. Alasan utamanya adalah peternak membutuhkan uang untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehingga harus menjual sapi lebih awal. Pada sisi lain, persaingan yang ketat antar pedagang pengirim di wilayah Bali, NTT dan NTB mengharuskan pedagang untuk berlomba memenuhi kuota yang sudah diberikan sehingga terpaksa mengirim sapi dengan berat di bawah batas minimal. Pengetatan pengawasan berat minimal tersebut dapat berakibat sapi jantan ukuran kecil tersebut dibesarkan oleh pedagang pengirim atau dijual di RPH sebagai ternak potong. Konsistensi aturan menyebabkan sapi potong ukuran kecil berlebih di pasar lokal dan harganya akan menurun. Jika harganya menurun, maka pejagal lokal akan tertarik membeli dan menggantikan sapi betina produktif yang terjaring oleh PD.

Perusahaan daerah ini juga dapat berperan dalam memperbaiki sistem logistik perdagangan sapi hidup dan daging sapi dari wilayah sumber ternak di Timur Indonesia menuju wilayah Barat sebagai sumber konsumen. Rouf et al. (2014) melaporkan bahwa sistem logistik sapi potong menunjukkan kinerja yang kurang baik sehingga biaya pengiriman sapi menjadi relatif mahal. Seiring dengan pembangunan tol laut dan perbaikan infrastruktur di pelabuhan, maka PD memiliki peluang usaha yang cukup besar dalam mengisi perdagangan sapi antar pulau dengan mempertimbangkan keberlanjutan usaha sapi potong yang berdaya saing.

Perusahaan daerah juga dapat berusaha dalam penyediaan sapi-sapi bakalan jantan sebagai pengganti pemotongan SBP agar usaha RPH dapat berlangsung dalam memenuhi kebutuhan pelanggannya. Hal ini dapat dilakukan melalui kerjasama dengan usaha *feedlot* yang mengimpor sapi bakalan selama ini dalam memenuhi kebutuhan daging sapi nasional. Alternatif lain yang diusulkan adalah bekerjasama dengan UPT pemerintah yang membidangi tugas peternakan dan kesehatan hewan di daerah untuk membangun pengembangan usaha penggemukan sapi potong di tingkat peternakan rakyat dalam bentuk kelompok. Hal ini dapat berupa pola kemitraan, dimana PD berperan sebagai inti, sedangkan kelompok peternak sebagai plasma. Usaha penggemukan memiliki orientasi usaha yang jelas sehingga periode waktu penjualan dapat disinergiskan dengan kondisi RPH saat memutuhkan pasokan daging sapi.

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Peraturan daerah yang mengatur pelarangan pemotongan dan pengeluaran SBP perlu ditinjau kembali efektivitasnya. Hal ini terkait dengan kuota pengeluaran (perdagangan antar pulau) ternak jantan yang seharusnya diperhitungkan setelah kebutuhan pemotongan lokal terpenuhi sehingga tidak ada alasan bagi jagal untuk memotong ternak betina produktif karena terbatasnya (tidak tersedia) ternak jantan. Konsekuensi dari kebijakan ini akan mengurangi pengeluaran ternak jantan dan sekaligus juga akan menurunkan ternak betina produktif yang akan dipotong sehingga akan diperoleh surplus ternak betina produktif. Ternak-ternak betina produktif inilah yang dapat diselamatkan untuk direlokasi ke daerah sumber pakan seperti di Sumatera dan Kalimantan melalui perdagangan antar pulau (sekaligus juga dapat mengkompensasi perdagangan sapi jantan antar pulau yang dikurangi). Kebijakan ini juga harus didukung oleh peraturan daerah yang membolehkan pengeluaran kelebihan ternak betina produktif untuk dikembangbiakkan di luar Bali, NTB dan NTT dengan

harga yang lebih kompetitif (diperlukan insentif bagi pemda yang menerapkan ketentuan ini).

Diperlukan adanya pengaturan TPH yang resmi sehingga proses pengawasan dapat dilakukan dengan baik agar diperoleh informasi yang akurat terkait dengan jumlah pemotongan tercatat untuk proses perencanaan lebih lanjut. Penegakan hukum secara konsisten terhadap pemotongan ternak betina produktif memang harus dilakukan dengan tegas dan terus menerus. Hal ini juga termasuk penyamaan pemahaman tentang kriteria dan *grade* ternak betina produktif yang boleh dipotong untuk memenuhi kebutuhan daging lokal. Insentif bagi daerah yang akan menjual ternak betina produktif sebagai indukan/bibit harus menjadi perhatian pemerintah yang serius, salah satunya adalah dengan mengalokasikan ketersediaan anggaran bagi daerah pengembangan yang akan membelinya.

Dalam melestarikan sapi lokal seperti sapi Bali, diperlukan kebijakan makro untuk menetapkan harga jual sapi bibit (termasuk sapi indukan) yang memiliki kapasitas genetik baik tidak dengan cara ditaksir seperti yang berlangsung saat ini. Diharapkan beberapa kebijakan atau instrumen yang akan ditetapkan tersebut tetap memperhatikan kepentingan semua pihak, baik peternak, pedagang, jagal dan konsumen. Penerapan harga sapi indukan sesuai kualitas, pertama-tama dapat dilakukan untuk pengadaan proyek pemerintah dengan sistem dagang antar pemerintah yang dimediasi melalui para pedagang antar lokasi sumber sapi dan tujuan pengiriman sapi. Dalam hal ini diperlukan keterlibatan dan keterbukaan pedagang melalui pengadaan sapi indukan antar daerah dalam kegiatan proyek pemerintah.

Dalam upaya menjaga tingkat stabilitas populasi ternak potong, penerapan teknologi pakan dapat dikembangkan di tingkat peternak yang diharapkan dapat menjamin kecukupan pakan sepanjang tahun. Penyediaan air menjadi kebutuhan mutlak untuk mendukung peningkatan produktivitas ternak, utamanya di wilayah NTT. Upaya pembuatan embung maupun pemanfaatan sumber air dalam (*ground water*) perlu dijajagi kemungkinannya dan harus dapat segera direalisasikan. Permasalahan sosial yang sering terjadi di wilayah Timur Indonesia harus ditangani secara serius melalui kearifan lokal sehingga tidak akan mengganggu kehidupan masyarakat peternak.

KESIMPULAN

Bukti empiris menunjukkan bahwa telah terjadi pemotongan sapi betina produktif (SBP) yang cukup tinggi di wilayah Indonesia Timur, hingga rata-rata mencapai 72%. Rumah potong hewan merupakan garda terakhir yang dapat menyelamatkan pemotongan SBP ini sehingga konsep mekanisme penyelamatannya harus dilakukan di RPH. Beberapa daerah telah memiliki RPH dengan badan hukum perusahaan berupa Perusda maupun BUMN sehingga diharapkan mekanisme penyelamatan SBP dapat berlangsung secara orientasi bisnis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Tim Kajian Antisipatif dan Responsif Kebijakan Strategis Peternakan dan Veteriner Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan yang telah membantu melakukan diskusi intensif di wilayah Bali, NTB, NTT dan Sulawesi Selatan. Terima kasih ini disampaikan kepada Prof. (R) Dr. Sjamsul Bahri, Prof. (R) Dr. Budi Haryanto, Prof. (R) Dr. Tjeppy D Soedjana, dan Alm. Prof. (R) Dr. Kusuma Diwyanto atas dedikasinya yang telah memberikan inspirasi dan koreksi/saran masukan sehingga naskah ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti M. 2004. Potensi dan keragaman sumberdaya genetik sapi Peranakan Ongole (PO). Wartazoa. 14:98-106.

Baco S, Wello B, Malaka R, Hatta M. 2014. Tingkat kematian dan pertumbuhan pedet sapi Bali melalui perbaikan managemen dengan intervensi pakan konsentrat berbahan lokal. Dalam: Natsir A, Ali HM, Agustina L, Syamsu JA, Syahrir S, Sirajuddin SN, Baba S, Dagong MIA, Hakim MR, penyunting. Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal pada Peternakan Lokal Berbasis Teknologi. Makassar, 9-10 Oktober 2014. Makassar (Indonesia): Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. hlm. 10-19.

Bamualim AM. 2011. Pengembangan teknologi pakan sapi potong di daerah semi-arid Nusa Tenggara. J Pengembangan Inovasi Pertanian. 4:175-188.

BPS. 2013. Sensus ternak. 2013. Sensus pertanian 2013. Angka nasional hasil survey ST 2013, subsektor rumah tangga usaha peternakan. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.

BPS. 2014. Konsumsi beberapa macam bahan makanan penting, 2007-2014. Survei sosial ekonomi nasional. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.

BPS. 2015. Jumlah penduduk Indonesia. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.

BPS NTT. 2015. Nusa Tenggara Timur dalam angka. Kupang (Indonesia): Badan Pusat Statistik Povinsi Nusa Tenggara Timur.

Dinas PKH Provinsi Bali. 2015. Statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2015. Denpasar (Indonesia):

Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Bali.

Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Barat. 2015. Statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2015. Mataram (Indonesia): Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Dinas PKH Provinsi Nusa Tenggara Timur. 2015. Statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2015. Kupang (Indonesia): Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Dinas PKH Provinsi Sulawesi Selatan. 2015. Statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2015. Makassar (Indonesia): Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sulawesi Selatan.

Ditjen PKH. 2016. Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2016. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.

Diwyanto K. 2011. Selamatkan sapi betina produktif. Sinar Tani. Edisi 30 Maret-5 April 2011 No.3399 Tahun XLI.

Hastang, Sirajuddin SN, Asnawi A. 2014. Efisiensi pemasaran daging sapi pada Perusahaan Daerah Rumah Potong Hewan (PD RPH) Kota Makassar. Dalam: Natsir A, Ali HM, Agustina L, Syamsu JA, Syahrir S, Sirajuddin SN, Baba S, Dagong MIA, Hakim MR, penyunting. Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal pada Peternakan Lokal Berbasis Teknologi. Makassar, 9-10 Oktober 2014. Makassar (Indonesia): Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. hlm. 314-320.

Hermansyah, Mastur. 2008. Pemotongan ternak tidak tercatat, studi di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sapi Potong untuk Mendukung Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi 2008-2010. Palu, 24 November 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 166-171.

Kalangi LS, Syaukat Y, Kuntjoro SU, Priyanti A. 2014. Technical efficiency of beef cattle breeding business in East Java Province. Media Peternakan. 37:136-142.

Kementan-BPS. 2011. Pendataan sapi potong, sapi perah dan kerbau 2011. Rilis hasil akhir PSPK 2011. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian dan Badan Pusat Statistik.

Kusnadi U. 2008. Inovasi teknologi peternakan dalam sistem integrasi tanaman-ternak untuk menunjang swasembada sapi. J Pengembangan Inovasi Pertanian. 1:189-205.

Mappigau P, Sirajuddin SN, Kasim K, Lestari V, Rohani S. 2014. Perilaku peternak sapi potong dalam penjualan sapi betina produktif (kasus pada sentra produksi sapi Bali di Sulawesi Selatan). Dalam: Natsir A, Ali HM, Agustina L, Syamsu JA, Syahrir S, Sirajuddin SN, Baba S, Dagong MIA, Hakim MR, penyunting. Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal pada Peternakan Lokal Berbasis Teknologi. Makassar, 9-10 Oktober 2014. Makassar (Indonesia): Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. hlm. 303-313.

Nasrullah, Nurhayu A, Yusmasari, Sariubang M, Armiaty, Pasaribu AM. 2010. Pemotongan sapi betina produktif di Sulawesi Selatan. Makassar (Indonesia): BPTP Sulawesi Selatan.

Oberman R, Dobbs R, Budiman A, Thompson F, Rossé M. 2012. The archipelago economy: Unleashing Indonesia's potential. Report McKinsey Global Institute September 2012. McKinsey Co [Internet]. [cited 2013 Dec 16]. Available from: http://www.mckinsey.com/insights/asia-pacific/the_archipelago_economy

Pemkot Malang. Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 17 Tahun 2002 tentang Pembentukan Perusahaan Daerah Rumah Pemotongan Hewan (PD RPH) Kota Malang. Malang (Indonesia): Pemerintah Kota Malang.

Pemkot Medan. 2014. Peraturan Daerah Kota Medan Nomor 11 Tahun 2014 tentang Perusahaan Daerah Rumah Potong Hewan Kota Medan. Medan (Indonesia): Pemerintah Kota Medan.

Priyanti A, Cramb RA, Hanifah VW, Mahendri IGAP. 2015. Small-scale cattle raising in East Java: A pathway out of poverty? J Asia Pacific Viewp. 56:335-350.

Rouf A, Daryanto A, Fariyanti A. 2014. Daya saing usaha sapi potong di Indonesia: Pendekatan *domestic resources cost*. Wartazoa. 24:97-107.

Rusastra IW. 2014. Perdagangan ternak dan daging sapi: rekonsiliasi kebijakan impor dan revitalisasi pemasaran domestik. Forum Penelitian Agro Ekonomi. 32:59-71.

Rusdianto SW, Daryanto HKS, Kuntjoro, Priyanti A. 2015. Pengaruh perubahan harga sapi terhadap permintaan input dan penawaran output usaha penggemukan sapi Bali. J Informasi Pertanian. 24:223-232.

Sianturi RG, Purwantara B, Supriatna I, Amrozi, Situmorang P. 2012. Optimasi inseminasi buatan pada kerbau lumpur (*Bubalus bubalis*) melalui teknik sinkronisasi dan ovulasi. JITV. 17:92-99.

Soejosopoetro B. 2011. Studi tentang pemotongan sapi betina produktif di RPH Malang. J Ternak Tropika. 12:22-26.

Suardana IW, Sukada IM, Suada IK, Widiasih DA. 2013. Analisis jumlah dan umur sapi Bali betina produktif yang dipotong di rumah pemotongan hewan Pesanggaran dan Mambal Provinsi Bali. J Sain Vet. 31:43-48.

Talib C. 2002. Sapi Bali di daerah sumber bibit dan peluang pengembangannya. Wartazoa. 12:100-107.

Tawaf R. 2015. Potret bisnis sapi potong dan sapi perah di Indonesia. 2015. Dalam: Seminar Asosiasi Obat Hewan Indonesia. Jakarta, 18 November 2015. Jakarta (Indoesia): Asosiasi Obat Hewan Indonesia.

Tawaf R, Rachmawan O, Firmansyah C. 2013. Pemotongan sapi betina umur produktif dan kondisi RPH di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara. Dalam: Prosiding Workshop Nasional Konservasi dan Pengembangan Sapi Lokal. Bandung, 13 November 2013. Bandung (Indonesia): Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.

Yendraliza, Zespin BP, Udin Z, Jaswani. 2012. Penampilan reproduksi kerbau *post partum* pada berbagai level GnRH yang disinkronisasi dengan PGF2α. JITV. 17:107-111.

WARTAZOA Vol. 27 No. 2 Th. 2017 Hlm. 067-080 DOI: http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v27i2.1589

Utilization of Rumen Mechanical Stimulator as Pseudo Fiber in Ruminant to Minimize Metabolic Problem

(Penggunaan Stimulator Mekanis Rumen sebagai *Pseudo Fiber* pada Ternak Ruminansia untuk Mengurangi Masalah Metabolis)

N Nurmeiliasari[1,2], R Priyanto[3], DA Astuti[4], Salundik[3] and J Takahashi[5]

[1]*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu*
Jl. WR Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371A, Indonesia
[2]*Graduate School of Animal Production and Technology, Bogor Agricultural University*
[3]*Department of Animal Production and Technology, Bogor Agricultural University*
[4]*Department of Animal Nutrition and Feed Technology, Bogor Agricultural University*
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Babakan, Bogor 16680, West Java, Indonesia
[5]*Graduate School of Animal Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, Japan*
sari_nurmeiliasari@unib.ac.id

(Received 24 November 2016 – Revised 3 May 2017 – Accepted 29 May 2017)

ABSTRACT

Feeding high concentrate diet, characterized with high starch and low fiber is applied to increase energy intake for an optimal production performance in ruminants. However, the prevalence of digestive disorder namely ruminal acidosis has been reported as drawback of this feeding strategy. This encourages farmers and nutritionist to supply adequate fiber in the diet to meet minimum dietary fiber requirement. However, feeding high forage diet is reported to give adverse effect on production performance, thus economic loss for farmers. Therefore, some sorts of artificial fiber utilizations have been introduced to reduce the risk of nutritional diseases as well as improving ruminant productivity. The utilization of rumen mechanical stimulator aims to maintain a healthy rumen function in ruminants fed with high concentrate diet. Objective of this article is to review recent development of rumen mechanical stimulators utilization, a pseudo fiber to substitute forage physical function in the rumen of ruminants. This review highlights the use of rumen mechanical stimulators in dairy cattle, beef cattle and sheep with particular attention in rumination time and rumen parameters. In conclusion, rumen mechanical stimulator is attributable to minimize metabolic problem associated with high concentrate feeding by providing mechanical stimulation on the rumen wall.

Key words: Nutritional related diseases, rumen mechanical stimulator, rumination time, rumen fermentation

ABSTRAK

Strategi pemberian pakan konsentrat tinggi dan rendah serat diaplikasikan untuk meningkatkan konsumsi energi demi mendukung tampilan produksi pada ruminansia. Tetapi, kasus *metabolic disorder* seperti asidosis sub-akut dilaporkan sebagai akibat negatif dari pemberian pakan konsentrat tinggi. Hal ini juga berdampak pada tampilan produksi dan menyebabkan peternak mengalami kerugian finansial. Upaya-upaya untuk menekan pengaruh negatif dari penerapan strategi pemberian pakan konsentrat tinggi dapat dilakukan dengan memperhatikan kecukupan suplai pakan serat. Tantangan yang dihadapi dengan pemanfaatan pakan serat adalah menurunnya tampilan produksi ternak ruminansia. Suatu penelitian telah mengembangkan serat buatan sebagai stimulator mekanis di dalam rumen. Stimulator mekanis ini berfungsi untuk memberikan rangsangan fisik pada dinding rumen sehingga terjadi peningkatan motilitas dan ruminasi yang berkontribusi positif dalam menekan kadar asam yang tinggi akibat fermentasi pakan konsentrat. Artikel ini membahas mengenai aplikasi stimulator mekanis rumen pada ternak sapi perah, sapi potong dan domba. Pembahasan mencakup pengaruh stimulator mekanis terhadap lama ruminasi dan parameter fermentasi rumen. Rangsangan fisik dari serat buatan stimulator mekanis rumen dapat menekan tingkat kejadian asidosis sub-akut pada peternakan yang memberikan pakan konsentrat tinggi dengan memberi stimuli pada dinding rumen.

Kata kunci: Gangguan kesehatan akibat pakan, stimulator mekanis rumen, lama ruminasi, fermentasi rumen

INTRODUCTION

Demand on animal protein increases rapidly due to increasing number of human population, urbanization and increasing incomes in developing countries. In order to meet growing needs of cattle products, high concentrate diet feeding strategies have been used by farmers to achieve optimal production performance and maximum genetic potential of livestock; therefore, an efficient productivity of dairy

and beef cattle. Feeding high percentage of concentrate diet has been reported to have positive effects on weight gain and feed efficiency in beef cattle (Schoonmaker et al. 2010) and buffalo (Helal et al. 2011).

Nevertheless, feeding high grain puts a greater risk for the development of sub-acute ruminal acidosis (SARA), as the amount of volatile fatty acid (VFA) production increases by 19.4% (Li et al. 2014a) which goes over the animal's ability for absorption (Schwaiger et al. 2013; Gimeno et al. 2015b; Schären et al. 2016). A study on rumen bacteria count of dairy goats challenged with SARA reported an increase by almost two folds in amylolytic bacteria which is dominated by *Succinimonas amylolytica* and a decrease by 14.97% in cellulolytic bacteria such as *Fibrobacter succinogenes* (Li et al. 2014a). Moreover, the ruminants are subjected to increases in propionate (12.22%) and 25% increase of acetate and propionate ratio which are followed with an increase in saliva secretion to buffer low rumen pH level (Schwaiger et al. 2013; Wang et al. 2013; Abdela 2016). In addition, duration of chewing per kg DM decreased linearly (673 vs 404 min/day) (Li et al. 2014b); it means that there is a decrease in ruminal liquid outflow, thus saliva production (Lechartier & Peyraud 2010). Those processes lead to acute ruminal acidosis or sub-acute ruminal acidosis that are attributable to low production performance to the ruminants. Therefore, control and management of ruminal acidosis risks should be prioritized in supporting optimal production performance.

Inclusion of dietary fiber is beneficial to support rumen function and minimizing disorder issues due to high concentrate diet (Arelovich et al. 2008; Zebeli et al. 2012b). Zebeli et al. (2008) introduced the concept of physical effective to rumen degradable starch ratio (PRR) to minimize the occurrence of SARA in dairy cattle. The two main components of PRR, physically effective neutral detergent fiber (PeNDF) and rumen degradable starch (RDS) play significant role to determine ruminal acidic level. The PRR score is a ratio of the PeNDF1.18 (obtained by filtering the forage particle at 1.18 mm) and RDS from grain. The PRR of 1.45 is ideal to set ruminal pH at more than 6.2 (Zebeli et al. 2008). Khafipour et al. (2009) mentioned that SARA induced by high dietary concentrate proportion and low PeNDF. Alteration in ratios of PeNDF and RDS given will affect fermentation pattern, inflammatory response and microflora of rumen (Khafipour et al. 2009).

In agreement with previous study, Zebeli et al. (2012b) mentioned that sufficiency of dietary fiber can be determined by using PeNDF which is a representation of chemical fiber content and particle size information. Particle size and chemical content of dietary fiber have effects on dry matter intake (DMI), feeding behavior and ruminal mat formation (Zebeli et al. 2007; Suzuki et al. 2014). A study using different size of forage length particle and high and low forage feeding suggested that forage proportion and forage particle length contribute significantly to saliva production that prevent the cases of acidosis in dairy cattle (Yang & Beauchemin 2007). Saliva supply to the rumen obtained during chewing in eating activity and during rumination. Rumination is triggered by motility of rumen wall that is observed due to dietary fiber presence in the digesta located in the rumen (Zebeli et al. 2012a).

However, utilization of dietary fiber has adverse effect on DMI due to rumen fill factor of fibrous diet (Arelovich et al. 2008), body weight gain (Argov-Argaman et al. 2014) and results in greater energy cost compared to concentrate (Arelovich et al. 2008). Comparison of feeding high concentrate (65%) and high forage (65%) diet showed that feeding 65% concentrate and 35% forage led to an increase in body weight by 4 kg/head/week. In contrast, a low concentrate diet feeding group (35% concentrate: 65% forage) experienced great loss of 6.6 kg body weight/ head/week.

Eventhough feeding roughage has greater energy expenditure, minimum requirement of dietary fiber in a high concentrate feeding should be provided in supporting an ideal rumen environment for optimum production performance (Arelovich et al. 2008). Therefore, rumen mechanical stimulator that mimics physical function of fiber may be used as an alternative solution to address problems in high concentrate feeding without negative effects on production performance.

This article illustrates the role of the rumen mechanical stimulators in increasing motility of rumen wall that facilitates an increase in saliva supply through rumination activities. This is a feasible solution for high concentrate diet feeding associated problems.

THE IMPORTANCE OF FEEDING HIGH CONCENTRATE DIET AND METABOLIC DISORDER ISSUES

Efficiency of production in ruminant has been major issues in both industries as it determines profit for the producers. Feeding is a component that presents variable cost, which interferes a lot with the profitability. An efficient utilization of feed energy is one of the keys of successful livestock production. Feeding high concentrate diet is reported to be more economical compared to conventional feeding system as roughage feeding has greater cost per unit energy obtained (Arelovich et al. 2008). Baraghit et al. (1999) mentioned that the economic efficiency of production

was 16.6% better with feeding high concentrates than feeding high roughage. Moreover, some studies reported that this feeding strategy improves feed efficiency due to its high fermentable diet (Turgeon et al. 2010; Gomes et al. 2014).

Feeding ad libitum concentrate diet has been reported to have 24.2% higher live weight gain in steers compared to total mixed ratio consisted of 50% alfalfa hay, 10% straw and 40% corn-fed steers (Blanco et al. 2014). In terms of meat quality, there are variations of results as sources, characteristics and chemical composition of concentrate ingredients are varied. Schoonmaker et al. (2010) observed increases in weight gain, carcass percentage, longissimus muscle area, marbling score and poly unsaturated fatty acid (PUFA). Similarly, Fruet et al. (2016) mentioned that C18:2n6, n6/n3, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), total lipid, lightness, and yellowness index of longissimus lumborum portion were affected by high concentrate feeding in ewes. However, this treatment did not affect fatty acid profile of beef meat (Horcada et al. 2016). Research in dairy cattle reported that milk yield, fat, protein and lactose were higher in low forage feeding groups (Argov-Argaman et al. 2014). Contributions of high concentrate diet on production performance of ruminants derived from high energy density supply as material for microbial fermentation in the rumen (Zanton & Heinrichs 2016; Wang et al. 2017b).

Eventhough there are some benefits of feeding high concentrate diet, nutritional related disorder has been reported as a drawback of this feeding strategy (Gonzales et al. 2012). Nutritional disorder due to high concentrate feeding is indicated by some significant changes in pH, gas production, VFA concentration and population of ruminal (Mickdam et al. 2016). One of mostly discuss nutritional disorder due to high concentrate feeding and or low physical structure of feedstuff is ruminal acidosis (De Campeneere et al. 2002; Metzler-Zebeli et al. 2013; Kljak et al. 2017; Snyder & Credille 2017).

Ruminal acidosis or lactic acidosis is defined as rumen digestive disorder characterized with low ruminal pH that is caused by high production rates of short chain fatty acid produced from highly fermentable diet consumption (Bramley et al. 2008). Series of events related to the initiation of ruminal acidosis begins with introduction of huge amount of high energy density diet. This induces an increment in bacteria growth rates; thus increases in total VFA. Active fermentation and VFA production cause a decrease in rumen pH and increase in lactic acid production. High intake of fermentable diet supplies energy for rapid growth of *Streptococcus bovis,* a lactic acid producer. Production of lactic acid is plateud as the rumen pH reaches 5.5, a point where *Lactobacillus* starts to grow rapidly. *S. bovis* produces less lactic acid when the pH is below 5.0 and together with *Lactobacillus,* both bacteries produce D and L-lactic acids (Figure 1). Absorption of D and L lactic acid through rumen wall results in a decrease in blood pH. A metabolic acidosis occurs due to accumulation of lactic acid (Bolton & Pass 1988).

Some research reported that high concentrate feeding induces the incidence of sub-acute ruminal acidosis (Mickdam et al. 2016; Wetzels et al. 2016; Sato 2016). Mickdam et al. (2016) studied the effects of feeding 60:40% grain and forage ratio with NDF content of 31.8% and Wetzels et al. (2016) investigated feeding 65:35% grain and forage ratio with NDF content of 256 g/kg and Sato (2016) investigated 80:20% of grain and forage ratio. These studies reported the incidence of sub-acute ruminal acidosis. In addition, shifting feeding plane from high forage feeding in week 1 (100%) to 79% concentrate in week 2 with NDF content of 240 g/kg was reported to result in acute acidosis pH of less than 5 which was observed for 130 minutes (Steele et al. 2009). The aetiology of ruminal acidosis is not only due to high concentrate feeding practices but also pasture feeding with low in neutral detergen fiber (NDF) and high in non-structural carbohydrate (Wales et al. 2001).

Ruminal acidosis is classified as sub-acute ruminal acidosis (SARA) and acute clinical acidosis. Ghozo et al. (2005) determined SARA as rumen pH at 5.2 and 5.6 for a minimum duration of three hours per day. Different from SARA, acidosis is characterized by a prolong period of pH decrease below these thresholds (pH <5.0) (Nagaraja & Lechtenberg 2007). It is worth noting that there are quite a lot of pH thresholds have been used to illustrate SARA (Plaizier et al. 2008; Zebeli et al. 2008; Gimeno et al. 2015a; Wetzels et al. 2016). Most of the studies mentioned that ruminal pH dropped between 5.6 and 5.8 for three hours to 5.4 hours per day (Plaizer et al. 2008; Zebeli et al. 2008; Wetzels et al. 2016). Report on various pH levels of cattle with symptoms of SARA were due to methods and sites of ruminal fluid collection (Duffield et al. 2004; Bramley et al. 2008; AlZahal et al. 2007). Samples collected from oro-ruminal probe showed pH of 5.9, while rumen canula from ventral sac sample had pH of 5.8 and sample from rumenocentesis pH was the lowest (5.5) (Duffield et al. 2004; Bramley et al. 2008; AlZahal et al. 2007). In terms of total VFA, Gimeo et al. (2015a) mentioned that beef cattle could be diagnosed SARA if the total VFA is over 150 mmol/l. The prevalence of acidosis is found in feedlot steers (González et al. 2012) while SARA has reported to affect dairy cattle (Wang et al. 2013; Stefańska et al. 2016).

In addition, high gas production rates of dissolved carbon dioxide (dCO2), the acid in main buffer system

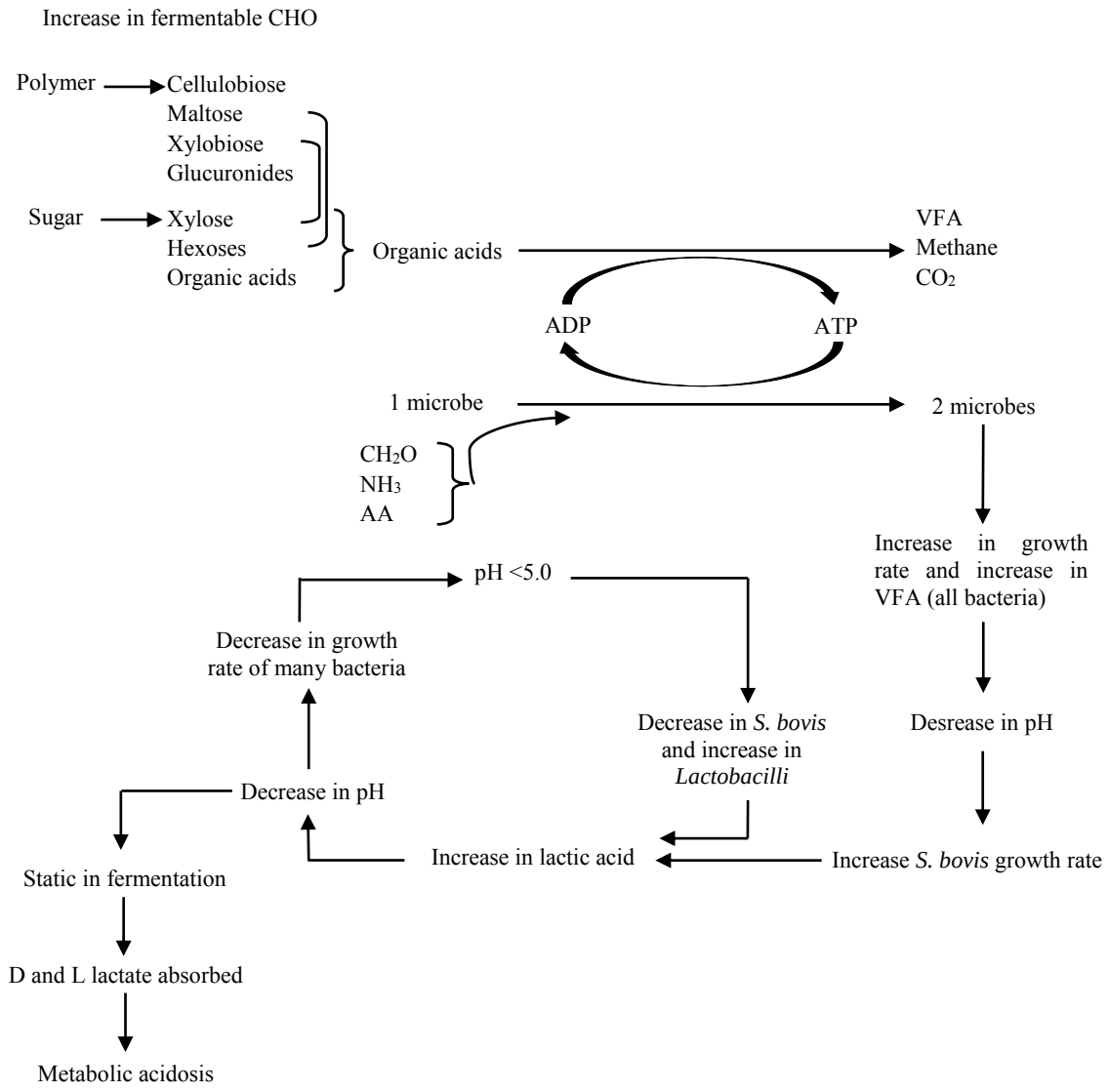


Figure 1. Sequence of events associated with the onset of acute ruminal acidosis

Source: Baldwin & Allison (1983)

of rumen was reported to be attributable to a decline in rumen pH (Laporte-Uribe 2016). Similarly, there are increments in VFA concentration, molar proportion and production rate in the rumen. Gimeno et al (2015a) studied effects of cereal source (maize and barley) and processing (ground and pelleting) on molar proportion of VFA. Their study revealed that in comparison to maize concentrate, barley concentrate decreases acetic acid measured eight hours after meal (501 vs 442 mmol/mol). In contrast, the propionic acid increased (325 vs 409 mmol/mol). Insignificant results were reported on butyric acid. Laporte-Uribe (2016) concluded that dCO_2 concentration the rumen is more responsible for the increment of rumen acidity.

Feeding high concentrate diet and low forage diet generate a high amount of highly fermentable diet; thus shift the homeostatic rumen microbes (Metzler-Zebeli et al. 2013). Li et al. (2014c) reported that feeding high concentrate resulted in an increase in amylolytic bacteria and a decrease in cellulolytic bacteria. In a severe SARA, population of fibriolytic bacteria of *Ruminococcus albus* and *Fibrobacter succinogenes* were reported to decrease. In contrast, genus *Prevotella*, *Lactobacillus* group, *Megasphaera elsdenii*, and *Entodinium* spp were abundant (Mickdam et al. 2016). A study on feeding dietary induced SARA in dairy goat revealed that an increase in amylolityc bacteria resulted in reduces on dietary NDF and protein degradation. In contrast, an increase in amylolityc bacteria led to increases in starch degradation (Li et al. 2014a). In addition, Mickdam et al. (2016) found a decrease in methane gas production by 70%. Kljak et

al. (2017) reported that methanogenic bacteria are responsible for ruminal methane gas production. Increases in population of *Prevotella* spp and *Prevotella briyantii* had resulted in a reduce methanogenic archaea as well as total bacteria, hence a massive drop of methane.

Moreover, Fernando et al. (2010) mentioned that phylum Fibrobacteres are higher in hay-fed ruminant; whereas, a high grain-fed ruminant has higher population of phylum Bacteroidetes. The population of *Butyrivibrio fibriosolven* and *Fibrobacter succinogenes* decreases when the ruminants are adapted to high grain diets. AlZahal et al. (2017) reported that an alteration from feeding high forage diet to high grain diet caused a changes in abundance of bacterial microbe community and structure. Rumen bacterial activity, growth and metabolism might be affected by changes of rumen liquid physicochemical properties and dCO2 concentration bring out by certain diets (Laporte-Uribe 2016).

Rumen epithelium undergoes changes in response to high lipopolysaccharides concentration supplied from high concentrate diet. Tao et al. (2017) reported a mucosal damage where increases of ruminal cells apoptosis were observed in goats fed with high concentrate diet. In addition, there were substantial disturbance in tight junction of ruminal epithelium observed in goats (Liu et al. 2013).

PREVENTING AND CONTROLLING THE RISKS OF SARA

The success of reducing prevalence of ruminal acidosis due to high concentrate diet can be achieved by particular attention on ruminal mucosa adaptation (Zebeli et al. 2015) as well as microflora adaptation to high energy density diet fermentation in the rumen (Górka et al. 2017). Studies on changes of dietary from high forage diet to high concentrate diet in early post partum dairy cattle were reported to induce SARA. This is because during dry period the dairy cattle is given high fiber diet, hence shorter papillae and less developed ruminal mucosa are observed (Steele et al. 2015). It is reported that during its adaptation to high grain diet, ruminal papillae increases to enlarge its surface area with particular role of insulin-like growth factor (IGF) axis for maximum absorption of ruminal fermentation product (Steele et al. 2012). Therefore, ability of rumen papillae to adapt with rapid increase of SCFA production is vital to minimize negative effects of feeding high concentrate diet.

Calsamiglia et al. (2012) mentioned that prevention of SARA or high-concentrate syndrome can be done through controls of type of diet and pH. The aim of controlling types of dietary given is to increase population of lactic acid consuming microbes such as *Megasphaera elsdenii* and *Selenomonas ruminantium*. Utilization of extracts from several plants such as Acacia or Kennedia had reported to inhibit major lactate producers in the rumen with less detrimental effects to the rumen ecology (Hutton et al. 2012). Thus bioactive plants utilization may be useful to mitigate lactic acidosis in ruminants.

On the other hand, the lactic acid producer such as *Streptococcus bovis* should be diminished to lessen risks of acidosis in high concentrate feeding. One of the strategies to reduce incidence and prevalence of SARA in cattle is to apply adaptation of feeding high grain diet (Enemark 2009; Fernando et al. 2010). The adaptation facilitates an establishment of stabilization in population and structure of microbes. Kaur et al. (2008) stated that discontinuous feeding pattern of high forage and high concentrate may be effective for nutrient utilization with minimal risks of metabolic disorder. Duration of feeding high grain diet was reported to affect SCFA production and absorption, and induce saliva secretion to recover from low ruminal pH (Schwaiger et al. 2013).

Some dietary strategies and management such as feeding different type, amount and processing of grain are attributable to control the incidence of SARA. Grains and processed grains have differences in fermentation rates and those that have higher rates of fermentation have a greater tendency to induce acidosis (Gimeno et al. 2015a; 2015b). In comparison to maize, barley has a more rapid degradable rate and is coupled with greater intake (2.83 and 2.43 kg DM), has led to a more abrupt rumen fermentation. Therefor feeding maize is more preferable to prevent acidosis (Gimeno et al. 2015b). In addition, grinding maize is advisable over pelleting maize to prevent SARA in beef cattle (Gimeno et al. 2015a). Another strategy to minimize the risk is to blend the high rate fermentation grains with the lower ones (Britton & Stock 1987).

Similarly, inclusion of dietary fiber is functional to avoid acidosis and SARA incidence in ruminants fed with high concentrate. Provision of dietary fiber has been reported to support efficient rumen metabolism (Wang et al. 2017a) as well as indicator for rumen fill (Huhtanen et al. 2016). The amount of DM that is filtered by using a 1.18 mm screen multiplied by NDF has been useful to predict chewing, secretion of saliva and buffering capacity of rumen (Zebeli et al. 2012b). Furthermore, Esmaeili et al. (2016) revealed that some measurements on physics of fiber so called geometric mean particle length, physical effective neutral detergent fiber of 1.18 (PeNDF 1.18), 19 mm TMR fraction measured with Penn State Particle Separator were shown to be effective to predict bio-physical responses of dairy herds. It is important to note that feeding dietary fiber is costly because energy cost of chewing is a loss of metabolisable energy used to

support production performance (Suzuki et al. 2014). Even though dietary fiber is vital to support rumen homeostasis, predicting the minimum requirement of dietary fiber of individual animal is still a challenge. Thus incidence and prevalence of acidosis and SARA exist in cattle farms with high concentrate feeding plane.

Rumination cessation and subsequent decrease in saliva secretion indicate that low buffering capacities occur in rumen environment fed with high starch diets. In order to maintain an ideal rumen pH, addition of dietary buffers can be solutions to improve ruminal digestion when high grain diets are fed to ruminants. Some compounds such as sodium bicarbonate, calcium carbonate, or magnesium oxide are used to reduce acidic rumen environment. Paton et al. (2006) mentioned that sodium bicarbonate supplementation did not reduce SARA in cattle fed-high concentrate diet. Russel & Chow (1993) explained that these compounds are not likely to have such a buffering effect on ruminal pH because of the predominant effect of rumen transfer of CO_2 from blood. In addition, supplementation of bicarbonates is reported to lower concentration of acids in the rumen. Another possible diet manipulation is to use chemical additives such as the antibiotic ionophores monensin or lasalocid, or biological additive such as live yeast cultures. Ionophores counter gram positive bacteria such as *S. bovis* and lactobacilli, which are the main lactate producers in the rumen. At the same time they stimulate the pathway of propionate production from lactate. These effects explain why ionophores were used to prevent lactic acidosis (Nagaraja et al. 1981). However, because of their antibiotic activity, the use is strictly controlled.

Manipulation by shifting the site of starch digestion is also possible to be applied to limit negative effects of highly fermentable diet. There are factors to concerns such as type of grains or by processing to protect or increase the availability of dietary starch to the microbial digestion in the rumen. An alteration of microbial activity is also possible to control the intensity and pattern of fermentation through the action of certain feed additives. Some studies purposely fed beef cattle with ruminal undegradable starch. The protected diet is partly digested in the intestine. However, because ruminally undegraded starch is partly digested in the intestine, the rate and efficiency of weight gain does not always clearly respond (Streeter et al. 1990). Although it is relatively easy to increase starch ruminal degradation, limiting this degradation is even more difficult.

A method to increase starch ruminal by-pass is by formaldehyde treatment which increases the resistance of protein endosperm to microbial attack and shelters starch granules from microbial digestion (McAllister et al. 1992). Its efficiency is greater with highly degradable starches (Michalet-Doreau et al. 1997) for which the risk of acidosis is greatest. However, the toxicity of formaldehyde sets a limit to its use in animal fed. It can be concluded that almost all detrimental effects associated with feeding high grain diets cannot be fully addressed.

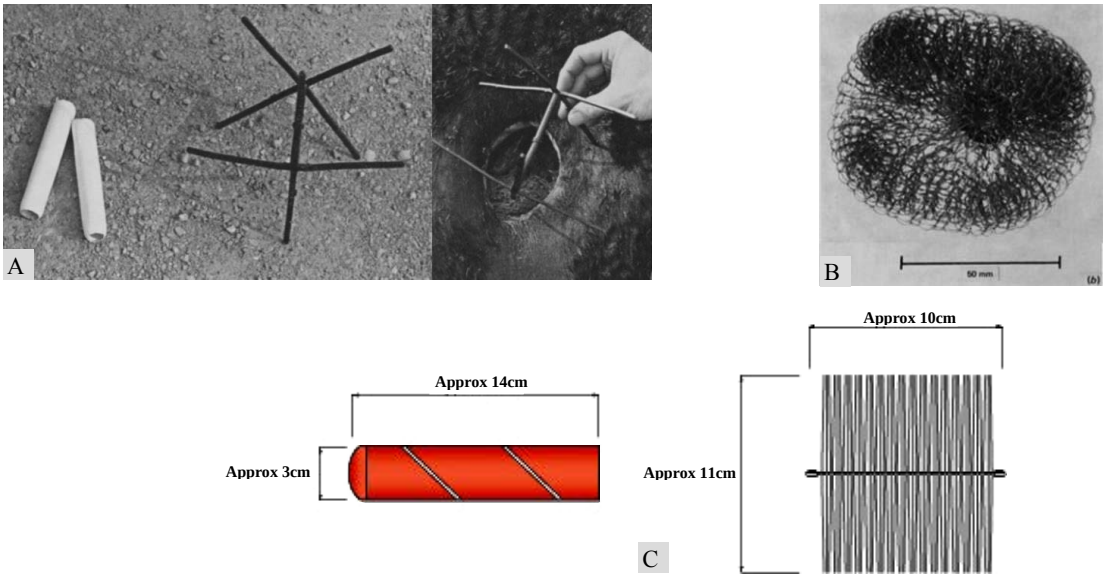
Thus, utilizing the goodness of fiber in maintaining ruminal pH and supporting animal productivity as well as eliminating the negative effects of dietary fiber to production performance are compulsory. Similarly, feeding high concentrate diet to produce superior animal products with minimum adverse effects on ruminal pH is a great concern for farmers and cattle industry. A method is urgently needed to answer this problem.

DEVELOPMENT OF RUMEN MECHANICAL STIMULATOR UTILIZATION

Nutritional disease characterized with low rumen pH level due to high concentrate feeding has been a major drawback in milk and meat production. A feasible method to reduce risks of digestive related problems with minimum side effects is by adopting mechanical stimulating brush. Rumen mechanical stimulating brush utilization will be beneficial to minimize the negative effects of high concentrate diet in the rumen by copying the stimulation from roughage. Rumen mechanical stimulators stimulate rumen wall that may result in an increase in rumination of the experimental animals. Furthermore, an increase in rumination means an increase in saliva production to buffer acidic environment of rumen. A healthy rumen environment with an optimal pH level for microbial activity will be positive in improving feed intake, digestibility and metabolizability. These may result in a better production performance, better in production efficiency and health status of the experimental animals.

In general, there are at least three types of rumen mechanical stimulators namely rumen reticulator, pot scrubber and rumenfibe. A rumen reticulator is a non-toxic plastic stick with four tentacles sized 4.5 inch (Figure 2A). A pot scrubber is a bolus-like polypropylene sized 10x7 cm. The installation of the pot scrubbers is by using a stainless speculum diameter 2.54 cm and a stomach tube (as displayed in Figure 2B). Lastly, a modification of reticulator is a rumen mechanical stimulating brush (Figure 2C). It is synthetic polymer bristles grasped in a metal, 11 cm in diameter and 10 cm long, commercially known as Rumenfibe®.

Artificial fiber units inserted in the rumen are used to maintain homeostasis condition in the rumen to support production performance by providing



(A) Rumen reticulator; (B) Pot scrubber; (C) Rumen mechanical stimulator brush

Figure 2. Types of rumen mechanical stimulator

Source: (A) Smith (1971); (B) Loerch (1991); (C) Meiwa Sangyo.co. Ltd

continuous stimulation on rumen wall. Smith (1971) evaluated the effects of administration of units reticulator on feed intake, milk production and milk fat production. Two units of rumen reticulators were inserted into rumen of fistulated dairy cattle that were fed with high concentrate diet. The stimulation induced by rumen reticulator in dairy cattle would increase rumen wall motility. It was hypothesized that the pseudo fiber might replace stimulator function of roughage in the rumen. This study reveals that there were insignificant results on energy intake, milk production and milk fat production. Smith (1971) concluded that rumen mechanical stimulator function of roughage could not be replaced by rumen reticulator. To my best knowledge, this is the only research report on reticulator utilization.

Bolus-like plastic scrubbers' administrations reported different results. Utilization of six plastic pot scrubbers in sheep fed high feeding levels (complete intragastric infusion) reported to prolong rumen motility, overcome low pH issue of rumen content and perform normal growth (Orskov et al. 1979). In addition, Loerch (1991) mentioned that there is an interaction between pot scrubbers and levels of concentrate in the diet. Administration of pot scrubbers to sheep fed with a-100 per cent concentrate feeding in a short-term period resulted in an increase in ADG. However, a similar treatment in a long-term period of 100% concentrates feeding reported to decrease ADG with pH level of below 6. It is also stated that the administration of pot scrubbers did not affect molar percentages of VFA, dilution rate and volume. It seems likely that pot scrubbers cannot be used as roughage substitution in 100 per cent concentrate feeding. The physical stimulation in rumen epithelial surface generated by the presence of pot scrubbers is remaining unclear.

A recent development and modification of rumen reticulator introduced as a rumen mechanical stimulating brush (Figure 2C). Studies by Japanese workers showed that percentage of dietary fiber given affects the effectiveness of rumen mechanical brushes utilization (Table 1). Evaluation on RMS brushes utilization in Holstein steers fed with different levels of organic cell wall from rice straw (15 and 25%) by Horiguchi and Takahashi (2002a) showed that none of the portion of OCW affected rumination time and ruminal fluid passage rate. Similar results were reported by Horiguchi & Takahashi (2003) that used RMS brushes in Holstein steers fed 30% OCW. Horiguchi &Takahashi (2002b) reduced the level OCW to 12.7% and the results showed that administration of rumen mechanical stimulating brushes increased ruminal passage rate and tended to increase propionate production. Nevertheles, there were no differences on ruminal pH, rumination time, and VFA concentration between treated and control groups.

RMS brush administration was reported to alter rumen fermentation indicated by a lower VFA concentration and ammonia nitrogen in a high concentrate diet (93% rolled barley) fed cattle (Matsuyama et al. 2002). Moreover, steers with RMS brush had a more effective feed utilization by increasing nitrogen retention and decrease energy loss in methane. It was evident that RMS brushes

Table 1. Effects of RMS brush administration on dry matter digestibility and rumen fermentation parameters

Treatment	DM digestibility (%)	Nitrogen retention (g/MBS^2/day)	Rumen pH	Methane production (liter/day)	VFA (mmol/ 100 ml)	Acetic acid (%)	Propionic acid (%)	Butyric acid (%)	Rumination (min/day)	Ruminal passage - Solid passage (%/hour)	Ruminal passage - Liquid passage (%/hour)	Reference
Control Pangola grass 73.7% NDF, concentrate 34.5% NDF (NDF of diet is 2.3 kg/day)	62.2	11.0		197.51					310.5			Angthong et al. (2012)
Pangola grass 73.7% NDF, concentrate 34.5% NDF (NDF of diet is 2.3 kg/day) 1:1 + RMS brush	60.9	6.7		176.23					331.5			
Control (Timothy hay) (NDF 64.3%)	84.0^a		6.6	295.0^a	9.7	63	16.9	13.8		3.9	5.4	Matsuyama et al. (2004a)
Timothy hay + RMS brush (NDF 67.6%)	85.2^b		6.76	250.8^b	8.5	61.3	17.1	15.4		4.4	6.2	
Control (Brewer's grain silage) (NDF 55.9%)	79.5^a		6.96	260.0^a	8.3	63.7	16.2	13.9		2.7	4.6	
Brewer's grain silage + RMS brush (NDF 57.9%)	80.4^b		6.89	229.4^b	8.0	62.1	18.9	14.4		3.3	5.1	
Control (Timothy 10%, 80% rolled barley, NDF 24.1%)			6.5		10.7	42.4	35.5	14.4	124^a	2.6	5.4^a	Matsuyama et al. (2004b)
(Timothy 10%, 80% rolled barley, NDF 24.1%) + RMS brush			6.6		8.8	45.6	40.9	8.7	214^b	3.4	6.8^b	

Table 2. Effects of RMS brush DMD and rumination, ruminal passage rate

Treatment	DM digestibility (%)	Rumination (min/day)	Ruminal passage - Solid passage (%/hour)	Ruminal passage - Liquid passage (%/hour)	Reference
Control (82% concentrate : 18% short rice straw 2 cm, OCW 30%)	61.9	na	na	na	Horiguchi et al. (2003)
(82% concentrate : 18% short rice straw 2 cm, OCW 30%) + RMS brush	62.2	na	na	na	
Control (concentrate 93% : roughage 7%, NDF 23.7%)	82	na	2.9[a]	5.1[a]	Matsuyama et al. (2002)
(Concentrate 93% : roughage 7%, NDF 23.7%) + RMS brush	82.7	na	3.7[b]	6.1[b]	
Control (long rice straw 30 cm)	61.2	na	na	na	Horiguchi et al (2002a)
30 cm long rice straw + RMS brush	61.5	na	na	na	
Control (83% concentrate : 17% forage, 2 cm rice straw, 25% OCW)	82.0	406.7	na	na	Horiguchi et al. (2002b)
(83% concentrate : 17 % forage, 2 cm rice straw, 25% OCW) + RMS brush	82.7	393	na	na	
Control (83% concentrate : 17% forage, 30 cm rice straw, 25% OCW)	na	403	na	na	
(83% concentrate : 17 % forage, 30 cm rice straw, 25% OCW) + RMS brush	na	399.2	na	na	
Control (91%concentrate : 9% forage, 2 cm rice straw, 15% OCW)	na	291	8.3	na	
(91% concentrate : 9% forage, 2 cm rice straw, 15% OCW) + RMS brush	na	283	8.3	na	
Control (91% concentrate : 9 % forage, 30 cm rice straw, 15% OCW)	na	303	8.0	na	
(91% concentrate: 9% forage, 30 cm rice straw, 15% OCW) + RMS brush	na	279	8.3	na	

[a,b]Means within study with different superscript differ (P<0.05); na: Not available

administration did not affect digestibility, total digestible nutrient and ruminal pH. It is important to note that molar proportion of propionate tended to increase, while acetate decreased (Matsuyama et al. 2002).

The efficacy of this veterinary device requires more investigations. Research on RMS brush utilization is scarce and lack of inclusive research reports.

CASES OF ACIDOSIS AND OPPORTUNITY TO PRODUCE A RUMEN MECHANICAL STIMULATORS PROTOTYPE USING INDONESIAN LOCAL RESOURCES

The prevalence of acidosis has been reported to affect both dairy and beef cattle in many countries all over the world (Nagaraja & Lechtenberg 2007; Bramley 2008; Wulandari 2015). It was reported that

the prevalence of sub-clinical ruminal acidosis reaches 10% of dairy cows in NSW and Victoria, Australia (Bramley 2008). Similarly, nutritional disorder has been stated as the second leading cause of death with prevalence of 14-42% in beef cattle (Nagaraja & Lechtenberg 2007). To the best of our knowledge, there is limited publication on metabolic acidosis prevalence in Indonesia. Laminitis and ruminal acidosis have been reported to cause significant loss in a dairy farm in Indonesia. Data on mortality rates due to laminitis in three consecutive years in a dairy farm in Indonesia showed a significant decrease from 40.93% in 2011 to 29.76% in 2012 and in 2013 the prevalence of laminitis stabilized at 29.17% (Wulandari 2015).

Application of RMS in ruminants will be useful to minimize nutritional related problems due to increases in acid and decreases of alkaline levels in the rumen. Substitution of physically effective NDF with RMS aims to generate mechanical stimulation in rumen. This stimulates contraction of rumen wall which in turn promotes more rumination. Through rumination process, saliva supply into the rumen will increase and this is beneficial to overcome acidic rumen problems.

A synthetic fiber application in ruminants is not new in scientific arena. Particularly the rumen mechanical stimulating brush, a brush-like pseudo fiber aims to provide mechanical stimulus to the rumen wall. Studies on its utilizations, reported various results and presented in Table 1 and 2). It is important to consider the diet and length of RMS utilization period factors before installing the RMS to the rumen.

Referring to the principle function of RMS, it is clear that the effective work of RMS depends on level of fiber in the diet. Horiguchi et al. (2002a; 2002b; 2003) studies the effect of RMS brush administration on different forage lenghts (2 and 30 cm) and organic cell wall percentages (12.75; 15; 25; and 30%) (Table 2). An increase in dietary fiber leads to an increase in rumination rate, decrease solid passage rate and nutrient digestibility because of a lower amount of fermentable carbohydrate (Tafaj et al. 2005). Having RMS brushes in the rumen of steers fed with high concentrate and low forage diet (87% concentrate : 13% forage) (Horiguchi et al. 2002b) and 90% concentrate : 10 forage (Matsuyama et al. 2004) reported increases in rumination time, ruminal contraction frequency, saliva secretion, thus enhancement of ruminal passage rate. These effects have minimized the negative effect of feeding high concentrate diet, and the steers get the benefits from consuming highly fermentable carbohydrate. Mechanical stimulation in the rumen is generated from the presence of dietary fiber. Therefor the RMS brush is needed only if the diet does not provide the minimum standard requirement of fiber; otherwise, it will be attributable to production cost.

Assesment on adequacy of dietary fiber can be through NDF level and eNDF level. The chemical content of the fiber so called NDF is negatively correlated with DMI; whereas, ADF gives adverse effect to digestibility Parish and Rhinehart (2008). Arelovich et al. (2008) analyzed NDF level in dairy and beef cattle's diet. This metadata study found that percentage of NDF in dairy cattle diet is ranging from 22.5-45.8% DM. whereas in beef cattle, concentrations of NDF are from 7.5 to 35.3% DM.

The amount of NDF that is effective in promoting chewing activities, salivation, rumination and motility of rumen is called effective NDF (eNDF). A larger forage particle size creates a more effective physical stimulation or abrasive action in the rumen. For example, eNDF levels of grasses drop from 98% of NDF to 73% of NDF as the size of the grass reduced to 4 inches (Parish 2007). Both NDF and eNDF information can be accessed in NRC. Beef Cattle NRC 7th Edition 2000 stated that minimum requirement of eNDF for high concentrate feeding beef cattle is 5 to 8%. A proportion of 25% eNDF is needed to get normal ruminal pH (5.6 to 5.7), optimal forage digestion and microbial growth (Parish 2007). RMS brush may be efficient to use when there is insufficient level of eNDF found in a diet.

Another reason for effective utilization of RMS brush is the period of utilization. Administration of RMS brush units means extra money for production cost. Each individual animal requires three units of RMS brush and the installation of the units should be conducted by professional using particular installer tools. The RMS units will stay in the rumen unless the animal is slaughtered and the units are removed. The re-utilization of used RMS units may not be possible. There is pricing for units of RMS. In terms of production cost, the RMS may be economically for a long period of use. Dairy cattle and long term fattening program steers with low forage feeding are preferable. In Indonesia, most of the feedlot steers are fattening for a period-of three months which is short term fattening. Small-holder dairy and beef cattle farmers in Indonesia apply high forage and low concentrate feeding practices. The RMS administration may be beneficial for long term fattening where feeding high concentrate and low forage diet are practiced. There is a shortage indietary fiber in dry season, therefore RMS may be also an option to use in dairy cattle to reduce issues on high energy density diet feeding. RMS brush application is a possible way to minimize the risk of acidosis for long period of dairy and beef cattle farming.

Another factor to consider is stress during the installation process. The farmers as well as the professional technician that conduct the insertion of RMS units should take some precaution steps to

minimize stress that may be occur during the installation process. A preparation on sterile installer tools and restraining device are another vital thing to have to succeed the installation process. It is also important to do appropriate animal handling because it is not allowed to force the animals to walk forward into the restraining device. This leads to a stress situation of which attributable to a greater loss in production performance. A tempered animal may experience more stress. After the installation process, the animal faces another challenges such as adaptation to the presence of the units as well as adaptation to stimulation by RMS.

High concentrate feeding practices applied in beef cattle and dairy cattle in Indonesia and considering the prevalence of acidosis in dairy cattle farms in Indonesia; therefore, rumen mechanical stimulator is needed to be applied. The challenge in producing RMS using local resources should be taken into action. Indonesia will be able to produce a similar synthetic fiber for material and technology reasons.

RMS, for example Rumenfibe® is a non-poisonous synthetic and non-digested brush-like stimulator. A similar plastic and metal materials can be produced in Indonesia. The urgency of producing such veterinary device needs assessments on the existing cattle farming practices in Indonesia with particular attentions on supply of dietary fiber and expenditures on the production of the prototype. Having the material available makes it possible for Indonesia to create a prototype of RMS. It is worth noting that some research should be conducted to study the design and the underlying mechanism of RMS functions. A new prototype can be released into a market after a series of research. In the future, a more detail investigation on effects of mechanical stimulation on rumen wall motility and rumination can be conducted and monitored by using RMS completed with a bio-marker.

CONCLUSION

High concentrate and low forage feeding practices have long been known to lead to nutritional related metabolic problems due to an excessive amount of acid in the rumen that suppress fermentation efficiency and ruminal pH. In order to address this problem, scientists develop RMS. The rumen mechanical stimulator is designed to provide physical stimulation at the rumen wall that is naturally provided by dietary fiber to increase supply of saliva. The functions of RMS in maintaining normal pH rumen are associated with level of roughage in the ration.

There are at least three kinds of RMS namely rumen reticulator, pot scrubber and rumen mechanical stimulating brush. In particular, RMS brush has been explored and tested for the utilization in beef cattle and dairy cattle farming in several countries.

Potential use of RMS brush in Indonesia needs to be evaluated for dietary fiber adequacy and costs related to RMS brush provision. In the future, utilization of RMS brush with particular biomarkers enables investigation on the tactical stimulation produced by the brush. This is also beneficial for digestive physiology studies.

REFERENCES

Abdela N. 2016. Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. Achiev Life Sci. 10:187-196.

AlZahal O, Li F, Guan LL, Walker ND, McBride BW. 2017. Factors influencing ruminal bacterial community diversity and composition and microbial fibrolytic enzyme abundance in lactating dairy cows with a focus on the role of active dry yeast. J Dairy Sci. 100:4377-4393.

AlZahal O, Rustomo B,. Odongo NE, Duffield TF, McBride BW. 2007. Technical note: A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. J Anim Sci. 85:213-217.

Arelovich HM, Abney CS, Vizcarra JA, Galyean ML. 2008. Effects of dietary neutral detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and beef cattle: Analysis of published data. Prof Anim Sci. 24:375-383.

Argov-Argaman N, Mesilati-Stahy R, Magen Y, Moallem U. 2014. Elevated concentrate-to-forage ratio in dairy cow rations is associated with a shift in the diameter of milk fat globules and remodeling of their membranes. J Dairy Sci. 97:6286-6295.

Baldwin RL, Allison MJ. 1983. Rumen Metabolism. J Anim Sci. 57(suppl 2): 461-477.

Baraghit GA, Youssef MM, Ahmed BM, Omar SS, ElMalky OM, 1999. Effect of lasalocid supllementation on nutrients digestibility, rumen fermentation and performance of buffalo calves. Egypt J Nutr Feeds. 2:393-408

Blanco M, Joy M, Alberti P, Ripoll G, Casasus I. 2014. Performance and carcass quality of forage-fed steers as an alternative to concentrate based beef production. Ital J Anim Sci. 13:864-872.

Bolton JR,. Pass DA. 1988. The alimentary tract. Clinicopathologic principles for veterinary medicine. W. F. Robinson and C. R. R. Huxtable. Cambridge, Cambridge University Press: 99-121.

Bramley E, Lean IJ, Fulkerson WJ, Stevenson MA, Rabiee AR, Costa ND. 2008. The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates1. J Dairy Sci. 91:308-321.

Britton RA, Stock RA. 1987. Acidosis, rate of starch digestion and intake. Okla Agric Exp Stn. 121:125-137

Calsamiglia S, Blanch M, Ferret A, Moya D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. Anim Feed Sci Technol. 172:42-50.

de Campeneere S, Fiems LO, de Boever JL, Vanacker JM, de Brabander DL. 2002. Decreasing the roughage: concentrate ratio of a diet to determine the critical roughage part for beef cattle. Archiv für Tierernaehrung. 56:1-12.

Duffield T, Plaizie JC, Bagg R, Vessie G, Dick P, Wilson J, Aramini J, McBride BW. 2004. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. J Dairy Sci. 87:59-66.

Enemark JMD. 2009. The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. Vet J. 176:32-43.

Esmaeili M, Khorvash M, Ghorbani GR, Nasrollahi SM, Saebi M. 2016. Variation of TMR particle size and physical characteristics in commercial Iranian Holstein dairies and effects on eating behaviour, chewing activity, and milk production. Livest Sci. 191:22-28.

Fernando SC, Purvis HT, Najar FZ, Sukharnikov LO, Krehbiel CR, Nagaraja TG, Roe BA, DeSilva U. 2010. Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. Appl Environ Microbiol. 76:7482-7490.

Fruet APB, Stefanello FS, Rosado Júnior AG, Souza ANMd, Tonetto CJ, Nörnberg JL. 2016. Whole grains in the finishing of culled ewes in pasture or feedlot: Performance, carcass characteristics and meat quality. Meat Sci. 113:97-103.

Ghozo GN, Plaizier JC, Krause DO, Kennedy AD, Wittenberg KM. 2005. Subacute Ruminal Acidosis Induces Ruminal Lipopolysaccharide Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. J. Dairy Sci. 88:1399–1403.

Gimeno A, Alami AA, Abecia L, de Vega A, Fondevila M, Castrillo C. 2015a. Effect of type (barley vs maize) and processing (grinding vs dry rolling) of cereal on ruminal fermentation and microbiota of beef calves during the early fattening period. Anim Feed Sci Technol. 199:113-126.

Gimeno A, Alami AA, Toral PG, Frutos P, Abecia L, Fondevila M, Castrillo C. 2015b. Effect of grinding or pelleting high grain maize- or barley-based concentrates on rumen environment and microbiota of beef cattle. Anim Feed Sci Technol. 203:67-78.

Gomes MJ, Guedes CM, Silva SR, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A. 2014. Utilisation of high- and low-roughage diets by a local and an exotic breed of sheep: Intake, growth and digestive efficiency. Livest Sci. 167:110-120.

González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A. 2012. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). Anim. Feed Sci Technol. 172:66-79.

Górka P, Schurmann BL, Walpole ME, Błońska A, Li S, Plaizier JC, Kowalski ZM, Penner GB. 2017. Effect of increasing the proportion of dietary concentrate on gastrointestinal tract measurements and brush border enzyme activity in Holstein steers. J Dairy Sci. 100:4539-4551.

Helal FIS, Abdel Rahman KM., Ahmed BM, Omar SS. 2011. Effect of feeding different levels of concentrates on buffalo calves performance, digestibility and carcass traits. American-Eurasian J Agric Environ Sci. 10:186-192

Horcada A, Polvillo O, Juárez M, Avilés C, Martínez AL, Peña F. 2016. Influence of feeding system (concentrate and total mixed ration) on fatty acid profiles of beef from three lean cattle breeds. J Food Composition Analysis. 49:110-116.

Horiguchi K-i, Takahashi T. 2002a. Effects of ruminal administration of mechanical stimulating brush on rumination time and ruminal fluid passage rate in Holstein steers fed concentrate and rice straw. Anim Sci J. 73:495-501.

Horiguchi KI, Takahashi T. 2003. Effects of ruminal dosing of mechanical stimulating brush on digestibility and rumen characteristics of Holstein steers fed high rice straw. Anim Sci J. 74:491-497.

Horiguchi KI, Takahashi T. 2002b. Effect of ruminal dosing of mechanical stimulating brush on rumination time, ruminal passage rate and rumen fermentation status in Holstein steers fed a concentrate diet. Anim Sci J. 73:41-46

Huhtanen P, Detmann E, Krizsan SJ. 2016. Prediction of rumen fiber pool in cattle from dietary, fecal, and animal variables. J Dairy Sci. 99:5345-5357.

Hutton PG, Durmic Z, Ghisalberti EL, Flematti GR, Duncan RM, Carson CF, Riley TV, Vercoe PE. 2012. Inhibition of ruminal bacteria involved in lactic acid metabolism by extracts from Australian plants. Anim Feed Sci Technol. 176:170-177.

Kaur R, Nandra KS, Garcia SC, Fulkerson WJ, Horadagoda A. 2008. Efficiency of utilisation of different diets with contrasting forages and concentrate when fed to sheep in a discontinuous feeding pattern. Livest Sci. 119:77-86.

Khafipour E, Li S, Plaizier JC, Krause DO. 2009. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. Appl Environ Microbiol. 75:7115-7124.

Kljak K, Pino F, Heinrichs AJ. 2017. Effect of forage to concentrate ratio with sorghum silage as a source of forage on rumen fermentation, N balance, and purine

derivative excretion in limit-fed dairy heifers. J Dairy Sci. 100:213-223.

Laporte-Uribe JA. 2016. The role of dissolved carbon dioxide in both the decline in rumen pH and nutritional diseases in ruminants. Anim Feed Sci Technol. 219:268-279.

Lascano GJ, Koch LE, Heinrichs AJ. 2016. Precision-feeding dairy heifers a high rumen-degradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. J Dairy Sci. 99:7175-7190.

Lechartier C, Peyraud JL. 2010. The effects of forage proportion and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed neutral detergent fiber and starch contents. J Dairy Sci. 93:666-681.

Li F, Cao Y, Liu N, Yang X, Yao J, Yan D. 2014a. Subacute ruminal acidosis challenge changed in situ degradability of feedstuffs in dairy goats. J Dairy Sci. 97:5101-5109.

Li F, Li Z, Li S, Ferguson Jd, Cao Y, Yao J, Sun F, Wang X, Yang T. 2014b. Effect of dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk in dairy goats. J Dairy Sci. 97:2281-2290.

Li F, Yang XJ, Cao YC, Li SX, Yao JH, Li ZJ, Sun FF. 2014c. Effects of dietary effective fiber to rumen degradable starch ratios on the risk of sub-acute ruminal acidosis and rumen content fatty acids composition in dairy goat. Anim Feed Sci Technol. 189:54-62.

Liu JH, Xu TT, Liu YJ, Zhu WY, Mao SY. 2013. A high-grain diet causes massive disruption of ruminal epithelial tight junction in goats. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 305:R232.

Loerch S, Coon, Fluharty F. 1999. Physiological changes and digestive capabilities of newly received feedlot cattle. J Anim Sci. 77:1113-1119.

Loerch SC. 1991. Efficacy of plastic pot scrubbers as a replacement for roughage in high-concentrate cattle diets. J Anim Sci. 69:2321-2328.

Matsuyama H, Horiguchi KI, Takahashi T, Kayaba T, Ishida M, Ando S, Nihida T. 2002. Effects of ruminal dosing of mechanical stimulating brush on digestibility, nitrogen balance, energy balance and rumen characteristics in Holstein steer fed diet containing mainly rolled barley. Anim Sci J. 73:397-405.

McAllister, Rode LM, Cheng KJ, Buchanan-Smith JG. 1992. Effect of formaldehyde-treated barley or escape protein on the ruminal environment and digestion in steers. Can J Anim Sci. 72:317-328.

Michalet-Doreau B, Schmitz-Esser S, Klevenhusen F, Podstatzky-Lichtenstein L, Wagner M, Zebeli Q. 1997. *In situ* and *in vitro* ruminal starch degradation of untreated and formaldehyde-treated wheat and maize. Reprod Nutr Dev. 37:305-312.

Metzler-Zebeli BU, Schmitz-Esser S, Klevenhusen F, Podstatzky-Lichtenstein L, Wagner M, Zebeli Q. 2013. Grain-rich diets differently alter ruminal and colonic abundance of microbial populations and lipopolysaccharide in goats. Anaerobe. 20:65-73.

Mickdam E, Khiaosa-ard R, Metzler-Zebeli BU, Klevenhusen F, Chizzola R, Zebeli Q. 2016. Rumen microbial abundance and fermentation profile during severe subacute ruminal acidosis and its modulation by plant derived alkaloids *in vitro*. Anaerobe. 39:4-13.

Nagaraja TG, Avery T B, Bartley EE, Galitzer SJ, Dayton AD. 1981. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. J Anim Sci. 53:206-216.

Nagaraja TG, Lechtenberg KF. 2007. Acidosis in feedlot cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 23:333-3350.

Orskov ER, Grubb DA, Wenham G, Corrigall W. 1979. The sustenance of growing and fattening ruminants by intragastric infusion of volatile fatty acid and protein. Br J Nutr. 41:553-558.

Parish JA. 2007. Effective fiber in beef cattle diets. Starkville (US): Mississippi State Univ.

Parish JA, Rhinehart JD. 2008. Fiber in beef cattle diets. Starkville (US): Mississippi State Univ.

Paton LJ, Beauchemin KA, Veira DM, von Keyserlingk MAG. 2006. Use of sodium bicarbonate, offered free choice or blended into the ration, to reduce the risk of ruminal acidosis in cattle. Can J Anim Sci. 86:429-437.

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. Vet J. 176:21-31.

Russell JB,Chow JM. 1993. Another theory for the action of ruminal buffer salts: decreased starch fermentation and propionate production. J Dairy Sci. 76:826-830.

Sato S. 2016. Pathophysiological evaluation of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous ruminal pH monitoring. Anim. Sci. Journal 87:168–177.

Schären M, Seyfang GM, Steingass H, Dieho K, Dijkstra J, Hüther L, Frahm J, Beineke A, von Soosten D, Meyer U *et al.* 2016. The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on rumen fermentation, volatile fatty acid absorption characteristics, and morphology of dairy cows. J Dairy Sci. 99:3549-3565.

Schoonmaker J, Trenkle A, Beitz D. 2010. Effect of feeding wet distillers grains on performance, marbling deposition, and fatty acid content of beef from steers fed low-or high-forage diets. J Anim Sci. 88:3657-3665.

Schwaiger T, Beauchemin KA, Penner GB. 2013. Duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects the recovery from a bout of ruminal acidosis: Short-chain fatty acid and lactate absorption, saliva

production, and blood metabolites. J Anim Sci. 91:5743-53.

Smith NE. 1971. Mechanical rumen stimulators. Vet Med Small Anim Clin. 12:4-5.

Snyder E, Credille B. 2017. Diagnosis and treatment of clinical rumen acidosis. 33(3):451-461.

Steele MA, AlZahal O, Hook SE, Croom J, McBride BW. 2009. Ruminal acidosis and rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow; a case report. Acta Veterinaria Scandinavica 51: 39-45.

Steele MA, Schiestel C, AlZahal O, Dionissopoulos L, Laarman A, Matthews J, McBride B. 2015. The periparturient period is associated with structural and transcriptomic adaptations of rumen papillae in dairy cattle. J Dairy Sci. 98:2583-2595.

Steele MA, AlZahal O, Walpole ME, McBride BW. 2012. Short communication: Grain-induced subacute ruminal acidosis is associated with the differential expression of insulin-like growth factor-binding proteins in rumen papillae of lactating dairy cattle. J Dairy Sci. 95:6072-6076.

Stefańska B, Nowak W, Komisarek J, Taciak M, Barszcz M, Skomiał J. 2016. Prevalence and consequence of subacute ruminal acidosis in polish dairy herds. J Anim Physiol Anim Nutr. 101:694-702.

Streeter MN, Wagner DG, Hibberd CA, Owens FN (1990) Comparison of corn with four sorghum grain hybrids: site and extent of digestion in steers. J Anim Sci. 68:3429-3440.

Suzuki T, Kamiya Y, Tanaka M, Hattori I, Sakaigaichi T, Terauchi T, Nonaka I, Terada F. 2014. Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in Holstein cows. Anim Feed Sci Technol. 196:42-49.

Tafaj M, Kolaneci V, Junck B, Maulbetsch A, Steingass H, Drochner W. 2005. Influence of fiber content and concentrate level on chewing activity, ruminal digestion, digesta passage rate and nutrient digestibility in dairy cows in late lactation. Asian-Australasian J Anim Sci. 18:1116-112.

Tao S, Duanmu Y, Dong H, Ni Y, Chen J, Shen X, Zhao R. 2014. High concentrate diet induced mucosal injuries by enhancing epithelial apoptosis and inflammantory response in the hindgut of goats. PLoSOne. 9.

Turgeon OA, Szasz JI, Koers WC, Davis MS, Vander Pol KJ. 2010. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle. J Anim Sci. 88:284-295.

Wales WJ, Williams YJ et al. 2001. Effect of garain supplementation and the provision of chemical or physical fiber on marginal milk production responses of cows grazing perennial ryegrass pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture 41:465-471

Wang B, Wang D, Huang X, Liu JX. 2017a. Effects of dietary physical or nutritional factors on morphology of rumen papillae and transcriptome changes in lactating dairy cows based on three different forage-based diets. BMC Genomics. 18:353.

Wang DS, Zhang RY, Zhu WY, Mao SY. 2013. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and biogenic amines in the rumen of dairy cows. Livest Sci. 155:262-272.

Wang X, Xie H, Liu F, Wang Y. 2017b. Production performance, immunity, and heat stress resistance in Jersey cattle fed a concentrate fermented with probiotics in the presence of a Chinese herbal combination. Anim Feed Sci Technol. 228:59-65.

Wetzels SU, Mann E, Pourazad P, Qumar M, Pinior B, Metzler-Zebeli BU, Wagner M, Schmitz-Esser S, Zebeli Q. 2016. Epimural bacterial community structure in the rumen of Holstein cows withdifferent responses to a long-term subacute ruminal acidosis diet challenge. J. Dairy Sci. 100:1–16 doi.org/10.3168/jds.2016-11620.

Yang W, Beauchemin K. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. J Dairy Sci. 90:2826-2838.

Zanton GI, Heinrichs AJ. 2016. Efficiency and rumen responses in younger and older Holstein heifers limit-fed diets of differing energy density. J Dairy Sci 99:2825-2836.

Zebeli Q, Dijkstra J, Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj BN, Drochner W. 2008. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. J Dairy Sci. 91:2046-2066.

Zebeli Q, Aschenbach JR, Tafaj M, Boguhn J, Ametaj BN, Drochner W. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. J Dairy Sci. 95:1041-1056.

Zebeli Q, Ghareeb K, Humer E, Metzler-Zebeli BU, Besenfelder U. 2015. Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. Res Vet Sci. 103:126-136.

Zebeli Q, Tafaj M, Weber I, Dijkstra J, Steingass H, Drochner W. 2007. Effects of Varying dietary forage particle size in two concentrate levels on chewing activity, ruminal mat characteristics, and passage in dairy cows. J Dairy Sci. 90:1929-1942.

WARTAZOA Vol. 27 No. 2 Th. 2017 Hlm. 081-088 DOI: http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v27i2.1181

Beberapa Fungsi *Rhizopus* sp dalam Meningkatkan Nilai Nutrisi Bahan Pakan

(Several Functions of *Rhizopus* sp on Increasing Nutritional Value of Feed Ingredient)

Dwi Endrawati dan E Kusumaningtyas

Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. RE Martadinata No. 30, Bogor 16114
d.endrawati@gmail.com

(Diterima 1 Desember 2016 – Direvisi 22 Mei 2017 – Disetujui 29 Mei 2017)

ABSTRACT

Rhizopus sp is a type of fungi which easily grow in the soil, fruit, vegetables and fermented food. This paper describes some functions of *Rhizopus* sp on increasing nutritional value of feed ingredient and possibility of its application in Indonesia. *Rhizopus* mold has been known in Indonesia especially for *tempe* production for food. Research about *Rhizopus* sp gives knowledge for utilizing *Rhizopus* sp for other functions. *Rhizopus* sp is able to inhibit the growth of toxigenic fungus, *Aspergillus flavus* and to degrade aflatoxin. *Rhizopus* sp also produces compounds which are able to inhibit pathogenic bacteria and acts as antioxidant. *Rhizopus* sp absorbs some minerals and changes them to become organic minerals hence it increases mineral absorption by the body. Utilization of feed fermented by *Rhizopus* sp in livestock showed better result compared to non fermented feed. *Rhizopus* sp is also very potential to be applied as feed additive for livestock.

Key words: *Rhizopus* sp, feed additive, livestock

ABSTRAK

Rhizopus sp merupakan kapang yang mudah tumbuh dalam tanah, buah dan sayuran serta produk olahan terfermentasi. Tulisan ini menguraikan beberapa fungsi *Rhizopus* sp dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan dan kemungkinan aplikasinya di Indonesia. Kapang *Rhizopus* sp sudah lama dikenal di Indonesia terutama untuk pembuatan tempe. Beberapa penelitian mengenai *Rhizopus* sp membuka peluang pemanfaatan *Rhizopus* sp untuk fungsi-fungsi lain. Kapang *Rhizopus* sp dapat menekan pertumbuhan kapang toksigenik *Aspergillus flavus* dan mendegradasi aflatoksin. *Rhizopus* sp juga dapat menghasilkan senyawa yang dapat menghambat bakteri patogen dan berfungsi sebagai antioksidan. *Rhizopus* sp menyerap beberapa unsur mineral dan mengubahnya menjadi mineral organik sehingga dapat meningkatkan penyerapan mineral di dalam tubuh dengan lebih baik. Pemanfaatan bahan pakan hasil fermentasi oleh *Rhizopus* sp pada ternak memperlihatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa fermentasi. *Rhizopus* sp juga sangat potensial untuk diaplikasikan sebagai pakan imbuhan untuk ternak.

Kata kunci: *Rhizopus* sp, imbuhan pakan, ternak

PENDAHULUAN

Rhizopus sp banyak dikenal masyarakat karena kegunaannya dalam memfermentasi kedelai menjadi tempe. Kapang ini termasuk dalam Genus *Rhizopus,* Famili Mucoraceae, Ordo Mucorales, Kelas Zygomycetes. Koloni *Rhizopus* sp berwarna keputihan dan menjadi abu-abu kecokelatan dengan bertambahnya usia biakan, serta mencapai tinggi kurang lebih 10 mm. Ada bermacam-macam spesies dari genus *Rhizopus,* diantaranya *R. arrhizus, R. microspores, R. oligosporus, R. oryzae, R. stolonifer. Rhizopus* sp adalah fungi kosmopolitan yang banyak ditemukan di tanah, buah dan sayuran, serta produk olahan berfermentasi. *Rhizopus* sp merupakan kapang yang penting sebagai penghasil berbagai enzim seperti amilase, protease dan lipase. Aplikasi yang umum dikembangkan di masyarakat adalah pemanfaatan *Rhizopus oligosporus* untuk memfermentasi kedelai yang dapat meningkatkan nilai gizi produk dan dapat berguna bagi kesehatan ternak (Bujang & Taib 2014). Sejauh ini belum ditemukan pustaka yang menyebutkan adanya toksin yang diproduksi oleh *Rhizopus* sp.

Masalah bahan pakan yang berkualitas rendah karena tingginya serat kasar dan lignin menyebabkan pertumbuhan ternak yang tidak maksimal (Belewu & Popoola 2007; Zaman et al. 2013). Hal ini dapat ditingkatkan melalui fermentasi dengan beberapa fungi diantaranya *Rhizopus* (Pasaribu 2007). Selain masalah

rendahnya kualitas bahan pakan, ada beberapa masalah lain dalam bahan pakan ternak atau ternak itu sendiri yang menghambat pertumbuhan ternak. Adanya senyawa toksin yang dihasilkan oleh tanaman itu sendiri atau yang dihasilkan oleh kapang yang mengkontaminasi bahan pakan selama penyimpanan (Ahmad 2009) dapat menyebabkan masalah pada pertumbuhan ternak yang mengkonsumsi bahan pakan tersebut. Penyerapan nutrisi atau mineral yang kurang optimal dapat menyebabkan pertumbuhan ternak yang kurang optimal. Beberapa masalah tersebut dapat diselesaikan dengan beberapa cara diantaranya yaitu dengan penggunaan *Rhizopus* sp. Oleh sebab itu, tulisan ini bertujuan memaparkan beberapa fungsi *Rhizopus* sp yang menguntungkan untuk meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan.

Rhizopus sp SEBAGAI PENGENDALI *Aspergillus flavus* DAN AFLATOKSIN

Aspergillus flavus adalah kapang yang tumbuh secara saprofit dan keberadaannya tersebar luas di daerah beriklim tropis. Secara makroskopis *A. flavus* berwarna kuning kehijauan sampai hijau tua, dengan permukaan bervariasi dari halus sampai sangat kasar (Carbone et al. 2007). Kapang ini menjadi sangat penting dalam industri pertanian karena kemampuannya untuk menghasilkan aflatoksin yang dapat mengkontaminasi produk pertanian termasuk bahan pakan. Hampir semua produk pertanian seperti kacang-kacangan, jagung, beras dan hasil olahannya dapat terkontaminasi aflatoksin. Aflatoksin termasuk senyawa toksin yang mematikan dan karsinogenik bagi manusia dan hewan. Terdapat enam jenis aflatoksin yaitu B1, B2, G1, G2, M1 dan M2. Rumus kimia dari Aflatoksin B1 adalah $C_{17}H_{12}O_6$. Aflatoksin B1 adalah yang paling berbahaya dan pengaruhnya meningkat apabila hadir bersama-sama dengan aflatoksin B2, G1 dan G2. Aflatoksin B2 memiliki rumus kimia $C_{17}H_{14}O_6$. Aflatoksin G1 memiliki rumus kimia $C_{17}H_{12}O_7$ dan aflatoksin G2 memiliki rumus kimia $C_{17}H_{14}O_7$. Aflatoksin M1 dan M2 merupakan produk metabolit dari aflatoksin B1 dan aflatoksin B2 yang dikonsumsi oleh ternak yang memakan pakan terkontaminasi aflatoksin B1 dan B2 sehingga menghasilkan produk ternak terutama susu yang terkontaminasi aflatoksin M1 dan M2.

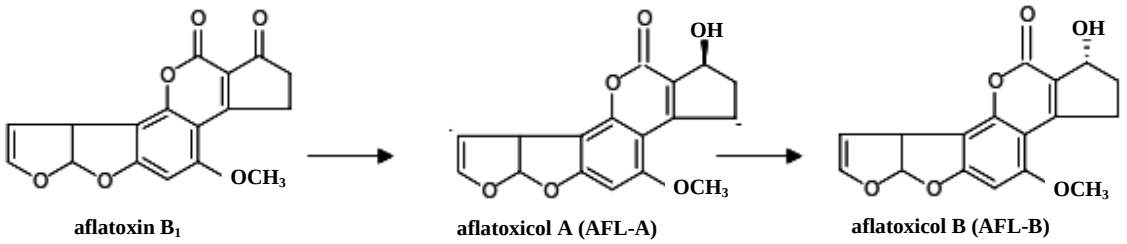
Pada unggas adanya aflatoksin dapat menurunkan berat badan dan produksi telur. Aflatoksin juga dapat terdeposit pada daging dan menjadi residu (Carbone et al. 2007). Sebagai pengendali *A. flavus* dan aflatoksin, *Rhizopus* sp bekerja dengan cara menghambat pertumbuhan kapang *A. flavus* dan/atau menurunkan konsentrasi aflatoksin yang sudah terbentuk. *Rhizopus* sp juga dapat menghambat pertumbuhan kapang *A. flavus* melalui mekanisme kompetisi dan kemampuannya untuk menghasilkan metabolit yang menghambat pertumbuhan kompetitor (Kusumaningtyas et al. 2006). Kapang *R. arrhizus* memproduksi metabolit seperti etanol, isobutilalkohol dan 3-metil butanol yang dapat menghambat pertumbuhan *A. flavus* (Lanciotti & Guerzoni 1993). Selain metabolit tersebut, *Rhizopus oligosporus* menghasilkan protease yang dapat memecah protein menjadi peptida untuk menghambat pertumbuhan *A. flavus* (Kobayasi et al. 1992). Kompetisi juga dapat terjadi karena *Rhizopus* berkembang sangat cepat sehingga menekan pertumbuhan *A. flavus*. Kusumaningtyas et al. (2006) dalam penelitiannya melaporkan bahwa ketika *A. flavus* dan *R. oligosporus* diinokulasikan bersama-sama pada pakan, pertumbuhan *A. flavus* menjadi terhambat sehingga produksi aflatoksin menjadi berkurang.

Selain dapat menghambat pertumbuhan kapang *A. flavus* dan menurunkan produksi aflatoksin, *Rhizopus* juga dapat menurunkan toksisitas aflatoksin. *Rhizopus oryzae* dapat memproduksi enzim yang mampu menurunkan konsentrasi hingga 100% untuk aflatoksin B1, B2 dan G1 dalam waktu 96 jam serta aflatoksin B1, B2, G1, G2 dan M1 dalam waktu 120 jam (Hackbart et al. 2014). Perubahan atau biotransformasi aflatoksin menjadi senyawa non-toksik dapat terjadi akibat aktivitas enzim tertentu (enzim peroksidase seperti enzim laccase) yang dihasilkan oleh miselium *Rhizopus* (Guan et al. 2011). Kemampuan transformasi aflatoksin oleh *Rhizopus* cukup tinggi bahkan spesies *R. oryzae* mampu mentransformasi aflatoksin B1 menjadi senyawa non-toksik hingga 84% selama lima hari dalam kondisi biakan sel mati. Perubahan aflatoksin menjadi senyawa non-toksik tersebut diduga disebabkan oleh terbukanya cincin difuran pada aflatoksin B1 (Guan et al. 2011).

Rhizopus dapat mengubah aflatoksin B1 menjadi aflatoksikol dengan mereduksi *cyclopentenone carbonyl* dari aflatoksin B1. Kapang tersebut mengubah aflatoksin B1 (AF-B1) menjadi aflatoksikol A (AFL-A), kemudian AFL-A diubah menjadi aflatoksikol B (AFL-B, Gambar 1) melalui komponen medium atau asam organik yang diproduksi *Rhizopus* (Wu et al. 2009).

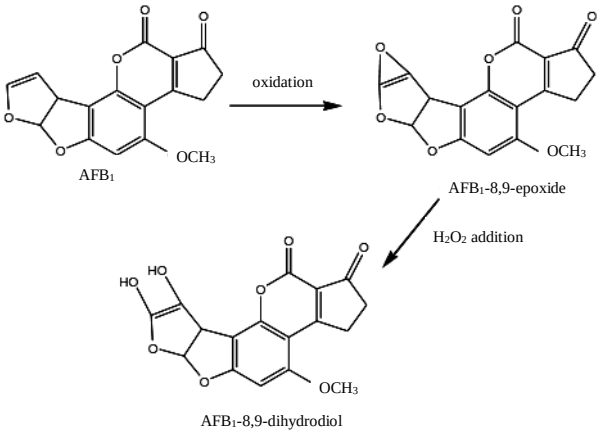
Penurunan toksisitas aflatoksin oleh *Rhizopus* sp. dapat terjadi karena aktivitas enzim peroksidase. Keberadaan enzim ini menyebabkan aflatoksin menjadi lebih polar sehingga berkurang toksisitasnya (Wang et al. 2011) (Gambar 2).

Beberapa macam enzim dari mikroorganisme lain dapat mendegradasi aflatoksin (Tabel 1, Guan et al. 2011). Beberapa diantaranya juga dihasilkan oleh *Rhizopus* sp seperti peroksidase tetapi informasi tentang peroksidase spesifik *Rhizopus* sp dalam aktivitasnya untuk mendegradasi aflatoksin belum didapatkan. Meskipun demikian, mengingat struktur



Gambar 1. Skema perubahan aflatoksin B1 menjadi aflatoksikol A dan B yang kurang toksik oleh *Rhizopus* sp

Sumber: Wu et al. (2009) yang dimodifikasi



Gambar 2. Degradasi aflatoksin oleh enzim peroksidase

Sumber: Wang et al. (2011)

persamaan peroksidase maka dimungkinkan peroksidase *Rhizopus* sp mempunyai kemampuan yang sama dengan peroksidase *Aspergillus parasiticus* (Guan et al. 2011). Manfaat *Rhizopus* sp dalam mereduksi aflatoksin ini sering diaplikasikan di masyarakat dalam bentuk fermentasi terhadap biji-bijian. Penelitian yang dilakukan oleh Rubak et al. (2008) menunjukkan bahwa fermentasi kacang tanah (*Arachis hypogea*) sebagai bahan pembuat bumbu pecel menggunakan *R. oligosporus* MK-1 menurunkan kadar aflatoksin B1 sekitar 87,02% selama dua hari proses fermentasi. Proses fermentasi ini juga tidak menunjukkan adanya perubahan sifat sensoris dari kacang tanah sebagai bumbu pecel.

Rhizopus yang diaplikasikan pada pakan terbukti dapat menurunkan residu aflatoksin B1 dan M1 pada bebek. Aplikasi *Rhizopus* sebanyak 1,5 g/kg pakan mampu menurunkan residu aflatoksin B1 pada hati bebek pada tingkat yang tidak terdeteksi dibandingkan dengan itik tanpa perlakuan dengan residu aflatoksin B1 0,0184 ppb. Residu aflatoksin M1 pada hati bebek juga lebih rendah pada bebek yang diberi imbuhan pakan *Rhizopus* yaitu 0,0021 ppb dari 0,0035 ppb pada bebek dengan pakan tanpa imbuhan inokulum *Rhizopus* (Kusumaningtyas et al. 2006). Selain mendegradasi racun aflatoksin, *Rhizopus* sp dapat memecah alkaloid atau racun yang terkandung dalam biji jarak pagar, yaitu *lectin/curcin*, *phorbolester/diterpene esters*, tanin, fitat, saponin dan anti-trypsin (Wina et al. 2012). Setelah difermentasi dengan *R. oligosporus*, kadar lemak dan antitripsin akan berkurang walaupun masih mengandung serat kasar dan asam fitat (Sumiati et al. 2011).

Rhizopus sp SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA

Salah satu produk olahan dari kedelai yang difermentasi oleh kapang *Rhizopus* sp adalah tempe. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa ekstrak tempe menunjukkan pengujian yang positif sebagai antibakteri terhadap *Bacillus subtilis* dan *Staphillococcus aureus* (Mambang et al. 2014). Terbentuknya aktivitas antibakteri pada tempe terjadi saat proses fermentasi oleh kapang *Rhizopus* sp Meskipun senyawa antibiotik yang dihasilkan tidak termasuk dalam kategori antibiotik spektrum luas tetapi efektif untuk bakteri kelompok *Bacillus* (Kobayasi et al. 1992).

Pada kasus diare anak babi yang disebabkan oleh bakteri *Enterotoxigenic Eschericia coli* (ETEC) menunjukkan bahwa anak babi yang diberi pakan tempe lebih rendah kejadian diarenya dibandingkan dengan yang diberi pakan kedelai rebus tanpa proses fermentasi (van den Hil et al. 2010a). Perbedaan ini disebabkan karena kedelai yang terfermentasi dengan *Rhizopus microsporus* menghasilkan asam laktat yang bersifat antagonis terhadap ETEC. Pada uji secara *in vitro* kedelai yang difermentasi dengan *R. microsporus* dapat menghambat adhesi ETEC. Ekstrak tempe dapat menghambat pertumbuhan sel maupun spora bakteri penyebab *food borne disease*, *Bacillus cereus* (van den Hil et al. 2010b). *Rhizopus oligosporus* dilaporkan dapat meningkatkan *total tract digestible coefficient* (TTDC) dan *digestibility energy* (DE) pada anak babi (van Sambeek et al. 2012). Di lapangan, penggunaan tempe ataupun tepung tempe sebagai pakan ternak dinilai bagus dan ekonomis karena selain harganya yang lebih murah dan mudah didapat, hasil dari proses fermentasi ini menghasilkan enzim-enzim pencernaan

Tabel 1. Beberapa enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang dapat mendegradasi aflatoksin

Enzim	Aktivitas (%)	Kondisi	Asal
Peroksidase	26-37	2840 U/g, 28°C, 96 jam	*Aspergillus parasiticus*
Laccase	87,34	1 U/ml	*Trametes versicolor*
	40,45	496 U/l	*Peniophora* sp
	35,90	416,39 U/l	*Pleurotus ostreatus*
Laccase rekombinan	55	118 U/l ,30°C, 72 jam	*Aspergillus niger*
Laktoperoksidase	3,6-5,1	5-500 U/ml, 24 jam	*Aspergillus parasiticus*

U: Unit; Da: Dalton

Sumber: Guan et al. (2011)

seperti amilase, protease dan lipase yang dapat memecah senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana dan mudah diserap oleh tubuh. Proses fermentasi tempe juga menghasilkan senyawa antibiotik, hal ini memberi keuntungan pada peternak sehingga tidak perlu menambahkan antibiotik sebagaimana pada pakan komersial.

Selain memfermentasi kedelai menjadi tempe, *Rhizopus* sp bisa juga digunakan untuk memfermentasi dedak padi. Dedak dari kulit padi mengandung 11-13% protein, sekitar 11% serat dan 20% dari beratnya adalah minyak dan juga mengandung antioksidan (Oliveira et al. 2011). Antioksidan adalah senyawa yang dapat memperlambat proses oksidasi, melindungi sel dari bahaya radikal bebas. Asam fenolat yang berasal dari dedak padi dan dedak yang difermentasi telah diteliti mampu mereduksi radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH) dan mampu menghambat enzim peroksidase dan oksidasi polifenol (Schmidt et al. 2014). Senyawa fenolat dapat terbentuk dari dua cara yaitu berasal dari dekomposisi ikatan antara lignin, selulosa dan hemiselulosa atau berasal dari produksi bagian dari minyak dedak padi (Pourali et al. 2010). Pada proses fermentasi dedak, peningkatan kandungan asam fenolat disebabkan oleh pemecahan kompleks senyawa penyusun dinding sel kulit padi dengan lignin (Schmidt & Furlong 2012). Kapang memiliki dua sistem enzimatik ekstraseluler yaitu yang pertama sistem hidrolitik yang bertanggungjawab untuk mendegradasi polisakarida dan oksidatif. Kedua, sistem lignolitik ekstraseluler yang menurunkan lignin dan membuka cincin fenil sehingga meningkatkan kandungan fenolat bebas (Sánchez 2009).

Schmidt et al. (2014) dalam penelitiannya membuktikan bahwa fermentasi dedak padi menggunakan *R. oryzae* dapat meningkatkan kandungan fenolat bebas lebih dari 100% (kandungan awal 33 mg/g dedak padi menjadi 765 mg/g dedak padi terfermentasi). Ekstrak fenolat dari fermentasi dedak padi menunjukkan daya hambat yang lambat terhadap radikal bebas DPPH dan sangat potensial untuk menghambat enzim peroksidase. Penggunaan dedak padi sebagai pakan ternak sudah lama dilakukan oleh masyarakat dengan penambahan kapang *Rhizopus* sp diharapkan akan menambah nilai guna dedak padi tersebut sebagai antimikroba dan antioksidan bagi ternak. *Rhizopus* sp mempunyai enzim protease yang mampu mengubah protein tersebut menjadi peptida yang bersifat bioaktif seperti sebagai antimikroba dan antibiotik. Antioksidan diperlukan sebagai tambahan pakan bagi ternak terutama untuk mengikat radikal bebas, sedangkan antibiotik dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang mengkontaminasi pakan sehingga tidak menginfeksi ternak.

Pada proses fermentasi pakan ternak dapat digunakan kapang jenis *R. oligosporus, R. oryzae, R. stolonifer* atau *R. arrhizus*. Kapang tersebut biasa dikenal dengan nama ragi tempe, laru atau usar. Para peternak bisa memanfaatkan limbah dari proses pembuatan tahu tempe seperti kulit kedelai maupun ampas tahu yang difermentasi dengan kapang *Rhizopus* sp untuk pakan ternak.

Rhizopus sp MENINGKATKAN KUALITAS NUTRISI PAKAN TERNAK

Pakan merupakan salah satu faktor utama yang sangat penting dalam pertumbuhan ternak, karena itu harus memenuhi syarat-syarat tertentu baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Konsumsi pakan yang tinggi sangat berpotensi dalam meningkatkan berat badan ternak. Peningkatan citarasa dan nutrisi yang terkandung dalam pakan akan meningkatkan performans ternak karena ternak akan lebih sehat dan memiliki daya tahan tubuh yang lebih baik. Ternak yang sehat tidak akan membuang banyak energi untuk melawan penyakit sehingga lebih banyak energi yang tersedia untuk menambah berat badan dan berproduksi.

Masyarakat pada umumnya masih memberi pakan ternaknya dengan hijauan segar atau yang dilayukan dan hanya sedikit peternak yang memanfaatkan produk samping agroindustri terfermentasi dari onggok dan kulit ari biji kedelai, dedak padi, bekatul, jerami padi,

kulit singkong, kulit kedelai dan kulit kopi sebagai bahan penyusun ransum untuk ternaknya. Permasalahan yang sering dihadapi antara lain saat sulit mencari rumput/hijauan karena musim kemarau dan tingginya kandungan serat kasar pada produk samping agroindustri tersebut membuat tingkat kecernaan pakan menjadi rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai nutrisi pakan ternak dari produk samping agroindustri adalah dengan melakukan fermentasi dengan *Rhizopus* sp. Pemanfaatan bahan pakan ternak dari produk samping agroindustri dapat mengurangi biaya pakan.

Berbagai penelitian dilakukan untuk mengkaji manfaat *Rhizopus* sp dan pemanfaatannya untuk digunakan sebagai imbuhan pakan ternak, hal ini berkaitan dengan manfaat *Rhizopus* sp yang dapat meningkatkan nilai guna pakan tersebut bagi ternak. Keuntungan dari proses fermentasi pakan ternak dengan *Rhizopus* sp adalah menurunkan faktor antinutrisi, meningkatkan citarasa, aroma, tekstur dan kecernaan, peningkatan nilai gizi seperti peningkatan kandungan asam amino dalam pakan, pemunculan senyawa antibakteri, antioksidan, antimikroba, antiaflatoksin, pereduksi logam berat yang kemungkinan ada dalam pakan ternak (van den Hil et al. 2010b). Penelitian yang dilakukan oleh Stephanie & Purwadaria (2013) menunjukkan bahwa produk fermentasi kulit singkong menggunakan *Rhizopus* sp meningkatkan kadar asam amino lisin, threonin, prolin, campuran sistein dan glisin, campuran metionin dan triptophan masing-masing meningkat 71, 141, 157, 90 dan 77%. Kadar total asam amino meningkat 147%. Keseluruhan asam amino esensial akan berpengaruh pada kenaikan bobot unggas, bila digunakan sebagai pakan unggas.

Rhizopus sp merupakan kapang yang dapat menghasilkan enzim protease (Hsiao et al. 2014). Protease disebut juga sebagai peptidase atau proteinase, yaitu enzim yang mengkatalisis hidrolisis ikatan peptida menjadi oligopeptida pendek dan asam amino bebas (López-Otín & Bond 2008). Peptida dan asam amino bebas tersebut lebih mudah diserap tubuh dibandingkan dengan rantai panjang protein. Beberapa peptida juga bersifat bioaktif yang dapat meningkatkan kesehatan ternak karena dapat berfungsi sebagai antimikroba, antiinflamasi dan imunomodulator. Salah satu enzim protease yang dihasilkan oleh *R. oryzae* adalah aspartat protease yang memiliki berat molekul 30-45 kDa. Aspartat protease banyak digunakan pada pengolahan makanan komersial untuk meningkatkan rasa dan kandungan nutrisinya (Hsiao et al. 2014). Pada proses fermentasi, protease *R. oligosporus* memiliki aktivitas proteolitik yang tinggi dan tidak memproduksi toksin (Rauf et al. 2010). Protease dapat memecah molekul protein kompleks yang terdiri dari asam amino-asam amino yang diikat dalam peptida. Enzim protease dari mikroba seperti *Rhizopus* sp juga dapat digunakan sebagai suplemen untuk membantu pencernaan makanan. Keuntungan penggunaan enzim dari fungi biasanya hanya diperlukan dosis yang kecil dengan kisaran pH yang luas yaitu antara 5,2-8. Enzim pencernaan pada hewan seperti enzim pankreas dapat bekerja sinergi dengan enzim yang berasal dari kapang (Roxas 2008). van Sambeek et al. (2012) melaporkan bahwa *R. oligosporus* diperbanyak menggunakan media berupa produk samping pembuatan etanol dari biji-bijian yang disebut *distiller dried grain* (DDG). Miselium dipanen sebagai pelet dan dapat digunakan untuk meningkatkan TTDC dan DE pada anak babi. Tidak ada efek samping yang terdeteksi akibat konsumsi *Rhizopus* sp tersebut pada anak babi.

Ampas kedelai sering digunakan sebagai pakan ternak yang memiliki beberapa kekurangan diantaranya kandungan serat kasar yang sulit dicerna ternak dan kadar airnya yang tinggi sehingga menyebabkan daya simpannya menjadi lebih pendek. Kemampuan kapang *Rhizopus* sp dalam memecah protein dapat mengurai kandungan serat kasar pada ampas kedelai sehingga mudah dicerna oleh ternak (van den Hil et al. 2010b). Fermentasi *R. oligosporus* pada kedelai selama 24 jam dapat meningkatkan total asam amino dari 12,07 g/100 g kedelai menjadi 22,35 g/100 g pada kedelai terfermentasi (meningkat hingga 53%) (Bujang & Taib 2014).

Dalam penelitiannya, Pothiraj & Eyini (2007) menunjukkan manfaat *R. stolonifera* dalam memfermentasi limbah olahan singkong. Kandungan protein meningkat secara gradual dari 31,3 mg/g sebelum fermentasi menjadi 89,4 mg/g pada hari kedelapan fermentasi. Fermentasi limbah serbuk gergaji dengan *R. oligosporus* yang diberikan pada kambing kerdil Afrika Barat (*West African Dwarf goat*) menunjukkan hasil yang menjanjikan (Belewu & Popoola 2007). Dalam penelitian ini, limbah kayu (serbuk gergaji) difermentasikan dan dicampurkan sebagai imbuhan pakan sebesar 20-25%. Selama 196 hari pemberian pakan pada kambing menunjukkan peningkatan pertambahan bobot badan dan konsumsi pakan. Analisis kualitas nutrisi dari serbuk gergaji yang difermentasikan ini menunjukkan kadar protein kasar yang lebih tinggi ($P<0,05$) dan kandungan serat kasar dan lignin yang lebih rendah ($P<0,05$). Peningkatan protein kasar dari 10,09% pada diet pakan serbuk gergaji tanpa fermentasi menjadi 13,43% dan 14,89% pada diet pakan yang mengandung 20-25% serbuk gergaji setelah difermentasi, serat kasar mengalami penurunan dari 13,73% pada diet pakan serbuk gergaji tanpa fermentasi menjadi 11,58% dan 7,76% pada diet pakan yang mengandung 20-25% serbuk gergaji yang telah difermentasi, lignin mengalami penurunan dari 9,01%, pada diet pakan dengan tambahan 20% serbuk gergaji tanpa fermentasi menjadi 7,08% dan 6,45%

pada diet pakan yang mengandung 20-25% serbuk gergaji yang sudah difermentasi. Penelitian ini menunjukkan potensi *R. oligosporus* dalam pemanfaatan limbah agroindustri untuk pakan ternak.

Rhizopus sp juga dapat digunakan untuk mengubah mineral seperti Fe, Zn dan Cr dari bentuk anorganik menjadi organik yang lebih aman dan lebih mudah diserap oleh tubuh. *Rhizopus* mampu mengubah Cr VI yang toksik dan mudah mengalami oksidasi menjadi bentuk Cr III yang lebih aman karena lebih stabil (Liu et al. 2012). Cr VI berubah menjadi Cr III karena adanya kontak dengan elektron donor pada biomasa *Rhizopus* (Joutey et al. 2015). Pada penambahan Cr dalam diet, sebaiknya dalam bentuk organik karena tidak toksik dan dapat dapat diabsorbsi dengan baik oleh tubuh (25-30%). Penambahan Cr dalam diet berguna terutama untuk meningkatkan imunitas dan mengurangi stres hewan selama transportasi (Tanuwiria et al. 2011). Penambahan Cr organik selama pertumbuhan dalam periode penggemukan sapi sebanyak 0,2 ppm terbukti dapat meningkatkan berat karkas yaitu 315 kg, sedangkan karkas kontrol tanpa penambahan Cr organik 302 kg (Pollard et al. 2002). Penambahan Cr organik dapat meningkatkan produksi susu pada sapi dari 31,1 kg/hari menjadi 33,4 kg/hari (Besong et al. 1996).

Tambahan mineral seperti Cr dan Zn organik dapat dibuat dengan memfermentasi bahan pakan seperti dedak yang telah diperkaya dengan Cr atau Zn anorganik kemudian difermentasi dengan menggunakan *Rhizopus*. Pada Cr, fermentasi oleh *R. oryzae, Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus oryzae* dan ragi tape dapat meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik dibandingkan dengan kontrol (Astuti et al. 2006). Hasil fermentasi tersebut mempunyai beberapa keunggulan yaitu, pakan yang terfermentasi mengandung peptida bioaktif, oligosakarida yang lebih mudah dicerna sebagai hasil pemecahan protein dan karbohidrat oleh aktivitas enzim *R. oryzae, S. cerevisiae, A. oryzae* dan ragi tape. Cr dan Zn anorganik akan diubah menjadi organik sehingga memberi manfaat lebih pada ternak.

Rhizopus sp MENINGKATKAN PERFORMANS TERNAK

Anak babi yang diberi imbuhan dengan *R. oligosporus* pada diet basal mempunyai pertambahan berat badan lebih besar dibandingkan dengan anak babi tanpa perlakuan. Imunoglobin G serum dan total *Lactobacillus* dalam feses juga meningkat sedangkan bakteri koliform menurun secara linier seiring dengan peningkatan pemberian *Rhizopus* (Park et al. 2016). Imunoglobulin G serum meningkat dari 301,0 mg/dL pada pakan tanpa *Rhizopus oligosporus* menjadi 325,8 mg/dL pada pakan dengan kandungan *R. oligosporus* 1,5 g/kg pakan dan 309,8 mg/dL pada pakan dengan kandungan *R. oligosporus* 0,3 g/kg pakan. Total *Lactobacillus* dalam feses meningkat dari 7,04 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan tanpa *R. oligosporus* menjadi 7,75 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan dengan kandungan *R. oligosporus* 1,5 g/kg pakan dan 7,59 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan dengan kandungan *R. oligosporus* 0,3 g/kg pakan. Kandungan bakteri koliform menurun dari 6,51 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan tanpa *R. oligosporus* menjadi 5,75 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan dengan tambahan *R. oligosporus* 1,5 g/kg pakan dan akan turun lagi menjadi 5,69 ($\log_{10}$ cfu/g) pada pakan dengan tambahan *R. oligosporus* 0,3 g/kg pakan (Park et al. 2016).

Pemberian serbuk gergaji yang diberi *Rhizopus* memperbaiki konsumsi pakan, efisiensi pakan dan meningkatkan berat badan kambing. Pada percobaan Belewu & Popoola (2007) menunjukkan kambing kerdil Afrika Barat yang diberi pakan tanpa *Rhizopus* memiliki efisiensi pakan 0,61 dan peningkatan bobot badan sebesar 200 g, sedangkan kambing yang diberi pakan yang telah ditambah *Rhizopus* memiliki efisiensi pakan 1,1 (pada kadar *Rhizopus* 20%) dan 1,41 (pada kadar *Rhizopus* 25%), peningkatan bobot badannya sebesar 360 g (pada kadar *Rhizopus* 20%) dan 538g (pada kadar *Rhizopus* 25%). Perlakuan dengan *Rhizopus* dapat digunakan sebagai alat untuk meningkatkan karakteristik, performans kambing dan sebagai solusi untuk pemanfaatan limbah (Belewu & Popoola 2007).

KEMUNGKINAN APLIKASI DI INDONESIA

Sebagai kapang non-toksigenik, *Rhizopus* sp dapat digunakan untuk menghambat dan mengendalikan pertumbuhan kapang toksigenik *A. flavus* sehingga dapat mengurangi kontaminasi pada pakan ternak. *Rhizopus* juga dapat mengubah aflatoksin B1 yang sangat toksik dan karsinogenik menjadi senyawa yang kurang toksik sehingga dapat digunakan untuk menurunkan kontaminasi aflatoksin pada pakan ternak. Indonesia merupakan negara tropis dengan temperatur hangat yang memudahkan kapang untuk tumbuh dan berkembang bahkan kapang yang dapat menghasilkan toksin seperti *A. flavus*. Oleh karena itu, diperlukan agen yang dapat menghambat pertumbuhan kapang penghasil toksin dan pengikat toksin (*toxin binder*). Kecenderungan pemakaian antikapang dan *toxin binder* yang lebih alamiah membuka peluang pemakaian mikroorganisme yang dapat menekan pertumbuhan kapang penghasil toksin seperti *Rhizopus* sp dan *S. cerevisiae*. Kapang *Rhizopus* sudah biasa digunakan untuk menfermentasi kedelai menjadi tempe sehingga terbuka peluang bagi peternak Indonesia untuk memanfaatkannya sebagai bahan imbuhan pakan yang dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan *A. flavus* dan detoksifikasi aflatoksin. Karena harga kedelai

masih dinilai mahal maka substrat dapat diganti dengan bahan lainnya seperti limbah tahu atau limbah singkong.

Pemakaian *Rhizopus* sp untuk memfermentasi olahan kedelai dapat meningkatkan nilai tambah dengan meningkatkan nilai gizi kedelai karena selain lebih mudah dicerna juga dihasilkan antimikroba dan antioksidan dan dapat digunakan untuk mengatasi diare pada ternak. *Rhizopus* juga dapat meningkatkan nutrisi pakan sehingga dapat digunakan untuk pemanfaatan limbah menjadi produk fermentasi yang dapat digunakan sebagai pakan ternak yang bergizi. Pemakaian *Rhizopus* pada pakan ternak juga dapat mengubah Cr VI yang berbahaya menjad Cr III tidak toksik dan justru dapat bermanfaat untuk meningkatkan imunitas dan mengurangi stres pada ternak sehingga ternak menjadi lebih produktif. Kemampuan *Rhizopus* untuk mengubah mineral dari bentuk anorganik menjadi organik dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan penyerapan mineral tersebut sehingga dapat lebih efektif dan efisien. *Rhizopus* sangat berpotensi untuk diaplikasikan pada pakan ternak di Indonesia dengan menggunakan bahan limbah sebagai substrat diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi pakan dan meningkatkan kesehatan ternak serta menekan biaya produksi.

KESIMPULAN

Rhizopus sp sangat potensial sebagai imbuhan ternak karena kemampuannya untuk menekan pertumbuhan kapang toksigenik *A. flavus* dan menurunkan aflatoksin pada pakan. Pemakaian *Rhizopus* juga memberi nilai lebih dengan dihasilkannya senyawa yang dapat berfungsi sebagai antioksidan dan antimikroba. *Rhizopus* juga dapat meningkatkan kualitas nutrisi, meningkatkan kecernaan dan memudahkan penyerapan mineral dengan mengubahnya menjadi organik. Peningkatan kualitas nutrisi tersebut pada akhirnya dapat meningkatkan performans ternak yang ditandai dengan peningkatan imunitas, peningkatan bakteri baik dan penurunan bakteri patogen dalam usus, memperbaiki konsumsi ternak dan meningkatkan berat badan. Berdasarkan kemampuan tersebut *Rhizopus* sp juga sangat potensial untuk diaplikasikan sebagai pakan imbuhan untuk ternak.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad RZ. 2009. Cemaran kapang pada pakan dan pengendaliannya. J Litbang Pertanian. 28:15-22.

Astuti WD, Sutardi T, Evvyernie D, Toharmat T. 2006. Penggunaan kromium organik dari beberapa jenis fungi terhadap aktivitas fermentasi rumen secara *in vitro*. Media Peternakan. 29:121-132.

Belewu MA, Popoola MA. 2007. Performance characteristics of West African Dwarf goat fed *Rhizopus* treated sawdust. Sci Res Essays. 2:496-498.

Besong S, Jackson JA, Trammell DS, Amaral-Phillip D. 1996. Effect of supplemental chromium picolinate on liver triglyceride, blood metabolites, milk yield and milk composition in early-lactation cows. J Dairy Sci. 79.

Bujang A, Taib NA. 2014. Changes on amino acids content in soybean, garbanzo bean and groundnut during pre-treatments and tempe making. Sains Malaysiana. 43:551-557.

Carbone I, Ramirez-Prado JH, Jakobek JL, Horn BW. 2007. Gene duplication, modularity and adaptation in the evolution of the aflatoxin gene cluster. BMC Evol Biol. 7:1-12.

Guan S, Zhou T, Yin Y, Xie M, Ruan Z, Young J. 2011. Microbial strategies to control aflatoxins in food and feed. World Mycotoxin J. 4:413-424.

Hackbart HCS, Machado AR, Christ-Ribeiro A, Prietto L, Badiale-Furlong E. 2014. Reduction of aflatoxins by *Rhizopus oryzae* and *Trichoderma reesei*. Mycotoxin Res. 30:141-149.

van den Hil PJR, Dalmas E, Nout MJR, Abee T. 2010a. Soya bean tempe extracts show antibacterial activity against *Bacillus cereus* cells and spores. J Appl Microbiol. 109:137-145.

van den Hil PJR, Nout MJR, van der Meulen J, Gruppen H. 2010b. Bioactivity of tempe by inhibiting adhesion of ETEC to intestinal cells, as influenced by fermentation substrates and starter pure cultures. Food Microbiol. 27:638-644.

Hsiao NW, Chen Y, Kuan YC, Lee YC, Lee SK, Chan HH, Kao CH. 2014. Purification and characterization of an aspartic protease from the *Rhizopus oryzae* protease extract, peptidase R. Electron J Biotechnol. 17:89-94.

Joutey NT, Sayel H, Bahafid W, El Ghachtouli N. 2015. Mechanisms of hexavalent chromium resistance and removal by microorganisms. Rev Environ Contam Toxicol. 233:45-69.

Kobayasi S, Okazaki N, Koseki T. 1992. Purification and characterization of an antibiotic substance produced from *Rhizopus oligosporus* IFO 8631. Biosci Biotechnol Biochem. 56:94-98.

Kusumaningtyas E, Widiastuti R, Maryam R. 2006. Reduction of aflatoxin B1 in chicken feed by using *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus* and their combination. Mycopathologia. 162:307-311.

Lanciotti R, Guerzoni ME. 1993. Competitive inhibition of *Aspergillus flavus* by volatile metabolites of *Rhizopus arrhizus*. Food Microbiol. 10:367-377.

Liu H, Guo L, Liao S, Wang G. 2012. Reutilization of immobilized fungus *Rhizopus* sp LG04 to reduce toxic chromate. J Appl Microbiol. 112:651-659.

López-Otín C, Bond JS. 2008. Proteases: Multifunctional enzymes in life and disease. J Biol Chem. 283:30433-30437.

Mambang DEP, Rosidah, Suryanto D. 2014. Aktivitas antibakteri ekstrak tempe terhadap bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*. J Teknologi dan Industri Pangan. 25:115-118.

Oliveira MS, Feddern V, Kupski L, Cipolatti EP, Badiale-Furlong E, de Souza-Soares LA. 2011. Changes in lipid, fatty acids and phospholipids composition of whole rice bran after solid-state fungal fermentation. Bioresour Technol. 102:8335-8338.

Park JH, Yun HM, Kim IH. 2016. The effect of feeding *Rhizopus oligosporus* on growth performance, nutrient digestibility blood profile, fecal microbiota and fecal score in weanling pigs. Turkish J Vet Anim Sci. 40:1-7.

Pasaribu T. 2007. Produk fermentasi limbah pertanian sebagai bahan pakan unggas di Indonesia. Wartazoa. 17:109-116.

Pollard GV, Richardson CR, Karnezos TP. 2002. Effects of supplemental organic chromium on growth, feed efficiency and carcass characteristics of feedlot steers. Anim Feed Sci Technol. 98:121-128.

Pothiraj C, Eyini M. 2007. Enzyme activities and substrate degradation by fungal isolates on cassava waste during solid state fermentation. Mycobiology. 35:196-204.

Pourali O, Asghari FS, Yoshida H. 2010. Production of phenolic compounds from rice bran biomass under subcritical water conditions. Chem Eng J. 160:259-266.

Rauf A, Irfan M, Nadeem M, Ahmed I, Iqbal HMN. 2010. Optimization of growth conditions for acidic protease production from *Rhizopus oligosporus* through solid state fermentation of sunflower meal. World Acad Sci Eng Technol. 4:12-26.

Roxas MND. 2008. The role of enzyme supplementation in digestive disorder. Altern Med Rev. 13:307-314.

Rubak YT, Rahayu ES, Sardjono. 2008. Pengurangan Aflatoksin B1 (AFB1) dengan proses fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* MK-1 pada pembuatan bumbu pecel. Agritech. 28:157-161.

van Sambeek DN, Weber TE, Kerr BJ, van Leeuwen J, Gabler NK. 2012. Evaluation of *Rhizopus oligosporus* yeast supplementation on growth performance and nutrient digestibility in nursery pigs. In: Iowa State University Animal Industry Report 2012. Iowa (US): Iowa State University.

Sánchez C. 2009. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. Biotechnol Adv. 27:185-194.

Schmidt CG, Furlong EB. 2012. Effect of particle size and ammonium sulfate concentration on rice bran fermentation with the fungus *Rhizopus oryzae*. Bioresour Technol. 123:36-41.

Schmidt CG, Gonçalves LM, Prietto L, Hackbart HS, Furlong EB. 2014. Antioxidant activity and enzyme inhibition of phenolic acids from fermented rice bran with fungus *Rizhopus oryzae.* Food Chem. 146:371-377.

Stephanie, Purwadaria T. 2013. Fermentasi substrat padat kulit singkong sebagai bahan pakan ternak unggas. Wartazoa. 23:15-22.

Sumiati, Farhanuddin, Hermana W, Sudarman A, Istichomah, Setiyono A. 2011. Performa ayam *broiler* yang diberi ransum menggunakan bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L) hasil fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus.* Media Peternakan. 34:117-125.

Tanuwiria UH, Santosa U, Yulianti A, Suryadi U. 2011. The Effect of organic-Cr dietary supplementation on stress response in transport-stressed beef cattle. J Indonesia Trop Anim Agric. 36:97-103.

Wang J, Ogata M, Hirai H, Kawagishi H. 2011. Detoxification of aflatoxin B1 by manganese peroxidase from the white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624. FEMS Microbiol Lett. 314:164–169.

Wina E, Sumiati, Yusriani Y, Pasaribu T, Susana IWR. 2012 Utilization of fermented Jatropha seed meal as animal feed, Indonesian experience. In: 1st International Conference on Animal Nutrition and Environment. Khon Kaen, 14-15 September 2012. Khon Kaen (Thailand): Khon Kaen University

Wu Q, Jezkova A, Yuan Z, Pavlikova L, Dohnal V, Kuca K. 2009. Biological degradation of aflatoxins. Drug Metab Rev. 41:1-7.

Zaman Q, Suparno G, Hariani D. 2013. Pengaruh Kiambang (*Salvinia molesta*) yang difermentasi dengan ragi tempe sebagai suplemen pakan terhadap peningkatan biomassa ayam pedaging. Lentera Bio. 2:131-137.

WARTAZOA Vol. 27 No. 2 Th. 2017 Hlm. 089-094 DOI: http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v27i2.1537

Ekspresi Gen Myostatin dan Aplikasinya pada Program Pemuliaan Kambing

(Myostatin Gene Expression and Its Application on Goat Breeding Programme)

Aron Batubara

Loka Penelitian Kambing Potong, PO Box I Sei Putih, Galang 20585, Sumatera Utara
aronbatubara@gmail.com

(Diterima 24 Maret 2017 – Direvisi 22 Mei 2017 – Disetujui 29 Mei 2017)

ABSTRACT

Characteristics of double muscled growth in animals are influenced by myostatin gene (MSTN). Myostatin gene is known as a member of the growth gene's superfamily (TGF-β) which works to suppress the muscle growth. However, the presence of six mutations on MSTN cause the gene inactive, and trigger the occurrence of muscle hypertrophy. Identification of myostatin gene was conducted by molecular techniques, and the most common method is polymerase chain reaction followed by single-strand conformation polymorphism (PCR-SSCP). Research on sheep and goat in several countries showed that there had been several variations occurred in myostatin gene but further studies are required to correlate these variations to body weight gain and other important production parameters. For goat production in Indonesia, myostatin mutations cause double muscling that can be utilised for genetic improvement in goat breeding plan to produce a new breed with high quality meat.

Key words: Goat, myostatin gene, mutation, double muscle

ABSTRAK

Karakter pertumbuhan otot ganda pada ternak dipengaruhi oleh gen myostatin (MSTN). Gen myostatin adalah anggota dari superfamili gen pertumbuhan (*Transforming Growth Factor*/TGF-β) dan berfungsi menekan pertumbuhan otot. Telah diidentifikasi adanya enam mutasi pada MSTN yang menyebabkan MSTN tidak aktif dan mencetuskan terjadinya pembesaran otot (hipertropi). Identifikasi gen myostatin dilakukan dengan teknik molekuler dan metode yang paling umum digunakan adalah metode PCR dan *single-strand conformation polymorphism* (PCR-SSCP). Penelitian pada domba dan kambing di beberapa negara menunjukkan terdapat beberapa variasi pada gen myostatin tetapi diperlukan studi lebih lanjut untuk mencari korelasi antara variasi ini dengan pertambahan bobot badan dan parameter produksi penting lainnya. Khusus untuk ternak kambing di Indonesia, mutasi myostatin yang menyebabkan hipertropi otot dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan sifat pertumbuhan pada pembibitan kambing untuk menghasilkan bibit unggul kambing potong baru dengan kualitas daging yang baik.

Kata kunci: Kambing, gen myostatin, mutasi, otot ganda

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan seekor ternak merupakan suatu proses yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti faktor genetik, nutrisi, regulasi hormon, efisiensi metabolisme tubuh, respon kekebalan, status fisiologi ternak, lingkungan tempat ternak itu berada dan cara pemeliharaan serta ada tidaknya kejadian penyakit/parasit (Cronje et al. 2000). Selama pertumbuhan dan perkembangan ternak, ada banyak gen yang berperan untuk mengontrol beberapa sifat tertentu pada ternak tersebut, misalnya gen-gen pengontrol pertumbuhan dan karkas, gen-gen pengontrol reproduksi, gen-gen ketahanan penyakit, gen-gen penentu warna, postur tubuh dan lain sebagainya. Ada gen yang spesifik, yang mengontrol beberapa sifat atau karakter pada ternak tetapi ada juga gabungan beberapa gen (multigen) yang mengontrol dan menentukan sifat-sifat tertentu (Amills 2014).

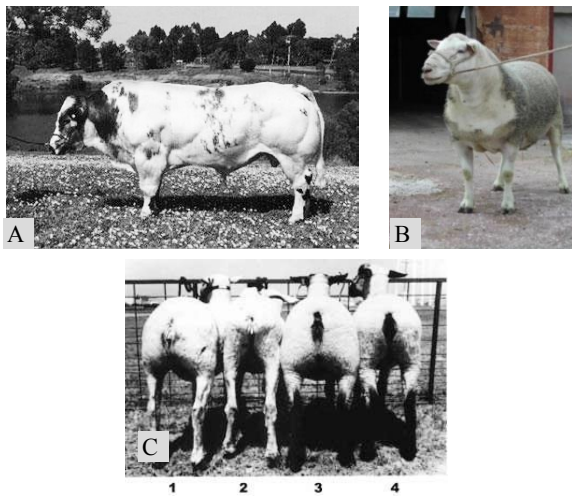
Banyak penelitian telah dilakukan mempelajari gen-gen pembawa sifat yang memberikan nilai ekonomis seperti *growth hormone* (GH), *insulin-like growth factor*-1 (IGF-1), Pit-1, *growth hormone receptor* (GHR), myostatin (MSTN) dan lain-lain. Kemajuan teknologi saat ini melalui peralatan yang canggih dan otomatis mempermudah pelacakan gen-gen yang mempunyai nilai ekonomis dalam berbagai bangsa ternak ruminansia sehingga akan mempermudah proses seleksi ternak ke arah produksi ternak yang efisien dan menguntungkan.

Tujuan penulisan ini untuk memberikan informasi tentang gen myostatin, proses pembentukan otot, cara identifikasi gen myostatin dan kemungkinan aplikasi gen myostatin dalam seleksi kambing unggul di Indonesia.

SEJARAH DAN CIRI TERNAK *DOUBLE MUSCLE*

OYang pertama mengemukakan tentang otot hipertropi pada sapi adalah seorang petani dari Inggris yang diketahui dari buku almanaknya (Federica et al. 2009). Selain itu petani tersebut juga menemukan tentang karakteristik karkas dan fenotipe yang meningkat pada ternak sapi potong di Eropa. Fenotipe yang disebutkan memperlihatkan adanya *double muscling* (DM). Beberapa jenis sapi yang membawa sifat DM adalah sapi Charolais, Piedmontese, Belgian Blue (Fiems 2012), tetapi sapi yang paling populer memiliki DM adalah sapi Belgian Blue yang berasal dari Belgia. Sapi ini merupakan hasil silangan sapi lokal Belgia dari Inggris dengan Sapi Durham Shorthorn dan persilangan ini dimulai tahun 1920 untuk tujuan sebagai *dual purpose animal* dan pada tahun 1960-an ditemukanlah karakteristik DM pada sapi silangan ini (The Cattle Site 2014). Pada sapi Belgian Blue telah terjadi mutasi gen secara alami yang mengkode MSTN protein yang berperan dalam pengembangan otot. Mutasi gen pada sapi ini terjadi secara alami, bukan hasil rekayasa genetika seperti yang dianggap beberapa kalangan.

Ciri-ciri fisik Belgian Blue (Gambar 1) mudah dikenali dari ukurannya yang bongsor dan otot-ototnya yang menyembul pada pundak, punggung dan pantat. Rata-rata ukuran sapi jantan mencapai tinggi 1,2-1,5 m dengan berat 1.100-1.250 kg, sedangkan sapi betina dapat mencapai berat 850-900 kg. Ukuran ini sekitar 2-3 kali lipat ukuran sapi di Indonesia. Karakteristik fisik lainnya yaitu sapi mempunyai relatif sedikit massa tulang, sedikit lemak, persentase karkas minimal 70% dan persentase potongan daging lebih banyak 20% dari sapi potong lain (Lan et al. 2007; Gan et al. 2008; Fang et al. 2009; Guo et al. 2009; Supakorn 2009). Total lemak *intramuscular* pada sapi DM lebih rendah dari sapi non-DM, tetapi persentase *poly unsaturated fatty acid* (PUFA) sapi DM lebih tinggi sedangkan *conjungated linoleic acid* (CLA) relatif sama pada kedua sapi DM dan non-DM (Raes et al. 2001). Ternak yang memiliki pertumbuhan yang cepat dengan otot ganda membutuhkan pasokan pakan yang kaya energi dan protein agar pertumbuhannya dapat optimal. Sumber pakan yang tinggi serat kurang cocok bagi ternak ruminansia yang membawa sifat DM. Ada juga beberapa kelemahan ternak DM, antara lain: daya fertilitas rendah, banyak terjadi kasus distokia dan tingkat stres lebih tinggi atau lebih peka terhadap tekanan akibat pengaruh lingkungan sehingga dikawatirkan daya hidupnya lebih rendah dari ternak tanpa sifat DM (Chen 2008; Chen et al. 2012). Ternak DM dilaporkan kurang mampu dibuat sebagai ternak kerja atau ternak pengangkut dibandingkan dengan sapi tanpa DM (Ma et al. 2011). Hal ini terjadi karena ternak DM memiliki organ-organ tubuh (seperti hati dan jantung), saluran pencernaan yang lebih kecil sehingga pertukaran oksigen lebih sedikit dan kapasitas konsumsi pakan juga lebih rendah (Fiems 2012). Berat lahir anak-anak keturunan ternak DM sangat besar, maka proses kelahiran dengan cara *caesar* merupakan hal yang umum ditemui.



Gambar 1. (A) Contoh sapi potong homozigot yang mutasi alel mh pada sapi Belgian Blue umur dua tahun yang dipakai sebagai pejantan di Perth, Australia Barat; (B) Domba yang mempunyai gen myostatin yang bermutasi akan menunjukkan pertumbuhan otot daging yang menonjol; (C) Domba nomor 1 dan 3 adalah Domba dengan fenotipe mh, sedangkan domba nomor 2 dan 4 adalah domba biasa, diduga tidak memiliki gen myostatin bermutasi

Sumber: Bellinge et al. (2005)

GEN MYOSTATIN DAN MUTASINYA

Myostatin adalah anggota dari superfamili *transforming growth factor* (TGF)-β dan memegang peranan penting dalam mengatur pertumbuhan otot dan kualitas daging (Zhang et al. 2012). Gen myostatin telah dipetakan pada kromosom dua sapi (Grobet et al. 1997) dan terdiri dari tiga *exon* dan dua daerah intron pada semua spesies termasuk ternak babi (AY208121), kerbau (AH013313), ikan Zebra (AY323521), ayam (AF346599) dan tikus rumah (AY204900) (Esmailizadeh et al. 2008). Ahad et al. (2016) memaparkan sekuens gen myostatin pada kambing Bakerwal (*Capra hircus*) dari India sedangkan Othman et al. (2016) menganalisis sekuens gen myostatin pada tiga bangsa kambing dan tiga bangsa domba Mesir (Gambar 2) dan dibandingkan dengan sekuens gen myostatin diperoleh dari GenBank menggunakan BLAST algorithm untuk mengidentifikasi polimorfik atau terjadinya mutasi.

```
Kambing 1     CCGGAGAGACTTTGGGCTTGATTGTGATGAGCACTCCACAGAATCTCGATGCTGTCGTTA   60
Domba 1       CCGGAGAGACTTTGGGCTTGATTGTGATGAGCACTCCACAGAATCTCGATGCTGTCGTTA   60
              ************************************************************
Kambing 61    CCCTCTAACTGTGGATTTTGAAGCTTTTGGATGGGATTGGATTATTGCACCCAAAAGATA   120
Domba 61      CCCTCTAACTGTGGATTTTGAAGCTTTTGGATGGGATTGGATTATTGCACCCAAAAGATA   120
              ************************************************************
Kambing 121   TAAGGCCAATTACTGCTCCGGAGAATGTGAATTTTTATTTTTGCAAAAGTATCCTCATAC   180
Domba 121     TAAGGCCAATTACTGCTCCGGAGAATGTGAATTTTTATTTTTGCAAAAGTATCCTCATAC   180
              ************************************************************
Kambing 181   CCATCTTGTGCACCAAGCAAACCCCAAAGGTTCAGCCGGCCCTTGCTGTACTCCTACAAA   240
Domba 181     CCATCTTGTGCACCAAGCAAACCCCAAAGGTTCAGCCGGCCCTTGCTGTACTCCTACAAA   240
              ************************************************************
Kambing 241   GATGTCTCCAATTAATATGCTATATTTTAATGGCAAAGAACAAATAATATATGGGAAGAT   300
Domba 241     GATGTCTCCAATTAATATGCTATATTTTAATGGCAAAGAACAAATAATATATGGGAAGAT   300
              ************************************************************
Kambing 301   TCCAGGCATGGTAGTAGACCGCTGTGGGTGCTCATGA                          337
Domba 301     TCCAGGCATGGTAGTAGACCGCTGTGGGTGCTCATGA                          337
              ************************************************************
```

Gambar 2. Sekuens nukleotida gen myostatin dari kambing dan domba dari Mesir

Sumber: Othman et al. (2016)

CARA MENGIDENTIFIKASI GEN *DOUBLE MUSCLING*

Pengindentifikasian DM ditentukan berdasarkan derajat hipertropi, diamati penampakan alur *intramuscular* dan semua karakteristik luar lainnya dengan fenotipe, seperti lekukan pelvis dan poin perletakan bagian pangkal ekor. Pada awalnya identifikasi DM masih berdasarkan tanda-tanda fenotipe di atas, tetapi sejak beberapa tahun terakhir ini, karakterisasi gen myostatin sudah dilakukan dengan teknik molekuler *polymerase chain reaction* (PCR). Penyelidikan mutan mh pada sapi (Sadkowski et al. 2008) dan pengidentifikasian untuk keberadaan marka gen nt821(del11) dan mutasi C313Y pada bangsa sapi *Piedmontese* dan sapi Belgian Blue dilakukan dengan teknik PCR. Suatu prosedur yang secara simultan mendeteksi enam mutasi dari gen myostatin dengan *multiplex oligonucleotide ligation assay* telah dilaporkan oleh Karim et al. (2000). *Exon* II dan III dari gen myostatin diamplifikasi secara simultan dengan primer tertentu menggunakan teknik PCR, lalu produk PCR tersebut digunakan sebagai template dalam reaksi *multiplex oligonucleotide ligation* dengan 18 primer sekaligus untuk mendeteksi keberadaan enam gen mutasi tersebut yaitu nt419(del7-ins10), Q204X, E226X, nt821(del11), C313Y dan E291X. Teknik ini sangat efisien karena dilakukan secara simultan mengidentifikasi mutase gen myostatin (Karim et al. 2000).

Penggunaan PCR yang dilanjutkan dengan *restriction fragment length polymorphism* (RLFP) dengan menggunakan enzim *restriction endonuclease Hae*III telah dilaporkan untuk mengidentifikasi gen myostatin pada beberapa bangsa kambing dan domba yang ada di Mesir (Othman et al. 2016). Metode yang sama (PCR-RLFP) dibandingkan dengan metode *single-strand conformation polymorphism* (SSCP) dilakukan oleh Dehnavi et al. (2012) pada domba lokal Iran.

Mujiarti (2008) mempelajari genotipe myostatin dan dihubungkan dengan sifat pertumbuhan menggunakan teknik PCR-SSCP pada beberapa bangsa domba lokal Indonesia. Teknik yang sama (PCR-SSCP) dan DNA *sequencing* analisis digunakan untuk mengidentifikasi SNP, yaitu DQ167575: g.368A>C (p.Lys49Thr) dan g.4911C>T. At g.368A>C lokus pada 664 ekor dari empat bangsa kambing di Tiongkok (An et al. 2011; Zhang et al. 2013). Tiga pasang primer dipilih untuk meng amplifikasi 5'-*untranslated region* (UTR) dan fragmen *exon* I dan gen MSTN yaitu P1 sense - 5'-CACAGATCCCGAC GACAC-3' dan P1 antisense - 5'-GGAAGAAGTAAGAACAAG -3'; P2 sense - 5'-CTTGTTCTT ACTTCTTCC-3' dan P2 antisense-5'-ATCCTCAAGACTAGAAGC C-3'; P3 sense-5'-GGCTTC TAGTCTTGAGTAC-3' dan P1 antisense-5'-CGACTCTGCTGAC TG CTGT-3' (Zhang et al. 2013).

Ahad et al. (2016) melakukan karakterisasi sekuens gen myostatin dari kambing Bakerwal untuk

melihat apakah ada mutasi yang terjadi pada gen tersebut. Ahad et al. (2016) menggunakan empat pasang primer untuk melihat mutasi tersebut (Tabel 1) dan setelah produk tersebut diperoleh, dilakukan *sequencing* dan mencocokkannya pada GenBank *caprine sequences* menggunakan BLAST *algorithm*.

Tabel 1. Sekuens dari primer *forward* (F) dan *reverse* (R) yang digunakan untuk mengamplifikasi dan *sequencing* gen myostatin

Ekson	*Primers* (5' to 3')
1	F-TGGCGTTACTCAAAAGCAAA
	R-AACAGCAGTCAGCAGAGTCG
2	F-TGGAGGCGTTCGTTCATT
	R-GATGGTAGCCCTGTACCCAA
	F:GCTGTTATGAATGAAATGCTAC
	R: TTTTATTGGGTACAGGGCTAC
3	F-TCTTTAATAATGACTCCCTGCG
	R-GAACACCCACAGCGATCTACT

Sumber: Ahad et al. (2016)

Pengujian menggunakan PCR-SSCP dan analisis sekuensing DNA untuk ada atau tidak ada mutasi akan menekan biaya dan waktu serta mempermudah identifikasi. Pengujian saat ini sangat menguntungkan para *breeder* dalam mengelola program pemuliaan ternak mereka.

GEN MYOSTATIN PADA TERNAK KAMBING DAN DOMBA

Sampai saat ini gen myostatin sudah diteliti pada beberapa bangsa kambing dan domba, karena salah satu tujuan produksi kambing adalah menghasilkan daging yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (An et al. 2011; Zhang et al. 2013).

Gen myostatin pada kambing telah disekuensing pada posisi Intron 1 (Nomor GenBank: AF393619), Ekson 2 (AB077206), Intron 2 (AY032689) dan Ekson 3 (AB078013) (Yu et al. 2016). Pada kambing Boer ditemukan enam polimorfis pada ekson 2 dan 3 yang mengatur proses hyperplasia.

Penelitian pada beberapa bangsa kambing di Indonesia telah dilaporkan untuk melihat variasi yang terjadi pada ekson 3 menggunakan teknik PCR dan *sequencing*. Terdapat variasi delesi dan variasi substitusi nukleotida yang menunjukkan adanya mutasi khusus pada ekson 3 pada beberapa bangsa kambing ini (Ginting 2016). Penelitian ini belum melihat sejauh mana variasi ini berhubungan dengan sifat fenotipik dari kambing-kambing ini terutama sifat pertumbuhannya.

Zhang et al. (2013) menemukan tiga genotipe pada lokus 1 dan 2 genotipe pada lokus 2 pada kambing Boer dan kambing putih Anhui. Tabel 2 memperlihatkan bahwa pada kambing Boer, frekuensi gen yang paling tinggi ada pada genotipe CC dan sangat signifikan berasosiasi dengan berat badan dan panjang badan sehingga dapat dipakai sebagai marka molekuler untuk seleksi pada kambing Boer.

Li et al. (2008) melaporkan bahwa gen myostatin ditemukan pada persilangan kambing Boer Afrika Selatan dengan kambing Spanyol ditujukan untuk memproduksi daging kambing dan diarahkan untuk pengembangan perbaikan kualitas karkas dan karakteristik daging.

Pada domba, gen myostatin ditemukan antara lain pada domba Texel New Zealand dan domba Romney New Zealand (Zhou et al. 2007). Penelitian identifikasi gen myostatin pada 294 ekor domba lokal yang berada di satu lokasi di Jonggol (Jawa Barat) dengan teknik PCR-SSCP menunjukkan gen myostatin bersifat monoformik (Sumantri et al. 2012). Primer yang digunakan untuk mengamplifikasi gen myostatin dalam penelitian ini mungkin belum mampu menunjukkan adanya polimorfik sehingga perlu dicari primer lain. Ketika sampel domba diambil dari beberapa tempat di Indonesia (delapan lokasi) dan menggunakan primer dengan produk PCR yang lebih panjang, diperoleh

Tabel 2. Asosiasi genotipe myostatin dengan sifat pertumbuhan pada kambing Boer

Lokus	Genotipe	Frekuensi gen	Berat badan (kg)	Tinggi badan (cm)	Panjang badan (cm)	Lingkar dada (cm)
P1	AA	24% (25)	42,25	71,78	79,72	88,41
	AB	32,7% (34)	41,36	71,36	79,44	89,15
	BB	43,3% (45)	43,81	70	80	87,5
	P		NS	NS	NS	NS
P3	CC	69,2% (72)	43,68	71,71	81,46	89,08
	CD	30,8% (32)	36,06	64,71	74,22	85,47
	P		**	*	**	*

*P<0,05; **P<0,01; NS: Non signifikan

Sumber: Zhang et al. (2013)

hasil yang menunjukkan adanya mutasi pada ekson 2 sehingga dapat disimpulkan adanya polimorfik pada gen myostatin yang ada pada domba lokal Indonesia (Mujiarti 2008).

APLIKASI PEMANFAATAN GEN MYOSTATIN PADA PROGRAM PEMULIAAN TERNAK KAMBING

Pola kerja *double muscling* telah dipelajari secara mendasar pada ternak kambing dan gen myostatin telah di sekuensing pada beberapa bangsa kambing. Jika penentuan gen ini sudah dapat dilakukan maka pada program pemuliaan kambing yang ditujukan untuk menghasilkan produksi daging berkualitas tinggi, ekspresi gen myostatin dapat dipakai sebagai model seleksi yang murah dan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat terutama untuk memilih bibit ternak calon pejantan yang berkualitas. Sifat hipertropi yang diturunkan melalui pejantan akan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan fenotipe kambing penghasil daging yang lebih produktif dan efisien.

Proses seleksi dilakukan dengan mengambil darah dari setiap ternak kambing yang dimiliki kemudian dilakukan analisis molekuler di laboratorium untuk memperoleh informasi dan mengelompokkan ternak sesuai dengan ekspresi gen myostatin masing-masing ternak ke dalam tiga kelompok yaitu:

1. Kelompok ternak yang gen myostatinnya (GDF8) terdiri dari dua *copy* yaitu ternak yang mempunyai potensi *double muscling* yang tinggi.
2. Kelompok ternak yang gen myostatinnya (GDF8) terdiri dari satu *copy* yaitu ternak yang mempunyai potensi *double muscling* sedang.
3. Kelompok ternak yang gen myostatinnya (GDF8) tidak ada *copy*, yaitu ternak yang mempunyai potensi *double muscling* tidak ada (normal atau biasa).

Ternak yang mempunyai minimal satu *copy* gen myostatin dipakai sebagai ternak pada program pemuliaan yang ditujukan untuk menghasilkan daging kambing yang berkualitas tinggi, sedangkan yang tidak ada *copy* gennya dikeluarkan (*culling*) dari program pemuliaan. Khusus untuk calon pejantan diambil dari ternak kambing yang mempunyai dua copy gen myostatin.

Kemungkinan tanda-tanda fenotipe otot ganda dapat diseleksi pada kambing Boer, Kacang dan Ettawah yang turunannya disebut kambing Boerka dan Boerawa. Peluang pertumbuhan ototnya dapat diteliti lebih lanjut baik dari aspek fenotipe maupun aspek genetis atau molekuler.

KESIMPULAN

Gen myostatin telah diidentifikasi pada berbagai ternak dan memegang peranan penting dalam mengatur pertumbuhan otot dan kualitas daging. Sampai sekarang enam mutasi yang sudah diidentifikasi pada MSTN yang dapat memberikan peningkatan hipertropi otot karena mampu menonaktifkan fungsi gen tersebut. Ekspresi gen myostatin dapat dipakai sebagai model seleksi yang murah dan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat terutama untuk memilih bibit ternak calon pejantan yang berkualitas. Sifat hipertropi yang diturunkan melalui pejantan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan fenotipe kambing penghasil daging yang lebih produktif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Ahad WA, Beigh SA, Mehraj M, Hussain M, Bhat HF, Shah RA, Mudasir AS. 2016. Sequence characterization of coding regions of the myostatin gene (GDF8) from Bakerwal goats (Capra hircus) and comparison with the sheep (Ovis aries) sequence. Open J Anim Sci. 6:157-162.

Amills M. 2014. The application of genomic technologies to investigate the inheritance of economically important traits in goats (review). Adv Biol. 2014:1-13.

An XP, Wang JG, Hou JX, Zhao HB, Bai L, Li G, Wang LX, Liu XQ, Xiao WP, Song YX, Cao BY. 2011. Polymorphism identification in the goat MSTN gene and association analysis with growth traits. Czech J Anim Sci. 56:529-535.

Bellinge RHS, Liberles DA, Iaschi SPA, O'Brien PA, Tay GK. 2005. Myostatin and its implications on animal breeding: A review. Anim Genet. 36:1-6.

Chen HQ, Qin V, Zhu YJ, Pan ZT, Xie YN, Jiao MH, Chen GW, Chen H, Chu MX. 2012. The polymorphisms of goat THRSP gene associated with ecological factors in Chinese indigenous goat breeds with different lipogenesis ability. Asian J Anim Vet Adv. 7:802-811.

Chen TT. 2008. Polymorphisms of MSTN, IGFBF-3 gene and the related research with growth performance of Tianfu goat [Thesis]. [Yaan (China)]: Sichuan Agricultural University.

Cronje PB, Boomker EA, Henning PH, Schultheiss W, van de Walt JG. 2000. Ruminant physiology: Digestion, metabolism, growth, and reproduction. Oxon (UK): CABI Publishing.

Dehnavi E, Ahani Azari M, Hasani S, Nassiry MR, Mohajer M, Khan Ahmadi A, Shahmohamadi L, Yousefi S. 2012. Polymorphism of myostatin gene in intron 1 and 2 and exon 3, and their associations with yearling weight, using PCR-RFLP and PCR-SSCP techniques in Zel sheep. Biotechnol Res Int. 2012:472307.

Esmailizadeh AK, Bottema CDK, Sellick GS, Verbyla AP, Morris CA, Cullen NG, Pitchford WS. 2008. Effects of the myostatin F94L substitution on beef traits. J Anim Sci. 86:1038-1046.

Fang X, Xu H, Zhang C, Chen H, Hu X, Gao X, Gu C, Yue W. 2009. Polymorphism in BMP4 gene and its association with growth traits in goats. Mol Biol Rep. 36:1339-1344.

Federica S, Francesco N, Giovanna DM, Carmela SM, Gennaro C, Carmela T, Bianca M. 2009. Identification of novel single nucleotide polymorphisms in promoter III of the acetyl-CoA carboxylase-α gene in goats affecting milk production traits. J Hered. 100:386-389.

Fiems LO. 2012. Double muscling in cattle: Genes, husbandry, carcasses and meat. Animals. 2:472-506.

Gan SQ, Du Z, Liu SR, Yang YL, Shen M, Wang XH, Yin JL, Hu XX, Fei J, Fan JJ, et al. 2008. Assosiation of SNP haplotypes at the myostatin gene with muscular hypertrophy in Sheep. Asian-Aust J Anim Sci. 21:928-935.

Ginting N. 2016. How self-efficacy enhance heritage tourism in Medan Historical Corridor, Indonesia. Proc Soc Behav Sci. 234:193-200.

Grobet L, Martin LJ, Poncelet D, Pirottin D, Brouwers B, Riquet J, Schoeberlein A, Dunner S, Ménissier F, Massabanda J, Fries R, Hanset R, Georges M. 1997. A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscled phenotype in cattle. Nat Genet. 17:71-4.

Guo T, Jou W, Chanturiya T, Portas J, Gavrilova O, McPherron AC. 2009. Myostatin inhibition in muscle, but not adipose tissue, decreases fat mass and improves insulin sensitivity. PLoS One. 4:e4937.

Karim L, Coppieters W, Grobet L, Georges M, Valentini A. 2000. Convenient genotyping of six myostatin mutations causing double-muscling in cattle using a multiplex oligonucleotide ligation assay. Anim Genet. 31:396-399.

Lan XY, Pan CY, Chen H, Zhang CL, Li JY, Zhao M, Lei CZ, Zhang AL, Zhang L. 2007. An AluI PCR-RFLP detecting a silent allele at the goat POU1F1 locus and its association with production traits. Small Rumin Res. 73:8-12.

Li X, Liu Z, Zhou R, Zheng G, Gong Y, Li L. 2008. Deletion of TTTTA in 5′UTR of goat MSTN gene and its distribution in different population groups and genetic effect on bodyweight at different ages. Front Agric China. 2:103-109.

Ma H, Zhang J, Levitan IB. 2011. Slob, a Slowpoke channel-binding protein, modulates synaptic transmission. J Gen Physiol. 137:225-238.

Mujiarti R. 2008. Identifikasi keragaman gen myostatin pada domba lokal Indonesia [Thesis]. [Bogor (Indoesia)]: Institut Pertanian Bogor.

Othman OE, Balabel EA, Mahfouz ER. 2016. Genetic characterization of myostatin and callipyge genes in Egyptian small ruminant breeds. Biotechnology. 15:44-51.

Raes K, de Smett S, Demeyer D. 2001. Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids. Anim Sci. 73:253-260.

Sadkowski T, Jank M, Zwierzchowski L, Siadkowska E, Oprzadek J, Motyl T. 2008. Gene expression profiling in skeletal muscle of Holstein-Friesian bulls with single-nucleotide polymorphism in the myostatin gene 5'-flanking region. J Appl Genet. 49:237-250.

Sumantri C, Diyono R, Farajallah A, Anggraeni A, Andreas E. 2012. Application of growth hormone genes family (GH, GHR, GHRH, & PIT-1) for detecting genetic variation of buffaloes in Pandeglang and Lebak districts in Banten, JITV. 15:154-155.

Supakorn C. 2009. The important candidate genes in goats - A review. J Sci Tech. 6:17-36.

The Cattle Site. 2014. Cattle breeds - Belgian Blue. 5m Publishing [Internet]. [cited 24 August 2017]. Available from: www.thecattlesite.com/breeds/beef/8/belgian-blue

Yu B, Lu R, Yuan Y, Zhang T, Song S, Qi Z, Shao B, Zhu M, Mi F, Cheng Y. 2016. Efficient TALEN-mediated myostatin gene editing in goats. BMC Dev Biol. 16:26.

Zhang C, Liu Y, Xu D, Wen Q, Li X, Zhang W, Yang L. 2012. Polymorphisms of myostatin gene (MSTN) in four goat breeds and their effects on Boer goat growth performance. Mol Biol Rep. 39:3081-3087.

Zhang ZJ, Ling YH, Wang LJ, Hang YF, Guo XF, Zhang YH, Ding JP, Zhang XR. 2013. Polymorphisms of the myostatin gene (MSTN) and its relationship with growth traits in goat breeds. Genet Mol Res. 12:965-971.

Zhou H, Hickford JGH, Fang Q, Lin YS. 2007. Allelic variation of the bovine Toll-like receptor 4 gene. Dev Comp Immunol. 31:105-108.

WARTAZOA Vol. 27 No. 2 Th. 2017 Hlm. 095-103 DOI: http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v27i2.1595

Karakteristik dan Pengembangan Dadih dari Susu Sapi sebagai Alternatif Dadih Susu Kerbau

(Characteristic and Development of Cow's Milk *Dadih* as an Alternate of Buffalo's Milk *Dadih*)

Chandra Utami Wirawati[1,2], MB Sudarwanto[3], DW Lukman[3] dan I Wientarsih[4]

[1]*Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
[2]*Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung*
Jl. Soekarno-Hatta No. 10, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung
[3]*Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor*
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
[4]*Departemen Klinik Reproduksi Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor*
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16610
cutami@polinela.ac.id

(Diterima 28 Februari 2017 – Direvisi 8 Mei 2017 – Disetujui 29 Mei 2017)

ABSTRACT

Dadih is a product of fermented buffalo milk in a bamboo tube from West Sumatera. The decline of buffalo population in West Sumatera caused *dadih* scarcity. The demand of dadih is high because it is an integral part of the Minangkabau's diet and culture. Cow milk can be used as a substitute of buffalo milk for producing *dadih*, although the product has slightly different characteristics, especially lower total solids. Producing cows milk dadih similar to buffalo milk dadih, fresh cow milk should be concentrated and added with skim milk. Single or combination of lactic acid bacteria from the genus *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium* from dadih of buffalo milk or commercial culture can be used as a starter. Based on investment analysis, the prospect of developing cows milk dadih is feasible.

Key words: *Dadih*, buffalo milk, cow milk

ABSTRAK

Dadih merupakan produk susu fermentasi susu kerbau di dalam tabung bambu asal Sumatera Barat. Menurunnya populasi kerbau di Sumatera Barat mengakibatkan kelangkaan dadih. Kebutuhan akan dadih tinggi karena dadih merupakan bagian integral dari menu dan kebudayaan masyarakat Minangkabau. Susu sapi dapat digunakan sebagai pengganti susu kerbau dalam pembuatan dadih, walaupun karakteristiknya sedikit berbeda, terutama total padatan lebih rendah pada susu sapi. Pembuatan dadih susu sapi agar sama dengan dadih susu kerbau, maka susu sapi segar harus dipekatkan dan ditambah dengan susu skim. Penggunaan kultur tunggal maupun kombinasi bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus, Lactococcus, Streptococcus* dan *Bifidobacterium* yang bersumber dari dadih susu kerbau maupun kultur komersial dapat digunakan sebagai *starter* dadih susu sapi. Berdasarkan analisis usaha, prospek pengembangan dadih susu sapi layak untuk dijalankan.

Kata kunci: Dadih, susu kerbau, susu sapi

PENDAHULUAN

Dadih merupakan produk fermentasi susu kerbau di dalam tabung bambu dari Sumatera Barat. Proses fermentasi dilakukan oleh bakteri asam laktat yang secara alami ada di dalam susu kerbau (Rizqiati et al. 2015) dan lingkungan. Keberadaan bakteri asam laktat (BAL) pada dadih selama ini dipercaya memberikan manfaat yang sangat baik untuk kesehatan manusia, selain bersifat sebagai probiotik juga karena BAL memproduksi berbagai komponen bioaktif dengan efek fisiologis yang berbeda (Akuzawa & Surono 2002; Surono 2003). Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendukung potensi BAL asal dadih sebagai probiotik (Elida 2002; Surono 2003), sebagai agen antimutagenik pemicu kanker dan penurun kolesterol pada tikus percobaan (Pato 2003; Pato et al. 2004), meningkatkan respon sistem imun tubuh dan meningkatkan berat badan anak pra-sekolah (Surono et al. 2011; 2014; Surono 2013), serta penghasil komponen bioaktif peptida (Soenarno et al. 2013).

Hingga saat ini, pengolahan dadih masih dilakukan pada skala rumah tangga dengan penyebaran yang sangat terbatas di Provinsi Sumatera Barat dan

Tabel 1. Komposisi susu kerbau rawa dan kerbau sungai dibandingkan dengan susu sapi

Parameter	Kerbau			Sapi[c]
	Kerbau rawa[a]	Kerbau lumpur[a]	Kerbau rawa[b]	
Produksi susu (l/hari)	1-5	6-8	4,3-4,5	5,80[d]
Kadar protein (%)	5,14	4,68	4,20	3,40
Kadar lemak (%)	7,23	4,13	8,10	4,00
BKTL (%)	10,61	11,50	17,70	4,40
Kadar air (%)	81,87	80,33	-	87,20
Berat jenis (kg/m^3)	1,030	1,036	-	1,030
Total plate count (cfu/ml)	$3,79\times10^6$	$5,08\times10^5$	-	$7,40\times10^5$[d]

BKTL: Bahan kering tanpa lemak

Sumber: [a]Damayanthi et al. (2014); [b]Yilmaz et al. (2012); [c]Pandey & Voskuil (2011); [d]Cahyono et al. (2012)

Riau, sehingga dadih semakin sulit dijumpai di daerah-daerah tersebut. Kendala utama bagi berkembangnya dadih susu kerbau adalah menurunnya produksi susu kerbau sebagai bahan baku pembuatan dadih, seiring berkurangnya populasi kerbau di Sumatera Barat. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat mencatat pada tahun 2000 populasi kerbau di Sumatera Barat mencapai 230.818 ekor, sementara tahun 2015 populasi kerbau hanya 121.939 ekor (BPS Provinsi Sumatera Barat 2016). Demikian juga yang dikemukakan oleh Sirait et al. (1994) bahwa kapasitas produksi susu kerbau masih sedikit dengan harga yang mahal (Sirait et al. 1994) menjadi kendala bagi pengembangan dadih sebagai produk fermentasi asli Indonesia dibandingkan dengan produk sejenis (yoghurt) dari susu sapi. Proses pengolahan skala rumah tangga, kualitas produk yang tidak konsisten dan kurangnya sanitasi serta higienis selama proses mengakibatkan produk ini semakin sulit dijumpai di daerah asalnya. Akibat berkurangnya produksi susu kerbau maka dibutuhkan alternatif pengganti agar dadih yang merupakan produk khas daerah Sumatera Barat tetap terjaga eksistensinya. Alternatif pengganti bahan baku dadih susu kerbau adalah susu sapi, karena produksi susu sapi di Sumatera Barat lebih tinggi dibandingkan dengan susu kerbau, seperti yang tercatat di dalam sistem database Provinsi Sumatera Barat masing-masing sebesar 1.363.086 dan 1.231.586 liter pada tahun 2016 (SDP2D Provinsi Sumatera Barat 2016).

Akan tetapi, karena perbedaan komposisi dan kandungan nutrisi antara susu kerbau dan susu sapi, maka dalam pengolahan dadih susu sapi diperlukan penyesuaian sehingga karakteristik dadih yang dihasilkan tidak jauh berbeda dari dadih susu kerbau (Tabel 1 dan 2). Dadih susu kerbau memiliki konsistensi seperti yoghurt, yaitu kental, bertekstur lembut, warna agak krem keputihan dan rasa asam dengan *flavour* yang menyenangkan. Permukaannya halus dan mengkilap, jika dipotong hasil potongan bersih tidak ada patahan atau gelembung udara (Surono 2015). Sifat dan karakteristik ini menjadi pertimbangan utama pengembangan dadih susu sapi. Makalah ini mengulas peluang penggunaan susu sapi sebagai pengganti susu kerbau dalam pengolahan dadih serta prospek pengembangan usaha dadih susu sapi.

Tabel 2. Karakteristik fisik susu kerbau dan susu sapi

Karakteristik	Susu kerbau	Susu sapi
Viskositas (cP)	2,04	1,86
Indeks refraksi	1,34	1,33
Tegangan permukaan (dy/cm)	55,40	55,90
pH	6,70	6,60
Freezing point depression	0,56	0,57
Ukuran globula lemak (µm)	5,01	3,85
Jumlah globula lemak (juta/mm^3)	3,20	2,96
Aktivitas enzim fosfatase (U/100)	28,00	82,00
Flouresen di bawah sinar UV	Kuning kehijauan	Pucat kebiruan

Sumber: NRC (1981)

KARAKTERISTIK SUSU KERBAU DAN SUSU SAPI

Kerbau yang dipelihara oleh masyarakat Indonesia adalah kerbau rawa/lumpur (*swamp buffalo*) yang bukan tipe perah, tetapi di beberapa daerah peternak melakukan pemerahan dengan produksi susu bervariasi antara 0,9-2,5 l/ekor/hari (Matondang & Talib 2015). Penelitian lain menunjukkan produksi susu kerbau rawa/lumpur berkisar antara 1,5-2,5 l/ekor/hari dengan masa laktasi sekitar tujuh bulan (Zulbardi 2002).

Medhammar et al. (2012) mengatakan bahwa kadar laktosa susu kerbau antara 3,2-4,9 g/100 g susu. Kadar laktosa susu kerbau mengalami peningkatan antara bulan kedua dan ketiga laktasi, serta pada bulan

keenam laktasi nilainya menjadi tetap dan menurun. Laktasi memberikan efek yang sangat signifikan terhadap kadar laktosa. Kandungan laktosa berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Kandungan lemak susu kerbau juga lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi. Hal ini berpengaruh terhadap konsistensi dadih yang dihasilkan.

Kadar asam amino pada susu kerbau berbeda dengan susu sapi (Tabel 3) (Damayanthi et al. 2014). Beberapa jenis asam amino susu kerbau kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi demikian juga sebaliknya, menunjukkan masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Kadar asam amino berbanding lurus dengan kadar protein dalam susu, semakin tinggi kadar protein, maka semakin tinggi kandungan asam amino dalam susu.

Asam amino non-esensial adalah asam amino yang bisa diproduksi sendiri oleh tubuh sehingga memiliki prioritas konsumsi yang lebih rendah dibandingkan dengan asam amino esensial. Beberapa asam amino non-esensial pada susu kerbau adalah asam aspartat, glutamat, serin, glisin, arginin, alanin dan tirosin.

Karakteristik dadih susu kerbau dan susu sapi

Dadih adalah produk susu kerbau yang difermentasikan secara alami dalam wadah bambu pada suhu kamar selama 24-48 jam (Sunaryanto & Marwoto 2012). Dibandingkan dengan dadih susu sapi dan susu kambing, dadih susu kerbau memiliki kandungan protein dan lemak yang tinggi (Sunarlim 2009). Disamping itu, tekstur dadih susu kerbau memiliki keunggulan lebih kompak dan padat serta tekstur halus dibandingkan dengan dadih susu sapi dan susu kambing (Sunaryanto & Marwoto 2012). Walaupun demikian, dadih juga dapat dibuat menggunakan susu sapi dengan penambahan kultur *starter*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan karakteristik dadih susu sapi menyerupai dadih susu kerbau. Variasi karakteristik dadih selain disebabkan oleh bahan baku juga disebabkan oleh kultur *starter* yang digunakan. Variasi komposisi kimia dadih susu kerbau dan dadih susu sapi tersaji pada Tabel 4.

Tabel 3. Kandungan asam amino susu kerbau dan susu sapi

Parameter asam amino (%)	Kerbau rawa[a]	Kerbau sungai[a]	Sapi dataran tinggi[b]	Sapi dataran rendah[b]
Asam aspartat	0,15	0,17	0,18	0,18
Asam glutamat	0,23	0,44	0,56	0,50
Serin	0,12	0,11	0,12	0,13
Histidin	0,14	0,05	0,06	0,06
Glisin	0,04	0,04	0,04	0,05
Treonin	0,17	0,11	0,10	0,11
Arginin	0,06	0,04	0,08	0,09
Alanin	0,07	0,07	0,08	0,08
Tirosin	0,38	0,07	0,09	0,05
Metionin	0,60	0,05	0,02	0,01
Valin	0,15	0,14	0,14	0,15
Fenilalanin	0,17	0,11	0,11	0,12
I-leusin	0,18	0,13	0,12	0,13
Leusin	0,19	0,21	0,24	0,26
Lisin	0,21	0,17	0,19	0,20

Sumber: [a]Damayanthi et al. (2014); [b]Yunita et al. (1998)

Tabel 4. Komposisi kimia dan nilai gizi dadih susu kerbau dan dadih susu sapi

Kandungan gizi	Dadih susu kerbau (%)				Dadih susu sapi (%)		
	Agam[a]	Solok[a]	Sijunjung[b]	c	d	e	f
Kultur *starter*	Spontan	Spontan	Spontan	*L. casei*	Kultur campuran	Kultur campuran	*Lc.* mutan
Kadar air (%)	82,40	81,78	75,45	64,50	83,15	72,69	74,47
Kadar lemak (%)	8,17	7,98	6,50	-	10,96	7,95	6,39
Kadar protein (%)	7,06	6,91	5,01	-	3,35	4,13	5,62
Kadar abu (%)	0,91	0,92	0,68	-	0,90	0,51	-
Bahan kering (%)	-	-	-	-		19,58	-
Viskositas (cp)	-	-	-	2866,70	-	-	10,50
Total asam tertitrasi (%)	2,28	1,32	1,17	0,22	2,62	0,61	0,93
pH	4,80	4,76	4,47	3,91	3,69	4,37	4,80
Sifat organoleptik (warna, tekstur dan aroma)	-	-	-	Putih, kompak, padat dan disukai	Disukai	-	-

Sumber: [a]Sirait et al. (1994); [b]Setiyanto et al. (2009); [c]Usmiati & Setiyanto (2010); [d]Taufik (2004; 2005); [e]Afriani (2012); [f]Zahriana (2015)

Pada Tabel 4 hampir seluruh komponen kandungan gizi dadih susu kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan dadih susu sapi kecuali kadar air dan lemak. Kadar air dadih keduanya hampir sama yaitu 75,26-76,74%, sementara kadar lemak dadih susu sapi lebih tinggi dibandingkan dengan dadih susu kerbau. Hal ini disebabkan penyesuaian kandungan lemak susu sapi sebelum diproses menjadi dadih. Perlakuan *toning* hingga 50% dari volume awal dan penambahan krim/skim untuk meningkatkan bahan kering tanpa lemak (BKTL) susu sapi menyebabkan kadar lemak dadih lebih tinggi. Kadar protein dadih susu kerbau tetap lebih tinggi daripada dadih susu sapi. Hal ini disebabkan secara alami kandungan protein susu kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi (Han et al. 2012).

Bakteri asam laktat yang berperan di dalam proses fermentasi dadih susu kerbau dan susu sapi

Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme utama yang berperan pada fermentasi susu dan secara alami susu merupakan habitat yang cocok untuk pertumbuhannya (Wouters et al. 2002). Keberadaan BAL pada susu fermentasi dapat terjadi secara spontan maupun sebagai kultur *starter* yang ditambahkan. Pada kondisi fermentasi spontan tanpa penambahan kultur *starter* atau perlakuan sterilisasi pada bahan baku, pertumbuhan BAL tidak dapat dikontrol atau di prediksi dengan tepat, akan tetapi telah dipraktikkan produk susu fermentasi tradisional selama bertahun-tahun (Widyastuti et al. 2014). Jenis BAL pada setiap dadih susu hasil isolasi dari berbagai lokasi di Sumatera Barat dapat berbeda-beda (Tabel 5).

Genus-genus dominan yang teridentifikasi terutama dari genus *Lactobacillus, Leuconostoc, Lactococcus, Streptococcus* dan *Enterococcus*, sementara spesies yang teridentifikasi sangat beragam tergantung asal sampel dadih yang dianalisis. Karakteristik produk susu fermentasi yang dibuat melalui proses fermentasi spontan sangat tergantung pada kondisi lokasi/daerah dimana produk itu dibuat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan mikroflora alami yang tumbuh pada kondisi yang berbeda. Bakteri asam laktat yang biasa digunakan pada industri fermentasi susu secara umum dikelompokkan menjadi dua berdasarkan suhu optimum pertumbuhannya yaitu: BAL mesofilik dengan suhu optimum pertumbuhan 20-30°C dan BAL termofilik dengan suhu optimum pertumbuhan 30-45°C. Hal ini menyebabkan mikroflora produk susu fermentasi tradisional yang berasal dari daerah tropis dan subtropis sebagian besar didominasi oleh BAL termofilik, yaitu genus *Lactobacillus* dan *Streptococcus*, sementara pada daerah beriklim empat musim mikroflora susu fermentasi tradisional lebih didominasi oleh BAL mesofilik, yaitu genus *Lactococcus* dan *Leuconostoc* (Wouters et al. 2002; Savadogo et al. 2004).

Tabel 5. Bakteri asam laktat hasil isolasi dadih susu kerbau

Asal dadih	Jenis bakteri asam laktat	Referensi
-	*Leuconostoc paramesenteroides*	Hosono et al. (1989)
-	*Streptococcus faecalis, Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris, Lactobacillus casei* subsp *rhamnosus* dan *L. casei* subsp *casei*	Hasanuddin (1991)
Bukit Tinggi dan Padang Panjang	*Lactobacillus* sp, *Lactococcus* sp, dan *Leuconostoc* sp	Surono & Nurani (2001)
Bukit Tinggi	*Lactococcus lactis* subsp *lactis, Lactobacillus brevis, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus paracasei* dan *Leuconostoc mesenteroides*	Surono (2003)
-	*L. casei* subsp *casei, L. paramenteroides* dan *L. lactis*	Akuzawa & Surono (2002)
Limapuluh Kota, Agam, Tanah Datar, Solok	*L. brevis, Lactobacillus viridescens, Lactobacillus buchneri, L. plantarum, L. mesenteroides, L. paramesenteroides, S. lactis* subsp *diacetylactis, Streptococcus faecium, Streptococcus rafinolactis, Lactococcus piscium*	Elida (2002)
Payakumbuh	*L. plantarum*	Sunaryanto & Marwoto (2012)
Sijunjung	*L. plantarum*	Syukur et al. (2014)
Padang dan Solok	*L. fermentum, Pediococcus pentosaceus* dan *Pediococcus acidilactici*	Mustopa & Fatimah (2014)
Solok	*L. plantarum*	Purwati et al. (2014)
-	*L. fermentum, Lactobacillus. rhamnosus, L. casei* dan *Enterococcus faecium*	Nuraida (2015)
Payakumbuh	*Lactobacillus* sp	Harlina et al. (2016)

-: Tidak ada informasi asal daerah

Komposisi BAL yang teridentifikasi pada Tabel 5 tidak menunjukkan perbedaan yang jelas berdasarkan suhu optimum pertumbuhannya. Beberapa BAL mesofilik ternyata juga berhasil diidentifikasi dari dadih asal Sumatera Barat. Diduga perbedaan topografi wilayah Sumatera Barat yang terdiri dari gunung dan lembah mempengaruhi suhu optimum pertumbuhan BAL dadih. Jika dicermati lebih lanjut BAL dari genus *Leuconostoc* yang termasuk ke dalam gololongan BAL mesofilik hanya berhasil diisolasi dari daerah-daerah dengan topografi lebih dari 650-1000 m dpl dengan suhu berkisar antara 16-26°C, yaitu Bukittinggi, Agam, Tanah Datar dan Padang Panjang (Provinsi Sumatera Barat 2009).

Berdasarkan asal usul proses pengolahannya secara turun temurun dadih susu kerbau difermentasi secara spontan tanpa penambahan kultur *starter*, berbeda dengan dadih susu sapi yang difermentasi secara terkontrol dengan penambahan kultur *starter*, sehingga keragaman bakteri asam laktat tergantung dari kultur *starter* yang digunakan. Beberapa penelitian dadih susu sapi yang telah dilakukan menggunakan *starter* bakteri probiotik dari genus *Lactobacillus, Lactococcus, Streptococcus* dan *Bifidobacterium* yang bersumber dari dadih susu kerbau maupun kultur komersial disajikan pada Tabel 6. Penggunaan bakteri probiotik dalam pembuatan dadih bertujuan untuk meningkatkan karakteristik kimia dadih dan menjadikan dadih sebagai bahan pangan fungsional yang berguna bagi kesehatan tubuh manusia (Usmiati & Risfaheri 2012).

Tabel 6. Penggunaan kultur bakteri asam laktat pada dadih susu sapi

Jenis bakteri asam laktat	Referensi
L. plantarum, L. acidophilus dan *B. bifidum*	Taufik (2004; 2005)
L. acidophillus, L. casei dan *B. longum*	Usmiati et al. (2011)
L. fermentum, L. brevis dan *L. acidophillus*	Afriani (2012)
L. lactis mutan	Melia & Juliyarsi (2011)
Kultur kering *S. thermophillus* dan *L. casei*	Usmiati & Setiyanto (2010)
L. casei yang dienkapsulasi	Setiyanto et al. (2010)

PERKEMBANGAN DADIH DARI SUSU SAPI

Anggapan masyarakat bahwa dadih harus berasal dari susu kerbau yang difermentasi di dalam tabung bambu menyebabkan produk ini sulit berkembang di Indonesia. Padahal telah banyak data hasil penelitian baik oleh peneliti dalam negeri maupun luar negeri yang mempelajari keunggulan dan manfaat produk susu fermentasi asli Indonesia ini. Sehingga prospek pengembangan dadih yang bukan berasal dari susu kerbau terbuka sangat luas, asalkan tidak terjebak di dalam *image* bahwa dadih harus berasal dari susu kerbau yang difermentasi di dalam tabung bambu. Sisriyeni & Zuriyati (2004) melaporkan dadih susu kerbau bisa dibuat di dalam wadah plastik dengan penambahan *starter* dari luar. Kualitas dadih yang dihasilkan tidak berbeda, hanya aromanya lebih disukai yang difermentasi di dalam tabung bambu.

Penelitian dadih dari susu sapi

Dadih susu sapi berhasil dibuat menggunakan 3% kombinasi *starter* probiotik *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus acidophillus* dan *Bifidobacterium bifidum* masing-masing dalam jumlah yang sama (Taufik 2004). Usmiati et al. (2011) membuat dadih susu sapi yang difermentasi menggunakan kultur bakteri probiotik, yaitu *L. acidophillus, Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium longum*. Bakteri asam laktat probiotik yang digunakan sebagai *starter* dalam penelitian ini memiliki ketahanan terhadap pH rendah dan garam empedu yang relatif konstan setelah penyimpanan selama 21 hari pada suhu dingin. Penggunaan kultur campuran *Lactobacillus fermentum, Lactobacillus brevis* dan *L. acidophillus* pada dadih susu sapi juga telah dilakukan oleh Afriani (2012), dadih yang dihasilkan memiliki kemampuan antimikroba terhadap *Escherischia coli, Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi.* Demikian juga pada dadih susu sapi yang difermentasi menggunakan *starter Lactococcus lactis* mutan (Melia & Juliyarsi 2011). Dadih yang dibuat menggunakan kultur kering kombinasi *Streptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus casei* dengan perbandingan 1:2 telah dilakukan oleh Usmiati & Setiyanto (2010), sedangkan Setiyanto et al. (2009) menggunakan kultur kering *L. casei* yang dienkapsulasi. Dadih susu yang dihasilkan menggunakan kultur enkapsulasi memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan tanpa enkapsulasi, yaitu masing-masing sebesar 2.417 dan 240 cp. Viskositas semakin tinggi (2.563 cp) jika kultur enkapsulasi dibuat menjadi *starter* cair terlebih dahulu sebelum diaplikasikan ke dalam susu.

Penelitian dengan topik penggunaan bahan tambahan dan pengemas untuk memperbaiki kualitas dadih susu sapi juga telah banyak dilakukan, diantaranya penambahan susu skim untuk memperbaiki tekstur, kadar protein, penurunan sineresis dan peningkatan total bakteri asam laktat dadih susu sapi (Anugrah 2006; Zahriana 2015). Penggunaan bahan pengental pektin (Yodhabrata 2010), penggunaan enzim renin (Lestari 2010), serta penggunaan bahan pengemas berupa *cup* plastik yang lebih ekonomis, *flexypack/standing pouch* dan kemasan gerabah tanah liat mampu mempertahankan kualitas jumlah bakteri

asam laktat >10^8 cfu/ml dan sifat fisikokimia dadih (Miskiyah & Broto 2011; Miskiyah & Usmiati 2011).

Berbeda dengan proses pengolahan dadih susu kerbau, beberapa penyesuaian harus dilakukan pada susu sapi sebelum difermentasi. Penambahan susu skim dengan konsentrasi 6% (Zahriana 2015) dan 9% (Anugrah 2006), masing-masing mampu menghasilkan dadih susu sapi dengan karakteristik yang baik. Taufik (2004; 2005) melakukan penguapan susu sapi sebelum difermentasi hingga setengah volume awal menggunakan *vacuum evaporator* pada suhu 80-85°C, kemudian dilakukan penambahan krim susu untuk mencapai kadar lemak susu sebesar 8%. Sementara Usmiati et al. (2011) melakukan penguapan (*toning*) pada susu segar dengan suhu 60-73°C hingga 50% dari volume awal, penambahan 1% CMC dan 3% susu skim untuk mencapai total padatan susu yang menyerupai susu kerbau, sehingga penampilan dan karakteristik dadih yang dihasilkan juga menyerupai dadih dari susu kerbau (Miskiyah & Usmiati 2011).

PROSPEK DADIH SUSU SAPI

Potensi dadih susu sebagai pangan fungsional

Pangan fungsional menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan adalah pangan yang secara alamiah maupun telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan. Selama ini, dadih susu kerbau dipercaya memiliki efek yang menguntungkan bagi kesehatan. Klaim sebagai agen pencegah penyakit (*prophylactic*) dan terapi (*theurapeutic*) yang ditunjukkan pada BAL yang diisolasi dari dadih telah banyak dilaporkan (Akuzawa & Surono 2002). Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Surono 2003), menunjukkan bahwa 10 isolat BAL dari dadih memiliki kemampuan bertahan terhadap asam dan garam empedu secara *in vitro* yang mengindikasikan bahwa isolat tersebut mampu mencapai usus dalam keadaan hidup sebagai probiotik.

Kemampuan menurunkan kolesterol pada tikus percobaan ditunjukkan oleh *L. lactis* subsp *lactis* IS-10285 yang merupakan salah satu isolat BAL dadih (Pato et al. 2004). Kemampuan antimikroba dadih terhadap bakteri patogen, yaitu *Streptococcus aureus, E. coli*, *Streptococcus Typhi* dan *Entrococcus faecalis* telah dilaporkan oleh Elida (2002); Sunaryanto & Marwoto (2012), sementara Chalid & Hartiningsih (2013) melaporkan sifat antibakteri terhadap *S. aureus* dan sebagai antioksidan dengan nilai IC50 sebesar 44,68 ppm. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Soenarno et al. (2013) menunjukkan bahwa dadih dan dangke juga menghasilkan komponen bioaktif peptida terutama dari golongan glikoprotein.

Sifat yang sama diduga juga ada pada dadih yang berasal dari susu sapi, walaupun penelitian yang berkaitan dengan sifat-sifat tersebut belum seluruhnya dieksplorasi. Penelitian yang dilakukan oleh Taufik (2004); Afriani (2012); dan Melia & Juliyarsi (2011) menunjukkan bahwa dadih susu sapi memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen *S. aureus, E. coli* dan *S. typhi.*

Peluang usaha dadih susu sapi dan pengembangannya

Penggunaan susu sapi pada pengolahan dadih menjadi alternatif untuk mengatasi kendala kurangnya bahan baku susu kerbau. Hal ini didasari oleh beberapa penelitian tentang kemungkinan penggunaan susu sapi pada produk olahan susu kerbau. Wahniyathi (2013) menyatakan bahwa dali dan dangke dari susu sapi, yaitu sejenis keju lunak dari Sumatera Utara dan Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan yang dihasilkan dari penggumpalan susu menggunakan enzim dari ekstrak buah nanas dan pepaya, memiliki tekstur, warna dan nilai gizi yang sama dengan dali susu kerbau. Akan tetapi rendemen dali dari susu kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan dali dari susu sapi, karena kandungan protein dan bahan kering tanpa lemak susu kerbau yang lebih tinggi daripada susu sapi. Mijan et al. (2010) menyatakan bahwa keju mozarela susu sapi memiliki sifat sensori yang serupa dengan keju mozarela susu kerbau, walaupun keju mozarela susu kerbau memiliki kadar protein, mineral dan total padatan yang lebih tinggi daripada keju mozarela susu sapi.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah (2013) terhadap prospek pengembangan dadih susu sapi menyatakan bahwa analisis kriteria investasi menunjukkan proyek model bisnis produk dadih susu sapi ini layak untuk dijalankan karena nilai NPV dan Net B/C lebih dari 1 dan nilai IRR lebih besar dari suku bunga bank. Dari tahap *customer discovery* model bisnis, ada perubahan pada elemen *channel*, *value proposition*, *customer relationship* dan *customer segment.* Rancangan produk dengan merk Daygurt memiliki kelebihan dibandingkan dengan yoghurt yang tersedia di pasaran, yaitu rasa yang tidak terlalu asam, tidak menyebabkan diare dan mengenyangkan karena tekstur yang lebih padat. Lebih lanjut, hasil analisis finansial yang dilakukan Ardiansyah (2013) didapatkan bahwa harga pokok produksi untuk skala 2.000 l/hari harga pokok produksinya, yaitu Rp. 3.268 maka harga jualnya dengan *cup* 125 g adalah Rp. 6.000. Nilai kriteria kelayakan investasi yang telah dihitung, seperti nilai NPV, IRR dan Net B/C semuanya memenuhi kriteria bahwa proyek layak untuk dijalankan. *Pay back period* mampu dipenuhi dalam waktu produksi dan penjualan enam tahun enam bulan. *Break event point-*

nya dapat tercapai jika penjualan mampu menghasilkan Rp. 153.860.000 per bulan atau 25.642 *cup* per bulan.

Upaya pengembangan usaha dadih susu sapi juga memungkinkan untuk dilakukan diversifikasi produk olahan menggunakan bahan peningkat *flavour*, suplementasi dadih pada produk pangan modern (es krim, tablet kunyah dan sebagainya), penurunan sebagian besar kadar air dadih melalui produksi *low moisture dadih* (dadih bubuk), serta penggunaan kemasan dengan struktur yang tahan oleh tekanan gas. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dadih menuju komersialisasi dadih secara modren (Putra et al. 2011).

Dengan mempertimbangkan diversifikasi produk olahan dadih susu sapi yang dapat dilakukan sebagaimana pendapat Putra et al. (2011), maka pengembangan dadih susu sapi dapat dilaksanakan menggunakan analogi pada pengembangan industri tempe yang telah ada. Pawiroharsono (2007) menyatakan bahwa industri tempe dibedakan dalam dalam kategori industri yaitu: (1) Industri Generasi I (G-I) adalah industri makanan fermentasi tradisional yang masih melekat dengan sifat ketradisionalannya dengan hasil produk fermentasi yang langsung dikonsumsi oleh manusia yaitu tempe segar dalam bentuk aslinya; (2) Industri Generasi II (G-II) adalah industri pengolahan berbasis produk segar dari produk G-I. Industri tempe G-II adalah industri memanfaatkan produk G-I sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk olahan yang siap dikonsumsi masyarakat, misalnya keripik tempe dan tepung tempe; serta (3) Industri Generasi III (G-III) yang dapat dibedakan dalam dua kelompok yaitu: (i) Industri yang memanfaatkan produk akhir sebagai sumber senyawa aktif beraktivitas fisiologi terhadap kesehatan manusia, seperti antioksidan, antikolesterol, antimikroba dan antihipertensi; serta (ii) Industri yang sama sekali baru dengan memanfaatkan mikroorganisme hasil isolasi dari produk makanan fermentasi misalnya *Rhizopus oligosporus* penghasil protease.

Pengembangan dadih susu sapi menggunakan analogi di atas dapat dilakukan dengan mengelompokkan hasil produksi menjadi tiga kategori, yaitu: (1) Industri Generasi I (G-I) berupa dadih susu sapi dengan sifat aslinya yang dikonsumsi langsung; (2) Industri Generasi II (G-II) berupa industri berbasis dadih susu sapi segar sebagai bahan baku pada produk olahan es krim, dadih ber-*flavour*, permen kunyah dan dadih bubuk; serta (3) Industri Generasi III (G-III) misalnya enkapsulasi probiotik asal dadih serta dadih dengan sifat fungsional tertentu.

KESIMPULAN

Substitusi susu sapi dalam pengolahan dadih susu kerbau dapat dilakukan dengan beberapa penyesuaian seperti toning hingga 50% volume awal, penambahan krim/skim sebanyak 3%, penggunaan kultur *starter* asal dadih atau kultur probiotik serta penggunaan kemasan yang lebih modern. Sifat fisikokimia dadih susu sapi yaitu kadar air 64,5-83,15%; kadar lemak 6,39-19,96%; kadar protein 3,35-5,62%; kadar abu 0,51-0,9%; bahan kering 19,58%; viskositas 10,5 cp; total asam tertitrasi 0,22-0,95%; dan pH 3,69-4,8. Prospek pengembangan dadih susu sapi masih sangat terbuka lebar untuk mempertahankan keberadaannya baik sebagai salah satu kekayaan budaya asli Indonesia, maupun sebagai industri rumah tangga pangan sebagai cikal bakal industrialisasi produk susu fermentasi asli Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Afriani. 2012. Kualitas dan aktivitas antimikroba produk dadih susu sapi pada penyimpanan suhu rendah. Agrinak. 2:11-16.

Akuzawa R, Surono IS. 2002. Fermented milks of Asia. In: Roginski H, Fuquay JW, Fox PF, editors. Encyclopedia of dairy sciences. London (UK): Academic Press Ltd.

Anugrah L. 2006. Kajian pembuatan susu sapi dengan penambahan susu skim serta pengaruhnya terhadap total koloni bakteri, keasaman dan tekstur [Skripsi]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.

Ardiansyah MR. 2013. Pengembangan model bisnis produk dadih susu sapi [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.

BPS Provinsi Sumatera Barat. 2016. Provinsi Sumatera Barat dalam angka. Padang (Indonesia): Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat.

Cahyono D, Padaga MC, Sawitri ME. 2012. Kajian kualitas mikrobiologis (*total plate count*/TPC, *Enterobacteriaceae* dan S*taphylococcus aureus*) susu sapi segar di Kecamatan Krucil, Kabupaten Probolinggo. J Ilmu Teknol Hasil Ternak. 8:1-8.

Chalid SY, Hartiningsih F. 2013. Potensi dadih susu kerbau fermentasi sebagai antioksidan dan antibakteri. Dalam: Prosiding Semirata. Lampung (Indonesia): FMIPA Universitas Lampung.

Damayanthi E, Yopi, Hasinah H, Setyawardani T, Rizqiati H, Putra S. 2014. Karakteristik susu kerbau sungai dan rawa di Sumatera Utara. J Ilmu Pertanian Indonesia. 19:67-73.

Elida M. 2002. Profil bakteri asam laktat dari dadih yang difermentasi dalam berbagai jenis bambu dan potensinya sebagai probiotik [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.

Han X, Lee FL, Zhang L, Guo MR. 2012. Chemical composition of water buffalo milk and its low-fat symbiotic yogurt development. Funct Foods Heal Dis. 2:86-106.

Harlina D, Marlida Y, Zain M. 2016. Isolasi dan seleksi bakteri asam laktat dari dadih dalam menghasilkan asam glutamat [Skripsi]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.

Hasanuddin. 1991. Study of "dadih" a traditional Indonesian fermented milk [Internet]. [cited 2017 May 3]. Available from: http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PH9210614

Hosono A, Wardojo R, Otani H. 1989. Microbial flora in "dadih", a traditional fermented milk in Indonesia. LWT-Food Sci Technol. 22:20-24.

Lestari AD. 2010. The effect of adding food additives which combined with lactic acid bacteria on characteristic of dadih from cow milk [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.

Matondang RH, Talib C. 2015. Pemanfaatan ternak kerbau untuk mendukung peningkatan produk susu. J Litbang Pertanian. 34:41-49.

Medhammar E, Wijesinha-Bettoni R, Stadlmayr B, Nilsson E, Charrondiere UR, Burlingame B. 2012. Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: A biodiversity perspective. J Sci Food Agric. 92:445-474.

Melia S, Juliyarsi I. 2011. Potensi dadih susu sapi mutan *Lactococcus lactis* dengan kandungan bakteriosin terhadap bakteri patogen [Tesis]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.

Mijan MA, Haque MA, Habib MA, Wadud MA. 2010. Evaluation of quality mozzarella cheese. Bangladesh Vet. 27:36-42.

Miskiyah, Broto W. 2011. Pengaruh kemasan terhadap kualitas dadih susu sapi. Buletin Peternakan. 35:96-106.

Miskiyah, Usmiati S. 2011. Sifat fisikokimia dadih susu sapi: pengaruh suhu penyimpanan dan bahan pengemas. Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Puastuti W, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH, Dharmayanti NLPI, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif terhadap Dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 432-441.

Mustopa AZ, Fatimah. 2014. Diversity of lactic acid bacteria isolated from Indonesian traditional fermented foods. Microbiol Indonesia. 8:48-57.

NRC. 1981. The water buffalo: New prospect for an underutilized animal. Washington DC (US): National Research Council. National Academy Press.

Nuraida L. 2015. A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. Food Sci Hum Wellness. 4:47-55.

Pandey GS, Voskuil GCJ. 2011. Manual on milk safety, quality, and higiene. Golden Val Agric Res Trust Lusaka, Zambia [Internet]. [cited 2017 May 4]. Available from: https://muele.mak.ac.ug/pluginfile.php/246514/mod_resource/content/3/Dairy manual-Milk quality.pdf

Pato U. 2003. Potensi bakteri asam laktat diisolasi dari dadih untuk menurunkan risiko penyakit kanker. J Natur Indonesia. 5:162-166.

Pato U, Surono IS, Koesnandar, Hosono A. 2004. Hypocholesterolemic effect of indigenous dadih lactic acid bacteria by deconjugation of bile salts. Asian-Australasian J Anim Sci. 17:1741-1745.

Pawiroharsono S. 2007. Potensi pengembangan industri bioekonomi berbasis makanan fermentasi tradisional. J Ilmu Kefarmasian Indonesia. 5:85-91.

Provinsi Sumatera Barat. 2009. Daftar kabupaten dan kota di Sumatera Barat [Internet]. [cited 2017 May 3]. Available from: http://www.sumbarprov.go.id/details/news/341

Purwati E, Syukur S, Husmaini, Purwanto H, Pasaribu RP. 2014. Molekuler karakterisasi bakteri asam laktat isolat dadih air dingin Kabupaten Solok, Sumatera Barat. J Peternakan Indonesia. 40:134-146.

Putra AA, Mardila Y, Khasrad, Azhike SYD, Wulandari R. 2011. Perkembangan dan usaha pengembangan dadih: sebuah *review* tentang susu fermentasi tradisional Minangkabau. J Peternakan Indonesia. 13:159-170.

Rizqiati H, Sumantri C, Noor RR, Damayanthi E, Rianti E. 2015. Isolation and identification of indigenous lactic acid bacteria from North Sumatera River Buffalo Milk. IJAVS. 20:87-94.

Savadogo A, Ouattara CAT, Savadogo PW, Ouattara AS, Barro N, Traore AS. 2004. Microorganisms involved in Fulani traditional fermented milk in Burkina Faso. Pakistan J Nutr. 3:134-139.

SDP2D Provinsi Sumatera Barat. 2016. Data pembangunan Provinsi Sumatera Barat. Padang (Indonesia): Sistem Database Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Sumatera Barat.

Setiyanto H, Miskiyah, Abubakar, Usmiati S, Broto W, Sukasih, Edial A. 2009. Perbaikan proses dan pengemasan dadih sebagai probiotik dengan daya simpan sampai 20 hari. Laporan penelitian. Bogor (Indonesia): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Setiyanto H, Broto W, Abubakar, Usmiati S, Miskiyah, Yuliani S, Edial A. 2010. Inovasi teknologi pembuatan *starter* kering (10^6 cfu/g) dalam mendukung model produksi susu fermentasi skala 10 l/hari. Laporan penelitian. Bogor (Indonesia): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Sirait CH, Setiyanto H, Triyantini, Sunarlim R. 1994. Evaluasi Mutu Dadih. Dalam: Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Peternakan. Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Buku I. Bogor,

25-26 Januari 1994. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 275-280.

Sisriyenni D, Zurriyati Y. 2004. Kajian kualitas dadih susu kerbau di dalam tabung bambu dan tabung plastik. J Pengkajian Pengembangan Teknol Pertanian. 7:171-179.

Soenarno MS, Polii BN, Febriantosa A, Hanifah R. 2013. Identifikasi peptida bioaktif dari olahan susu fermentasi tradisional Indonesia sebagai bahan pangan fungsional untuk kesehatan. J Ilmu Produksi Teknol Hasil Pertanian. 1:191-195.

Sunarlim R. 2009. Potensi *Lactobacillus* sp asal dadih sebagai *starter* pada pembuatan susu fermentasi khas Indonesia. Buletin Teknol Pascapanen Pertanian. 5:69-76.

Sunaryanto R, Marwoto B. 2012. Isolasi, identifikasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari dadih susu kerbau. J Sains Teknol Indonesia. 14:228-233.

Surono IS. 2003. *In vitro* probiotic properties of indigenous dadih lactic acid bacteria. Asian-Australasian J Anim Sci. 16:726-731.

Surono IS. 2013. The role of novel probiotic *L. plantarum* and *E. faecium* strain of *dadih* origin in improving nutritional status of young children. J Food Process Technol. 4.

Surono IS. 2015. Indonesian traditional dairy foods. Asia Pac J Clin Nutr. 24:S26-S30.

Surono IS, Martono PD, Kameo S, Suradji EW, Koyama H. 2014. Effect of probiotic *L. plantarum* IS-10506 and zinc supplementation on humoral immuneresponse and zinc status of Indonesian pre-school children. J Trace Elem Med Biol. 28:465-469.

Surono IS, Novitasari N, Zakaria FR, Yulianasari, Koesnandar. 2011. Novel probiotic *Enterococcus faecium* IS-27526 supplementation increased total salivary sIgA level and bodyweight of pre-school children: A pilot study. Anaerob. 17:496-500.

Surono IS, Nurani D. 2001. Exploration of indigenous dadih lactic bacteria for probiotic and starter cultures. Domestic research collaborative grant-URGE-IBRD World Bank Project 2000-2001. Jakarta (Indonesia): Directorate General of Higher Education, Ministry of Education and Culture.

Syukur S, Rijal F, Purwati E. 2014. Isolation and characterization of lactic acid bacteria using 16S rRNA from fermented buffalo milk (dadih) in Sijunjung, West Sumatera. Resh J Pharma, Biol Chem Sci. 5:871-876.

Taufik E. 2004. Dadih susu sapi hasil fermentasi berbagai starter bakteri probiotik yang disimpan pada suhu rendah: Karakteristik kimiawi. Media Peternakan. 27:88-100.

Taufik E. 2005. Dadih susu sapi hasil fermentasi berbagai starter bakteri probiotik yang disimpan pada suhu rendah: Karakteristik fisik, organoleptik dan mikrobiologi. Media Peternakan. 28:13-20.

Usmiati S, Broto W, Setiyanto H. 2011. Karakteristik dadih susu sapi yang menggunakan *starter* bakteri probiotik. JITV. 16:141-153.

Usmiati S, Risfaheri. 2012. Pengembangan dadih sebagai pangan fungsional probiotik asli Sumatera Barat. J Litbang Pertanian. 32:20-29.

Usmiati S, Setiyanto H. 2010. Karakteristik dadih menggunakan *starter Lactobacillus casei* selama penyimpanan. Dalam: Prasetyo LH, Natalia L, Iskandar S, Puastuti W, Herawati T, Nurhayati, Anggraeni A, Damayanti R, Dharmayanti NLPI, Estuningsih SE, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner Ramah Lingkungan dalam Mendukung Program Swasembada Daging dan Peningkatan Ketahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 3-4 Agustus 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 406-414.

Wahniyathi H. 2013. Survei pengembangan dangke susu sapi sebagai alternatif dangke susu kerbau di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Laporan penelitian. Makassar (Indonesia): Universitas Hasanuddin.

Widyastuti Y, Rohmatussolihat, Febrisiantosa A. 2014. The role of lactic acid bacteria in milk fermentation. Food Nutr Sci. 5:435-442.

Wouters JTM, Ayad EHE, Hugenholtz J, Smit G. 2002. Microbes from raw milk for fermented dairy products. Int Dairy J. 12:91-109.

Yilmaz O, Ertugrul M, Wilson RT. 2012. Domestic livestock resources of Turkey. Trop Anim Health Prod. 44:707-714.

Yodhabrata M. 2010. Pengaruh penambahan bahan pengental terhadap kualitas dadih susu sapi dengan *starter Lactobacillus casei* [Skripsi]. [Bogor (Indoensia)]: Institut Pertanian Bogor.

Yunita, Angelina, Ira. 1998. Analisis kandungan asam-asam amino dalam susu sapi yang diambil dari dataran tinggi dan dataran rendah di wilayah Malang dan Surabaya menggunakan alat penganalisis asam amino kecepatan tinggi [Tesis]. [Surabaya (Indonesia)]: Universitas Surabaya.

Zahriana R. 2015. Efek penambahan susu skim dan kombinasi bakteri asam laktat terhadap karakteristik dadih susu sapi [Skripsi]. [Aceh (Indonesia)]: Universitas Syiah Kuala.

Zulbardi M. 2002. Upaya peningkatan produksi susu kerbau bagi ketersediaan dan mempertahankan potensi dadih. Dalam: Haryanto B, Setiadi B, Adjid RMA, Sinurat AP, Situmorang P, Prawiradiputra RB, Tarigan S, Wiyono A, Purwadaria MBT, Murdiati TB, et al., editors. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 30 September-1 Oktober 2002. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 186-189.

PEDOMAN BAGI PENULIS

KETENTUAN UMUM

Naskah yang dikirim belum pernah diterbitkan dan dalam waktu yang bersamaan tidak disampaikan kepada media publikasi lain. Perlu menandatangani surat pernyataan tentang keaslian naskah dan hak publikasi.

RUANG LINGKUP

Buletin ilmiah ini memuat tulisan hasil tinjauan, ulasan (*review*), kajian kebijakan dan gagasan serta pemikiran sistematis. Topik yang dibahas berupa informasi baru dan/atau memperkuat hasil temuan sebelumnya. Buletin ini diterbitkan 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September dan Desember.

PENGIRIMAN NASKAH

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, ditulis dengan jarak 1,5 spasi, kecuali 1 spasi untuk Judul, Abstrak, Tabel, Gambar dan Lampiran. Jumlah halaman dalam naskah maksimum 20 halaman. Batas tepi kiri 4 cm dan masing-masing 3 cm untuk batas tepi kanan, atas dan bawah. Naskah diketik dengan jenis huruf *Times New Roman* dan ukuran (*font*) 12, menggunakan program *Microsoft Word*, kecuali program *Microsoft Excel* untuk tabel dan grafik serta *format* JPEG atau TIFF pada gambar (dalam format yang dapat diedit). Naskah lengkap dikirim melalui email dengan alamat wartazoa@yahoo.co.id. Bagi naskah yang diterima, penulis berhak menerima 1 (satu) buletin asli dan 10 (sepuluh) eksemplar cetak lepas.

TATA CARA PENULISAN NASKAH

1. **Judul** ditulis singkat, jelas, spesifik dan informatif yang mencerminkan isi naskah serta tidak lebih dari 15 kata.
2. **Nama** penulis tanpa gelar dan lembaga/institusi ditulis lengkap di bawah judul, disertai dengan alamat lengkap dan alamat e-mail penulis korespondensi.
3. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris dan merupakan intisari naskah, masing-masing tidak lebih dari 250 dan 200 kata yang dituangkan dalam satu paragraf dengan jarak satu spasi.
4. **Kata kunci** (*key words*) dalam bahasa Indonesia dan Inggris, boleh kata tunggal dan majemuk, serta terdiri atas tiga sampai dengan lima kata.
5. **Pendahuluan** terdiri dari latar belakang, permasalahan atau rumusan masalah, serta tujuan dan manfaat ulasan (*review*).
6. **Isi pokok bahasan** menyajikan dan membahas secara jelas pokok bahasan dengan mengacu kepada tujuan penulisan.
7. **Kesimpulan** merupakan substansi pokok bahasan yang menjawab permasalahan serta tujuan penulisan dan bukan merupakan tulisan ulang atau ringkasan dari pembahasan.
8. **Saran** (apabila ada) dapat berisi rekomendasi, tindak lanjut atau implikasi kebijakan atas kesimpulan yang diperoleh.
9. **Ucapan terima kasih** (kalau ada).
10. **Daftar pustaka**:
    a. Minimal 25 acuan, diutamakan menggunakan pustaka 10 tahun terakhir dan minimal 80% pustaka primer. Sitasi hasil penulisan sendiri paling banyak 30% dari total acuan.
    b. Pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta.
    c. Nama pengarang disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan.
11. **Tabel:**
    a. Huruf standar yang digunakan adalah *Times New Roman* dengan jarak satu spasi dan *font* 11.
    b. Judul adalah kalimat singkat, jelas, dapat dimengerti tanpa harus membaca naskah.
    c. Setiap kolom dari tabel harus memiliki tajuk (*heading*). Unit harus dipisahkan dari judul dengan koma dalam kurung atau di bawahnya.
    d. Keterangan tabel ditulis di bawah tabel dengan jarak 1 spasi dan *font* 11. Sumber data dituliskan di bawah tabel atau di dalam tabel pada tajuk sendiri.
    e. Garis pemisah dibuat dalam bentuk horisontal.

    Contoh tabel:

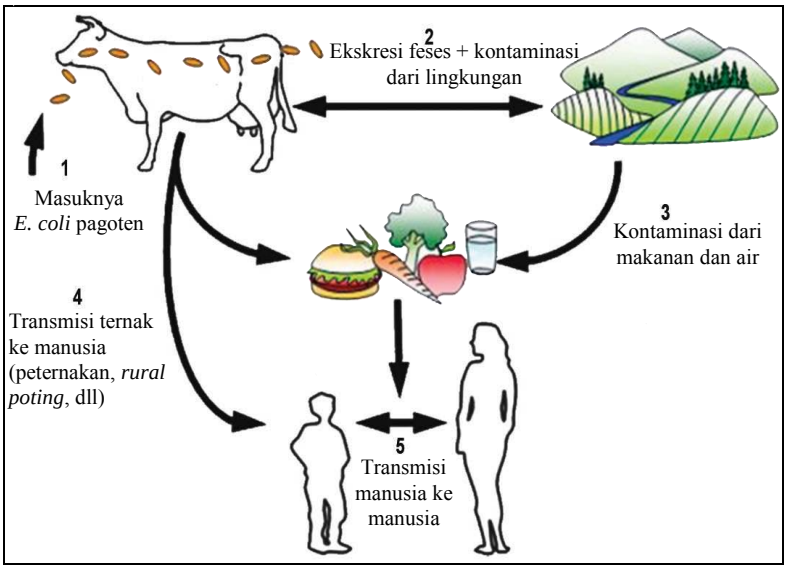
Tabel 1. Respons kambing terhadap berbagai bentuk fisik pakan komplit

Bentuk pakan komplit	Genotipe kambing	Umur (bulan)	Konsumsi (% BB)	PBBH (g)	NKR[a)]	Kecernaan (%)	Sumber
Pelet	Jamunapari	24-27	3,0-4,0	154-192	5,2-8,4	65	Srivastava & Sharma (1998)
Cacah[b)]	Alpine	9-36	4,4	102	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Cacah	Nubian	9-36	4,1	85	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Tepung kasar	Boerka	3-6	3,9-4,9	71-89	11,2	62-81	Ginting et al. (2007)
Tepung kasar	Afrika	16-18	5,8	50-58	10-13	68-78	Areghero (2000)

[a)]NKR: Nilai konversi ransum (konsumsi/PBBH; g/g); [b)]Pakan dasar dalam bentuk cacahan dan konsentrat dalam bentuk tepung; tt: Data tidak tersedia

12. **Gambar dan grafik:**
    a. Judul menggunakan *Times New Roman* dengan jarak 1 spasi dan *font* 11, berupa kalimat singkat dan jelas diletakkan di bawah gambar dan grafik.
    b. Garis pada grafik harus secara jelas terlihat perbedaan satu dengan yang lain apabila terdapat lebih dari satu kurva.
    c. Gambar dengan kontras yang jelas dengan ukuran yang proporsional dan beresolusi tinggi agar dapat tampil baik untuk penampilan terbaik.
    d. Tuliskan sumber gambar/grafik di bawah judul.

    Contoh gambar dan grafik:



Gambar 3. *Food borne disease E. coli* O157:H7

Sumber: Scieh (2001) yang dimodifikasi

13. **Satuan pengukuran:** dipergunakan sistem internasional (SI)**.**
14. **Penulisan angka desimal:** untuk bahasa Indonesia dipisahkan dengan koma (,), untuk bahasa Inggris dengan titik (.).
15. **Penulisan pustaka dalam teks:**
    a) Penulisan pustaka mengacu pada Council of Science Editor (CSE) edisi ke-7 tahun 2006.
    b) Pustaka harus ditulis nama penulis terlebih dahulu, diikuti tahun, contoh: Diwyanto (2007) atau (Diwyanto 2007).
    c) Bila ada dua nama penulis dalam satu makalah, maka nama penulis harus ditulis semua, contoh: Albenzio & Santilo 2011.
    d) Bila ada lebih dari dua nama penulis dalam satu makalah, maka harus ditambah et al. (huruf tegak dan diberi titik di belakang huruf), contoh: Jayanegara et al. (2012) atau (Jayanegara et al. 2012), dan di dalam daftar pustaka ditulis hingga penulis kesepuluh serta diakhiri dengan et al..
    e) Bila ada lebih dari satu pustaka untuk satu pernyataan, maka harus ditulis urutan dari tahun yang tertua dan urutan alfabet nama penulis bila tahunnya sama, contohnya: (Diwyanto et al. 2007; Jayanegara et al. 2012; Wina 2012).
    f) Pustaka dalam pustaka seperti contoh: Teleni dalam Widiawati (2012) tidak diperkenankan.
    g) Bila suatu pernyataan diperoleh dari komunikasi pribadi, perlu dicantumkan "nama orang yang dihubungi" dan diikuti dengan (komunikasi pribadi) di belakangnya.
    h) Memuat nama penulis yang dirujuk dalam naskah.
    i) Jika penulis yang sama menulis lebih dari satu artikel dalam tahun yang sama dapat dibubuhi huruf kecil.
    j) Disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan menurut nama penulis.
16. **Cara penulisan pustaka di dalam Daftar Pustaka**:
    a) Setiap pustaka yang disebut di dalam tulisan harus dimasukkan ke dalam Daftar Pustaka yang ditulis di bagian akhir makalah.
    b) Pustaka yang dirujuk harus dipublikasi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dengan proporsi pustaka jurnal minimum 80%.
    c) Pengutipan pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta. Wikipedia tidak dapat dijadikan sumber pustaka.
    d) Pustaka dengan "Anonimus" tidak diperbolehkan.
    e) Bila tidak disebut nama penulisnya, maka yang di dicantumkan adalah nama institusi atau penerbit.
    f) Makalah yang sudah diterima tetapi masih dalam proses pencetakan, harus ditulis (*in press*) pada akhir pustaka.
    g) Beberapa contoh penulisan sumber acuan adalah sebagai berikut:

Buku:
Stiglitz JE. 2010. Free fall. New York (US): WW Norton and Company Inc.

Jurnal:
Kostaman T, Yusuf TL, Fahrudin M, Setiadi MA, Setioko AR. 2014. Pembentukan *germline chimera* ayam Gaok menggunakan *primordial germ cells* sirkulasi segar dan beku. JITV. 19:17-25.

Artikel dalam Buku:
Prawiradiputra BR. 2012. Tanaman penutup tanah untuk perkebunan kelapa sawit. Dalam: Tiesnamurti B, Inounu I, penyunting. Inovasi pengembangan sapi sistem integrasi sapi sawit. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 159-187.

Hanotte O, Han J. 2006. Genetic characterization of livestock population and its use in conservation decision making. In: Sannino J, Sannino A, editors. The role of biotechnology in exploring and protecting agriculture genetic resources. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 89-96.

Internet:
Aldrich B, Minott S, Scott N. 2005. Feasibility of fuel cells for biogas energy conversion on dairy farm. Manure Management Program [Internet]. [cited 21 July 2005]. Available from: http://www.manure_management. Cornell.edu**.**

Prosiding:
Rohaeni ES, Ismadi D, Darmawan A, Suryana, Subhan A. 2004. Profil usaha peternakan ayam lokal di Kalimantan Selatan (Studi kasus di Desa Murung Panti Kecamatan Babirik. Kabupaten Hulu Sungai Utara dan Desa Rumintin Kecamatan Tambangan, Kabupaten Tapin). Dalam: Thalib A, Sendow I, Purwadaria T, Tarmudji, Darmono, Triwulanningsih E, Beriajaja, Natalia L, Nurhayati, Ketaren PP, et al., penyunting. IPTEK sebagai Motor Penggerak Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Peternakan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 4-5 Agustus 2004. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 555-562.

Skripsi/Tesis/Disertasi:
Jatmiko. 2005. Studi fenotipe ayam Pelung untuk seleksi tipe ayam penyanyi [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.

Laporan:
Balitvet. 2004. Dinamika penyakit Avian Influenza di Indonesia. Laporan APBN Balai Penelitian Veteriner. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Veteriner.

Jurnal elektronik:

Huber I, Campe H, Sebah D, Hartberger C, Konrad R, Bayer M, Busch U, Sing A. 2011. A multiplex one-step real-time RT-PCR assay for influenza surveillance. Eurosurveillance [Internet]. 16:1-7. Available from: http://www. eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19798

Registered in: