

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 3
September 2017



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

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 3 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, MAg. (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 Nurgartiningih, 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

Kebutuhan protein hewani di Indonesia semakin meningkat setiap tahun seiring dengan bertambahnya penduduk, namun kebutuhan protein tersebut belum mampu dipenuhi dari dalam negeri. Oleh karena itu, publikasi Wartazoa nomor ini menampilkan beberapa tulisan yang mengulas tentang penanganan peningkatan produksi daging maupun susu. Kekurangan produksi daging sapi dan susu dapat diatasi dengan peningkatan produktivitas melalui perbaikan genetik ternak. Salah satu potensi gen yang mempengaruhi produktivitas ternak adalah gen leptin. Polimorfisme gen leptin telah dilaporkan dan berasosiasi terhadap berat badan, karkas dan produksi susu pada beberapa bangsa sapi sehingga gen leptin dapat digunakan untuk seleksi ke arah peningkatan produktivitas sapi. Selain sapi, pada unggas terutama ayam pedaging merupakan sumber protein penting yang banyak dikonsumsi masyarakat di negara berkembang di Asia. Produksi ayam pedaging yang ekonomis dan efisien menghadapi tantangan penyakit karena kebanyakan ayam pedaging dibesarkan dalam kondisi kurang higienis. Kondisi seperti ini biasanya diantisipasi dengan penambahan bahan pemacu pertumbuhan seperti antibiotika. Penggunaan senyawa alami dari tanaman tertentu seperti saponin saat ini mulai banyak dipakai sebagai pemacu pertumbuhan pengganti antibiotika. Selain itu, tanaman lokal dapat dimanfaatkan karena mengandung protein *bypass* dan senyawa bersifat *galactagogue* yang tinggi sebagai faktor yang dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas susu.

Produksi unggas yang berkelanjutan membutuhkan suplai bahan pakan dan aditif pakan seperti saponin yang konsisten kualitasnya dan terjamin ketersediaannya. Perbaikan mutu pakan juga dapat meningkatkan produktivitas ternak yang dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan fortifikasi, suplementasi dengan bahan tertentu yang berpotensi meningkatkan produksi susu. Masyarakat saat ini sudah mulai mencari bahan pangan yang aman dan sehat untuk dikonsumsi seperti misalnya pangan organik atau susu. Tuntutan masyarakat akan produk ternak yang aman, menuntut kesadaran masyarakat peternak tentang penyakit menular. Salah satu penyakit ternak yang dapat menular ke manusia adalah penyakit antraks. Pengendalian penyakit antraks pada ternak dan manusia akan efektif, apabila masyarakat memiliki pengetahuan, sikap dan persepsi yang baik terhadap penyakit antraks. Faktor teknis dan sosial (pengetahuan dan budaya lokal, serta perilaku masyarakat) perlu dipertimbangkan dalam pencegahan penyakit antraks agar pesan yang disampaikan dapat diterima oleh peternak dan masyarakat setempat.

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

Bogor, September 2017

Ketua Dewan Penyunting

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 3 (September 2017)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI

Halaman

Gen Leptin sebagai Gen Potensial untuk Seleksi Molekuler pada Sapi di Indonesia (Leptin Gene as Potential Gene for Molecular Selection on Cattle in Indonesia) Widya Pintaka Bayu Putra dan R Indriastuti	105-116
The Role of Saponin as Feed Additive for Sustainable Poultry Production (Peran Saponin sebagai Pakan Imbuhan dalam Produksi Unggas secara Berkelanjutan) Elizabeth Wina, T Pasaribu, SIW Rakhmani and B Tangendjaja	117-124
Kualitas Susu dari Peternakan Organik (Milk Quality from Organic Farm) Veronica Wanniatie, MB Sudarwanto, T Purnawarman dan A Jayanegara	125-134
Faktor Risiko, Sikap dan Pengetahuan Masyarakat Peternak dalam Pengendalian Penyakit Antraks (Risk Factors, Attitude and Knowledge of Farmers in Controlling Anthrax) Eny Martindah	135-144
Tanaman Lokal sebagai Suplemen Pakan untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Susu Ternak Ruminansia (Local Plants as Feed Supplementation to Improve Ruminant Milk Production and Quality) Chandra Utami Wirawati, MB Sudarwanto, DW Lukman dan I Wientarsih	145-157

Gen Leptin sebagai Gen Potensial untuk Seleksi Molekuler pada Sapi di Indonesia

(Leptin Gene as Potential Gene for Molecular Selection on Cattle in Indonesia)

Widya Pintaka Bayu Putra¹ dan R Indriastuti²

¹*Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Raya Bogor-Jakarta Km. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat 16911*

²*Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H Soedarto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
widya.putra.lipi@gmail.com*

(Diterima 3 Mei 2017 – Direvisi 8 Agustus 2017 – Disetujui 23 Agustus 2017)

ABSTRACT

Genetic improvement in beef and dairy cattle which can increase meat and milk production can be conducted through livestock selection based on molecular technique using leptin gene. The leptin gene is located on the fourth chromosome and consists of three exons and two introns. The leptin gene serves to produce the leptin hormone secreted by fat tissue. High concentrations of leptin hormone can increase feed intake and body metabolism thereby increasing livestock productivity. This paper describes the leptin gene including structure, mechanism of leptin hormone and polymorphisms in cows. These polymorphisms occur in the promoter, intron and exon sections associated with body and carcass weight and milk production in some cattle breed. Therefore, leptin gene can be used for selection towards increasing cattle productivity. Utilization of leptin gene can be done by single nucleotide polymorphism (SNP) identification on the whole structure of leptin gene and to observe its effect on characteristics of cattle production in Indonesia.

Key words: Cattle, leptin gene, leptin hormone, polymorphism, productivity

ABSTRAK

Perbaikan genetik pada sapi potong dan perah dilakukan dalam rangka meningkatkan produksi daging dan susu sapi. Salah satu upaya perbaikan adalah melalui seleksi ternak secara molekuler dengan memanfaatkan gen leptin. Gen leptin terletak di kromosom keempat dan terdiri dari tiga ekson dan dua intron. Gen leptin berfungsi untuk menghasilkan hormon leptin yang disekresikan oleh jaringan lemak. Konsentrasi hormon leptin yang tinggi dapat meningkatkan konsumsi pakan dan metabolisme tubuh sehingga meningkatkan produktivitas ternak. Makalah ini menguraikan tentang gen leptin meliputi struktur, mekanisme kerja hormon leptin dan identifikasi polimorfisme pada sapi. Polimorfisme tersebut terjadi di bagian promotor, intron dan ekson yang berasosiasi dengan berat badan, berat karkas dan produksi susu pada beberapa bangsa sapi. Dengan demikian, gen leptin dapat digunakan untuk seleksi ke arah peningkatan produktivitas sapi. Pemanfaatan gen leptin dapat dilakukan melalui identifikasi *single nucleotide polymorphism* (SNP) pada seluruh bagian gen leptin dan melihat pengaruhnya terhadap sifat-sifat produksi sapi di Indonesia.

Kata kunci: Sapi, gen leptin, hormon leptin, polimorfisme, produktivitas

PENDAHULUAN

Kebutuhan protein hewani di Indonesia setiap tahun semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk, namun belum mampu dicukupi sepenuhnya dari dalam negeri. Produksi daging sapi di Indonesia pada tahun 2017 diproyeksikan sebesar 531,21 ton sedangkan kebutuhan daging sapi pada tahun yang sama diproyeksikan sebesar 636,39 ton (Suryani 2016). Hasil proyeksi tersebut menunjukkan bahwa terdapat kekurangan produksi daging sebesar 105,18 ton (17%). Produksi susu di Indonesia pada tahun 2017 diproyeksikan sebesar 88,89 ribu ton sedangkan kebutuhan susu pada tahun yang sama diproyeksikan

sebesar 1.013.238 ton (Agustina 2016). Hasil proyeksi tersebut menunjukkan bahwa terdapat kekurangan produksi susu sebesar 924.348 ton (91,23%). Kekurangan produksi daging dan susu tersebut dapat dipenuhi dari dalam negeri melalui perbaikan genetik sapi potong dan perah. Salah satu cara upaya untuk perbaikan genetik pada sapi adalah melalui seleksi ternak.

Perbaikan produktivitas melalui seleksi ternak pada sapi lokal Indonesia dapat dilakukan dengan cara memilih sapi jantan dan betina yang baik untuk menghasilkan keturunan yang baik. Seleksi untuk mendapatkan sapi yang baik dapat dilakukan

berdasarkan sifat kuantitatif dan kualitatif serta secara molekuler. Seleksi ternak berdasarkan sifat kuantitatif dan kualitatif dapat dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) bibit sapi yang meliputi ukuran tubuh (tinggi gumba, panjang badan dan lingkaran dada) serta ciri fisiknya (warna pada bagian tubuh, teracak, tanduk, rambut ekor, pantat, kaki, ada tidaknya punuk dan sebagainya). Seleksi secara molekuler dapat dilakukan dengan mengevaluasi profil sekuen nukleotida dari gen-gen di dalam DNA yang mempengaruhi produktivitas ternak, salah satunya adalah gen leptin.

Gen leptin pada sapi terletak di kromosom 4 (BTA4q32), memiliki panjang 16.735 pasang basa (pb) dan terdiri dari 2 intron dan 3 ekson serta (Pfister-Genskow et al. 1996). Leptin terdiri dari 167 asam amino dan memiliki berat molekul 16kDa (Taniguchi et al. 2002). Gen leptin berfungsi untuk menghasilkan hormon leptin yang disintesis dari jaringan adiposa (lemak). Hormon leptin selanjutnya berperan penting untuk mengontrol berat badan, konsumsi pakan dan keseimbangan energi (Fruhbeck et al. 1998). Studi tentang identifikasi *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP) pada seluruh sekuen gen leptin telah dilakukan pada beberapa bangsa sapi dengan berdasarkan pada referensi sekuen dari GenBank yang berbeda-beda antara lain U50365 (Cheong et al. 2006; Dubey et al. 2008), NW001494939 (Corva et al. 2009) dan AB070368 (Yoon et al. 2005). Beberapa penelitian melaporkan secara khusus pada bagian promotor gen leptin sapi terdapat SNP berdasarkan GenBank: AJ571671 (Matteis et al. 2012) dan AB070368 (Chung et al. 2008). Polimorfisme gen leptin pada beberapa bangsa sapi dilaporkan memiliki asosiasi terhadap produksi karkas (Corva et al. 2009), berat badan (Nobari et al. 2010) dan produksi susu (Trakovická et al. 2013). Studi tentang identifikasi SNP pada gen leptin sapi lokal di Indonesia masih sangat terbatas. Mappanganro et al. (2014) melaporkan bahwa terdapat polimorfisme gen leptin pada sapi Bali dan persilangannya berdasarkan GenBank: U50365. Polimorfisme gen leptin pada sapi Bali dilaporkan juga oleh Syarifulaya et al. (2015) berdasarkan GenBank: HE605298. Selain itu, Hilmia et al. (2015) melaporkan terdapat polimorfisme gen leptin pada sapi lokal Ciamis berdasarkan GenBank: EU313203. Walaupun demikian, pengaruh polimorfisme gen leptin terhadap produksi karkas pada sapi Bali dan Pasundan tidak dilaporkan. Polimorfisme gen leptin pada sapi memiliki potensi untuk digunakan sebagai seleksi molekuler di

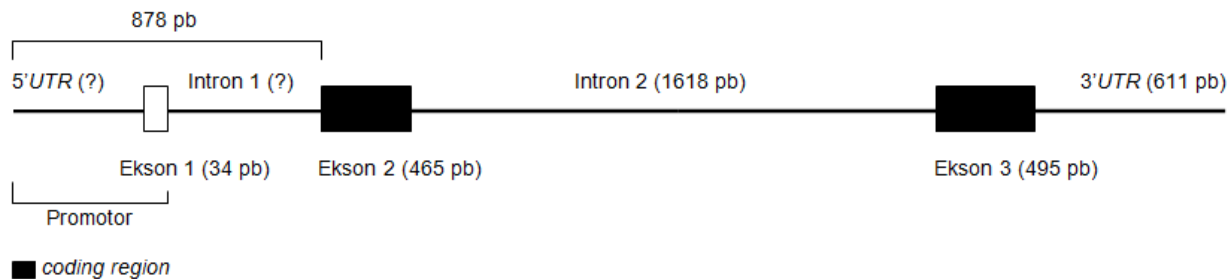
Indonesia melalui studi yang lebih mendalam lagi. Pengaruh lingkungan yang mempengaruhi produktivitas ternak harus diminimalisir melalui penerapan standar manajemen yang tepat agar potensi genetik dapat terekspresikan. Dalam hal ini, ternak harus mendapat asupan pakan yang cukup secara kualitas dan kuantitas agar faktor pakan dapat diminimalisir. Pengaruh musim atau iklim dapat diminimalisir melalui pemilihan lokasi yang cocok untuk ternak.

Ketepatan seleksi molekuler untuk bangsa sapi *Bos indicus*, *Bos taurus*, *Bos javanicus* atau persilangannya dapat menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hal itu disebabkan karena tingkat polimorfisme pada sekuen gen leptin pada setiap bangsa sapi tersebut berbeda-beda. Oleh karena itu, identifikasi SNP pada sekuen gen leptin pada populasi sapi sangat penting sebagai informasi awal untuk melakukan seleksi molekuler, terutama pada populasi bangsa sapi yang sama. Dalam makalah ini, dibahas tentang struktur gen leptin dan mekanisme kerja hormon leptin, polimorfisme gen leptin pada gen leptin, identifikasi gen leptin pada sapi dan asosiasi keragaman gen leptin terhadap produktivitas sapi.

STRUKTUR GEN LEPTIN DAN MEKANISME KERJA HORMON LEPTIN

Bagian ekson 2 dan 3 pada gen leptin sapi merupakan daerah *coding region* (daerah penyandi) sedangkan ekson 1 memiliki panjang basa yang pendek dan terletak pada bagian promotor (Corva et al. 2009). Lebih lanjut dijelaskan bahwa daerah ekson 1 memiliki panjang 34 pb dan merupakan bagian dari promotor dalam 5' *untranslated region* (5'UTR) karena bagian ini tidak ditranslasikan ke dalam asam amino. Bagian ekson 2 memiliki panjang 465 pb (posisi 877-1342 pb) sedangkan ekson 3 memiliki panjang 495 pb (posisi 2961-3456 pb) seperti pada Gambar 1.

Leptin berasal dari bahasa Yunani *leptos* yang berarti kurus dan dideskripsikan sebagai hormon yang memiliki efek mengurangi berat badan. Dalam metabolisme tubuh, leptin tidak hanya menyebabkan turunnya berat badan, akan tetapi juga dapat meningkatkan berat badan karena fungsi leptin secara umum berperan sebagai pengatur keseimbangan energi dan berat badan (Friedman 2014). Leptin bekerja melalui sistem saraf pusat dengan melibatkan hipotalamus sebagai reseptor (Denver et al. 2011). Leptin dan *peptide YY* (Pyy) yang diikat oleh reseptor



Gambar 1. Ilustrasi bagian-bagian gen leptin *B. taurus* berdasarkan GenBank: U50365 (mRNA processing)

Sumber: Yoon et al. (2005) yang dimodifikasi menurut Corva et al. (2009)

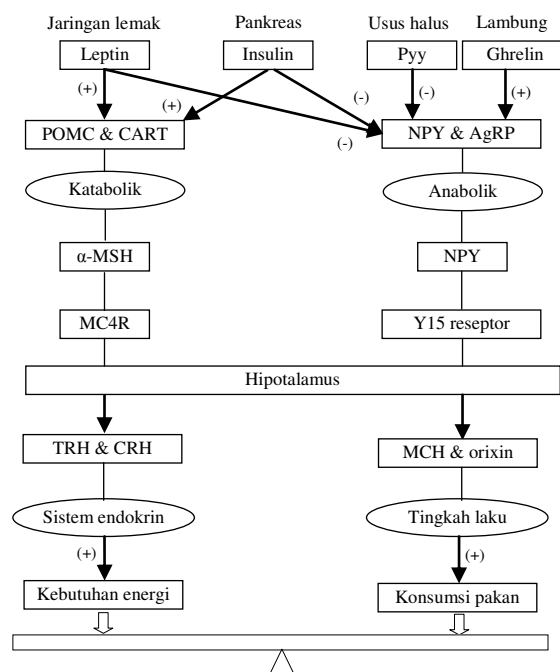
neural di hipotalamus akan menurunkan konsentrasi *neuropeptide Y* (NPY) dan *agouti-related peptide* (AgRP). Berkurangnya konsentrasi NPY dan AgRP menyebabkan sinyal *neuropeptide receptor* (Y15 reseptor) menjadi aktif dan menstimulasi hipotalamus untuk mensekresikan melanin *concentrating hormone* (MCH) dan protein orixin. Hormon dan molekul protein tersebut menyebabkan respon konsumsi pakan meningkat sehingga berat badan menjadi bertambah (reaksi anabolik).

Leptin yang diikat oleh reseptor neural di hipotalamus akan meningkatkan konsentrasi *pro-opiomelanocortin* (POMC) dan *cocaine and amphetamine regulated transcript* (CART). Meningkatnya konsentrasi POMC dan CART menstimulasi terbentuknya *α-melanocortin stimulating hormone* (α-MSH). Konsentrasi α-MSH yang tinggi menyebabkan sinyal *melanocortin receptor* (MC4R) menjadi aktif dan menstimulasi hipotalamus untuk mensekresikan *thyrotropin releasing hormone* (TRH) dan *corticotropin releasing hormone* (CRH). Kedua hormon tersebut menyebabkan respon konsumsi energi meningkat. Respon energi yang meningkat menyebabkan terjadinya penghancuran sel trigliserida dalam jaringan lemak sebagai upaya untuk melepaskan asam lemak bebas yang digunakan untuk proses oksidasi dalam metabolisme tubuh (Denver et al. 2011) sehingga berat badan menjadi berkurang (reaksi katabolik). Skema pengaruh hormon leptin dalam pengaturan keseimbangan energi tersaji pada Gambar 2.

IDENTIFIKASI POLIMORFISME GEN LEPTIN PADA SAPI

Polimorfisme gen leptin pada sapi banyak dilakukan dengan menggunakan metode, beberapa diantaranya adalah *Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism* (PCR-RFLP), sekuensing dan *Polymerase Chain Reaction-Single Strand Conformation Polymorphism* (PCR-SSCP). Beberapa contoh pasangan primer yang telah

digunakan untuk RFLP beserta enzim restriksi yang digunakan tersaji pada Tabel 1.

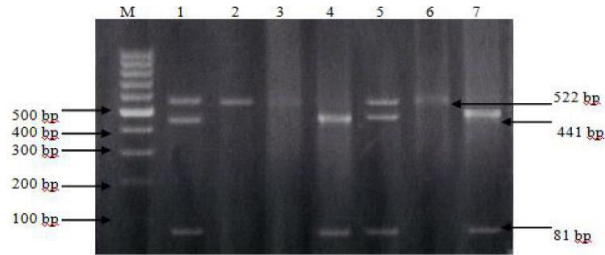


Pyy: *Peptide YY*; NPY: *Neuropeptide Y*; AgRP: *Agouti-related peptide*; POMC: *Pro-opiomelanocortin*; CART: *Cocaine and amphetamine regulated transcript*; α-MSH: *α-melanocortin stimulating hormone*; MC4R: *Melanocortin receptor*; Y15: *Peptide YY receptor*; MCH: *Melanin concentrating hormone*; TRH: *Thyrotropin releasing hormone*; CRH: *Corticotropin releasing hormone*

Gambar 2. Jalur neurohumoral yang mengatur keseimbangan energi

Sumber: Molina (2013) yang dimodifikasi

Selain itu, beberapa contoh pasangan primer yang digunakan untuk sekuensing dan SSCP tersaji pada Tabel 2. Contoh visualisasi hasil amplifikasi dari salah satu pasangan primer pada Tabel 1 tersaji pada Gambar 3.



M: Marker DNA; Baris 1 dan 5: Genotipe AG (522, 441 dan 81 pb); Baris 4 dan 7: Genotipe GG (441 dan 81 pb); Baris 2 dan 6: Genotipe AA (522 pb)

Gambar 3. Contoh hasil PCR-PFLP pada gen leptin (Lep/*Bsa*I) di bagian ekson 3 pada sapi Bali

Sumber: Syarifulaya et al. (2015)

Polimorfisme pada bagian intron 2 gen leptin (Lep/*Sau*3AI) dilaporkan terdapat pada sapi lokal Iran (Sharifzadeh & Doosti 2012), Iranian Holstein (Moussavi et al. 2006), Sistani (Nobari et al. 2010), Sarabi (Javanmard et al. 2008), Golpayegani, Taleshi (Nahavandi et al. 2010), Mazandarani, Dashtiyari (Javanmard et al. 2005), Fries Holstein (Liefers et al. 2002), lokal Irak (Hussain et al. 2017), Slovak Spotted dan Pinzgau (Trakovická et al. 2013). Polimorfisme pada bagian ekson 2 gen leptin (Lep/*Kpn*2I) dilaporkan terjadi pada sapi Golpayegani, Taleshi, Sarabi, Sistani, Fries Holstein dan Brown Swiss (Nassiry et al. 2008), Iranian Holstein (Sadeghi et al. 2008), Frieswal, Ongole, Sahiwal (Singh et al. 2014) dan Polish Holstein-Friesian (Komisarek 2010; Moravcikova et al. 2012), Hanwoo (Kong et al. 2006), Jersey, Hariana, Sahiwal, Gir dan Nimari (Choudhary et al. 2005). Selain itu, polimorfisme pada ekson 2 gen leptin (Lep/*Cla*I) dilaporkan terjadi pada beberapa bangsa sapi *B. taurus* (Lagonigro et al. 2003) sedangkan polimorfisme pada gen leptin (Lep/*Hph*I) dilaporkan terjadi pada beberapa bangsa sapi potong dan perah (Almeida et al. 2003; Choudhary et al. 2006; Komisarek 2010).

Polimorfisme pada bagian ekson 3 gen leptin (Lep/*Bsa*AI) dilaporkan terjadi pada sapi Bali (Syarifulaya et al. 2015), Friesian Holstein (Azari et al. 2012), Nelore (Curi et al. 2011), Jersey, Hariana, Sahiwal, Gir dan Nimari (Choudhary et al. 2005). Polimorfisme di bagian ekson 3 pada gen leptin (Lep/*Nru*I) dilaporkan terjadi pada sapi *B. taurus* (British Friesian, Aberdeen Angus, Hereford, Highland, Charolais (Lagonigro et al. 2003), Iranian Holstein (Sadeghi et al. 2008), Golpayegani, Najdi, Sarabi, Sistani (Aslaminejad et al. 2010), Frieswal, Ongole dan Sahiwal (Singh et al. 2014). Kong et al. (2006) melaporkan bahwa terdapat polimorfisme pada bagian ekson 3 pada gen Lep/*Msp*I pada sapi Hanwoo (*B. taurus*) namun perubahan nukleotida (mutasi) yang terjadi tidak dijelaskan lebih lanjut.

Hasil sekuensing dan SSCP pada gen leptin sapi menunjukkan adanya polimorfisme seperti pada Tabel 2. Sejauh ini pada sapi lokal Indonesia baru dilakukan sekuensing pada gen leptin di bagian ekson 2 dan bagian 3'UTR (*untranslated region*) sehingga perlu dilakukan penelitian untuk identifikasi SNP pada bagian gen leptin yang lain menggunakan pasangan primer seperti pada Tabel 2. Hasil PCR-RFLP pada beberapa lokus gen leptin sapi menunjukkan adanya polimorfisme pada bagian intron dan ekson sehingga beberapa lokus gen leptin diantaranya memiliki potensi untuk digunakan sebagai seleksi molekuler pada sapi potong dan perah di Indonesia. Sapi lokal di Indonesia terdiri dari bangsa sapi *B. javanicus* (Bali) dan *B. indicus* (Aceh, Peranakan Ongole, Madura) atau persilangannya (Pasundan, Katingan) sehingga tingkat keragaman pada beberapa lokus gen berbeda dengan bangsa sapi *B. taurus*. Hasil PCR-RFLP pada lokus Lep/*Sau*3AI sapi Bali bersifat monomorfisme, akan tetapi pada lokus Lep/*Bsa*I terdapat polimorfisme seperti pada Tabel 3. Lokus Lep/*Sau*3AI pada bangsa sapi *B. indicus* bersifat polimorfisme dan perlu dikaji lebih lanjut pada sapi lokal di Indonesia. Selain itu, diketahui bahwa lokus gen Lep/*Kpn*2I, Lep/*Hph*I dan Lep/*Nru*I pada sapi Ongole bersifat monomorfisme. Lokus gen Lep/*Bsa*I pada Tabel 3 bersifat polimorfisme pada semua bangsa sapi dan perlu kajian lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagai seleksi molekuler di Indonesia. Disamping itu, identifikasi polimorfisme pada lokus gen Lep/*Cla*I, Lep/*Msp*I, Lep/*Bam*HI dan Lep/*Bsp*DI pada bangsa sapi *B. indicus* dan *B. javanicus* sejauh ini belum dilaporkan dan perlu kajian lebih lanjut.

POTENSI GEN LEPTIN PADA SAPI SEBAGAI SELEKSI MOLEKULER

Polimorfisme pada beberapa bagian gen leptin pada sapi memiliki potensi sebagai seleksi molekuler. Beberapa genotipe terbaik pada gen leptin sapi terhadap beberapa sifat tersaji pada Tabel 4. Polimorfisme pada bagian promotor gen leptin dilaporkan berasosiasi terhadap berat badan dan berat karkas (Chung et al. 2008), kadar protein susu (Matteis et al. 2012), tebal lemak punggung (Nkrumah et al. 2005), luas mata rusuk/*rib eye area* (Corva et al. 2009). Polimorfisme gen leptin pada bagian intron 2 dilaporkan berasosiasi terhadap produksi susu (Nobari et al. 2010; Moravcikova et al. 2012; Trakovická et al. 2013), berat badan (Almeida et al. 2003; Nobari et al. 2010), berat karkas (Oprządek et al. 2003), tebal lemak punggung (Curi et al. 2011) dan masa kosong (Nobari et al. 2010). Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Hussain et al. (2017) dimana polimorfisme gen pada bagian intron 2 tidak berasosiasi terhadap berat dewasa pada sapi lokal Irak dan Fries Holstein.

Tabel 1. Primer dan enzim restriksi yang digunakan pada metode PCR-RFLP untuk identifikasi gen leptin sapi

Primer	Bagian	Produk PCR (pb)	Enzim restriksi	SNP	GenBank	Pustaka
<i>Forward: 5'-TGGAGTGGCTTGTATTTTCTTCT-3'</i> <i>Reverse: 5'-GTCCCCGCTTCTGGCTACCTAACT-3'</i>	Intron 2	422	Sau3AI	g.820C>T	Y11369	Liefers et al. (2002)
<i>Forward: 5'-ATGCGCTGTGGACCCCTGTATC-3'</i> <i>Reverse: 5'-TGGTGTTCATCCTGGACCTTCC-3'</i>	Ekson 2	95	Kpn2I	g.123C>T	AB070368	Buchanan et al. (2002)
<i>Forward: 5'-ATGCGCTGTGGACCCCTGTATC-3'</i> <i>Reverse: 5'-TGGTGTTCATCCTGGACCTTCG-3'</i>	Ekson 2	95	Kpn2I	g.1180C>T	U50365	Shin & Chung (2007)
<i>Forward: 5'-GATTCCGCCGCACCTCTC-3'</i> <i>Reverse: 5'-GGCTGTGCAGCCTTGACAGG-3'</i>	Ekson 2	467	ClaI	g.252T>A	AY138588	Konfortov et al. (1999)
<i>Forward: 5'-GATTCCGCCGCACCTCTC-3'</i> <i>Reverse: 5'-CCTGTGCAAGGCTGCACAGCC-3'</i>	Ekson 2	467	ClaI	g.1127A>T	U50365	Shin & Chung (2007)
<i>Forward: 5'-GGGAAGGGCAGAAAGATAG-3'</i> <i>Reverse: 5'-AGGCAGACTGTTGAGGATC-3'</i>	Ekson 2	331	HphI	g.1863C>T	Y11369	Haegeman et al. (2000)
<i>Forward: 5'-TTTCTTGATTCCGCCGCACCTCT-3'</i> <i>Reverse: 5'-GCTCAGTTACCAGGCAGGAAGAA-3'</i>	Ekson 2	721	BspDI	g.1127A>T	U50365	Kawaguchi et al. (2017)
<i>Forward: 5'-GTCTGGAGGCAAAGGGCAGAGT-3'</i> <i>Reverse: 5'-CCACCACCTCTGTGGAGTAG-3'</i>	Ekson 3	522	BsaAI	g.2795G>A	HE605298	Lien et al. (1997)
<i>Forward: 5'-CCCTCTCTCCCACTGAGCTC-3'</i> <i>Reverse: 5'-GCCTATGTGGGCATCCTTTA-3'</i>	Ekson 3	317	NruI	g.140C>T	AJ132764	Konfortov et al. (1999)
<i>Forward: 5'-AGCAGTCCGTCTCCTCCAAACAGAG-3'</i> <i>Reverse: 5'-GGACTTTGGGAAGAGAGGCCT TCA-3'</i>	Ekson 3	391	MspI	g.14911	JQ711179	Kong et al. (2006)
<i>Forward: 5'-TATCTGTCTTACGTGGAGGCTGTGCCCCATC-3'</i> <i>Reverse: 5'-TACCGTGTGTGAGATGTCATTGAT-3'</i>	Intron 2 - Ekson 3	105	BamHI	g.1233C>T	U50365	Kaygisiz et al. (2011)
<i>Forward: 5'- AGTGTCTCTTGGGGCATTTT-3'</i> <i>Reverse: 5'- CCTGGGCTCCTATCTTTCTG-3'</i>	Intron 2 - Ekson 3	1.147	Sau3AI	g.2270A>G	U50365	Rasor et al. (2002)
<i>Forward: 5'-GTCACCAGGATCAATGACAT-3'</i> <i>Reverse: 5'-CAAACCAGTGACCCTCTGTT-3'</i>	Intron 2 - Ekson 3	1.820	Sau3AI	g.2270A>G	U50365	Pomp et al. (1997)

Tabel 2. Beberapa primer yang digunakan dan identifikasi SNP pada gen leptin sapi dengan metode sekuensing dan SSCP

Primer	Bagian	Produk PCR (pb)	SNP	Bangsa	GenBank	Pustaka
<i>Forward: 5'-AGGCGGAGAGGAGGAAAGAT-3'</i> <i>Reverse: 5'-ATGATGGTGTGGAGGGGTAA-3'</i>	Promotor	1141	g.143A>G g.146G>A g.154T>C g.344ins.AG	Fries Holstein	AJ571671	Matteis et al. (2012)
<i>Forward: 5'-CACGTTCCCGTTAGGAAGTCTCTG-3'</i> <i>Reverse: 5'-CGGCGGAGAAGTAGAAAGGAGAGA-3'</i>	Promotor	612	g.389A>C	Fries Holstein	JQ711179	Matteis et al. (2012)
<i>Forward: 5'-TCCCAATCTGACCTCTGACC-3'</i> <i>Reverse: 5'-AAACATCAGGGCGTTTCATC-3'</i>	5'UTR	1.038	g.1508C>G g.1540G>A g.1545G>A g.1551C>T g.1746T>G g.1798ins.G g.1932del.T g.1933del.T g.1934del.T g.1993C>T g.2033C>T	Hanwoo	AB070368	Chung et al. (2008)
<i>Forward: 5'-AGCAAAACAACCAGGCTCAAAC-3'</i> <i>Reverse: 5'-AGGAGAGAGCCGGGCACTTA-3'</i>	5'UTR	1.000	g.2418C>G g.2423G>A	Hanwoo	AB070368	Chung et al. (2008)
<i>Forward: 5'-CTCACTGCTGCGTGGTCTAC-3'</i> <i>Reverse: 3'-GCACTAGGATTCCGGTCTGG-5'</i>	Ekson 2	620	g.1047C>T	Sapi lokal di Ciamis	EU313203	Hilmia et al. (2015)
<i>Forward: 5'-CCATGGCAGACAGCAAATCTCGT-3'</i> <i>Reverse: 5'-TGGTGTTCATCCTGGACCTTCC-3'</i>	Ekson 2	234	g.32A>G g.61C>T g.87T>C g.89G>A	Madura, Aceh	FJ626856	Kamaliah (2012)
<i>Forward: 5'-GGGAAGGGCAGAAAGATAGG-3'</i> <i>Reverse: 5'-AGGCAGACTGGTGAGGATC-3'</i>	Ekson 3	240	g.14473G>T g.14474A>C g.14707G>T	Hanwoo	JQ711179	Yang et al. (2007)
<i>Forward: 5'-GGGAAGGGCAGAAAGATAGG 3'</i> <i>Reverse: 5'-GCCGCAACATGTCCTGTAGT-3'</i>	Ekson 3	538	g.2961A>G	Gir	U50365 EU313203	Jhala et al. (2009)
<i>Forward: 5'-CCCTCTCTCCCACTGAGCTC-3'</i> <i>Reverse: 5'-TAAAGGATGCCACATAGGC-3'</i>	Ekson 3	496	g.3100C>T	Hanwoo	U50365	Shin & Chung (2007)
<i>Forward: 5'-CAGAAAGATAGGAGCCAGGAGA-3'</i> <i>Reverse: 5'-GCTTCCATCGTATGTTGTGTGGG-3'</i>	Ekson 3	974	g.3260T>C g.3257C>T g.3272T>C g.3356C>T	Simmental	U50365	Kawaguchi et al. (2017) dan Orru et al. (2011)

Polimorfisme gen leptin pada bagian ekson 2 dilaporkan berasosiasi terhadap berat karkas (Cheong et al. 2006), lingkaran dada (Kaygisiz et al. 2011), tebal lemak punggung (Nkrumah et al. 2004; Kong et al. 2006), produksi susu (Sadeghi et al. 2008) dan *feed intake* (Lagonigro et al. 2003). Polimorfisme gen leptin pada bagian ekson 3 dilaporkan berasosiasi terhadap berat badan (Yang et al. 2007), berat karkas (Cheong et al. 2006), skor *marbling* (Kong et al. 2006) dan *non-return rate* (Komisarek 2010). Mutasi pada bagian ekson gen leptin menyebabkan terjadinya perubahan asam amino tertentu yang dapat mempengaruhi produktivitas ternak. Sebagai contohnya adalah mutasi di posisi g.1233C>T pada gen *Lep/BamHI*

menyebabkan terjadinya perubahan asam amino *arginine* menjadi *cystine* (Kaygisiz et al. 2011) dan dilaporkan berasosiasi terhadap lingkaran dada pada sapi Anatolian Black. Selain itu, mutasi di posisi g.1863C>T pada gen *Lep/HphI* (ekson 2) menyebabkan perubahan asam amino *alanine* menjadi *valine* dan tidak berasosiasi terhadap produktivitas. Hal itu disebabkan karena kedua asam amino tersebut terletak pada bagian β helix dari protein leptin. *Alanine* dan *valine* merupakan tipe protein yang sama (*non-polar aliphatic R group*) sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur reseptor protein (Moussavi et al. 2006).

Tabel 3. Sebaran frekuensi genotipe dan alel pada gen leptin dari berbagai bangsa sapi

Lokus	Bangsa sapi	Spesies	N	Frekuensi genotipe			Frekuensi alel	
				1	2	3	1	2
<i>Lep/Sau3AI</i>	Pinzgau ¹	<i>B. taurus</i>	85	0,45 (AA)	0,49 (AB)	0,06 (BB)	0,69 (A)	0,31 (B)
	Slovak Spotted ¹	<i>B. taurus</i>	110	0,69 (AA)	0,28 (AB)	0,03 (BB)	0,83 (A)	0,17 (B)
	Bali ²	<i>B. javanicus</i>	11	1,00 (AA)	0,00 (AB)	0,00 (BB)	1,00 (A)	0,00 (B)
	Bali cross ²	<i>B. jav</i> × <i>B. tau</i>	13	0,69 (AA)	0,31 (AB)	0,00 (BB)	0,85 (A)	0,15 (B)
	Fries Holstein ³	<i>B. taurus</i>	160	0,80 (AA)	0,19 (AB)	0,01 (BB)	0,90 (A)	0,10 (B)
	Sistani ⁴	<i>B. indicus</i>	103	0,77 (AA)	0,22 (AB)	0,01 (BB)	0,88 (A)	0,12 (B)
	Brown Swiss ⁴	<i>B. taurus</i>	104	0,64 (AA)	0,35 (AB)	0,01 (BB)	0,82 (A)	0,12 (B)
	Sarabi ⁵	<i>B. taurus</i>	66	0,32 (AA)	0,42 (AB)	0,26 (BB)	0,53 (A)	0,47 (B)
<i>Lep/Kpn2I</i>	FH x Hariana ⁶	<i>B. tau</i> × <i>B. ind</i>	64	0,68 (CC)	0,27 (CT)	0,05 (TT)	0,82 (C)	0,18 (T)
	Taleshi ⁷	<i>B. indicus</i>	66	-	-	-	0,55 (C)	0,45 (T)
	Jersey ⁸	<i>B. taurus</i>	341	0,75 (CC)	0,25 (CT)	0,67 (TT)	0,87 (C)	0,13 (T)
	Simmental ⁸	<i>B. taurus</i>	485	0,53 (CC)	0,44 (CT)	0,33 (TT)	0,75 (C)	0,25 (T)
	Frieswal ⁹	<i>B. tau</i> × <i>B. ind</i>	126	0,38 (CC)	0,51 (CT)	0,11 (TT)	0,64 (C)	0,36 (T)
	Ongole ⁹	<i>B. indicus</i>	38	0,00 (CC)	1,00 (CT)	0,00 (TT)	0,50 (C)	0,50 (T)
	Sahiwal ⁹	<i>B. indicus</i>	48	0,08 (CC)	0,88 (CT)	0,04 (TT)	0,52 (C)	0,48 (T)
	Iranian Holstein ¹⁰	<i>B. taurus</i>	134	0,37 (CC)	0,42 (CT)	0,21 (TT)	0,58 (C)	0,42 (T)
	Hanwoo ¹¹	<i>B. taurus</i>	309	0,29 (CC)	0,55 (CT)	0,16 (TT)	0,64 (C)	0,36 (T)
	British Friesian ¹²	<i>B. taurus</i>	49	0,92 (AA)	0,08 (AT)	0,00 (TT)	0,96 (C)	0,04 (T)
<i>Lep/ClaI</i>	Aberdeen Angus ¹²	<i>B. taurus</i>	42	0,93 (AA)	0,07 (AT)	0,00 (TT)	0,96 (C)	0,04 (T)
	Hereford ¹²	<i>B. taurus</i>	51	0,80 (AA)	0,16 (AT)	0,04 (TT)	0,88 (C)	0,12 (T)
	Highland ¹²	<i>B. taurus</i>	48	1,00 (AA)	0,00 (AT)	0,00 (TT)	1,00 (C)	0,00 (T)
	Charolais ¹²	<i>B. taurus</i>	56	0,71 (AA)	0,27 (AT)	0,02 (TT)	0,85 (C)	0,15 (T)
	Hanwoo ¹³	<i>B. taurus</i>	309	0,98 (AA)	0,02 (AT)	0,00 (TT)	0,99 (A)	0,01 (T)
<i>Lep/HphI</i>	FH x Hariana ⁶	<i>B. tau</i> × <i>B. ind</i>	64	0,53 (AA)	0,42 (AV)	0,05 (VV)	0,74 (A)	0,26 (V)
	FH x Sahiwal ⁹	<i>B. tau</i> × <i>B. ind</i>	126	0,58 (CC)	0,38 (CT)	0,04 (TT)	0,77 (C)	0,23 (T)
	Ongole ⁹	<i>B. indicus</i>	38	1,00 (CC)	0,00 (CT)	0,00 (TT)	1,00 (C)	0,00 (T)
	Sahiwal ⁹	<i>B. indicus</i>	50	0,96 (CC)	0,04 (CT)	0,00 (TT)	0,98 (C)	0,02 (T)
<i>Lep/BsaAI</i>	Fries Holstein ¹²	<i>B. taurus</i>	52	0,04 (AA)	0,23 (AB)	0,73 (BB)	0,40 (A)	0,60 (B)
	Mazandarani ¹²	<i>B. indicus</i>	53	0,25(AA)	0,62 (AB)	0,13 (BB)	0,56 (A)	0,44 (B)
	Bali ¹⁴	<i>B. javanicus</i>	50	0,72 (AA)	0,20 (AG)	0,08 (GG)	0,76 (A)	0,24 (G)

Tabel 3. Sebaran frekuensi genotipe dan alel pada gen leptin dari berbagai bangsa sapi (lanjutan)

Lokus	Bangsa sapi	Spesies	N	Frekuensi genotipe			Frekuensi alel	
				1	2	1	2	1
Lep/NruI	Jersey ¹⁵	<i>B. taurus</i>	40	0,05 (AA)	0,38 (AG)	0,57 (GG)	0,24 (A)	0,76 (G)
	Hariana ¹⁵	<i>B. indicus</i>	60	0,07 (AA)	0,53 (AG)	0,40 (GG)	0,34 (A)	0,66 (G)
	Sahiwal ¹⁵	<i>B. indicus</i>	32	0,03 (AA)	0,50 (AG)	0,47 (GG)	0,28 (A)	0,72 (G)
	Gir ¹⁵	<i>B. indicus</i>	20	0,05 (AA)	0,40 (AG)	0,55 (GG)	0,25 (A)	0,75 (G)
	Nimari ¹⁵	<i>B. indicus</i>	29	0,07 (AA)	0,45 (AG)	0,48 (GG)	0,29 (A)	0,71 (G)
	Golpayegani ¹⁶	<i>B. taurus</i>	92	0,10 (TT)	0,30 (CT)	0,60 (CC)	0,25 (T)	0,75 (C)
	Najdi ¹⁶	<i>B. indicus</i>	54	0,04 (TT)	0,37 (CT)	0,59 (CC)	0,22 (T)	0,78 (C)
	Sarabi ¹⁶	<i>B. taurus</i>	82	0,07 (TT)	0,69 (CT)	0,24 (CC)	0,42 (T)	0,58 (C)
	Sistani ¹⁶	<i>B. indicus</i>	104	0,02 (TT)	0,92 (CT)	0,06 (CC)	0,48 (T)	0,52 (C)
	Frieswal ⁹	<i>B. tau × B. ind</i>	126	0,27 (CC)	0,51 (CT)	0,22 (TT)	0,52 (C)	0,48 (T)
	Ongole ⁹	<i>B. indicus</i>	38	0,00 (CC)	0,00 (CT)	1,00 (TT)	0,00 (C)	1,00 (T)
	Sahiwal ⁹	<i>B. indicus</i>	51	0,41 (CC)	0,55 (CT)	0,04 (TT)	0,69 (C)	0,31 (T)
Lep/MspI	Hanwoo ¹⁷	<i>B. taurus</i>	275	0,29 (AA)	0,58 (AB)	0,12 (BB)	0,58 (A)	0,42 (B)
Lep/BamHI	East Anatolian Red ¹⁸	<i>B. taurus</i>	38	0,21 (CC)	0,50 (CT)	0,29 (TT)	0,46 (C)	0,54 (T)
	Anatolian Black ¹⁸	<i>B. taurus</i>	45	0,24 (CC)	0,56 (CT)	0,20 (TT)	0,52 (C)	0,48 (T)
	Brown Swiss ¹⁸	<i>B. taurus</i>	16	0,19 (CC)	0,56 (CT)	0,25 (TT)	0,47 (C)	0,53 (T)
Lep/BspDI	Japanese Black ¹⁹	<i>B. taurus</i>	449	0,79 (AA)	0,19 (AT)	0,02 (TT)	0,89 (A)	0,11 (T)

Sumber: ¹Moravcikova et al. (2012); ²Mappanganro et al. (2014); ³Öner et al. (2017); ⁴Nobari et al. (2010); ⁵Javanmard et al. (2008); ⁶Choudhary et al. (2006); ⁷Nassiry et al. (2008); ⁸Anton et al. (2012); ⁹Singh et al. (2014); ¹⁰Sadeghi et al. (2008); ¹¹Shin & Chung (2007); ¹²Lagonigro et al. (2003); ¹³Azari et al. (2012); ¹⁴Syarifulaya et al. (2015); ¹⁵Choudhary et al. (2005); ¹⁶Aslaminejad et al. (2010); ¹⁷Kong et al. (2006); ¹⁸Kaygisiz et al. (2011); ¹⁹Kawaguchi et al. (2017)

Tabel 4. Beberapa genotipe terbaik pada gen leptin dan pengaruhnya terhadap produktivitas pada sapi berdasarkan SNP yang berbeda

SNP	Sifat yang berasosiasi (P<0,05)	Genotipe terbaik	Bangsa sapi	Spesies	Pustaka
g.123C>T atau g.1180C>T	Tebal lemak punggung	CC	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Kong et al. (2006)
		CC	Brangus	<i>B. tau × B. ind</i>	Corva et al. (2009)
	<i>Longissimus muscle area</i>	CC	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Kong et al. (2006)
	<i>Marbling score</i>	CC	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Kong et al. (2006)
	<i>Gain in backfat thickness</i>	CC	Bangsa sapi potong	<i>B. taurus</i>	Nkrumah et al. (2004)
	<i>Grade fat (backfat)</i>	CC	Bangsa sapi potong	<i>B. taurus</i>	Nkrumah et al. (2004)
	<i>Yield grade of carcass</i>	CC	Bangsa sapi potong	<i>B. taurus</i>	Nkrumah et al. (2004)
	<i>Lean meat yield</i>	CC	Bangsa sapi potong	<i>B. taurus</i>	Nkrumah et al. (2004)
	Produksi susu 305 hari	CC	Fries Holstein	<i>B. taurus</i>	Anton et al. (2012)
		CC	Simmental	<i>B. taurus</i>	Anton et al. (2012)
	Nilai pemuliaan (NP) pada:				
	Produksi susu	TT	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Sadeghi et al. (2008)
	Total lemak susu	TT	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Sadeghi et al. (2008)
	Total protein susu	TT	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Sadeghi et al. (2008)
	Produksi karkas	CT	Brangus	<i>B. tau × B. ind</i>	Corva et al. (2009)

Tabel 4. Beberapa genotipe terbaik pada gen leptin dan pengaruhnya terhadap produktivitas pada sapi berdasarkan SNP yang berbeda (lanjutan)

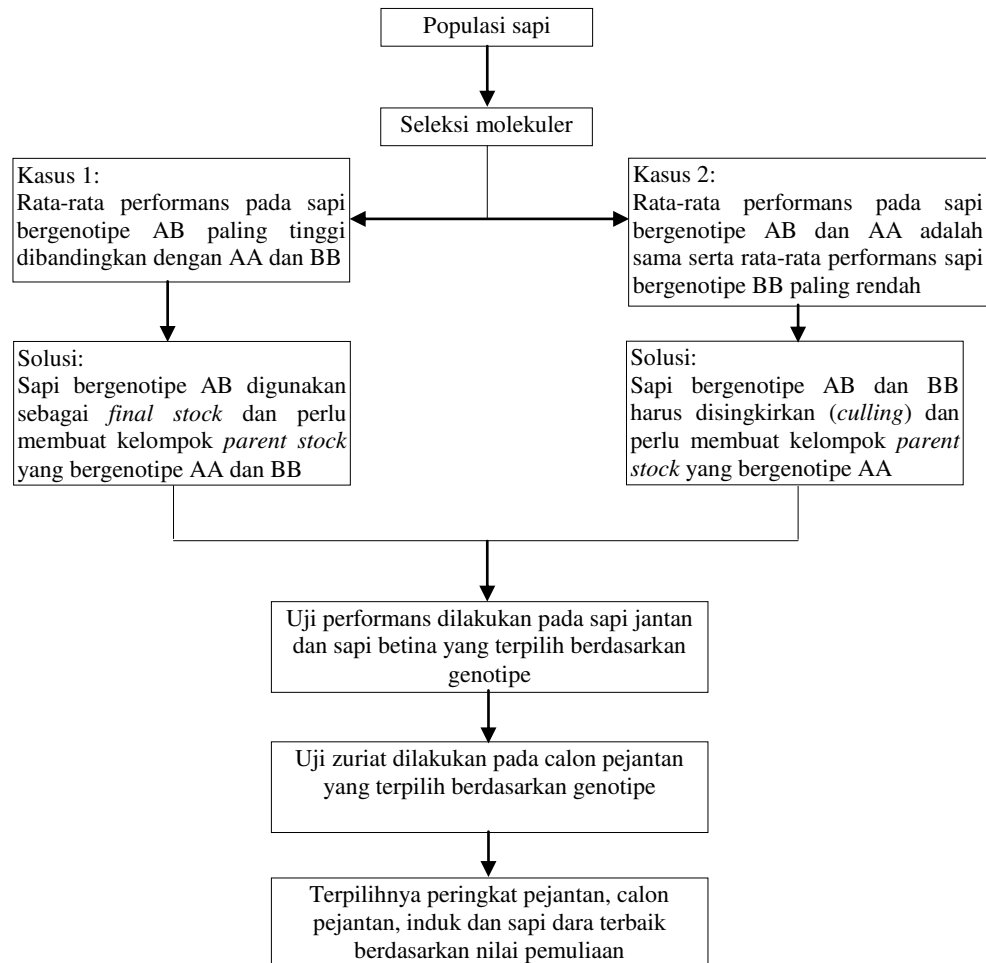
SNP	Sifat yang berasosiasi (P<0,05)	Genotipe terbaik	Bangsa sapi	Spesies	Pustaka
g.820C>T	Kadar protein susu	AA	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Moussavi et al. (2006)
	Total lemak susu	AB	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Moussavi et al. (2006)
	Berat badan	AA	Iranian Holstein	<i>B. taurus</i>	Moussavi et al. (2006)
	Produksi susu 305 hari	AA	Slovakian breeds	<i>B. taurus</i>	Trakovická et al. (2013)
	Total protein susu	AA	Slovakian breeds	<i>B. taurus</i>	Trakovická et al. (2013)
	Umur kawin pertama	AA	Slovakian breeds	<i>B. taurus</i>	Trakovická et al. (2013)
		AA	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
	Berat sapih	AB	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
	Berat setahunan	AB	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
	Masa kosong	AB	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
	Lama laktasi	AA	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
	Produksi susu 100 hari	AB	Sistani	<i>B. indicus</i>	Nobari et al. (2010)
g.252T>A	Konsumsi pakan	AT	Bangsa sapi potong	<i>B. taurus</i>	Lagonigro et al. (2003)
g.1233C>T	Lingkar dada	TT	Anatolian Black	<i>B. taurus</i>	Kaygisiz et al. (2011)
g.14911	<i>Marbling score</i>	AA	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Kong et al. (2006)
g.2270A>G	Jarak beranak	BB	Angus × Nelore	<i>B. tau × B. ind</i>	Almeida et al. (2003)
	Berat saat beranak pertama	AB	Angus × Nelore	<i>B. tau × B. ind</i>	Almeida et al. (2003)
	Konsumsi bahan kering	AA	Fries Holstein	<i>B. taurus</i>	Oprządek et al. (2003)
	Konsumsi protein kasar	AA	Fries Holstein	<i>B. taurus</i>	Oprządek et al. (2003)
	Protein yang dicerna di usus halus	AA	Fries Holstein	<i>B. taurus</i>	Oprządek et al. (2003)
g.2418C>G	Tebal lemak punggung	CG	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Chung et al. (2008)
g.2423G>A	Tebal lemak punggung	AG	Hanwoo	<i>B. taurus</i>	Chung et al. (2008)
g.1127A>T	Berat karkas	AA	Japanese Black	<i>B. taurus</i>	Kawaguchi et al. (2017)

Dari Tabel 4 diketahui bahwa informasi tentang pengaruh gen leptin terhadap produktivitas bangsa sapi *B. indicus* dan *B. javanicus* masih sangat terbatas. Mutasi di posisi g.820C>T dan g.2270A>G (Lep/*Sau3AI*) pada sapi Sistani (*B. indicus*) berasosiasi terhadap berat sapih dan perlu dikaji lebih lanjut terhadap bangsa sapi *B. indicus* di Indonesia seperti Peranakan Ongole, Aceh dan Madura. Mutasi di posisi g.252T>A (Lep/*Clal*), g.1127A>T (Lep/*BspDI*), g.1233C>T (Lep/*BamHI*) dan g.14911 (Lep/*MspI*) beserta pengaruhnya terhadap produktivitas pada sapi *B. indicus* dan *B. javanicus* sejauh ini belum dilaporkan sehingga perlu dikaji lanjut.

Aplikasi pemanfaatan gen leptin pada sapi dapat dilakukan dengan cara melakukan identifikasi genotipe gen leptin pada suatu populasi ternak. Populasi sapi yang akan diseleksi sebaiknya yang telah memenuhi standar *good farming practices* agar potensi genetik dapat diekspresikan. Data genotipe gen leptin yang diperoleh selanjutnya diasosiasikan secara statistik terhadap data produktivitas ternak (dengan asumsi

jumlah sapi yang dievaluasi banyak). Jika genotipe heterozigot (AB) pada sapi potong menunjukkan rata-rata performans yang paling baik dibandingkan dengan genotipe yang lain, maka sapi tersebut sebaiknya digunakan untuk *feedlot*. Tingginya performans sapi bergenotipe heterozigot dapat disebabkan karena terjadi efek heterosis (*hybrid vigor*), yaitu performans anak lebih tinggi dari rata-rata performans tetuanya (Hardjosubroto 1994). Oleh karena itu, perlu stok sapi bergenotipe homozigot AA dan BB sebagai sumber bibit untuk menghasilkan sapi heterozigot (AB).

Contoh lainnya apabila pada sapi diperoleh dua genotipe AA dan AB yang mempunyai nilai rata-rata performans yang sama serta diperoleh genotipe BB yang mempunyai nilai rata-rata performans yang paling rendah, maka individu AB dan BB harus singkirkan (*culling*). Sapi bergenotipe AB tetap disingkirkan dan tidak digunakan sebagai sumber bibit karena memiliki alel B yang membawa sifat performans yang jelek. Sapi bergenotipe AA selanjutnya digunakan sebagai sumber bibit untuk menghasilkan bakalan. Seleksi secara



Gambar 4. Diagram alur seleksi ternak secara molekuler dan dilanjutkan secara konvensional

molekuler merupakan seleksi awal pada ternak sehingga tetap diperlukan uji performans dan uji zuriat apabila akan memproduksi pejantan unggul. Diagram alur proses seleksi ternak secara molekuler dan konvensional tersaji pada Gambar 4.

KESIMPULAN

Produktivitas sapi (berat badan, berat karkas dan produksi susu) dipengaruhi oleh hormon leptin yang dikontrol oleh gen leptin. Hormon leptin pada sapi berfungsi untuk mengatur keseimbangan energi dan konsumsi pakan. Polimorfisme gen leptin pada sapi telah dilaporkan terjadi di bagian promotor, intron dan ekson serta masing-masing bagian tersebut berasosiasi terhadap berat badan, berat karkas dan produksi susu pada beberapa bangsa sapi. Pemanfaatan gen leptin pada sapi di Indonesia dapat dilakukan melalui identifikasi SNP pada seluruh bagian gen leptin untuk melihat pengaruh SNP terhadap produktivitas ternak.

DAFTAR ISI

- Agustina T. 2016. *Outlook susu: Komoditas pertanian subsektor peternakan*. Jakarta (Indonesia): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian.
- Almeida SEM, Almeida EA, Moraes JCF, Weimer TA. 2003. Molecular markers in the LEP gene and reproductive performance of beef cattle. *J Anim Breed Genet*. 120:106-113.
- Anton I, Kovacs K, Hollo G, Farkas V, Szabo F, Egerszegi I, Ratky J, Zsolnai A, Brussow KP. 2012. Effect of DGAT1, leptin and TG gene polymorphisms on some milk production traits in different dairy cattle breeds in Hungary. *Arch Fur Tierzucht-Archives Anim Breed*. 55:307-314.
- Aslaminejad AA, Nassiry MR, Farajollahi H, Mahdavi M, Abbasi H, Javadmanesh A. 2010. Polymorphism in exon 3 of leptin gene in Iranian native cattle breeds. *J Appl Anim Res*. 37:159-162.
- Azari MA, Hasani S, Heidari M, Yousefi S. 2012. Genetic polymorphism of leptin gene using PCR-RFLP method in three different populations. *Slovak J Anim Sci*. 45:39-42.

- Buchanan FC, Fitzsimmons CJ, Van Kessel AG, Thue TD, Winkelman-Sim DC, Schmutz SM. 2002. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genet Sel Evol.* 34:105-116.
- Cheong HS, Yoon DH, Kim LH, Park BL, Chung ER, Lee HJ, Cheong IC, Oh SJ, Shin HD. 2006. Leptin polymorphisms associated with carcass traits of meat in Korean cattle. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 19:1529-1535.
- Choudhary V, Kumar P, Bhattacharya TK, Bhushan B, Sharma A. 2005. DNA polymorphism of leptin gene in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *Genet Mol Biol.* 28:740-742.
- Choudhary V, Kumar P, Saxena VK, Bhattacharya TK, Bhushan B, Sharma A, Ahmed KA. 2006. Effect of leptin and IGFBP-3 gene polymorphisms on serum IgG level of cattle calves. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 19:1095-1099.
- Chung ER, Shin SC, Shin KH, Chung KY. 2008. SNP discovery in the leptin promoter gene and association with meat quality and carcass traits in Korean cattle. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 21:1689-1695.
- Corva PM, Fernández Macedo G V., Soria LA, Papaleo Mazzucco J, Motter M, Villarreal EL, Schor A, Mezzadra CA, Melucci LM, Miquel MC. 2009. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers. *Genet Mol Res.* 8:105-116.
- Curi RA, Chardulo LAL, Arrigoni MDB, Silveira AC, de Oliveira HN. 2011. Associations between LEP, DGAT1 and FABP4 gene polymorphisms and carcass and meat traits in Nelore and crossbred beef cattle. *Livest Sci.* 135:244-250.
- Denver RJ, Bonett RM, Boorse GC. 2011. Evolution of leptin structure and function. *Neuroendocrinology.* 94:21-38.
- Dubey PP, Sharma A, Gour DS, Jain A, Mukhopadhyay CS, Singh A, Joshi BK, Kumar D. 2008. Leptin gene polymorphism in Indian Sahiwal cattle by single strand conformation polymorphism (SSCP). *Blood.* 38:131-135.
- Friedman J. 2014. Leptin at 20: An overview. *J Endocrinol.* 223:T1-T8.
- Fruhbeck G, Jebb SA, Prentice AM. 1998. Leptin: Physiol. pathophysiol. *J Clin Physiol.* 18:399-419.
- Haegeman A, Van Zeveren A, Peelman LJ. 2000. New mutation in exon 2 of the bovine leptin gene. *Anim Genet.* 31:79.
- Hardjosubroto W. 1994. Aplikasi pemuliaan ternak di lapangan. Jakarta (Indonesia): Gramedia Widiasarana.
- Hilmia N, Rony RN, Cece S, Priyanto R, Gurnadi RE. 2015. Hubungan keragaman gen leptin dengan kualitas fisik daging sapi lokal di Ciamis. *JiIP.* 15:53-60.
- Hussain DA, Zainab HA, Tabarek AA. 2017. Genetic structure analysis of leptin gene/*Sau3AI* and its relationship with body weight in Iraqi and Holstein Friesian cows population. *J Phar Biol Sci.* 12:10-13.
- Javanmard A, Mohammadabadi MR, Zarrigabayi GE, Gharahedaghi AA, Nassiry MR, Javadmansh A, Asadzadeh N. 2008. Polymorphism within the intron region of the bovine leptin gene in Iranian Sarabi cattle (Iranian *Bos taurus*). *Russ J Genet.* 44:495-497.
- Javanmard A, Nader A, Mohammad HB, Javad T. 2005. The allele and genotype frequencies of bovine pituitary-specific transcription factor and leptin gene in Iranian cattle and buffalo populations using PCR-RFLP. *Iran J Biotechnol.* 3:104-108.
- Jhala NB, Rank DN, Vataliya PH, Joshi CG, Bhong CD, Mehta HH, Patil A V. 2009. Cloning and sequencing of the leptin gene in Gir cattle and Mehsana buffalo. *Buffalo Bull.* 28:29-33.
- Kamaliah. 2012. Polimorfisme gen leptin dan miostatin pada sapi potong Aceh dan Madura [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Kawaguchi F, Okura K, Oyama K, Mannen H, Sasazaki S. 2017. Identification of leptin gene polymorphisms associated with carcass traits and fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Anim Sci J.* 88:433-438.
- Kaygisiz A, Bengi C, Cilek S. 2011. Investigation of leptin gene polymorphisms in East Anatolian Red Anatolian and Black cattle and determination of genetic distance from Brown Swiss Cattle. *J Anim Plant Sci.* 21:121-125.
- Komisarek J. 2010. Impact of LEP and LEPR gene polymorphisms on functional traits in Polish Holstein-Friesian cattle. *Anim Sci Pap Reports.* 28:133-141.
- Konfortov BA, Licence VE, Miller JR. 1999. Re-sequencing of DNA from a diverse panel of cattle reveals a high level of polymorphism in both intron and exon. *Mamm Genome.* 10:1142-1145.
- Kong HS, Oh JD, Lee SG, Hong YS, Song WI, Lee SJ, Kim HC, Yoo BH, Lee HK, Jeon GJ. 2006. Association of polymorphisms in the bovine leptin gene with ultrasound measurements for improving in Korean cattle. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 19:1691-1695.
- Lagonigro R, Wiener P, Pilla F, Woolliams JA, Williams JL. 2003. A new mutation in the coding region of the bovine leptin gene associated with feed intake. *Anim Genet.* 34:371-374.
- Liefers SC, Te Pas MFW, Veerkamp RF, Van Der Lende T. 2002. Associations between leptin gene polymorphisms and production, live weight, energy balance, feed intake, and fertility in Holstein heifers. *J Dairy Sci.* 85:1633-1638.
- Lien S, Sundvold H, Klungland H, Vage DI. 1997. Two novel polymorphisms in the bovine obesity gene (OBS). *Anim Genet.* 28:245.
- Mappanganro R, Rahardja DP, Sonjaya H. 2014. Hubungan antara gen leptin dengan skor kondisi tubuh induk

- sapi Bali dan persilangannya. *J Sains dan Teknologi*. 3:232-240.
- Matteis GD, Maria CS, Francesco G, Francesca P, Fabio A, Gennaro C, Francesco N, Blanca M. 2012. Association analyses of single nucleotide polymorphisms in the leptin and leptin receptor genes on milk and morphological traits in Holstein cows. *OJAS*. 2:174-182.
- Molina P. 2013. *Endocrine physiology*. 4th ed. New York (US): McGraw-Hill Education.
- Moravcikova N, Anna T, Eva H, Jozef J, Radovan K. 2012. Associations between polymorphisms in the leptin gene and milk production traits in Pinzgau and Slovak Spotted cattle. *Acta Agric Slov*. 3:259-263.
- Moussavi AH, Ahouei M, Nassiry MR, Javadmanesh A. 2006. Association of leptin polymorphism with production, reproduction and plasma glucose level in Iranian Holstein cows. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 19:627-631.
- Nahavandi R, Asadzadeh N, Farjam AS, Nurul Amin SM, Hafezamini P, Javanmard A. 2010. Comparison of DNA polymorphism of bovine pituitary-specific transcription factor and leptin gene between Iranian *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle using PCR-RFLP. *J Anim Vet Adv*. 9:1660-1663.
- Nassiry MR, Frydoun ES, Alireza HM, Balal S, Ali J. 2008. The diversity of leptin gene in Iranian native, Holstein and Brown Swiss cattle. *Afr J Biotechnol*. 7:2685-2687.
- Nkrumah JD, Li C, Basarab JA, Guercio S, Meng Y, Murdoch BM, Hansen C, Moore SS. 2004. Association of a single nucleotide polymorphism in the bovine leptin gene with feed intake, feed efficiency, growth, feeding behaviour, carcass quality and body composition. *Can J Anim Sci*. 84:211-219.
- Nkrumah JD, Li C, Yu J, Hansen C, Keisler DH, Moore SS. 2005. Polymorphisms in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behavior, and measures of carcass merit. *J Anim Sci*. 83:20-28.
- Nobari K, Ghazanfari S, Nassiry MR. 2010. Relationship between leptin gene polymorphism with economical traits in Iranian Sistani and Brown Swiss cows. *J Anim Vet Adv*. 9:2807-2810.
- Öner Y, Yilmaz O, Okut H, Ata N, Yilmazbaş-Mecitoğlu G, Keskin A. 2017. Associations between GH, PRL, STAT5A, OPN, PIT-1, LEP, and FGF2 polymorphisms and fertility in Holstein-Friesian heifers. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 23:527-534.
- Oprządek J, Flisikowski K, Zwierzchowski L, Dymnicki E. 2003. Polymorphisms at loci of leptin (LEP), Pit1 and STA-T5A and their association with growth, feed conversion and carcass quality in Black-and-White bulls. *Anim Sci Pap Reports Inst Genet Anim Breed*. 21:135-145.
- Orru L, Cifuni GF, Piasentier E, Corazzin M, Bovolenta S, Moiola B. 2011. Association analyses of single nucleotide polymorphism in the LEP and SCD1 genes on the fatty acid profile of muscle fat in Simmental bulls. *Meat Sci*. 87:344-348.
- Pfister-Genskow M, Hayes H, Eggen A, Bishop MD. 1996. Chromosomal localization of the bovine obesity (OBS) gene. *Mamm Genome*. 7:398-399.
- Pomp D, Zou T, Clutter AC, Barendse W. 1997. Rapid communication: Mapping of leptin to bovine chromosome 4 by linkage analysis of a PCR-based polymorphism. *J Anim Sci*. 75:1427.
- Rasor CC, Thomas MG, Enns RM, Salazar HC, Zhang HM, Williams GL, Stanko RL, Randel RD, Rios J. 2002. Allelic and genotypic frequencies of the leptin gene sau3ai restriction fragment length polymorphism and evaluation of its association with age at puberty in cattle in the Southwestern United States and Northern Mexico. *PAS*. 18:141-146.
- Sadeghi M, Babak MMS, Rahimi G, Javaremi AN. 2008. Effect of leptin gene polymorphism on the breeding value of milk production traits in Iranian Holstein. *Animal*. 2:999-1002.
- Sharifzadeh A, Doosti A. 2012. Investigation of leptin gene polymorphism in Iranian native cattle. *Bulg J Vet Med*. 15:86-92.
- Shin SC, Chung ER. 2007. Association of SNP marker in the leptin gene with carcass and meat quality traits in Korean cattle. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 20:1-6.
- Singh U, Kumar S, Ganguly I, Gaur GK, Jagadeesan K, Kumar S, Mann S, Singh R. 2014. Identification of genetic polymorphism in two exonic coding region of leptin gene among indigenous and crossbred cattle. *Indian J Anim Res*. 48:403-407.
- Suryani R. 2016. *Outlook daging sapi: Komoditas pertanian subsektor peternakan*. Jakarta (Indonesia): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretaris Jenderal, Kementerian Pertanian.
- Syarifulaya N, Made S, Maskur. 2015. Identifikasi keragaman gen leptin pada sapi Bali dan kambing kacang. *JITPI*. 1:40-46.
- Taniguchi Y, Itoh T, Yamada T, Sasaki Y. 2002. Genomic structure and promoter analysis of the bovine leptin gene. *IUBMB Life*. 53:131-135.
- Trakovická A, Moravčíková N, Kasarda R. 2013. Genetic polymorphisms of leptin and leptin receptor genes in relation with production and reproduction traits in cattle. *Acta Biochim Pol*. 60:783-787.
- Yang D, Chen H, Wang X, Tian Z, Tang L, Zhang Z, Lei C, Zhang L, Wang Y. 2007. Association of polymorphisms of leptin gene with body weight and body sizes indexes in Chinese indigenous cattle. *J Genet Genom*. 34:400-405.
- Yoon DH, Cho BH, Park BL, Choi YH, Cheong HS, Lee HK, Chung ER, Cheong IC, Shin HD. 2005. Highly polymorphic bovine leptin gene. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 18:1548-1551.

The Role of Saponin as Feed Additive for Sustainable Poultry Production

(Peran Saponin sebagai Pakan Imbuhan dalam Produksi Unggas secara Berkelanjutan)

Elizabeth Wina, T Pasaribu, SIW Rakhmani and B Tangendjaja

Indonesian Research Institute for Animal Production, PO Box 221, Ciawi, Bogor 16002
winabudi@yahoo.com

(Received 17 April 2017 – Revised 4 August 2017 – Accepted 23 August 2017)

ABSTRACT

Poultry, especially broiler is an important protein source for people in developing countries. Under intensive condition, economical and efficient broiler production is disturbed by disease attack due to poor biosecurity management. Feed additives (coccidiostat and antibiotic growth promoter/AGP) that added to feed for disease prevention and growth improvement, have been banned by many countries including Indonesia. Antibiotic growth promoter can be substituted by bioactive compounds in certain plants which can improve poultry production. One of bioactive compounds is saponin which is a glycoside. This paper provides information about source and function of saponin as feed additive for poultry production. Saponin extracts or saponin containing plants have several functions, such as anticoccidia, immunostimulant, antibacteria and antifungi. Sustainable poultry production requires continues supply of feed ingredients and additive with consistent in quality. High saponin-containing plants need to be planted widely and supported by stakeholders for their avability and sustainability.

Key words: Saponin, poultry, function, feed additive

ABSTRAK

Unggas terutama ayam pedaging merupakan sumber protein penting bagi banyak orang di negara berkembang. Dalam kondisi intensif, produksi ayam pedaging yang ekonomis dan efisien dapat terganggu oleh serangan penyakit karena biosekuriti yang kurang baik. Bahan imbuhan pakan (*coccidiostat* dan *antibiotic growth promoter/AGP*) yang ditambahkan ke dalam pakan untuk mencegah penyakit dan meningkatkan pertumbuhan telah dilarang oleh banyak negara termasuk Indonesia. *Antibiotic growth promoter* dapat digantikan oleh senyawa bioaktif dari tanaman tertentu yang berfungsi untuk meningkatkan produksi unggas. Salah satu senyawa bioaktif tersebut adalah saponin yang merupakan senyawa glikosidik. Makalah ini memberikan beberapa informasi tentang sumber dan fungsi saponin sebagai imbuhan pakan untuk produksi unggas. Ekstrak saponin atau tanaman yang mengandung saponin memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai *anticoccidia*, immunostimulan, antibakteri dan antijamur. Produksi unggas yang berkelanjutan membutuhkan suplai bahan dan imbuhan pakan yang konsisten kualitasnya dan terjamin ketersediaannya. Tanaman yang mengandung saponin tinggi perlu dikembangkan secara luas dengan dukungan para pihak terkait untuk menjamin ketersediaannya secara berkelanjutan.

Kata kunci: Saponin, unggas, fungsi, imbuhan pakan

INTRODUCTION

Demand on animal protein for human consumption has been growing significantly in Asian countries in the last decade following an increase of income and change of lifestyle to consume more convenience food. Most of animal protein especially meat would be derived from swine and poultry production especially broiler. Increase in poultry production, however, faces several challenges including diseases and environment especially high temperature and humidity in tropical countries. In order to achieve optimum production and efficiency, poultry diseases have to be controlled or prevented through vaccination, medical treatment and feed additives.

Poultry farming, raised in unhygienic condition is exposed to microbial challenges from the environment, including litter and water. It is a common practice in broiler industries that feed additives have been used to control coccidiosis and other possible diseases such as necrotic enteritis or colibacillosis. Feed additives in the form of coccidiostat and antibiotic growth promoter (AGP) have been added in the broiler feed to maintain intestinal integrity and hence improve efficiency of nutrient utilization and finally improve animal health (Page 2005). It has been well demonstrated that addition of coccidiostat and AGP would result in economic benefit for poultry production and improve animal health including immunity of animal.

The use of antibiotics in animal feeding, however, put several concerns especially in relation to food safety (Paganini 2005). Concern on possible residue of antibiotics in animal products and may cause resistance to antibiotic use in human, resulted in request by many consumers to the government to review the use of AGP in animal feed. In 2006, European Union started to ban the use of AGP in animal feed, however, antibiotics are used only for disease treatment under prescription. Several meat exporting countries to Europe have also been requested not to use AGP during poultry production. Many countries start to review the use AGP in animal production and many food chain companies in US also start to request broiler meat to be free of antibiotic. Several countries, especially Scandinavian, have strict regulation on the use of antibiotics as feed additives in animal feed since the concept of clean, green and ethical animal production is being promoted (Kostadinovic et al. 2015). Indonesia has also a regulation on the ban of AGP use since 2009 and it is now implemented in the new law (UU 41, 2014 on Livestock and Animal Health). Sustainable poultry production urgently needs the alternatives of AGP to be added in poultry feed. Many researchs have been directed towards finding alternative AGP substances that have similar ability to improve gut health and integrity. AGP replacement may be achieved by using probiotics, enzymes, acidifiers, plant extracts etc.

Several plants have been discovered to contain chemical substances that are able to inhibit bacterial growth in the intestine and may be used as replacement to AGP (Windisch et al. 2008). These potential plants should also be available abundantly to provide sustainable supply for the users. Certain plants can synthesize secondary components during their growth and those substances are used as “self defense” against pathogen. Many medicinal plants have been used historically for medicinal purposes for human medicine and those substances found in the plants may be able to inhibit pathogen or bacterial growth in living organism. Natural substances from plants have been considered “safer” rather than antibiotic.

There are thousands of secondary components found in nature especially in the tropics and many of the components have been used for different purposes of human but little information has been found for animal application especially for AGP replacement. Secondary components that can be used for animal medicine include tannin, free amino acids, flavonoids, phenolics, alkaloids, essential oil, enzyme inhibitors, etc (Rochfort et al. 2008; Windisch et al. 2008; Magdalena et al. 2013). Among the secondary components found in tropical plants, one of them is saponin that has been reported to have different

functions for animal production (Cheeke 2009; Wina 2012). Several reviews have been published on the role of secondary metabolites as antimicrobia, antiviral (Liu & Du 2012; Pistelli & Giorgi 2012) in poultry (Kostadinovic et al. 2015) or ruminants (Patra & Saxena 2009; Wina 2012). This paper describes latest information on mechanism and application of saponin or saponin containing plants or plant parts to enhance poultry production.

STRUCTURE AND SOURCE SAPONIN

Saponins are diverse family of plant secondary metabolites. Basically, saponin consists of an aglycone (sapogenin) attached with one or more sugar moieties. Based on the structure of its aglycone, saponin is classified into triterpene saponin and steroidal saponin. Considering the diversity of saponin, Vincken et al. (2007) suggested a new classification of saponin consisting of 11 main classes. Diversity also occurs in one location of the plants. Several saponins that have been found in one plant usually have the same aglycone with different sugar moieties. Asao et al. (2009) isolated 20 types of saponin in *Sapindus rarak* fruit pericarp which has the same aglycone, hederagenin.

The word “sapon” means “foam”, which indicates that saponin exhibits foaming property. The foam was formed when the hydrophilic part of saponin was pulled into the water layer causing a reduced surface tension and later form bubbles. Table 1 shows several plants that found in Indonesia contain saponins. The saponin was detected in different parts of plant that have foaming property and exhibit haemolytic activity. The highest foam volume indicates the high saponin content in the plant part or plant materials. Even though it is not linear relationship between foam volume and haemolysis activity, there is an indication that the higher the foam volume, the higher activity of saponin causing blood haemolysis. It is very limited data on saponin isolation and identification from plants or plant part found in Indonesia. The presence of saponin mainly came from the qualitatively test for saponin and the quantitative measurement was only for total saponin content. Table 2 shows that each plant or plant part has different name of saponin; the aglycone (the core) of saponin can be in steroid or triterpene structure with different type and number of sugar attached to the aglycone. The highest concentration of saponin was found in tea leaves which has been extracted and semipurified. Saponin concentration varied in *S. rarak* fruit pericarp depended on the particle size of dried *S. rarak* fruit pericarp. The highest saponin concentration was found in the smallest particle size of *S. rarak* fruit pericarp, as reported by Pasaribu et al. (2014a).

Table 1. Foam volume and minimum concentration of plant samples that caused haemolysis

Plant name	Local Indonesian name	Plant part	Foam volume (ml)*	Minimum concentration of saponin extract causing haemolysis (µg/ml)
<i>Albizia saponaria</i>	Langir/Merbuan	Leaves	0.83	57.36
<i>Albizia saponaria</i>	Langir/Merbuan	Bark	22.33	1.51
<i>Averrhoa bilimbi</i>	Belimbing wuluh	Leaves	2.25	39.02
<i>Dioscorea bulbifera</i>	Gembolo	Fruit	1.67	27.50
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Sengon buto	Leaves	8.83	1.10
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Sengon buto	Bark	17.50	0.42
<i>Garcinia mangostana</i>	Manggis	Pericarp	1.25	13.16
<i>Malvavicus arboreus</i>	Kembang wera	Leaves	1.17	50.37
<i>Morinda citrifolia</i>	Mengkudu	Fruit	2.42	118.60
<i>Sapindus rarak</i>	Lerak	Fruit pericarp	29.17	0.57

*The weight of sample in water was 0.5 g in 10 ml of water

Source: Wina (unpublished)

Table 2. Type and concentration of saponin in some plants

Name of plants	Plant part	Type of saponin	Concentration of total saponin	Reference
<i>Sapindus rarak</i>	Fruit pericarp	Hederagenin (aglycone), rarak saponin, mukurozi-saponin	21.70-43.52%	Asao et al. (2009); Pasaribu et al. (2014a)
<i>Camellia sinensis</i>	Seed, leaf	Theasaponin/camelliasaponin	72% from semi purified tea extract	Matsui et al. (2009)
<i>Morinda citrifolia</i>	Fruit	Triterpene saponin	0.69%	Rahmani et al. (2014)
<i>Moringa oleifera</i>	Leaf	Saponin	2.46-3.42%	Stevens et al. (2015)

SAPONIN EFFECT ON POULTRY PRODUCTION

Saponin in the plant material has several functions when fed to poultry. These functions will be beneficial for chicken itself or for human who consume the meat.

Saponin as anticoccidial agent

One of the common diseases occur in poultry is coccidiosis. It is caused by protozoa belongs to the genus *Eimeria* which can infect in various sites of intestine and caecum. There are many *Eimeria* have been identified in different poultry and present in different part of intestine. The most pathogenic strains that found in chicken are *Eimeria tenella* and *Eimeria necatrix*. It has been reported by many authors that several bioactive containing plants exhibit anticoccidial properties (Kostadinovic et al. 2015). Saponin as one of bioactive compounds reduced significantly protozoa in rumen (Wina 2005), therefore, it is expected that saponin may also reduce *Eimeria* sp in poultry digestive tract. The preliminary information on the effect of saponin containing plants found in Indonesia

on *Eimeria* spooctst in the *in vitro* test was reported by Rahmani et al. (2014). Table 3 shows the effectiveness of some plants extract to damage *E. tenella* oocyte may be related to their total saponin content. When saponin content was high, the percentage of oocyte damaged was also higher. More work is required to explore more saponin containing plants that consistently effective to destroy the oocyte of *E. tenella*.

In vitro experiment showed that the aqueous extract of *S. rarak* fruit pericarp (≥ 1 mg/ml) caused 90% of sporocysts become abnormal, hence, oocyst became inactive and cannot spread the disease of coccidiosis (Pasaribu et al. 2014a). Further *in vivo* experiment showed that the oocysts shed per gram faeces (OPG) of *Eimeria* sp infected chicken fed with *S. rarak* fruit pericarp were also reduced (Pasaribu et al. 2014b). Saponin containing extract of *M. citrifolia* leaves fed (200 mg/kg BW) to *Eimeria* sp infected chicken, reduced the incidence of coccidiosis, indicated by reduced haemorrhagic in the caecum and lower OPG (Karimy et al. 2013). Lower oocysts shed per gram faeces of *Eimeria* sp was previously reported by Hassan et al. (2008) when fed 5% saponin containing guar meal to broiler challenged with *E. tenella*.

Table 3. Total saponin content in some plants extract and its activity on oocytes of *E. tenella*

Leaf extract (1 mg/ml water)	Indonesian name	Total saponin	Oocyte <i>E. tenella</i> damage
		----- % -----	
<i>Anredera cordifolia</i>	<i>Binahong</i>	3.24	36
<i>Morinda citrifolia</i>	<i>Mengkudu</i>	0.69	13
<i>Malvaviscus arboreus</i>	<i>Wera</i>	0.73	14

Source: Rahmani et al. (2014)

The mechanism of saponin reducing the number of oocysts may be different from its mechanism to reduce protozoa in the rumen. Saponin lysed the ruminal protozoa by directly binding the outer membrane of protozoa. However, *E. tenella* oocyst's wall consists of two layers that cannot be destroyed by saponin. The inner layer is mainly composed by β -1,3-glucan (Bushkin et al. 2013) while the outer layer contains 90% protein with high level of dityrosine bonds (Mai et al. 2009) and acid fast-lipid (Bushkin et al. 2013). The oocyst's wall is very strong and resistant due to its acid fast-lipid. Oocyst has a micropyle cap that presents at the polar end of oocyst and gap that exists between cap and oocyst's wall as reported by Wiedmer et al. (2011). It was assumed that saponin did not destroy the oocyst's wall but entered the wall through the micropyle cap or gap and directly disturbed the sporocyst (Pasaribu et al 2014a).

Saponin as immunostimulant

One of the significant roles of saponin is its use as adjuvant in vaccines (Sun et al. 2009). Saponin has been used in several vaccines as adjuvant to increase immunogenicity of an antigen resulting in increased antibodies and cytotoxic of T-lymphocytes, hence improved the efficacy of vaccine. Saponin based adjuvants that were isolated and purified from *Quillaja saponaria* Molina bark was Quil A and its derivatives QS21 (Sun et al. 2009). However, the use of Quil A as adjuvant for vaccine that injected intramuscularly may be limited because it has high haemolytic activity. Therefore, efforts to look for low haemolytic saponin have been emphasized for its use as adjuvant. Saponin extracted from the seed of *Momordica cochinchinensis* (Lour) Spreng (ECMS) has low haemolytic activity and its inclusion into New Castle disease (ND) vaccine enhanced the serum IgG responses without showing

any adverse effect on growth of chicken (Xiao et al. 2009).

The response of enhancing immune response was also reported when saponin from stem-leaf ginseng added to drinking water (5 mg/kg BW) and given to ND vaccinated chicken (Zhai et al. 2009). Hemagglutination inhibition (HI) titers, immunoglobulin A⁺ cells and intraepithelial lymphocytes in the intestinal mucosal increased due to saponin addition (Zhai et al. 2009). Not only to ND vaccinated chicken, Zhai et al. (2014) also gave the same saponin to young chicken one week before vaccinated with live infectious bursal disease (IBD) vaccine. As a result, IBDV-specific antibody titer, the number of IgA⁺ cells and intestinal intraepithelial lymphocytes in all parts of intestine were significantly higher than control without saponin administration. Immunostimulant of saponin was also shown by the increase of IgG and IgY when ginseng leaf and stem and *S. rarak* fruit pericarp were given to chicken, respectively (Pasaribu et al. 2014b; Park et al. 2015). In the form of complex with antigen and lipid and called Immunostimulating complex (ISCOM), saponin induced antibody responses or protective immunity in several animals (Rajput et al. 2007).

Saponin effect on poultry performance

Recently, several reports on the effect of saponin on body weight gain of poultry have been published (Alfaro et al. 2007; Cheeke 2009; Park et al. 2015).

Table 4 shows that saponin or saponin containing plant materials can provide higher growth rate than control, but when the birds were challenged with *Eimeria* sp, the positive effect of saponin did not appear. Cheeke (2009) explained that the improvements of chicken performance may be due to the increased villus height and crypt depth in the chicken fed saponin containing *Yucca schidigera* extract. A mixture of saponin containing plants (yucca and quillaja) enriched with quillaja polyphenol caused improvement in body weight gain, feed conversion ratio that were similar to those treated with antibiotic growth promoter suggesting that this saponin mixture can serve as a replacement for antibiotic growth promoter (Cheeke 2009). Different type of saponin makes difficult to determine the best level of inclusion in the feed, therefore, the maximum level of inclusion of each saponin given to chicken should be carefully tested since the higher inclusion may give adverse effect on chicken performance.

Table 4. Effect of saponin or saponin containing plant material on poultry performance

Source of saponin	Level in the diet	Poultry	Effect	Reference
Tea saponin	0; 25; 50; and 75 mg/kg feed	Male broiler	Weight gain increased in dose dependent. Weight gain of chicken fed 75 mg/kg feed increased 25.9% than control	Miah et al. (2004)
Ginseng leaves and stem	0.40%	Broiler chicken	16.6% higher growth rate than control treatment	Park et al. (2015)
<i>Yucca schidigera</i> extract	0.01%	Broiler	Improved daily gain and FCR	Alfaro et al. (2007)
<i>Quillaja saponaria</i> saponin	0.01%	Broiler challenged with <i>Eimeria</i> mixture	Body weight gain is similar between treatment with control	Scheurer et al. (2013)
<i>Sapindus rarak</i> fruit pericarp	0.125-0.25%	Broiler challenged with <i>E. tenella</i>	Body weight gain was not significantly different	Pasaribu et al. (2014b)

Saponin as triglyceride and cholesterol reducing agent

Triglyceride and cholesterol are two compounds that become the major concern related to human health, and many people will avoid consuming high content of triglyceride (fat) and cholesterol in their food including meat. Saponin has been reported to reduce cholesterol in the meat or blood. The use of *S. rarak* fruit pericarp that contains high saponin content reduced triglyceride and cholesterol in chicken blood plasma in dose dependent manner (125-500 mg/100 g diet) (Pasaribu et al. 2014b). Not only total cholesterol, the more harmful LDL-cholesterol in blood plasma was also reduced. Park & Kim (2016) also reported reduced total cholesterol and LDL-cholesterol was observed in broiler fed 0.1% fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L) seed extract which contained steroidal saponin. Addition of Karaya (*Sterculia urens*) saponin was reported to reduce not only cholesterol in serum and liver but also in egg yolk. Bile acid concentration in the liver and concentrations of cholesterol, triacylglycerol and bile acid in faeces increased with the addition of karaya saponin into layer diet (75 mg/kg diet) (Afrose et al. 2010).

The mechanism of saponin to reduce cholesterol has been published and recently, Shi et al. (2014) reported the mechanism of saponin extract lowering cholesterol at the gene level. Shi et al. (2014) showed that alfalfa saponin extract (ASE) administration inhibited gene expression of two key enzymes of cholesterol biosynthesis, 3-Hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase (Hmgcr), acyl-CoA: Cholesterol O-acyltransferase 2 (Acat2) suggesting that saponin inhibited cholesterol biosynthesis. Besides, ASE increased the cholesterol 7- α -hydroxylase (CYP7A1) expression, which enhanced the catabolic pathway of cholesterol. It also increased low-density

lipoprotein receptor (LDLR) expression or activity, resulting in the reduction of serum LDL cholesterol level. Shi et al. (2014) concluded that saponin could regulate cholesterol metabolism by inhibiting the synthesis pathway of cholesterol, enhancing the catabolic pathway of cholesterol and enhancing the uptake of LDL-cholesterol.

Saponin as antifungal agent

In humid tropical countries, mycotoxin producing fungi grow very easily in food or feed ingredient. Several mycotoxins such as aflatoxin, fumonisin, zearalenone cause negative effect on animal production. Antifungal agent is usually added in the animal feed to prevent the growth of mycotoxin producing fungi. Several steroidal saponins isolated from *Capsicum frutescens* can inhibit the growth of germinated *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, and *A. niger* but not *Fusarium moniliforme* and *F. oxysporum* (De Lucca et al. 2006). The mechanism of saponin inhibit the fungi was through its binding with steroids that present in the fungal membrane and these saponin-steroid complexes caused a loss of cytoplasmic constituents, leading to cell death (De Lucca et al. 2006; Cho et al. 2013). However, its antifungal activity was determined by the sugar moiety. When saponin lost one glucose moiety, its activity against fungi would be significantly reduced. The lost of glucose can occur when saponin is hydrolyzed by enzyme excreted by microbes. Jiang et al. (2015) observed a different mechanism of saponin inhibited fungal growth by inhibiting the mycelial growth of fungi *Rhizopus stolonifer*. Saponin increase H₂O₂ production and resulted in membrane lipid peroxidation, hence increase cell membrane permeability and cause leakage in the cell membrane, hence inhibit fungal growth.

Saponin as antibacterial agent

Not only it has antifungal property, saponin also shows antibacterial activity. It may be interact in some ways with bacterial cell wall and caused disruption of bacterial cell membrane (Ray et al. 2013). It was assumed the aglycone part of the saponin is the important factor for antibacterial property. Saponin in the 100% methanol fraction of guar meal was reported to be most effective against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* bacteria (Hassan et al. 2008). Saponin rich fractions isolated from *Gypsophila* were also reported to have antioxidant activity based on free radical scavenging activity (Arslan & Çelik 2013). *Y. schidigera* extract displayed high effectiveness in reducing invasion of *E. coli* O157:H7 adhesion to HeLa cells. The presence of extract in some way modified the cell membrane function to prevent bacterial entry. Saponin in the extract possibly interacted with the cholesterol molecules in the cell membrane and consequently disturbed the cell membrane organization and interrupt the interaction of membrane receptors and pathogens (Johson 2013).

Saponin as antioxidant

Feed rich in fat especially in highly unsaturated fatty acids may go autoxidation and become rancid. The rancidity may cause refusal to poultry to consume feed and or reduce nutrient content and cause detrimental to poultry. Many feedmills may use an antioxidant as feed additive to prevent autoxidation of feed and the antioxidant are usually derived from chemicals such as ethoxyquin, Butylated Hydroxy Anisole or Butylated Hydroxy Toluene. Many phenolic compounds from plant materials were reported to have antioxidant activity including some saponins. Triterpenoid saponin extracted from *Xanthoceras sorbifolia* nutshell inhibited tyrosinase activity, had higher scavenging effect than vitamin C suggesting that this saponin extract had high antioxidant activity (Zhang & Zhou 2013). Addition of alfalfa saponin extract to the diet (5-15 g/kg diet) increased Glutathione peroxidase, Superoxide dismutase activities in serum, liver and muscle in dose dependent mannner suggesting that saponin promoted antioxidant activity in the body to scavenge free radicals and prevent the action of lipid peroxidation (Shi et al. 2014).

SAPONIN CONTAINING FEED ADDITIVE FOR INDONESIAN POULTRY PRODUCTION

Sustainable poultry production in Indonesia requires consistent quality and continuous supply of feed and feed additives. The implementation of law to prohibit the use of AGP in animal diet in Indonesia enforces feed industries to use plant sources as feed additive in animal diet. Many potential saponin containing plants such as *S. rarak*, *M. citrifolia* are found in Indonesia, however, the availability of these plants in large amount is limited. Therefore, it requires a good collaboration among farmers, local government and private industries to allocate a special land for growing and developing those potential saponin containing plants as locally natural feed additives. Research on combination of different plants or plant extracts as natural feed additives should be supported so that Indonesia can be self sufficient in feed additives for poultry industries.

CONCLUSION

Experiments have shown that saponin extracts or saponin containing plants can be used as alternative feed additives especially coccidiostat and antibiotic growth promoter (AGP) in poultry production. Beside the function as coccidiostat and AGP, saponins have also different functions in animal production including immunostimulant for animal health, inhibit the fungus growth and have antioxidant properties. However, it has to bear in mind that efficacy of saponin would depend on the level of application to the feed. Higher application may cause negative effect while lower level may reduce its efficacy. Further research is warranted if saponin would be used as feed additive in commercial scale to provide economic benefit to poultry and may be to other animal productions.

REFERENCES

- Afrose A, Hossain MS, Salma U, Miah AG, Tsujii H. 2010. Dietary karaya saponin and *Rhodobacter capsulatus* exert hypocholesterolemic effects by suppression of hepatic cholesterol synthesis and promotion of bile acid synthesis in laying hens. Cholesterol [Internet]. 2010. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/cholesterol/2010/272731/cta/>

- Alfaro DM, Silva AVF, Borges SA, Maiorka FA, Vargas S, Santin E. 2007. Use of *Yucca schidigera* extract in broiler diets and its effects on performance results obtained with different coccidiosis control methods. *J Appl Poult Res.* 16:248-254.
- Arslan I, Çelik A. 2013. Saponin rich fractions (SRPs) from soapwort show antioxidant and hemolytic activity. *APCBEE Procedia.* 7:103-108.
- Asao Y, Morikawa T, Xie Y, Okamoto M, Hamao M, Matsuda H, Muraoka O, Yuan D, Yoshikawa M. 2009. Structures of acetylated oleanane-type triterpene saponins, rarasaponins IV, V, and VI, and anti-hyperlipidemic constituents from the pericarps of *Sapindus rarak*. *Chem Pharm Bull.* 57:198-203.
- Bushkin GG, Motari E, Carpentieri A, Dubey JP, Costello CE, Robbins PW, Samuelson J. 2013. Evidence for a structural role for acid-fast lipids in oocyst walls of *Cryptosporidium*, *Toxoplasma*, and *Eimeria*. *MBio.* 4:e00387-13.
- Cheeke PR. 2009. Application of saponin as feed additives in poultry production. In: Selle P, editor. *Proceedings of 20th Annual Australian Poultry Science Symposium.* Sydney (Australia): World's Poultry Science Association, Australian branch. p. 50-55.
- Cho J, Choi H, Lee J, Kim MS, Sohn HY, Lee DG. 2013. The antifungal activity and membrane-disruptive action of dioscin extracted from *Dioscorea nipponica*. *Biochim Biophys Acta - Biomembr.* 1828:1153-1158.
- Hassan SM, El-Gayar AK, Cadwell DJ, Bailey CA, Cartwright AL. 2008. Guar meal ameliorates *Eimeria tenella* infection in broiler chicks. *Vet Parasitol.* 157:133-138.
- Jiang X, Feng K, Yang X. 2015. *In vitro* antifungal activity and mechanism of action of tea polyphenols and tea saponin against *Rhizopus stolonifer*. *J Mol Microbiol Biotechnol.* 25:269-276.
- Johson AM. 2013. Saponins as agents preventing infection caused by common waterborne pathogens [PhD Thesis]. [Arlington (US)]: The University of Texas.
- Karimy MF, Julendra H, Hayati SN, Sofyan A, Damayanti E, Priyowidodo D. 2013. Effectivity of water soluble granule from kenikir leaves extract (*Cosmos caudatus*), noni leaves extract (*Morinda citrifolia*) and earthworm meal extract (*Lumbricus rubellus*) as a natural coccidiostat for broiler chickens against infection caused by *Eimeria*. *JITV.* 18:88-98.
- Kostadinovic LJ, Puvaca N, Popovic S, Levic J. 2015. Botanical supplements as anti-coccidial alternatives in poultry nutrition. *World's Poul Sci J.* 71:27-36.
- Liu AL, Du GH. 2012. Antiviral properties of phytochemicals. In: Patra AK, editor. *Dietary phytochemicals and microbes.* Dordrecht (Germany): Springer. p. 93-126.
- De Lucca AJ, Boue S, Palmgren MS, Maskos K, Cleveland TE. 2006. Fungicidal properties of two saponins from *Capsicum frutescens* and the relationship of structure and fungicidal activity. *Can J Microbiol.* 52:336-342.
- Magdalena S, Natadiputri G, Nailufar F, Purwadaria T. 2013. Pemanfaatan produk alami sebagai pakan fungsional. *Wartazoa.* 23:31-40.
- Mai K, Sharman PA, Walker RA, Katrib M, de Souza D, McConville MJ, Wallach MG, Belli SI, Ferguson DJP, Smith NC. 2009. Oocyst wall formation and composition in coccidian parasites. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 104:281-289.
- Matsui Y, Kobayashi K, Masuda H, Kigoshi H, Akao M, Sakurai H, Kumagai H. 2009. Quantitative analysis of saponins in a tea-leaf extract and their antihypercholesterolemic activity. *Biosci Biotechnol Biochem.* 73:1513-1519.
- Miah MY, Rahman MS, Islam MK, Monir MM. 2004. Effects of saponin and L-carnitine on the performance and reproductive fitness of male broiler. *Int J Poult Sci.* 3:530-533.
- Paganini F. 2005. Alternatives to drugs in poultry feed and their impact on food safety. In: *XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products.* Doorwerth, 23-26 May 2005. Doorwerth (The Netherlands): WPSA. p. 333-335.
- Page SW. 2005. Current use of antimicrobial growth promoters in food animals: The benefits. In: Bastiaanse HB, editor. *Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon? The International Debate Conference for the Feed & Food Chain.* The Netherlands, 31 January-1 February 2005. Amsterdam (The Netherlands). p. 11-13.
- Park JH, Kim IH. 2016. Interactive effects of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) seed extract supplementation and dietary metabolisable energy levels on the growth performance, total tract digestibility, blood profiles, and excreta gas emission in broiler chickens. *Anim Prod Sci.* 56:1677-1682.
- Park SY, Lee KY, Cho YJ, Park BY, Kim KJ, Lee NR, Kim DG, Kim YH, Hahn TW. 2015. Efficacy of orally administered ginseng stem and leaf in chickens. *Korean J Vet Res.* 55:1-7.
- Pasaribu T, Astuti DA, Wina E, Sumiati, Setiyono A. 2014a. Saponin content of *Sapindus rarak* pericarp affected by particle size and type of solvent, its biological activity on *Eimeria tenella* oocysts. *Int J Poult Sci.* 13:347-352.
- Pasaribu T, Astuti DA, Sumiati, Setiyono A. 2014b. Milled lerak (*Sapindus rarak*) as feed additive and its effects on the performance and lipid profile of broiler infected by *Eimeria tenella*. *JITV.* 19:263-271.
- Patra AK, Saxena J. 2009. The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nut Res Rev.* 22:204-219.
- Pistelli L, Giorgi I. 2012. Antimicrobial properties of flavonoid. In: Patra AK, editor. *Dietary*

- phytochemicals and microbes. Dordrecht (Germany): Springer. p. 33-92.
- Rakhmani SIW, Wina E, Pasaribu T. 2014. Preliminary study on several Indonesian plants as feed additive and their effect on *Eimeria tenella* oocysts. In: Sustainable Livestock Production in the Perspective of Food Security, Policy, Genetic Resources and Climate Change. Proceedings of the 16th AAAP Animal Science Congress. Vol. II. Yogyakarta, 10-14 November 2014. Yogyakarta (Indonesia): Gadjah Mada University. p. 656-659.
- Rajput ZI, Hu S, Xiao C, Arijo AG. 2007. Adjuvant effects of saponins on animal immune responses. J Zhejiang Univ Sci B. 8:153-161.
- Ray A, Bharali P, Konwar BK. 2013. Mode of antibacterial activity of eclalbasaponin isolated from *Eclipta alba*. Appl Biochem Biotechnol. 171:2003-2019.
- Rochfort S, Parker AJ, Dunshea FR. 2008. Plant bioactives for ruminant health and productivity. Phytochemistry. 69:299-322.
- Scheurer W, Spring P, Maertens L. 2013. Effect of 3 dietary phytogetic products on production performance and coccidiosis in challenged broiler chickens. J Appl Poult Res. 22:591-599.
- Shi Y, Guo R, Wang X, Yuan D, Zhang S, Wang J, Yan X, Wang C. 2014. The regulation of alfalfa saponin extract on key genes involved in hepatic cholesterol metabolism in hyperlipidemic rats. PLoS One. 9:e88282.
- Stevens CG, Ugehe FD, Otitoju GT, Baiyeri KP. 2015. Proximate and antinutritional composition of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in Nigeria: A comparative study. J Trop Agric Food Env Ext. 14:9-17.
- Sun HX, Xie Y, Ye YP. 2009. Advances in saponin-based adjuvants. Vaccine. 27:1787-1796.
- Vincken JP, Heng L, de Groot A, Gruppen H. 2007. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. Phytochemistry. 68:275-297.
- Wiedmer S, Stange J, Kurth T, Bleiss W, Entzeroth R, Kurth M. 2011. New Insights into the excystation process and oocyst morphology of rodent *Eimeria* species. Protist. 162:668-678.
- Wina E. 2005. The utilization of *Sapindus rarak* DC, saponins to improve ruminant production through rumen manipulation [PhD Dissertation]. [Stuttgart (Germany)]: University of Hohenheim Verlag Grauer.
- Wina E. 2012. Saponins: Effect on rumen microbial ecosystem and metabolism in the rumen. In: Patra AK, editor. Dietary phytochemicals and microbes. Dordrecht (Germany): Springer. p. 311-350.
- Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. 2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. J Anim Sci. 86:E140-E148.
- Xiao C, Bao G, Hu S. 2009. Enhancement of immune responses to Newcastle disease vaccine by a supplement of extract of *Momordica cochinchinensis* (Lour) Spreng seeds. Poult Sci. 88:2293-2297.
- Zhai L, Li Y, Wang W, Hu S. 2009. Enhancement of humoral immune responses to inactivated Newcastle disease and Avian Influenza vaccines by oral administration of ginseng stem-and-leaf saponins in chickens. Poult Sci. 9:1955-1959.
- Zhai L, Wang Y, Yu J, Hu S. 2014. Enhanced immune responses of chickens to oral vaccination against infectious bursal disease by ginseng stem-leaf saponins. Poult Sci. 93:2473-2481.
- Zhang H, Zhou Q. 2013. Tyrosinase inhibitory effects and antioxidative activities of saponins from *Xanthoceras sorbifolia* nutshell. PLoS One. 8:e70090.

Kualitas Susu dari Peternakan Organik (Milk Quality from Organic Farm)

Veronica Wanniatie^{1,2}, MB Sudarwanto³, T Purnawarman³ dan A Jayanegara⁴

¹*Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680*

²*Program Studi Peternakan Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Gedong Meneng, Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141*

³*Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680*

⁴*Departemen Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
veron_icad@yahoo.com*

(Diterima 8 Mei 2017 – Direvisi 7 Agustus 2017 – Disetujui 23 Agustus 2017)

ABSTRACT

Nowdays, people prefer to consume safe and healthy food such as organic food and milk. Organic milk comes from organic farms applying sustainable environment and animal welfare. Consumers choose organic milk because it provides health benefits and comes from farm that applying animal welfare and green environment. Organic milk contains no pesticide residues, antibiotics and other contaminants. This paper describes the comparison of conventional and organic dairy farm and the quality of organic milk in terms of nutrition and contaminant. Organic farming that implements a production system for premium market with special requirements of production process and product quality, demands high management qualification. The difference between organic and conventional milk is the higher level of conjugated linoleic acid (CLA) because of rich forage feed in an organic livestock raising system.

Key words: Organic farming, organic milk, milk quality, food safety

ABSTRAK

Masyarakat saat ini lebih menyukai bahan pangan yang aman dan sehat untuk dikonsumsi seperti pangan atau susu organik. Susu organik merupakan susu yang berasal dari peternakan yang berbasis pakan organik dengan memperhatikan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan ternak. Konsumen memilih susu organik karena memberikan manfaat bagi kesehatan dan berasal dari peternakan yang memperhatikan kesejahteraan hewan dan lingkungan. Susu organik tidak mengandung residu pestisida, antibiotika dan kontaminan lainnya. Makalah ini menguraikan tentang perbandingan sistem pemeliharaan ternak secara organik dengan konvensional dan kualitas susu organik baik dari segi nutrisi dan kontaminan. Peternakan organik yang menerapkan sistem produksi untuk pasar premium dengan persyaratan khusus dalam hal proses produksi dan kualitas produk, mempersyaratkan kualifikasi manajemen yang tinggi. Perbedaan kualitas susu organik dan susu konvensional adalah kandungan asam lemak terkonjugasinya (*conjugated linoleic acid/CLA*) yang lebih tinggi karena pakan tinggi hijauan dalam sistem pemeliharaan ternak organik.

Kata kunci: Peternakan organik, susu organik, kualitas susu, keamanan pangan

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan asupan makanan sehat salah satunya dapat dipenuhi dari susu dan produk olahan susu. Susu merupakan sumber makanan berkualitas karena memberikan nilai gizi yang tinggi. Manusia mengonsumsi susu pertama kali pada saat bayi, berupa air susu ibu (ASI) yang mengandung asam lemak esensial, air, protein, karbohidrat, mineral, asam organik, enzim, vitamin dan kalsium dalam jumlah yang tinggi. Selain mengandung zat gizi yang baik,

susu diharapkan aman (tidak mengandung bahan-bahan berbahaya) dan baik bagi kesehatan (memiliki nilai gizi).

Susu organik merupakan susu yang bebas dari bahan berbahaya, berasal dari peternakan yang berbasis pada kelestarian lingkungan dan kesejahteraan ternak. Peternakan organik menerapkan standar minimal untuk menjamin hewan ternak dapat hidup dengan baik (Sundrum 2001; Schwendel et al. 2015). Peternakan organik bertujuan untuk mewujudkan produksi yang ramah lingkungan, mempertahankan kesehatan hewan,

mencapai standar kesejahteraan hewan yang tinggi dan menghasilkan produk berkualitas tinggi. Nilai-nilai dalam kesejahteraan hewan, pelestarian lingkungan dan kualitas produk merupakan pertimbangan penting konsumen dan produsen dalam memproduksi serta mengonsumsi produk pertanian (Lu & Gangyi 2008).

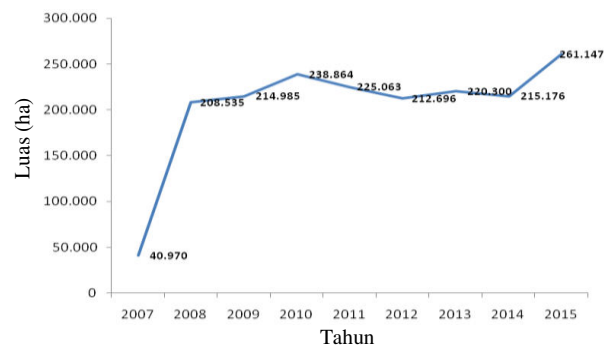
Saat ini permintaan terhadap susu organik meningkat (Liu et al. 2013; Malissiova et al. 2015) dengan asumsi bahwa mengonsumsi susu yang berasal dari peternakan organik akan memberikan manfaat yang berbeda dibandingkan mengonsumsi susu dari peternakan konvensional (Malissiova et al. 2015). Harga susu yang berasal dari peternakan organik lebih tinggi dari susu yang berasal dari peternakan konvensional, karena susu organik diproduksi dengan ramah lingkungan dari ternak yang tidak menggunakan antibiotika, hormon, bahan kimia sintetis, tanpa modifikasi genetik sehingga memiliki manfaat potensial bagi kesehatan manusia (Schwendel et al. 2015). Kandungan gizi susu organik berbeda dengan susu konvensional (Palupi et al. 2012), sementara laporan lain mengklaim bahwa tidak ada perbedaan (Forman & Silverstein 2012; Benbrook et al. 2013). Tulisan ini bertujuan untuk mengulas sistem peternakan organik dan perbedaan kualitas susu organik dibandingkan dengan susu konvensional.

PERTANIAN DAN PETERNAKAN ORGANIK

Pertanian organik merupakan sistem pertanian yang mendukung pelestarian lingkungan. Sistem produksi pangan organik didasarkan pada standar produksi yang spesifik dan teliti dengan tujuan untuk menciptakan agroekosistem optimal dan lestari berkelanjutan, baik secara sosial, ekologi, maupun ekonomi dan etika (Hubeis et al. 2013). Tujuan pertanian organik adalah menyediakan produk yang sehat, aman dan ramah lingkungan (Sulaeman 2016). Pedoman pertanian organik telah dirumuskan dan lebih lanjut dikembangkan oleh *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM) tahun 1996, dimana penerapannya telah dilakukan di seluruh dunia. Konsep peternakan organik telah berkembang seiring dengan meningkatnya produk yang ramah lingkungan dengan memperhatikan kesehatan dan kesejahteraan hewan sehingga menghasilkan produk ternak yang berkualitas. Peternakan organik berkembang di dunia, khususnya di Eropa pada tahun 1999 yang tercantum dalam Peraturan EEC 1804/1999, yang melengkapi peraturan No. 2092/91 mengenai produksi pangan organik. Peraturan EEC menetapkan standar yang terkait dengan produksi dan melibatkan hak dalam pelabelan pangan organik, termasuk di dalamnya spesifikasi untuk kondisi kandang, nutrisi ternak dan perkembangbiakannya, serta perawatan, pencegahan

penyakit dan pengobatan ternak (Sundrum 2001; Lu 2011).

Pertanian organik modern di Indonesia diperkenalkan oleh Yayasan Bina Sarana Bakti (BSB) tahun 1984, dengan mengembangkan usaha tani sayuran organik di Bogor, Jawa Barat. Tahun 2006, terdapat 23.605 petani organik di Indonesia dengan luas area 41.431 ha yaitu 0,09% dari total lahan pertanian di Indonesia (Mayrowani 2012). Perkembangan luas lahan pertanian organik di Indonesia sangat fluktuatif (Gambar 1). Tahun 2007 luas areal pertanian organik di Indonesia adalah 40.970 ha dan meningkat secara tajam tahun 2008 sebesar 409% menjadi 208.535 ha. Pertanian organik di Indonesia semakin luas, dengan total area pada tahun 2015 adalah 261.147,30 ha yang termasuk di dalamnya luas area pertanian organik, akuakultur (perikanan darat) dan panen liar (AOI 2015). Peningkatan jumlah area pertanian organik didukung oleh program pemerintah melalui Kementerian Pertanian yaitu Program 1000 Desa Organik yang ditargetkan akan terpenuhi pada tahun 2020.



Gambar 1. Perkembangan luas area pertanian organik Indonesia 2007-2015 (ha)

Sumber: AOI (2015)

Peternakan organik merupakan metode beternak yang ditujukan untuk pasar premium dengan persyaratan kualitas proses produksi dan kualifikasi manajemen yang tinggi. Peternakan organik didasarkan pada hubungan yang harmonis antara tanah, tanaman dan ternak, dengan memperhatikan kebutuhan fisiologis dan perilaku ternak dengan memberi pakan organik yang berkualitas baik (IFOAM 2017). Berbeda dengan sistem produksi peternakan konvensional, peternakan organik dirumuskan oleh pedoman dasar, yang dikembangkan pertama kali oleh asosiasi swasta pada tahun 1924. Aspek utama yang menjadi perhatian adalah peningkatan penggunaan bahan kimia (anorganik) dan pestisida. Berlawanan dengan pertanian konvensional, lahan pertanian organik dianggap sebagai suatu organisme dimana aspek integratif dan holistik menjadi bagian yang dikedepankan (Sundrum 2001).

Budidaya ternak organik dipenuhi melalui kombinasi antara penyediaan pakan yang ditumbuhkan secara organik yang berkualitas baik, pengaturan kepadatan populasi ternak, sistem budidaya ternak yang sesuai dengan tuntutan kebiasaan hidupnya, serta cara pengelolaan ternak yang baik yang dapat mengurangi stress dan berupaya mendorong kesejahteraan serta kesehatan ternak, mencegah penyakit dan menghindari penggunaan obat hewan kelompok sediaan farmasetikal jenis kemoterapetika (termasuk antibiotika) (SNI 2016; IFOAM 2017).

Produk organik diproduksi dengan memperhatikan antara lain lingkungan, kesehatan dan kesejahteraan pekerja/petani, kesetaraan gender, serta menghargai kearifan tradisional sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan dinyatakan dalam panduan mutu. Ternak yang dipelihara untuk produksi pertanian organik harus menjadi bagian integral dari unit usaha tani organik dan harus dikelola sesuai dengan kaidah-kaidah organik (SNI 2016). Syarat yang diatur dalam peraturan tersebut mencakup bagaimana ternak harus dipelihara, misalnya dalam 1 ha hanya memelihara dua ekor sapi, proporsi penggunaan pakan konvensional, misalnya 10% untuk herbivora, tidak diperbolehkan menggunakan hormon pertumbuhan, tidak diperbolehkan menggunakan tali pengikat leher dan ternak harus mempunyai kandang dan lahan untuk penggembalaan dengan perbandingan 25:75 (Sundrum 2001).

Ciri-ciri utama produksi ramah lingkungan pada peternakan organik adalah adanya penolakan dalam penggunaan pestisida dan mineral nitrogen, dengan pertimbangan perlunya mengurangi jumlah ternak persatuan luas. Peternakan organik harus bergantung pada sirkulasi unsur hara yang efisien pada lahan peternakan dan mempertahankan kesuburan tanah dan produksi yang tinggi. Pengurangan polusi atau konsumsi energi dapat dicapai melalui pendekatan secara sistemik dan kausal, sementara strategi konvensional seringkali didasarkan pada tindakan teknis dan manajemen (Sundrum 2001). Perbandingan

sistem pemeliharaan ternak secara organik maupun konvensional dapat dilihat pada Tabel 1.

PERKEMBANGAN PETERNAKAN ORGANIK DI INDONESIA

Perkembangan peternakan organik di Indonesia seharusnya meningkat dengan berkembangnya pertanian organik, mengingat ternak dibutuhkan sebagai penghasil pupuk organik bagi lahan pertanian organik. Namun, berdasarkan data statistik pertanian organik Indonesia 2015, peternakan organik yang sudah tersertifikasi hanya 0,81% peternakan kambing organik (Gambar 2) dan itik organik dari total kepemilikan usaha pertanian organik (AOI 2015). Hal ini menggambarkan bahwa di Indonesia, perusahaan ataupun petani yang mengelola pertanian organik belum sepenuhnya menggunakan pupuk dari kotoran ternak organik. Salah satu penyebabnya adalah tersedianya pupuk bersertifikat organik yang dijual di pasar (INOFICE 2017).

Beberapa kendala yang dihadapi bagi perkembangan peternakan organik terutama ternak penghasil susu di Indonesia adalah (1) Pemilik usaha pertanian organik tidak memiliki lahan penggembalaan yang cukup untuk beternak ternak perah (sapi dan kambing); (2) Peternak yang memelihara ternaknya secara organik harus memiliki lahan penghasil hijauan yang bersertifikat organik; (3) Ternak sakit yang memperoleh pengobatan farmasetika akan kehilangan status organik dan akan melalui proses konversi kembali; serta (4) Membutuhkan biaya dalam proses pembuatan sertifikat (AOI 2015; SNI 2016; INOFICE 2017). Ternak perah yang dipelihara dengan sistem organik memiliki produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan konvensional (Di Francia et al. 2007; Battaglini et al. 2009; Tsiplakou et al. 2010), tetapi harga jual susunya lebih tinggi (Nalubwama et al. 2011; Loke et al. 2015), walau beberapa penelitian menunjukkan sebaliknya (McBride & Greene 2007; Duda & Tlačbábova 2012).



Gambar 2. Peternakan kambing organik; (A) Kandang dengan lahan penggembalaan; (B) Kondisi kambing organik di kandang

Tabel 1. Perbandingan sistem peternakan organik dan konvensional

Persyaratan	Sistem peternakan			
	Organik			Konvensional*
	IFOAM	EEU*	SNI	
Bibit ternak	Ternak organik yang lahir dan dibesarkan pada peternakan organik.	Hanya ternak yang dibesarkan di peternakan organik, keragaman jenis ternak dan terkadang berasal dari jenis yang langka.	Bibit ternak organik (dari kelahiran atau penetasan) tidak boleh ditransfer antara unit organik dan non-organik. Apabila ternak bukan berasal dari ternak yang dipelihara secara organik, maka perlu dilakukan konversi.	Berasal dari jenis hasil persilangan maupun perkawinan alami.
Pakan	Ternak organik mendapatkan pakan yang cukup untuk kebutuhan hidup dari hijauan organik dan pakan berkualitas baik.	Pakan berasal dan diproduksi di lokasi peternakan organik, pakan diberikan sesuai dengan kesejahteraan hewan. Hanya diizinkan secara khusus mengandung bahan aditif, tidak ada asam amino sintetis dan bukan berasal dari bahan GMO.	100% ransumnya dari bahan pakan hijauan (termasuk bahan pakan selama konversi). Produk peternakan akan tetap mempertahankan statusnya sebagai organik jika 85% (berdasarkan berat kering) pakan ternak ruminansianya berasal dari sumber organik atau jika 80% pakan ternak non-ruminansianya berasal dari sumber organik.	Bahan pakan yang dapat memenuhi kebutuhan ternak menurut undang-undang bahan pakan saat ini termasuk penggunaan aditif yang diizinkan seperti enzim, asam amino sintetis dan lain-lain.
Pemeliharaan, kondisi kehidupan dan pengelolaan lingkungan	Praktek manajemen organik mempromosikan dan menjaga kesehatan dan kesejahteraan hewan melalui gizi seimbang organik, kondisi hidup bebas stres dan seleksi berkembang biak untuk resistensi terhadap penyakit, parasit dan infeksi.	Tidak ada profilaksis (pengecualian: Legal diperlukan inokulasi), hanya dua perawatan allopathical per tahun, dua kali lipat masa tunggu setelah digunakan obat-obatan. Dilarang melanggar kesejahteraan ternak (pemotongan tanduk, pemendekan paruh, memperpendek gigi, <i>tail-docking</i> dan lain-lain).	Pemeliharaan ternak dilakukan dengan sikap perlindungan, tanggung jawab dan penghormatan terhadap makhluk hidup. Kesejahteraan ternak harus diperhatikan, antara lain tidak boleh mendapatkan perlakuan pemotongan gigi, <i>tail-docking</i> , penempelan benda elastis pada ekor kambing, dan pemangkasan tanduk.	Dikelola pemuliaan, jika perlu profilaksis yang stabil secara keseluruhan periode tunggu yang dibutuhkan sesuai untuk hukum resep obat.
Kandang	Semua hewan harus memiliki akses ke padang rumput atau daerah latihan terbuka atau berjalan, dengan melihat kondisi fisiologis hewan, cuaca dan keadaan kondisi tanah. Bisa dibuatkan kandang bisa kondisi tidak cuaca tidak mendukung.	Persyaratan khusus untuk menjaga ternak yang berorientasi kesejahteraan ternak (<i>occupation density</i> , ukuran bangunan, dilarang mengikat ternak di dalam kandang dan lain-lain).	Penyediaan kandang tidak diharuskan apabila kondisi iklim mendukung untuk ternak yang dibiarkan hidup lepas. Jika dipandang perlu, ternak dapat dikandangkan ketika kondisi tertentu misalnya ketika adanya cuaca yang membahayakan kesehatan dan keselamatannya, atau untuk menjaga kualitas tanaman, tanah dan air disekelilingnya.	Hukum perlindungan hewan (persyaratan untuk pemeliharaan hewan menurut spesies).

EEC: European Economic Community

Sumber: *Rahmann (2008); IFOAM (2017); SNI (2016)

KUALITAS SUSU ORGANIK

Susu organik dapat berasal dari ternak ruminansia seperti sapi, kambing, domba dan kerbau yang dipelihara berdasarkan sistem peternakan organik (Di Francia et al. 2007; Battaglini et al. 2009; Miotello et al. 2009; Tsiplakou et al. 2010; Malissiova et al. 2015). Kualitas susu organik, diantaranya kandungan gizi, masih menjadi perdebatan karena berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa susu organik memiliki sedikit perbedaan dengan susu konvensional (Rosati & Aumaitre 2004; Sato et al. 2005). Beberapa peneliti menyimpulkan bahwa produk organik lebih sehat dan memiliki nilai gizi lebih tinggi daripada yang konvensional (Worthington 2001; Lairon 2010; Palupi et al. 2012) sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi (Lee & Yun 2015), meskipun ada yang tidak sependapat dengan hal tersebut (Bourn & Prescott 2002; Dangour et al. 2009).

Kualitas susu dapat dilihat dari komposisi kimia, sifat fisik dan mikrobiologinya. Kualitas susu dapat ditunjukkan oleh warna, bau, rasa, uji masak, uji penyaringan (kebersihan), berat jenis, kadar lemak, bahan kering tanpa lemak dan kadar protein (Sudarwanto 2012). Komposisi kimia susu dipengaruhi oleh spesies, jenis ternak, periode laktasi, usia, kesehatan, pakan dan musim (Chilliard & Ferlay 2004; Jenkins & McGuire 2006). Menurut (Malissiova et al. 2015) tidak terdapat perbedaan komposisi kimia (protein, lemak dan laktosa) antara susu kambing yang dipelihara dengan menggunakan sistem organik ataupun konvensional. Sedangkan Tsiplakou et al. (2010) menyatakan bahwa terdapat perbedaan kandungan lemak pada susu kambing yang dipelihara dengan menggunakan sistem organik dan konvensional (Tabel 2).

Di Francia et al. (2007) melaporkan hasil penelitian di daerah Sele Pain, Italia Selatan, terhadap 220 ekor kerbau organik dan 314 ekor kerbau konvensional menunjukkan bahwa kandungan lemak dan protein susu kerbau organik memiliki nilai yang

lebih tinggi dibandingkan dengan susu kerbau konvensional (Tabel 2). Hasil penelitian Battaglini et al. (2009) terhadap sapi Aosta di daerah pegunungan Alpine, Italia, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kandungan laktosa antara susu sapi organik dengan konvensional, akan tetapi kandungan lemak dan proteinnya lebih tinggi pada susu sapi yang dipelihara secara konvensional (Tabel 2).

Protein

Komposisi protein susu dipengaruhi oleh faktor genetik, periode laktasi dan jenis atau bangsa ternak (Maurice-Van Eijndhoven et al. 2011), tetapi tidak dipengaruhi oleh perbedaan pola *diet* dan manajemen pemeliharaan (Walker et al. 2004) demikian halnya dengan pula kandungan asam lemaknya (Kuczyńska et al. 2012). Susu konvensional memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan dengan susu organik (Battaglini et al. 2009; Müller-Lindenlauf et al. 2010) berbeda dengan laporan Vicini et al. (2008) dan Palupi et al. (2012) bahwa produk susu organik mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu konvensional (susu organik 3,22 dan 3,25%, sedangkan susu konvensional 3,14 dan 3,17%). Regulasi pertanian organik mendorong pertanian organik untuk memproduksi produk susu organik dengan kualitas gizi yang berbeda dari produk susu konvensional.

Lemak

Lemak susu merupakan salah satu komponen paling penting pada susu. Komposisi asam lemak susu kambing menunjukkan perbedaan yang besar dibandingkan dengan susu sapi. Susu kambing kaya akan asam lemak rantai pendek (*short chain-fatty acids/SCFA*) seperti asam kaproat (C6:0), asam kaprilat (C8:0) dan asam kaprat (C10:0) (Volkmann et al. 2014). Selain kaya akan SCFA, susu kambing kaya asam lemak rantai sedang (*medium chain-fatty*

Tabel 2. Komposisi kimia susu kambing, sapi dan kerbau organik

Komposisi kimia (%)	Susu kambing ^a		Susu sapi ^b		Susu kerbau ^c	
	Organik	Konvensional	Organik	Konvensional	Organik	Konvensional
Lemak	3,6	5,4	3,7	3,8	8,5	8,3
Protein	3,5	3,4	3,3	3,4	4,6	4,5
Laktosa	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7
BKTL	7,6	6,7	td	td	10,3	10,2
Total padatan	10,7	10,9	10,1	9,0	td	td

td: Data tidak tersedia; BKLT: Berat kering tanpa lemak

Sumber: ^aTsiplakou et al. (2010); ^bBattaglini et al. (2009); ^cDi Francia et al. (2007)

Tabel 3. Komposisi asam lemak susu organik dan susu konvensional dari kambing dan sapi perah

Komposisi asam lemak (% dari total asam lemak)	Susu kambing		Susu sapi	
	Organik	Konvensional	Organik	Konvensional
LA	2,7	3,2	2,1	2,7
cis-9, trans-11 CLA	0,6	0,6	0,8	0,6
SFA	72,7	73,8	67,5	66,7
PUFA	4,2	3,9	4,5	4,4
MUFA	23,1	22,3	25,9	27,0
ω -3	0,9	0,3	0,9	0,5
ω -6	2,7	3,3	2,3	2,7

Sumber: Tsiplakou et al. (2010); Palupi et al. (2012)

acids/MCFA) yaitu asam laurat (C12:0). Asam lemak rantai pendek mewakili hingga 15-18% asam lemak pada susu kambing (Amigo & Fotencha 2011). Komposisi kandungan asam lemak pada susu kambing organik dapat dilihat pada Tabel 3.

Susu organik memiliki proporsi asam linoleat lebih tinggi dibandingkan dengan susu konvensional, tetapi memiliki asam oleat lebih rendah. Sedangkan asam linoleat terkonjugasi (CLA) tidak berbeda pada susu organik maupun susu konvensional (Ellis et al. 2006; Tsiplakou et al. 2010). Akan tetapi, menurut Tudisco et al. (2010), kandungan CLA susu kambing organik lebih tinggi dibandingkan dengan susu kambing konvensional. Sistem peternakan organik mempengaruhi konsentrasi CLA dalam susu (Bergamo et al. 2003), karena pengaruh jenis dan sumber pakan (Miotello et al. 2009). Pakan hijauan mengandung asam lemak tak jenuh (*poly-unsaturated fatty acids*/PUFA) terutama asam α -linoleat (ALA) dan omega 3 yang lebih tinggi (Palupi et al. 2012). Asam alfa-linoleat penting sebagai nutrisi bagi kesehatan manusia dan beberapa penelitian menunjukkan ALA memiliki efek terhadap pencegahan kanker (Tudisco et al. 2010).

Susu sapi organik memiliki kandungan CLA, khususnya cis-9 trans-11 C18:2 isomer (CLA9), yang baik dalam mengurangi risiko kanker (Bhattacharya et al. 2006), akan tetapi manfaatnya baru terbukti pada hewan. Susu sapi organik yang dijual di Belanda, Inggris dan Amerika Serikat lebih kaya akan CLA (Tunick et al. 2016), *eicosapentanoic acid* (EPA) dan ALA dibandingkan dengan susu sapi konvensional (Capuano et al. 2015).

Laktosa

Laktosa merupakan karbohidrat utama dalam susu, memelihara osmolaritas susu dan berkolerasi positif terhadap volume susu (Shahbazkia et al. 2010). Kandungan laktosa dipengaruhi oleh cara pemerahan. Pemerahan secara manual dapat menyebabkan kambing terkena mastitis dan menyebabkan turunnya kandungan

laktosa susu (Malissiova et al. 2015). Selain itu, perbedaan anatomi kelenjar mammae seperti sistem anatomi dan morfologi yang spesifik juga menyebabkan perbedaan komposisi susu (Lérias et al. 2014).

Kandungan laktosa susu dipengaruhi oleh periode laktasi (Walker et al. 2004) dan jumlah sel somatik (Forsbäck et al. 2010). Beberapa publikasi melaporkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kandungan laktosa susu organik maupun susu konvensional (Roesch et al. 2005; Nauta et al. 2006), sedangkan Kuczyńska et al. (2012) mengamati terdapat perbedaan konsentrasi laktosa pada dua jenis sapi yang berbeda dalam pemberian pola *diet*. Menurut Schwendel et al. (2015) perbedaan kandungan laktosa susu organik maupun susu konvensional sulit disimpulkan bila belum diketahui faktor penyebab utamanya.

Karbohidrat lain adalah oligosakarida, glikopeptida dan gula nukleotida. Oligosakarida susu mengandung komponen antigenik yang dapat memicu pertumbuhan flora saluran pencernaan pada bayi yang baru lahir (Amigo & Fotencha 2011). Komposisi oligosakarida susu dipengaruhi oleh faktor genetik ternak, jenis atau bangsa ternak, periode laktasi (Tao et al. 2009) dan faktor *diet* (Liu et al. 2014). Konsentrasi total asam sialat pada sapi yang digembalakan lebih tinggi dibandingkan dengan yang dikandangkan (Schwendel et al. 2017).

KEAMANAN SUSU ORGANIK

Konsumen mencari bahan pangan, salah satunya susu, yang bisa meningkatkan kesehatannya. Indikator yang dijadikan persyaratan untuk dikonsumsi, adalah pangan tersebut selain memiliki kandungan gizi yang baik, juga aman, sehat, utuh dan halal (ASUH). Syarat pangan ASUH yaitu: (1) Tidak mengandung atau tidak bersentuhan dengan barang atau zat yang diharamkan; (2) Tidak mengandung agen penyebab penyakit, misalnya mikroba penyebab penyakit hewan menular dan residu bahan berbahaya (antibiotik, logam berat,

pestisida dan hormon); (3) Tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun; dan (4) Mengandung zat gizi dalam jumlah yang cukup dan seimbang (Gustiani 2009). Produk yang ASUH salah satunya didapat dari hasil pertanian atau peternakan dengan sistem organik. Produsen pangan organik di Indonesia harus memiliki sertifikat organik dari Lembaga Sertifikasi Organik (LSO). Susu organik memiliki nilai jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu yang berasal dari peternakan konvensional sehingga susu organik bisa dikatakan susu premium.

Kandungan mikroorganisme

Susu segar dapat terkontaminasi bakteri yang berasal dari beberapa sumber yaitu udara, peralatan pemerahan, pakan, tanah, feses dan rumput. Kualitas mikrobiologi susu sapi organik dipengaruhi oleh pemberian pakan dan perkandangan. Sebagai contoh keberadaan *Bacillus cereus* pada peternakan organik lebih tinggi dibandingkan dengan peternakan konvensional (Coorevits et al. 2008).

Berdasarkan hasil penelitian Iqbal et al. (2016) di Pakistan, mikroba yang mengontaminasi susu sapi organik terutama bakteri koliform, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes* dan *Proteus vulgaris*. Infeksi *Salmonella* biasanya ditemukan di daerah dengan peternakan intensif dan kontaminasi tinja. Keberadaan koliform dalam makanan mengindikasikan adanya kontaminasi (misalnya dari lingkungan dan peralatan yang kotor). Hal ini juga menunjukkan tingkat kebersihan (higienis) dengan jumlah bakteri per milliliter lebih dari 50/ml.

Menurut Sundrum (2001) jika dilihat dari aspek higienis, risiko kontaminasi parasit pada produk susu dari peternakan organik lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena peternakan organik menerapkan sistem pengembalaan yang lebih intensif dibandingkan dengan peternakan konvensional. Dari aspek kualitas susu, Sundrum (2001) tidak menemukan perbedaan jumlah mikroba antara susu sapi organik dan konvensional. Residu obat pada produk susu organik lebih sedikit dibandingkan dengan susu yang berasal dari peternakan konvensional, karena pada peternakan organik bahan kemoterapeutik digunakan terbatas atau tidak sama sekali.

Residu logam berat, antibiotika dan pestisida

Logam berat merupakan elemen kimiawi metalik dan metaloida, memiliki bobot atom dan bobot jenis yang tinggi, yang dapat bersifat racun bagi makhluk hidup. Jenis logam berat pada pangan adalah arsen (As), kadmium (Cd), merkuri (Hg), timah (Sn) dan timbal (Pb). Residu logam berat dalam susu sapi segar dapat mengakibatkan toksisitas apabila kadarnya

melebihi persyaratan SNI 3141.1 (SNI 2016) yaitu untuk kandungan Pb tidak melebihi 0,2 ppm, Hg maksimum 0,03 ppm dan As maksimum 0,1 ppm.

Kandungan logam berat pada susu bisa berasal dari tanaman ataupun air yang dikonsumsi oleh ternak (Iqbal et al. 2013). Hal ini akan menyebabkan penumpukan logam pada tubuhnya dan akan beralih ke manusia yang mengonsumsi produknya. Toksisitas logam berat pada hewan dan manusia erat kaitannya dengan umur, rute paparan, frekuensi dan konsentrasi asupan, komposisi tanah dan kelarutan, keadaan oksidasi logam, tingkat penyerapan, mekanisme ekskresi, bentuk kimia serta pH (Aslam et al. 2011).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendeteksi adanya residu logam berat dalam susu. Hasil penelitian menunjukkan adanya logam berat dalam susu, diantaranya adanya Pb, Cd, Cu, Zn, Mn dan Cu. Timbal adalah salah satu logam berat paling berbahaya yang bersifat karsinogenik dan hematopoietik serta dapat menyebabkan gangguan ginjal dan gastrointestinal (Nag 2010; Iqbal et al. 2016). Kadmium merupakan polutan tanah yang sangat beracun, menghambat produksi tanaman pangan, mempengaruhi unsur hara dan memiliki potensi signifikan untuk mengganggu kesehatan hewan dan manusia (terkait dengan tekanan darah tinggi dan gangguan kanker prostat) (Cai et al. 2009).

Antibiotika pada peternakan tidak hanya digunakan sebagai terapi mastitis, tetapi juga untuk mengendalikan, mencegah penyakit dan ditujukan untuk meningkatkan pertumbuhan serta efisiensi pakan (Tollefson & Miller 2000; Rama et al. 2017). Penggunaan antibiotika yang tidak tepat bisa menimbulkan resistensi antibiotika bakteri patogen dan berkontribusi pada krisis kesehatan global (Schenck & Callery 1998; Rama et al. 2017). Adanya residu antimikroba dalam susu dapat menimbulkan reaksi hipersensitivitas obat pada konsumen seperti reaksi dermal, asma atau anafilaksis (Rama et al. 2017).

Pestisida merupakan salah satu bahan agrokimia yang digunakan untuk mengendalikan hama penyakit baik pada tanaman maupun hewan. Pestisida menjadi perhatian masyarakat karena termasuk senyawa kimia berbahaya yang bersifat karsinogenik dan immunosupresi bagi kesehatan masyarakat (Nag 2010). Pestisida memiliki efek samping bagi kesehatan manusia dan hewan non-target. Penggunaannya yang berlebihan dan tidak mengikuti aturan pakai dapat menimbulkan resistensi agen penyakit terhadap pestisida, residu pada produk pangan dan gangguan kesehatan masyarakat seperti keracunan, immunosupresi dan kanker (Sani & Indraningsih 2005).

Laporan mengenai kandungan residu logam berat, antibiotika dan pestisida pada susu organik sampai saat ini belum ada. Hal ini dimungkinkan karena susu yang berasal dari peternakan organik seharusnya tidak

mengandung residu dari bahan-bahan tersebut. Susu dengan label “organik” tentunya berasal dari peternakan yang sudah mendapatkan sertifikasi organik dari LSO.

KESIMPULAN

Peternakan organik merupakan metode produksi yang ditujukan untuk pasar premium dengan persyaratan tinggi dalam hal kualitas proses produksi dan kualitas. Perbedaan kualitas susu organik dibandingkan dengan susu konvensional adalah pada kandungan asam lemak terkonjugasinya (CLA), *eicosapentanoic acid* (EPA) dan *α -linolenic acid* (ALA). Hal ini dipengaruhi oleh sistem peternakan organik yang mendapatkan *diet* kaya hijauan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amigo L, Fotencha J. 2011. Goat milk. In: Fuguay JW, Fox PF, McSweeney PLH, editors. Encyclopedia of dairy sciences. 2nd ed. London (UK): Elsevier. p. 484-493.
- AOI. 2015. Statistik pertanian organik Indonesia 2015. Bogor (Indonesia): Aliansi Organik Indonesia.
- Aslam B, Javed I, Khan FH, Rahman ZU. 2011. Uptake of heavy metal residues from sewerage sludge in the milk of goat and cattle during summer season. Pak Vet J. 31:75-77.
- Battaglini LM, Renna M, Garda C, Lussiana C, Malfatto V, Mimosi A, Bianchi M. 2009. Comparing milk yield, chemical properties and somatic cell count from organic and conventional mountain farming systems. Ital J Anim Sci. 8:420-422.
- Benbrook CM, Butler G, Latif MA, Leifert C, Davis DR. 2013. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: A United States-wide, 18-month study. PLoS One. 8:1-13.
- Bergamo P, Fedele E, Iannibelli L, Marzillo G. 2003. Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. Food Chem. 82:625-631.
- Bhattacharya A, Banu J, Rahman M, Causey J, Fernandes G. 2006. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. J Nutr Biochem. 17:789-810.
- Bourn D, Prescott J. 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. Crit Rev Food Sci Nutr. 42:1-34.
- Cai Q, Long ML, Zhu M, Zhou QZ, Zhang L, Liu J. 2009. Food chain transfer of cadmium and lead to cattle in a lead-zinc smelter in Guizhou, China. Environ Pollut. 157:3078-3082.
- Capuano E, Gravink R, Boerrigter-Eenling R, van Ruth SM. 2015. Fatty acid and triglycerides profiling of retail organic, conventional and pasture milk: Implications for health and authenticity. Int Dairy J. 42:58-63.
- Chilliard Y, Ferlay A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. Reprod Nutr Dev. 44:467-492.
- Coorevits A, De Jonghe V, Vandroemme J, Reekmans R, Heyrman J, Messens W, De Vos P, Heyndrickx M. 2008. Comparative analysis of the diversity of aerobic spore-forming bacteria in raw milk from organic and conventional dairy farms. Syst Appl Microbiol. 31:126-140.
- Dangour AD, Dodhia SK, Hayter A, Allen E, Lock K, Uauy R. 2009. Nutritional quality of organic foods: A systematic review. Am J Clin Nutr. 90:680-685.
- Duda M, Tlačabová M. 2012. Barriers to organic milk production. Acta Univ Agric Silviculturae Mendelianae Brun. 50:55-60.
- Ellis KA, Innocent G, Grove-White D, Cripps P, McLean WG, Howard CV, Mihm M. 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. J Dairy Sci. 89:1938-1950.
- Forman J, Silverstein J. 2012. Organic foods: Health and environmental advantages and disadvantages. Pediatrics. 130:e1406-e1415.
- Forsbäck L, Lindmark-Månsson H, Andrén A, Åkerstedt M, Andrée L, Svennersten-Sjaunja K. 2010. Day-to-day variation in milk yield and milk composition at the udder-quarter level. J Dairy Sci. 93:3569-3577.
- Di Francia A, Masucci F, De Rosa G, Grasso F, Proto V. 2007. Feeding management and milk production in organic and conventional buffalo farms. Ital J Anim Sci. 6:571-574.
- Gustiani E. 2009. Pengendalian cemaran mikroba pada bahan pangan asal ternak (daging dan susu) mulai dari peternakan sampai dihidangkan. J Litbang Pertanian. 28:96-100.
- Hubeis M, Widyastuti H, Wijaya NH. 2013. Prospek pangan organik bernilai tambah tinggi berbasis petani. Bogor (Indonesia): IPB Press.
- IFOAM. 2017. IFOAM Norms for organic production and processing. Berlin (Germany): International Federation of Organic Agriculture Movement Publications.
- INOFICE. 2017. Pelatihan sistem pertanian organik, 22-24 Agustus 2017. Bogor (Indonesia): Indonesian Organic Farming Certification.
- Iqbal H, Ishfaq M, Abbas MN, Wahab A, Qayum M, Mehsud S. 2016. Pathogenic bacteria and heavy metals toxicity assessments in evaluating unpasteurized raw milk quality through biochemical tests collected from dairy cows. Asian Pacific J Trop Dis. 6:868-872.
- Iqbal H, Khattak B, Ayaz S, Rehman A, Ishfaq M, Abbas MN, Malik MS, Wahab A, Imran, Mehsud S. 2013. Pollution based study of heavy metals in medicinal

- plants *Aloe vera* and *Tamarix aphylla*. *J Appl Pharm Sci*. 3:54-58.
- Jenkins TC, McGuire MA. 2006. Major advances in nutrition: Impact on milk composition. *J Dairy Sci*. 89:1302-1310.
- Kuczyńska B, Puppel K, Gołębiewski M, Metera E, Sakowski T, Słoniewski K. 2012. Differences in whey protein content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *J Sci Food Agric*. 92:2899-2904.
- Lairon D. 2010. Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agron Sustain Dev*. 30:33-41.
- Lee HJ, Yun ZS. 2015. Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. *Food Qual Prefer*. 39:259-267.
- Lérias JR, Hernández-Castellano LE, Suárez-Trujillo A, Castro N, Poulis A, Almeida AM. 2014. The mammary gland in small ruminants: Major morphological and functional events underlying milk production - A review. *J Dairy Res*. 81:304-318.
- Liu Z, Kanter CA, Messer KD, Kaiser HM. 2013. Identifying significant characteristics of organic milk consumers: A CART analysis of an artefactual field experiment. *Appl Econ*. 45:3110-3121.
- Liu Z, Moate P, Cocks B, Rochfort S. 2014. Simple liquid chromatography-mass spectrometry method for quantification of major free oligosaccharides in bovine milk. *J Agric Food Chem*. 62:11568-11574.
- Loke MK, Xu X, Leung P. 2015. Estimating organic, local, and other price premiums in the Hawaii fluid milk market. *J Dairy Sci*. 98:2824-2830.
- Lu CD. 2011. Nutritionally related strategies for organic goat production. *Small Rumin Res*. 98:73-82.
- Lu CD, Gangyi X. 2008. Organic sheep and goat production. In: Annual Meeting of Chinese Sheep and Goat Association. Shannxi, 22-25 July 2008. Shannxi (China): Annual Meeting of Chinese Sheep and Goat Association.
- Malissiova E, Tzora A, Katsioulis A, Hatzinikou M, Tsakalof A, Arvanitoyannis IS, Govaris A, Hadjichristodoulou C. 2015. Relationship between production conditions and milk gross composition in ewe's and goat's organic and conventional farms in central Greece. *Dairy Sci Technol*. 95:437-450.
- Maurice-Van Eijndhoven MHT, Hiemstra SJ, Calus MPL. 2011. Short communication: Milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. *J Dairy Sci*. 94:1021-1025.
- Mayrowani H. 2012. Pengembangan pertanian organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 30:91-108.
- McBride WD, Greene C. 2007. A comparison of conventional and organic milk production systems in the US. In: The American Agricultural Economics Association Annual Meeting. Oregon, 29 July-1 August 2007. Portland (US): The American Agricultural Economics Association Annual Meeting.
- Miotello S, Bondesan V, Bailoni L. 2009. Organic farming of dairy goats in the Veneto region: Feeding management and milk quality. *Ital J Anim Sci*. 8:420-422.
- Müller-Lindenlauf M, Deittert C, Köpke U. 2010. Assessment of environmental effects, animal welfare and milk quality among organic dairy farms. *Livest Sci*. 128:140-148.
- Nag SK. 2010. Pesticides, veterinary residues and other contaminants in milk. In: Griffiths MW, editor. Improving the safety and quality of milk: Milk production and processing. Berlin (Germany): Woodhead Publishing Limited. p. 113-145.
- Nalubwama SM, Mugisha A, Vaarst M. 2011. Organic livestock production in Uganda: Potentials, challenges and prospects. *Trop Anim Health Prod*. 43:749-757.
- Nauta WJ, Veerkamp RF, Brascamp EW, Bovenhuis H. 2006. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in The Netherlands. *J Dairy Sci*. 89:2729-2737.
- Palupi E, Jayanegara A, Ploeger A, Kahl J. 2012. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: A meta-analysis. *J Sci Food Agric*. 92:2774-2781.
- Rahmann G. 2008. Goat milk production under organic farming standards. In: Sustainable Goat Production: Challenges and Opportunities of Small and Large Enterprises. Proceedings of the 9th International Conference on Goats. Queretaro, 31 August-4 September 2008. Queretaro (Mexico): International Goat Association. p. 172.
- Rama A, Lucatello L, Benetti C, Galina G, Bajraktari D. 2017. Assessment of antibacterial drug residues in milk for consumption in Kosovo. *J Food Drug Anal*. 25:525-532.
- Roesch M, Doherr MG, Blum JW. 2005. Performance of dairy cows on swiss farms with organic and integrated production. *J Dairy Sci*. 88:2462-2475.
- Rosati A, Aumaitre A. 2004. Organic dairy farming in Europe. *Livest Prod Sci*. 90:41-51.
- Sani Y, Indraningsih. 2005. Kasus keracunan pestisida golongan organofosfat pada sapi Peranakan Ongole di Sukamandi, Jawa Barat. *JITV*. 10:242-251.
- Sato K, Bartlett PC, Erskine RJ, Kaneene JB. 2005. A comparison of production and management between Wisconsin organic and conventional dairy herds. *Livest Prod Sci*. 93:105-115.

- Schenck FJ, Callery PS. 1998. Chromatographic methods of analysis of antibiotics in milk. *J Chromatogr A*. 812:99-109.
- Schwendel BH, Wester TJ, Morel PCH, Fong B, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE. 2017. Pasture feeding conventional cows removes differences between organic and conventionally produced milk. *Food Chem*. 229:805-813.
- Schwendel BH, Wester TJ, Morel PCH, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE. 2015. Invited review: Organic and conventionally produced milk- An evaluation of factors influencing milk composition. *J Dairy Sci*. 98:721-746.
- Shahbazkia HR, Aminlari M, Tavasoli A, Mohamadnia AR, Cravador A. 2010. Associations among milk production traits and glycosylated haemoglobin in dairy cattle; Importance of lactose synthesis potential. *Vet Res Commun*. 34:1-9.
- SNI. 2016. SNI Nomor 6729 tentang Sistem Pertanian Organik. Jakarta (Indonesia): Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarwanto M. 2012. Buku pegangan pemeriksaan susu dan produk olahannya. Bogor (Indonesia): IPB Press.
- Sulaeman A. 2016. Prinsip-prinsip pertanian organik. Dalam: Astuti DA, Sudarsono, Sulaeman A, Syukur M, penyunting. Pengembangan pertanian organik di Indonesia. Bogor (Indonesia): IPB Press. hlm. 9-27.
- Sundrum A. 2001. Organic livestock farming a critical review. *Livest Prod Sci*. 67:207-215.
- Tao N, DePeters EJ, German JB, Grimm R, Lebrilla CB. 2009. Variations in bovine milk oligosaccharides during early and middle lactation stages analyzed by high-performance liquid chromatography-chip/mass spectrometry. *J Dairy Sci*. 92:2991-3001.
- Tollefson L, Miller MA. 2000. Antibiotic use in food animals: Controlling the human health impact. *J AOAC Int*. 83:245-254.
- Tsiplakou E, Kotrotsios V, Hadjigeorgiou I, Zervas G. 2010. Differences in sheep and goats milk fatty acid profile between conventional and organic farming systems. *J Dairy Res*. 77:343-349.
- Tudisco R, Cutrignelli MI, Calabrò S, Piccolo G, Bovera F, Guglielmelli A, Moniello G, Infascelli F. 2010. Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats. *Small Rumin Res*. 88:151-155.
- Tunick MH, Van Hekken DL, Paul M, Ingham ER, Karreman HJ. 2016. Case study: Comparison of milk composition from adjacent organic and conventional farms in the USA. *Int J Dairy Technol*. 69:137-142.
- Vicini J, Etherton T, Kris-Etherton P, Ballam J, Denham S, Staub R, Goldstein D, Cady R, McGrath M, Lucy M. 2008. Survey of retail milk composition as affected by label claims regarding farm-management practices. *J Am Diet Assoc*. 108:1198-1203.
- Volkmann A, Rahmann G, Knaus W. 2014. Fatty acid composition of goat milk produced under different feeding regimens and the impact on Goat cheese. In: Rahmann G, Aksoy U, editors. Building Organic Bridges', at the Organic World Congress. Proceedings of the 4th ISO FAR Scientific Conference. Istanbul, 13-15 October 2014. Istanbul (Turkey): ISO FAR.
- Walker GP, Dunshea FR, Doyle PT. 2004. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: A review. *Aust J Agric Res*. 55:1009-1028.
- Worthington V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *J Altern Complement Med*. 7:161-173.

Faktor Risiko, Sikap dan Pengetahuan Masyarakat Peternak dalam Pengendalian Penyakit Antraks

(Risk Factors, Attitude and Knowledge of Farmers in Controlling Anthrax)

Eny Martindah

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

(Diterima 22 Juni 2017 – Direvisi 31 Juli 2017 – Disetujui 23 Agustus 2017)

ABSTRACT

In terms of epidemiology, the distribution of anthrax globally remains enzootic, and is endemic in some parts of Indonesia. Contact with anthrax spores that present in meat, soil and grass can cause disease in both humans and animals. This paper describes risk factors causing high prevalence of anthrax, also attitude and knowledge of farmers' community toward anthrax. Several risk factors that causing high prevalence of anthrax transmitted to humans are lack of farmers' knowledge on anthrax, people's habit of slaughtering the sick animal and consuming the meat for economic reason. The knowledge of anthrax among farmer communities are influenced by education level, information sources, and professions. Farmers community knowledge in Indonesia towards anthrax is relatively low. Most farmers have wrong perception that anthrax is non-contagious disease. Control of anthrax in livestock and humans will be effective, if the community has better knowledge, attitude and good perception of disease. Interventions need to consider both technical and social (local knowledge and culture, as well as community behavior) factors to be appropriate and more acceptable to farmers and local communities.

Key words: Anthrax, risk factors, attitude, knowledge, control

ABSTRAK

Ditinjau dari segi epidemiologi, distribusi penyakit antraks secara global tetap enzotik dan sudah endemis di beberapa wilayah di Indonesia. Kontak dengan spora antraks yang ada di daging, tanah dan rumput dapat menyebabkan penyakit pada manusia maupun hewan. Makalah ini menguraikan faktor-faktor risiko yang menyebabkan tingginya prevalensi penyakit antraks dan sikap serta pengetahuan masyarakat peternak dalam mengendalikan dan mencegah penyakit antraks. Beberapa faktor risiko yang memungkinkan penyebaran penyakit antraks adalah rendahnya pengetahuan peternak tentang penyakit antraks. Selain itu, kebiasaan orang menyembelih ternak yang sakit dan mengonsumsi dagingnya karena alasan ekonomi, menjadi salah satu penyebab penularan antraks ke manusia. Pengetahuan peternak tentang antraks dipengaruhi oleh pendidikan, sumber informasi dan profesi. Pengetahuan masyarakat di Indonesia terhadap penyakit antraks masih relatif rendah. Sebagian masyarakat masih mempunyai pemikiran yang keliru tentang penyakit antraks sebagai penyakit yang tidak menular. Pengendalian penyakit antraks pada ternak dan manusia akan efektif apabila masyarakat memiliki pengetahuan, sikap dan persepsi yang baik terhadap penyakit antraks. Faktor teknis dan sosial (pengetahuan dan budaya lokal, serta perilaku masyarakat) perlu dipertimbangkan dalam pengendalian penyakit antraks agar informasi yang disampaikan dapat diterima oleh peternak dan masyarakat setempat.

Kata kunci: Antraks, faktor risiko, sikap, pengetahuan, pengendalian

PENDAHULUAN

Penyakit antraks adalah penyakit infeksius yang disebabkan oleh *Bacillus anthracis* bakteri Gram positif berbentuk batang dan bersifat zoonosis (Radostits et al. 2006). Beberapa hasil penelitian dan deskripsi terkait penyakit antraks sudah banyak dipublikasikan, akan tetapi kejadian penyakit antraks masih sering muncul. Ditinjau dari segi epidemiologi, distribusi antraks secara global tetap enzootik, terutama di sub-Sahara Afrika, Asia, Amerika Tengah dan Amerika Selatan (Turnbull & Salisbury 2008). Meskipun distribusi penyakit antraks sudah ke seluruh

dunia, namun sulit memperkirakan kejadiannya secara global karena sistem pengawasan dan pelaporan yang belum bisa diandalkan (Hendricks et al. 2014). Kasus antraks pada ternak secara geografi terjadi sporadis di seluruh dunia, wabah sesekali muncul di Afrika dan Asia Tengah (Hugh-Jones 1999; WHO 2017b). Bahkan sudah endemis di beberapa wilayah di Indonesia. Sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 4026/ Kpts./OT.140/3/2013 tentang Penetapan Jenis Penyakit Hewan Menular Strategis, penyakit antraks merupakan salah satu dari 25 penyakit yang menimbulkan kerugian ekonomi, keresahan masyarakat dan kematian hewan yang tinggi (Ditjen PKH 2016).

Antraks tidak hanya mempengaruhi kesehatan manusia, tetapi juga menyebabkan kemiskinan dan tekanan emosional, terutama di kalangan penduduk yang mata pencahariannya bergantung pada pertanian pastoral (Molyneux et al. 2011).

Penanganan penyakit antraks di Indonesia seringkali dilakukan ketika wabah telah muncul di masyarakat. Kasus antraks merupakan kejadian alamiah yang muncul secara berulang di tempat yang sama. Hal ini terjadi karena sebagian besar waktu hidup bakteri antraks berada di tanah dalam bentuk spora dan tidak aktif. Menurut Martin & Friedlander (2010) dampak ekonomi antraks pada ternak belum sepenuhnya diketahui, meskipun telah mengakibatkan kematian ratusan hingga ribuan ternak, serta penularan penyakit ke manusia.

Interpretasi teknis tentang penyebab penyakit antraks yang kadangkala disebut sebagai virus antraks di pemberitaan media di Indonesia, sering mengganggu. Antraks disebabkan oleh bakteri bukan virus. Kontak dengan spora antraks yang ada di daging, tanah dan rumput dapat menyebabkan penyakit baik pada manusia maupun hewan, seperti pneumonia, infeksi dalam darah (sepsis) dan kematian. Namun demikian, antraks sebenarnya bukan penyakit menular, karena tidak menular antar hewan atau antar manusia. Antraks merupakan penyakit infeksius *non-contagious*, yaitu penyakit infeksi yang tidak menular. Kasus transmisi (penularan) dari orang ke orang lain tidak ada yang didokumentasikan (Gombe et al. 2010). Artinya, manusia tidak tertular penyakit antraks seperti halnya tertular *influenza* atau flu. Apabila seseorang menderita gejala penyakit antraks, tidak akan menular kepada siapa pun (CDC 2015). Manusia pada umumnya tertular penyakit antraks secara langsung atau tidak langsung terpapar oleh produk hewan yang terkontaminasi, seperti daging, kulit binatang, tulang dan bahan lainnya dari hewan yang terinfeksi (Gombe et al. 2010). Oleh karena itu, pengendalian penyakit antraks pada ternak akan lebih efektif dan murah (Hugh-Jones 1999) jika didukung oleh sikap dan persepsi peternak yang benar terhadap penyakit antraks. Tujuan dari penulisan ini adalah menguraikan faktor-faktor risiko yang menyebabkan tingginya prevalensi penyakit antraks dan sikap serta pengetahuan masyarakat peternak terhadap penyakit antraks dalam upaya mengendalikan dan mencegah penyakit antraks.

INFEKSI ANTRAKS PADA TERNAK DAN MANUSIA

Penyakit antraks terutama menyerang hewan herbivora baik yang dibudidayakan maupun liar, antara lain sapi, domba, kambing, bison, rusa, antelop dan kuda nil. Pada spesies-spesies tersebut biasanya dapat

menyebabkan kematian (Shadomy et al. 2016). Hewan dapat terinfeksi saat bernafas atau menelan spora yang terdapat di tanah, tanaman atau air yang terkontaminasi. Spora akan terbentuk jika bakteri antraks terekspos oksigen. Spora ini relatif tahan terhadap panas, dingin dan pH basa (6-7,4). Masa inkubasi umumnya 3-7 hari, tetapi dapat juga pada kisaran 1-14 hari tergantung dari rute paparan dan dosis infeksi (CDC 2015). Ternak ruminansia yang telah didomestikasi juga dapat terinfeksi melalui pakan konsentrat yang mungkin mengandung jaringan tubuh ternak penderita antraks yang dijadikan pakan ternak atau dikenal sebagai *meat-bone-meal* (MBM) (Davies & Harvey 1972).

Kejadian luar biasa (KLB) antraks pada jenis unggas pertama kali dilaporkan di Indonesia pada tahun 1999 dengan kematian sejumlah 254 burung unta (*Struthio camelus*) di Desa Ciparung Sari, Kecamatan Cempaka, Kabupaten Purwakarta (Hardjoutomo et al. 2002), diagnosis dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Veteriner (Balitvet) Bogor. Dari beberapa literatur diketahui bahwa antraks merupakan salah satu penyakit hewan yang dapat menyerang burung unta (Huchzermeyer 1997; Darminto & Bahri 1998). Burung unta merupakan jenis unggas yang cukup rentan (*moderately susceptible*) terhadap antraks dan sering mengakibatkan kematian yang tinggi (Barnes 1997). Lebih lanjut, Bothma (1989) menyatakan bahwa antraks merupakan penyakit menular yang fatal bagi burung unta selain botulisme.

Kejadian antraks pada ternak terbagi atas tiga bentuk klinis yaitu per-akut, akut dan sub-akut (Mebratu et al. 2015). Kejadian antraks pada ternak ruminansia paling sering ditemukan dalam bentuk per-akut dan akut, sedangkan pada kuda dalam bentuk akut. Gejala klinis pada antraks bentuk per-akut sebelum ternak mati sulit diamati, pada bentuk akut diantaranya timbul kesulitan bernapas, demam tinggi, tubuh gemetar dan kondisi fisik ternak cenderung melemah, bahkan sampai tidak sanggup berdiri. Tanda-tanda selanjutnya yaitu pembengkakan limphoglandula di sekitar tenggorokan dan biasanya terjadi pada kuda. Ketika ternak mati, akan diikuti perdarahan melalui lubang hidung, mulut, anus dan telinga, karena darah sulit membeku (Radostits et al. 2006). Menurut Sudarsono et al. (2015), ternak yang mati akibat penyakit antraks di dalam darahnya ditemukan sekitar 80% bakteri antraks dan 20%-nya ada di dalam limpa. Kematian ternak diakibatkan oleh produksi *lethal toxin* (LT) dan *edema toxin* (ET) yang dikeluarkan oleh *Bacillus anthracis*. *Lethal toxin* mengubah fungsi vaskular perifer dan memiliki efek depresan miokard langsung. *Edema toxin* selain memiliki efek vaskular perifer juga mampu mengganggu retensi natrium dan air di ginjal (Hicks et al. 2011). Penularan penyakit antraks pada ternak dan manusia diilustrasikan pada Gambar 1.

Menurut Qureshi (2012), penularan antraks pada manusia terjadi melalui kontak langsung dengan spora antraks yang ada di dalam tanah, pada tanaman atau kontak dengan produk dari ternak yang terinfeksi. Penularan pada manusia dapat melalui: (1) Inhalasi (terhirup spora antraks yang ada di udara (aerosol) melalui saluran pernafasan), tidak menyebar dari orang ke orang seperti pada flu; (2) Ingesti (mengonsumsi produk hewan yang terkontaminasi antraks melalui mulut masuk ke saluran pencernaan), mengonsumsi daging mentah atau setengah matang dari ternak yang terinfeksi antraks; dan (3) *Cutaneous* (melalui luka pada kulit) terjadi ketika luka pada kulit seseorang bersentuhan langsung dengan produk ternak yang terkontaminasi spora antraks. Dengan demikian, apabila seseorang menyentuh spora tetapi tidak mengenai luka pada kulit, tidak terhisap atau tidak tertelan, maka bakteri gagal tumbuh.

Kejadian penyakit antraks pada manusia seringkali didahului adanya kasus antraks pada ternak. Ada tiga jenis antraks pada manusia sesuai dengan cara penularannya (WHO 2017a), masing-masing dengan gejala klinis yang berbeda: (1) *Cutaneous* atau antraks kulit; (2) Antraks gastrointestinal (antraks saluran pencernaan); dan (3) Antraks inhalasi (antraks pernafasan/antraks pulmonum). Gejala umum yang seringkali terjadi yaitu perut membesar, badan menggigil disertai pendarahan dari lubang hidung, mulut, pori-pori kulit, telinga dan anus. Pada antraks *cutaneus* (kulit), muncul gejala seperti bisul kecil yang kemudian melebar menjadi luka dan menghitam (Gambar 2). Antraks gastrointestinal didahului dengan mual-mual, demam, muntah, pusing dan diare kehitaman karena ada perdarahan internal. Antraks pernapasan gejala yang muncul berupa sesak nafas,

demam tinggi, nyeri otot, syok, tenggorokan sakit/perih dan sukar menelan, batuk berdarah, serta meningitis (radang selaput otak). Pada manusia, angka fatalitas kasus (*case fatality rate*) dari antraks kulit apabila tidak diobati biasanya hanya 20%. Sedangkan pada antraks pencernaan berkisar antara 25-75% dan antraks pernafasan biasanya sangat fatal (100%) (Naipospos 2011).

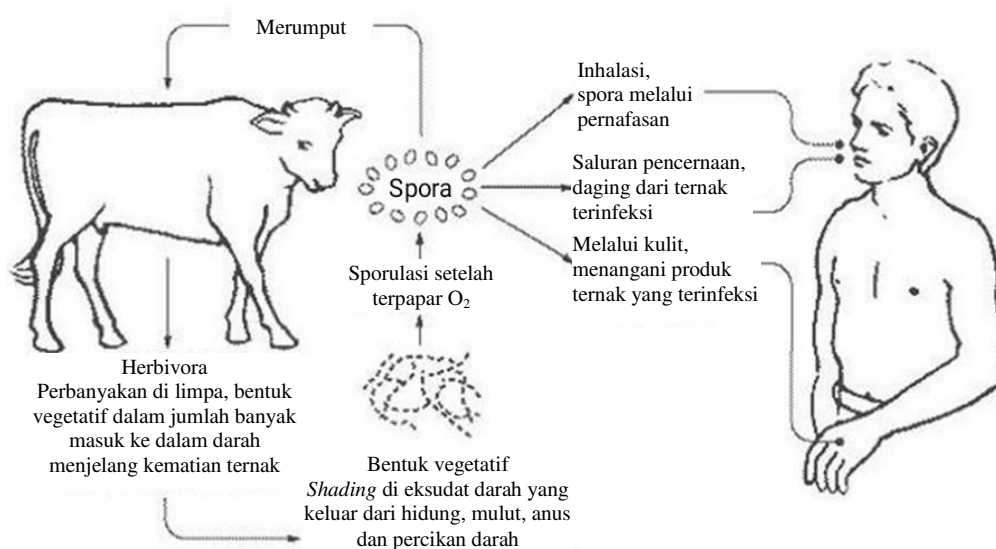


Gambar 2. Antraks kulit pada manusia

Sumber: Surveilans epidemiologi Kabupaten Boyolali (2011)

FREKUENSI DAN DISTRIBUSI KEJADIAN ANTRAKS

Indonesia merupakan daerah endemis antraks. Menurut Direktorat Bina Program, Direktorat Jenderal Peternakan pada tahun 2000 ada 11 provinsi yang termasuk daerah tertular antraks, yaitu Sumatera Barat, Jambi, Jawa Barat, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah dan Irian



Gambar 1. Penularan penyakit antraks pada ternak dan manusia

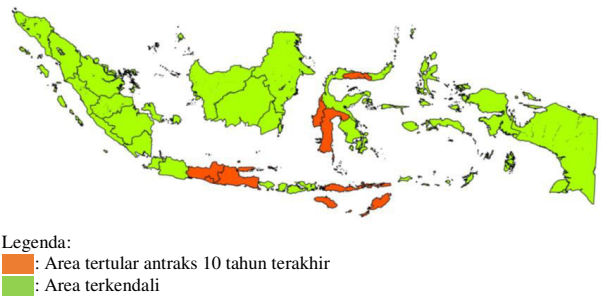
Sumber: Qureshi (2012) yang dimodifikasi

Jaya (Widarso et al. 2000). Sementara itu, Indonesia pernah mengalami status KLB akibat antraks, terjadi pada tahun 2001 di Kabupaten Bogor, Jawa Barat dimulai setelah ditemukannya lima orang penderita antraks dari Desa Hambalang, Citeureup, Bogor. Dilaporkan jumlah penderita seluruhnya 22 orang menyebabkan dua orang korban meninggal (Noor et al. 2001; Hasan 2017). Selama periode tahun 2001-2007 di Kabupaten Bogor telah terjadi 97 kasus penyakit antraks pada manusia dengan kematian mencapai delapan orang (Basri & Kiptiyah 2010). Studi retrospektif antraks di Kabupaten Bogor menunjukkan kejadian antraks waktu itu telah menyebar kesembilan wilayah (Noor et al. 2001). Pada tahun 2003 terjadi kasus antraks di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, DKI Jakarta, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, dan DI Yogyakarta (Ditjen PKH 2016). Pada tahun 2009, wabah antraks terjadi di Boyolali, tahun 2010 terjadi di Sragen (Jawa Tengah) dan Goa, Sulawesi Selatan (Joewono 2011). Awal tahun 2011 penyakit antraks terjadi lagi di Kabupaten Sragen dan Boyolali (Alhamira 2011).

Menurut Pudjiatmoko (2017) data 10 tahun terakhir periode 2008-2017 wilayah distribusi kasus antraks mencakup tujuh provinsi (Gambar 3), yaitu Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Barat, Gorontalo dan DI Yogyakarta. Dari Gambar 3 tersebut terlihat bahwa beberapa provinsi seperti Sumatera Barat, Jambi, Papua, Jawa Barat dan DKI Jakarta sudah menjadi area terkendali antraks.

Pada bulan Februari 2016 kejadian antraks juga dilaporkan di Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu di Kabupaten Sidrap dan Kabupaten Pinrang. Kejadian antraks pada sapi di Kabupaten Pinrang baru pertama kali dilaporkan, dengan kematian 33 ekor sapi dan tiga ekor kerbau (Noor & Kusumaningsih 2016). Pada awal tahun 2017, media massa di Indonesia memberitakan wabah penyakit antraks maupun yang diduga terindikasi penyakit antraks terjadi di Kabupaten Kulon Progo, DI Yogyakarta dan di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.

Beberapa kasus antraks yang dilaporkan tersebut seringkali terjadi di awal tahun, bertepatan dengan musim hujan di Indonesia. Untuk wilayah-wilayah endemis perlu ada kewaspadaan terhadap munculnya kembali kasus antraks. Menyembelih ternak yang terinfeksi antraks, membuang bangkai dan limbahnya di lokasi penggembalaan atau di tempat tumbuhnya rumput untuk pakan, serta cakupan vaksinasi yang terbatas, menyebabkan berulangnya wabah antraks pada hewan dan manusia (Islam et al. 2013).



Gambar 3. Peta distribusi kasus antraks di Indonesia periode tahun 2008-2017

Sumber: Pudjiatmoko (2017)

Wabah antraks pada sekelompok rusa kutub dilaporkan terjadi pada bulan Juli 2016, di Yamal-Nenets Autonomous Okrug, sebuah distrik di Federasi Rusia. Dilaporkan lebih dari 2.600 hewan terinfeksi dan ada beberapa kasus pada manusia akibat terpapar hewan yang terinfeksi. Sebelum kejadian ini, di wilayah tersebut sejak tahun 1941 tidak pernah dilaporkan ada wabah antraks (OIE 2016). Wabah yang baru dilaporkan akan menimbulkan kekhawatiran bahwa antraks berpotensi muncul kembali (*re-emerging*) di daerah tersebut terkait dengan perubahan iklim yang mungkin memicu terjadinya penyakit ini. Pada tahun yang sama, antara bulan September dan Oktober 2016 dilaporkan pula terjadinya kasus antraks di Zambia (Sitali et al. 2017), tercatat delapan kasus pada manusia dan 25 ternak mati termasuk kerbau dan kuda nil (Mwambi et al. 2017). Risiko terulangnya kejadian antraks sama sekali tidak mudah untuk diprediksi, karena seringkali informasi dimana lokasi karkas ternak terinfeksi dikuburkan tidak pernah diidentifikasi (Naipospos 2011).

Kejadian antraks pada ternak sering kali dipengaruhi oleh musim, iklim, suhu dan curah hujan. Hasil penelitian Willa et al. (2014) menunjukkan bahwa pH, kandungan bahan organik dan suhu yang tinggi di daerah kejadian antraks berpotensi bagi pertahanan hidup *B. anthracis*. Kasus antraks sering muncul di awal musim hujan ketika rumput sedang tumbuh. Kondisi ini yang menyebabkan ternak kontak dengan spora yang ada di tanah. Di negara Ethiopia, secara agro-ekologis 72% kasus antraks pada sapi dan 65,2% kasus antraks manusia, berasal dari dataran rendah dan umumnya terjadi pada musim semi (52%) dibandingkan dengan musim-musim lain (Mebratu et al. 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa lingkungan panas pada musim semi dan daerah dataran rendah merupakan tempat yang cocok untuk pembentukan spora dan proliferasi *B. anthracis*. Jumlah kasus

antraks pada sapi di Ethiopia bagian Utara selama empat tahun (2008-2012) menurun dari 39,1% menjadi 6,7%; ini menunjukkan tingkat kesadaran masyarakat peternak yang relatif lebih baik, selain dampak dari cakupan program vaksinasi ternak empat kali lipat (Mebratu et al. 2015).

FAKTOR RISIKO KASUS ANTRAKS PADA MANUSIA

Kejadian penyakit antraks pada manusia masih sering terjadi terutama di negara-negara yang masih lemah dalam menegakkan peraturan kesehatan masyarakat, terutama dalam mencegah terpaparnya antraks pada ternak kambing, sapi, domba dan kuda serta produk peternakan. Ketika petugas kesehatan masyarakat tidak mengetahui dengan baik bagaimana menyidik keberadaan penyakit zoonosis, kemungkinan akan terjadi kesalahan prosedur, karena tidak berkoordinasi dengan dokter hewan.

Setiap orang yang kontak dengan spora antraks berisiko terinfeksi. Individu yang berisiko tinggi terinfeksi antraks diantaranya adalah orang yang menangani produk ternak, dokter hewan, peternak, wisatawan, pekerja laboratorium yang menangani sampel antraks, personel militer dan pekerja tanggap darurat yang menangani bioterrorisme yang melibatkan spora antraks (CDC 2015). Meskipun menurut WHO (2017b) bagi sebagian besar wisatawan risiko tertular antraks sangat rendah. Hasil penelitian Basri (2009) di Kabupaten Bogor, menunjukkan faktor risiko karakteristik individu yang berhubungan dengan penyakit antraks tipe kulit adalah orang dengan pekerjaan sebagai petani dan peternak yang memiliki *odd ratio* (OR) 3,011 (95% CI = 1,410-6,427). Proporsi masyarakat yang memiliki pekerjaan sebagai petani peternak pada kelompok kasus (39,2%) lebih besar dibandingkan dengan proporsi masyarakat yang memiliki pekerjaan sebagai petani/peternak di luar kelompok kasus (kelompok kontrol) sebesar 17,6%. Hal ini berarti orang yang bekerja sebagai petani/peternak di lokasi endemis antraks memiliki risiko dua kali lebih besar untuk terkena penyakit antraks tipe kulit dibandingkan yang bekerja bukan sebagai petani/peternak. Menurut Swai et al. (2010) ada perbedaan persepsi yang signifikan terhadap risiko yang timbul akibat kontak dengan hewan terinfeksi atau produk ternak, yaitu risiko petugas kesehatan hewan untuk tertular antraks jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pemelihara ternak.

Basri (2009) menyatakan tidak ada hubungan bermakna antara tingkat pendidikan dan tingkat umur masyarakat dengan kejadian penyakit antraks tipe kulit, meskipun masyarakat yang berpendidikan rendah (pada kelompok kasus) 1,7 kali lebih tinggi dibandingkan dengan masyarakat pada kelompok kontrol (tidak

terjadi kasus). Sementara itu, kelompok usia muda (<36 tahun) dengan kelompok yang lebih tua (≥36 tahun) memiliki risiko yang hampir sama untuk terkena penyakit antraks tipe kulit. Hal ini kemungkinan bukan terkait pekerjaannya akan tetapi terkait dengan riwayat lain seperti ikut menangani daging hewan yang dipotong akibat terkena antraks.

Beberapa faktor risiko tertularnya penyakit antraks pada masyarakat Kuwirirana, Zimbabwe yang telah diidentifikasi (Gombe et al. 2010) adalah karena mengonsumsi daging yang terkontaminasi, rumah tangga (peternak) pernah memiliki sapi yang mati, membantu menguliti bangkai terinfeksi antraks, membantu dalam menyiapkan daging untuk dikeringkan/dilayukan, membantu memotong daging yang terkontaminasi, memiliki luka atau terluka selama menguliti ternak dan tinggal di desa yang ada kematian ternak. Dari faktor-faktor tersebut yang memiliki risiko tertinggi adalah orang yang memiliki luka atau terluka selama menguliti ternak OR 19,5 (95% CI 2,4-159), kemudian rumah tangga (peternak) yang pernah ada kematian ternak OR 9,7 (95% CI 2,9-33) dan mengonsumsi daging yang terkontaminasi kuman antraks OR 7,7 (95% CI 2-29,8).

Girma et al. (2012) menyatakan masih ada institusi kesehatan masyarakat yang belum melihat pentingnya peran dokter hewan bagi kesehatan masyarakat. Dari hasil penelitiannya disimpulkan bahwa kesadaran institusi kesehatan masyarakat dalam pengawasan/pemeriksaan ternak dan pengemasan produk peternakan relatif rendah, sehingga membawa risiko kontaminasi patogen pada makanan yang membahayakan konsumen. Hal ini mengindikasikan bahwa petugas kesehatan masyarakat belum memperhatikan hewan sebagai pembawa penyakit yang bisa ditularkan kepada manusia.

KEBIASAAN MENGONSUMSI DAGING DI KALANGAN MASYARAKAT

Risiko nyata akibat menangani bangkai ternak mati mendadak atau mengonsumsi daging ternak sakit akibat antraks seringkali diabaikan oleh peternak di pedesaan meskipun mereka sadar bahwa terdapat larangan untuk itu (Naipospos 2011). Tradisi memotong/menyembelih ternak yang kedapatan mati mendadak oleh peternak pedesaan di negara berkembang (termasuk di Indonesia) sulit dihilangkan, mengingat pada umumnya ternak tidak disembelih di tempat pemotongan resmi (rumah pemotongan hewan). Situasi ini tidak bisa dilepaskan dari sosio-ekonomi masyarakat pedesaan yang kebanyakan hidup dalam kondisi miskin secara ekonomi maupun sosial. Sikap pemilik ternak tersebut didorong oleh kebutuhan mempertahankan nilai ekonomi yang bisa diperolehnya dari daging, kulit dan produk ternak lainnya. Islam et

al. (2013) melaporkan bahwa praktik memotong ternak yang hampir mati umum dilakukan oleh masyarakat di Bangladesh, karena ajaran Islam melarang memakan binatang yang sudah mati secara alami (bangkai). Oleh karena itu, para petani memilih menyembelih ternak sakit sewaktu masih hidup sehingga dagingnya bisa dimakan atau dijual dalam usaha untuk menutup investasi finansialnya. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Sitali et al. (2017) bahwa kemiskinan, kurangnya akses terhadap protein dari daging dan alasan ekonomi merupakan pemicu bagi masyarakat peternak untuk mengonsumsi daging dari ternak terinfeksi.

Willa (2010) melaporkan bahwa masyarakat di Kabupaten Sumba Barat Daya pada umumnya mempunyai sikap yang cukup baik dalam penanggulangan antraks, namun perilaku masyarakat seperti kebiasaan mengonsumsi daging ternak yang mati secara mendadak dan kebiasaan membuang ternak yang mati ke hutan berpotensi menyebabkan terjadinya kasus penyakit antraks. Kasus antraks pada manusia sering terjadi mengikuti kasus antraks pada ternak, dimana perilaku manusia berpengaruh dalam transmisi penyakit ini. Selain itu juga ada tradisi memasak daging ternak yang kurang matang, sehingga kuman atau bakteri tidak seluruhnya mati. Studi kualitatif yang dilakukan Sitali et al. (2017) menunjukkan bahwa di Zambia antraks pada manusia ditularkan karena mengonsumsi daging sapi dan daging kuda nil (*Hippopotamus amfibi*) yang terinfeksi antraks. Gombe et al. (2010) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa antraks sering terjadi karena manusia kontak dengan karkas atau mengonsumsi daging dari ternak yang terinfeksi kuman antraks.

PENGETAHUAN DAN SIKAP MASYARAKAT PETERNAK TERHADAP PENYAKIT ANTRAKS

Data dasar terkait dengan pengetahuan, sikap dan perilaku masyarakat terhadap penyakit antraks sangat diperlukan untuk merancang intervensi dalam rangka pencegahan dan pengendalian penyakit antraks. Sikap merupakan kecenderungan dalam merespon positif atau negatif terhadap obyek atau situasi tertentu (Sarwono 2007). Sikap belum merupakan sesuatu aktivitas tetapi merupakan predisposisi terbentuknya perilaku (Green & Kreuter 2000). Sikap yang diekspresikan dipengaruhi oleh keadaan sekitarnya merupakan perilaku. Menurut (Notoatmodjo 2007) perilaku merupakan refleksi kejiwaan seperti keinginan, minat, pengetahuan, emosi, berpikir, sikap, motivasi dan niat. Perilaku yang didasari oleh pengetahuan akan lebih langgeng (Simons et al. 1995).

Di Indonesia, khususnya di Kabupaten Sumba Barat Daya, dimana pernah terjadi wabah antraks, pengetahuan masyarakat terhadap penyakit antraks masih rendah (Willa 2010). Kebanyakan responden

(78%) hanya mengetahui antraks sebagai penyakit pada hewan tetapi tidak mengetahui apa penyebab antraks. Terkait penularan antraks, sebagian besar responden (53%) masih mempunyai pemikiran yang keliru tentang penyakit antraks sebagai penyakit yang tidak menular ke manusia. Studi hubungan antara pengetahuan dan sikap dengan upaya pencegahan penyakit antraks pada peternak sapi di Boyolali telah dilakukan pada 88 responden (Rahmawati et al. 2012). Studi ini melaporkan bahwa pengetahuan tentang penyakit antraks dan sikap tentang pencegahan penyakit antraks dimiliki oleh hampir 50% peternak tetapi hanya 39% dari peternak memiliki perilaku pencegahan penyakit antraks. Oleh sebab itu, pembinaan dan pelatihan kesehatan perlu dilakukan untuk menjadikan masyarakat peternak memiliki perilaku pencegahan penyakit antraks yang benar. Sudrajat et al. (2012) melaporkan bahwa pemberian pendidikan kesehatan pada masyarakat peternak di Sragen memberikan pengaruh terhadap peningkatan pengetahuan tentang penyakit antraks dan sikap tentang pencegahan penyakit antraks.

Penyakit antraks di Ethiopia merupakan penyakit zoonosis urutan kedua yang paling dikenal masyarakat (94,27%) setelah rabies (Girma et al. 2012). Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kesadaran/ pengetahuan terhadap penyakit zoonosis di Ethiopia diantaranya adalah faktor pendidikan, sumber informasi dan profesi. Mebratu et al. (2015) melaporkan dari hasil survei di Ethiopia bagian Utara, semua responden yang diwawancarai (100%) menyatakan tahu dan pernah mendengar tentang penyakit antraks, serta sebagian besar (98,6%) dapat menyebutkan bahwa semua kelompok umur dan jenis kelamin baik ternak maupun manusia dapat terinfeksi antraks. Terkait dengan sumber infeksi, 92% responden menyatakan bahwa sumber infeksi pada ternak terutama disebabkan kontak dengan karkas ternak yang mati karena antraks.

Linthavong et al. (2012) melakukan wawancara di Laos pada sejumlah responden di Laos yang pernah mendengar dan mengetahui bahwa antraks dapat menginfeksi manusia (81,2%) dan ternak (79,2%), dari responden tersebut hanya sedikit yang mendapat informasi, pelatihan dan komunikasi tentang antraks (18%). Sementara itu, petugas kesehatan hewan di garis depan banyak yang pernah mendengar tentang penyakit antraks, akan tetapi pengetahuan tentang gejala penyakit di mana kasus terjadi, pentingnya pelaporan dan untuk mencari dukungan lebih lanjut dalam hal pencegahan dan pengendalian antraks di Laos masih sangat kurang.

Perilaku masyarakat di Zambia mempengaruhi penularan penyakit antraks. Mayoritas (78,1%) responden memakan, menjual atau membagikan daging dari ternak yang mati kepada tetangganya. Mayoritas

mereka mengetahui bahwa ternak dapat menularkan penyakit ke manusia, tetapi hanya 26,3% percaya bahwa mengonsumsi daging yang terinfeksi berisiko tertular (Sitali et al. 2017). Hal serupa juga terjadi di Tanzania, bahwa kesadaran dan pengetahuan tentang penyakit zoonosis, dikombinasikan dengan kebiasaan mengonsumsi makanan dan cara pemeliharaan ternak yang buruk cenderung meningkatkan risiko masyarakat terpapar penyakit zoonosis termasuk antraks (Swai et al. 2010).

Faktor pendidikan erat kaitannya dengan pengetahuan, sikap dan perilaku masyarakat tentang penyakit antraks. Sebagian besar tingkat pendidikan responden di Kabupaten Sumba Barat Daya terdiri atas kelompok yang tidak pernah bersekolah 42%, tidak tamat sekolah dasar (SD) 37% dan yang tamat SD 15% (Willa 2010). Untuk meningkatkan pengetahuan responden perlu diberikan penyuluhan kesehatan secara rutin atau dengan membentuk kelompok pendidikan non-formal serta pendidikan kesetaraan. Dengan demikian, tingkat pengetahuan akan meningkat dan kasus antraks akan berkurang. Pengalaman di Ethiopia membuktikan hal itu setelah masyarakat memiliki pengetahuan yang relatif lebih baik tentang penyakit antraks, sehingga kesadaran untuk memberikan vaksin antraks pada ternak dan cakupan program vaksinasi antraks meningkat secara signifikan (Mebratu et al. 2015). Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi masyarakat perlu ada pemahaman tentang penyakit antraks sehingga penyebaran antraks pada ternak dapat diminimalkan dan penularan antraks kepada manusia dapat dicegah. Naipospos (2011) menyarankan penyuluhan untuk peningkatan kesadaran masyarakat (*public awareness*) sebaiknya didahului dengan melakukan survei *knowledge, attitude and practice* (pengetahuan, sikap dan praktik) untuk menilai persepsi masyarakat tentang antraks. Keberhasilan program pencegahan dan pengendalian antraks oleh otoritas veteriner dapat diukur dari tingkat partisipasi masyarakat dalam melaporkan ternaknya yang sakit, kegiatan vaksinasi dan tindakan yang dilakukan apabila terjadi antraks (Putra et al. 2004).

PENGENDALIAN DAN PENCEGAHAN PENYAKIT ANTRAKS

Untuk mewaspadai penyakit antraks di Indonesia, perlu dikembangkan cara pengendalian penyakit yang efektif, didukung dengan metode diagnosis cepat dan akurat sehingga penanganan kasus penyakit dapat dilaksanakan dengan segera. Metode diagnosis yang telah digunakan di BB Litvet adalah identifikasi agen, uji serologi dan Ascoli (Adji & Natalia 2006), sedangkan teknik lain seperti *Lysis Gamma Phage*, *Immunochromatographic Assay*, *Direct Fluorescence Assay* (DFA) dan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

direkomendasikan oleh (OIE 2000). Mengingat kemampuan spora antraks dapat bertahan hidup untuk jangka waktu lama bahkan berpuluh-puluh tahun di suatu wilayah, menyebabkan pemberantasan atau pembasmian antraks menjadi suatu hal yang tidak mungkin dicapai (Naipospos 2011) sehingga tidak ada negara di dunia yang bisa mengklaim bahwa wilayahnya absolut bebas dari kuman antraks (Lewerin et al. 2010).

Tindakan penanggulangan setelah KLB antraks di Kabupaten Bogor tahun 2001 yang dilakukan saat itu menurut Noor et al. (2001) adalah: (1) Mengadakan seminar sehari tentang antraks dan *talk show* di TVRI mengenai antraks dan dampaknya pada manusia dengan fasilitator Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan yang dihadiri oleh para praktisi kesehatan ternak, wartawan, pengusaha ternak domba dan kambing dan masyarakat umum; (2) Melakukan vaksinasi antraks secara menyeluruh terhadap ternak ruminansia di Kabupaten Bogor dan sekitarnya yang tertular, sebagai fasilitator adalah Dinas Peternakan setempat; dan (3) Melakukan pengawasan ternak yang akan dipotong pada hari Raya Idul Qurban mulai dari H-3 sampai H-0 sebagai fasilitator seluruh dokter hewan yang tergabung dalam Persatuan Dokter Hewan Indonesia (PDHI) dibantu mahasiswa Fakultas Kedokteran Hewan IPB.

Ketika petugas kesehatan masyarakat tidak mengetahui dengan baik bagaimana menyidik keberadaan penyakit zoonosis (termasuk penyakit antraks), kemungkinan akan berpeluang pada keengganan untuk berkoordinasi dengan dokter hewan (Beaglehole et al. 2003). Chacha et al. (2016) menyarankan, perencanaan kesehatan masyarakat veteriner dan medis sebaiknya membentuk tim untuk merancang intervensi terkait kesadaran terhadap antraks dengan target menjangkau seluruh lapisan masyarakat melalui radio dan saluran komunikasi lainnya secara reguler. Selain itu, untuk mencegah dan mengendalikan penyakit pada manusia dan hewan (penyakit zoonosis), dokter hewan maupun petugas kesehatan masyarakat perlu memahami interkoneksi yang ada di antara kesehatan manusia, hewan dan lingkungan (Omemo et al. 2012).

Penanganan kasus antraks telah mengalami kemajuan dibandingkan dengan beberapa dekade silam. Dalam kasus antraks di Yogyakarta misalnya, Hasan (2017) mengutip pernyataan Ketua Tim Respon Cepat Waspada Antraks, Fakultas Kedokteran (FK) Universitas Gadjah Mada (UGM), bahwa masyarakat dihibau agar tidak panik menghadapi penyakit antraks, tetapi diperlukan sikap waspada. Selanjutnya ditekankan bahwa antraks pada manusia dapat disembuhkan dengan penanganan yang tepat. Program pemberantasan antraks pada manusia dilaksanakan oleh jajaran kesehatan meliputi deteksi dini dan pengobatan

tersangka/penderita, penyelidikan epidemiologi, penyuluhan kesehatan masyarakat dan pengawasan bahan makanan dan produk asal hewan (Noor et al. 2001).

Pencegahan antraks pada hewan perlu dilakukan secara teratur dan berkesinambungan. Ketika terjadi wabah penyakit antraks maka Dinas Peternakan setempat akan mengeluarkan tindakan administratif dan teknis. Daerah yang pernah terjangkit antraks, vaksinasi rutin dapat membantu mencegah terjadinya wabah. Beberapa tips/tindakan untuk mencegah penyebaran penyakit antraks (Ditjen PKH 2016), diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Hewan/ternak divaksin secara rutin setiap tahun sesuai rekomendasi instansi berwenang.
2. Hindarkan kontak langsung dengan hewan yang dicurigai terinfeksi antraks.
3. Apabila akan menambah jumlah ternak baru, *Standard Operasional Prosedur* (SOP) dan aturan dari instansi berwenang harap dipatuhi.
4. Daging hendaknya dimasak hingga benar-benar matang.
5. Ketika menjumpai daging berlendir, berbau dan berwarna kusam harap dilaporkan.
6. Ketika seseorang mengalami gejala abnormal yang kuat mengarah gejala antraks segera memeriksakan diri di fasilitas kesehatan/rumah sakit terdekat.
7. Hewan ternak yang diduga terjangkit penyakit antraks harus dipisah dari hewan-hewan yang sehat. Apabila hewan yang diduga terjangkit antraks sudah mati dan menjadi bangkai tidak boleh dilakukan autopsi ataupun pembedahan.
8. Bangkai hewan dibakar atau dikubur yang dalam.

Hewan/ternak yang terjangkit antraks diobati antibiotik spektrum luas (*procain penisilin G*, *streptomycin*, kombinasi *procain penisilin G* dan *streptomycin* dan *oksitetrasiklin*) atau diberi antiserum, dengan dosis sesuai yang dianjurkan.

Dalam usaha mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit antraks, Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian harus rutin melakukan penyuluhan, tidak hanya ketika ada kasus atau wabah. Hal tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan pengetahuan dan sikap masyarakat terutama peternak terhadap penyakit antraks, serta kesadaran petugas kesehatan untuk berkoordinasi dengan dokter hewan. Masyarakat harus membiasakan diri dengan pola hidup bersih dan sehat, serta menghindari kontak langsung dengan bahan makanan yang berasal dari hewan yang dicurigai terinfeksi antraks. Peternak agar rutin melakukan vaksinasi pada ternaknya. Di daerah-daerah endemi antraks harus ada perhatian khusus dari pihak yang berwenang terutama terhadap kebijakan perpindahan maupun penjualan ternak antar daerah atau wilayah.

KESIMPULAN

Kasus antraks merupakan kejadian alamiah yang muncul secara berulang dan sulit diprediksi. Kejadian penyakit antraks pada manusia masih sering terjadi mengikuti kasus antraks pada ternak, dimana perilaku manusia berpengaruh dalam transmisi penyakit ini. Transmisi antraks ke manusia dipengaruhi oleh kondisi kehidupan dan praktik budaya yang melekat. Tradisi (budaya) memotong/menyembelih ternak yang ditemukan sakit oleh peternak di negara berkembang (termasuk di Indonesia) sulit dihilangkan, mengingat pada umumnya ternak tidak disembelih di tempat pemotongan resmi (rumah pemotongan hewan) untuk mempertahankan nilai ekonomi yang bisa diperolehnya dari daging, kulit dan produk ternak lainnya.

Pengendalian penyakit antraks pada ternak lebih efektif dan murah dengan melakukan pencegahan pada ternak secara teratur dan berkesinambungan, yang merupakan kunci dalam upaya mengurangi kasus antraks pada manusia. Hal ini tentunya tidak terlepas dari sikap dan persepsi masyarakat peternak terhadap penyakit antraks, seperti mengonsumsi daging yang terinfeksi, karena kemiskinan, alasan ekonomi, kepercayaan/budaya dan risiko terinfeksi antraks dianggap rendah. Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian harus rutin melakukan penyuluhan kepada petani, peternak serta masyarakat luas tentang penyakit antraks, tidak hanya ketika ada kasus atau wabah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji RS, Natalia L. 2006. Pengendalian penyakit antraks: Diagnosis, vaksinasi dan investigasi. *Wartazoa*. 16:198-205.
- Alhamira. 2011. Antraks, endemi yang tak kunjung usai! Never End Study [Internet]. [cited 12 February 2017]. Tersedia dari: <https://mylearningissue.wordpress.com/2011/04/10/antraks-endemi-yang-tak-kunjung-usai/>
- Barnes HJ. 1997. Other bacterial diseases. In: Calnek BW, editor. *Diseases of poultry*. Ames (US): The Iowa State University Press. p. 289-296.
- Basri C. 2009. Hubungan karakteristik individu dengan kejadian penyakit antraks tipe kulit pada penduduk di wilayah Kabupaten Bogor. *J Ilmu Pertanian Indonesia*. 14:1-5.
- Basri C, Kiptiyah NM. 2010. Memegang hewan rentan dan menangani produknya berisiko besar tertular antraks kulit di daerah endemis. *J Vet*. 11:226-231.
- Beaglehole R, Sanders D, Dal Poz M. 2003. The public health workforce in sub-Saharan Africa: Challenges and opportunities. *Ethn Dis*. 13:S24-S30.

- Bothma JDP. 1989. Game ranch management. Toledo (US): Van Schaik Publishers.
- CDC. 2015. Anthrax. Centers for Diseases Control and Prevention [Internet]. [cited 12 February 2017]. Tersedia dari: <https://www.cdc.gov/anthrax/basics/how-people-are-infected.html>
- Chacha I, Arimi S, Thaiya A. 2016. Knowledge, attitudes, and practices regarding anthrax among community members, health and veterinary workers in Maragua, Kenya. *Int J Anim Vet Sci*. 10:419.
- Darminto, Bahri S. 1998. Mengenal penyakit-penyakit menular penting pada burung unta (*Struthio camelus*). *Wartazoa*. 7:22-32.
- Davies DG, Harvey RW. 1972. Anthrax infection in bone meal from various countries of origin. *J Hyg*. 70:455-457.
- Ditjen PKH. 2016. Pedoman pengendalian dan pemberantasan penyakit hewan menular (PHM): Seri penyakit antraks. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian.
- Girma S, Zewde G, Tafess K, Jibat K. 2012. Assessment of awareness on food borne zoonoses and its relation with veterinary public health services in and around Addis Ababa, Ethiopia. *J Public Heal Epidemiol*. 4:48-51.
- Gombe NT, Nkomo BMM, Chadambuka A, Shambira G, Tshimanga M. 2010. Risk factors for contracting anthrax in Kuwirirana Ward, Gokwe North, Zimbabwe. *Afr Health Sci*. 10:159-64.
- Green LW, Kreuter MW. 2000. Health promotion planning: An educational and environmental approach. Toronto (Canada): Mayfield Publishing Company.
- Hardjoutomo S, Poerwadikarta MB, Barkah K. 2002. Kejadian antraks pada burung unta di Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia. *Wartazoa*. 12:114-120.
- Hasan AM. 2017. Jejak antraks dalam lintasan sejarah. *Tirto.id* [Internet]. [disitasi 12 Februari 2017]. Tersedia dari: <https://tirto.id/jejak-antraks-dalam-lintasan-sejarah-chHI>
- Hendricks KA, Wright ME, Shadomy S V, Bradley JS, Morrow MG, Pavia AT, Rubinstein E, Holty JEC, Messonnier NE, Smith TL, et al. 2014. Centers for disease control and prevention expert panel meetings on prevention and treatment of anthrax in adults. *Emerg Infect Dis* [Internet]. 20. Available from: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2002.130687>
- Hicks CW, Cui X, Sweeney DA, Li Y, Barochia A, Eichacker PQ. 2011. The potential contributions of lethal and edema toxins to the pathogenesis of anthrax associated shock. *Toxins (Basel)*. 3:1185-1202.
- Huchzermeyer FW. 1997. Animal health risks associated with ostrich products. *Rev Sci Tech*. 16:111-116.
- Hugh-Jones M. 1999. 1996-97 global anthrax report. *J Appl Microbiol*. 87:189-191.
- Islam MS, Hossain MJ, Mikolon A, Parveen S, Khan MSU, Haider N, Chakraborty A, Titu AMN, Rahman MW, Sazzad HMS, et al. 2013. Risk practices for animal and human anthrax in Bangladesh: An exploratory study. *Infect Ecol Epidemiol*. 3:21356.
- Joewono BN. 2011. Kena antraks, sapi dan kambing diisolasi. *Kompas* [Internet]. [disitasi 12 Februari 2017]. Tersedia dari: <http://regional.kompas.com/read/2011/05/26/20265382/Kena.Antraks.Sapi.Dan.Kambing.Di.isolasi>
- Lewerin SS, Elvander M, Westermark T, Hartzell LN, Norström AK, Ehlers S, Knutsson R, Englund S, Andersson A-C, Granberg M, et al. 2010. Anthrax outbreak in a Swedish beef cattle herd-1st case in 27 years: Case report. *Acta Vet Scand*. 52:7.
- Linthavong S, Ouandala V, Dusan F, Vongphrachanh P, Kounnavong B, Corwin A, Chanthavisouk C, Winter C, Denny J. 2012. Anthrax knowledge, attitudes and practice survey - Lao PDR, 2010. *Int J Infect Dis*. 16:e456.
- Martin GJ, Friedlander AM. 2010. *Bacillus anthracis* (anthrax). In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, editors. *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia (US): Churchill Livingstone. p. 2715-2725.
- Mebratu AT, Hailu Z, Weldearegay YH. 2015. A retrospective survey and assessment of farmers indigenous knowledge on anthrax in and around Tanqua-Abergelle District, Northern Ethiopia. *Acad J Anim Dis*. 4:10-16.
- Molyneux D, Hallaj Z, Keusch GT, McManus DP, Ngowi H, Cleaveland S, Ramos-Jimenez P, Gotuzzo E, Kar K, Sanchez A, et al. 2011. Zoonoses and marginalised infectious diseases of poverty: Where do we stand? *Parasites Vectors*. 4:106.
- Mwambi P, Mufunda J, Mwaba P, Kasese-Chanda N, Mumba CM, Kalumbi T, Chaula M, Mweemba N, Hang'ombe MB, Higashi H, et al. 2017. Cutaneous anthrax outbreak in Chama District, Muchinga Province, Zambia, 2016 as history repeats itself. *Heal Press Zambia Bull*. 1:38-49.
- Naipospos TSP. 2011. Pertanian, tradisi dan antraks. *Blog Veteriner Ku* [Internet]. [disitasi 12 Februari 2017]. Tersedia dari: <http://tatavetblog.blogspot.com/2011/08/pertanian-tradisi-dan-antraks.html>
- Noor SM, Darminto, Hardjoutomo S. 2001. Kasus antraks pada manusia dan hewan di Bogor pada awal tahun 2001. *Wartazoa*. 11:8-14.
- Noor SM, Kusumaningsih A. 2016. Kajian kasus antraks di Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan, 10-12 Maret 2016. Laporan perjalanan dinas. Bogor (Indonesia): BB Litvet.
- Notoatmodjo S. 2007. Promosi kesehatan dan ilmu perilaku. Jakarta (Indonesia): Rineka Cipta.

- OIE. 2000. Anthrax. In: Manual of standards diagnostic and vaccines. Rome (Italy): Office International Des Epizooties. World Health Organization. p. 235-239.
- OIE. 2016. Anthrax, Russia. Office International des Epizooties. World Health Organization [Internet]. [cited 12 February 2017]. Available from: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Review/report/Review?pagerefer=MapFullEventReport&reportid=20689
- Omemo P, Ogola E, Omondi G, Wasonga J, Knobel D. 2012. Knowledge, attitude and practice towards zoonoses among public health workers in Nyanza Province, Kenya. *J Public Health Africa*. 3:92-93.
- Pudjiatmoko. 2017. Pengendalian penyakit antraks pada hewan. Dalam: Acara Siang Klinik Mengenal Penyakit Anthrax dan Penatalaksanaannya, di RSPI Prof. Dr. Suliyanti Saroso. Jakarta, 9 Februari 2017. Jakarta (Indonesia): Direktorat Kesehatan Hewan Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian.
- Putra AAG, Zuhudin L, Dartini NL, Dewi AAS, Arsani NM, Butarnutar RM. 2004. Wabah antraks di Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2004. Denpasar (Indonesia): Balai Penyidikan Veteriner Denpasar dan Dinas Peternakan Provinsi NTB.
- Qureshi S. 2012. The cycle of infection in anthrax. Georgia Gwinnett College [Internet]. [cited 12 February 2017]. Available from: http://wiki.ggc.usg.edu/wiki/Anthrax_Fall_%2711
- Radostits OM, Gay CC, Hinchclift KW, Constable PD. 2006. Disease caused by *Bacillus anthracis* species. In: Veterinary medicine: A text book of the diseases of cattle, sheep, goats, pigs and horses. 10th ed. London (UK): Elsevier Saunders publications. p. 816-822.
- Rahmawati A, Muhlisin HA, Yulian V. 2012. Hubungan antara pengetahuan dan sikap dengan upaya pencegahan penyakit antraks pada peternak sapi di Desa Sempu, Kecamatan Andong, Kabupaten Boyolali [Skripsi]. [(Surakarta) Indonesia]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sarwono S. 2007. Sosiologi kesehatan beberapa konsep dan aplikasinya. Yogyakarta (Indonesia): Gadjah Mada University Press.
- Shadomy S, El Idrissi A, Raizman E, Bruni M, Palamara E, Pittiglio C, Lubroth J. 2016. Anthrax outbreaks: A warning for improved prevention, control and heightened awareness. Rome (Italy): FAO.
- Simons MBG, Greene WH, Gottlieb NH. 1995. Introduction to health education and health promotion. Illinois (US): Waveland Press Inc.
- Sitali DC, Mumba C, Skjerve E, Mweemba O, Kabonesa C, Mwinyi MO, Nyakarahuka L, Muma JB. 2017. Awareness and attitudes towards anthrax and meat consumption practices among affected communities in Zambia: A mixed methods approach. *PLoS Negl Trop Dis*. 11:e0005580.
- Sudarsono I, Prijono WB, Handoko A. 2015. Tindak lanjut wabah antraks di Kabupaten Blitar. *Buletin Laboratorium Veteriner*. 15:10-16.
- Sudrajat HSG, Widodo A, Budinugroho A. 2012. Pengaruh pendidikan kesehatan tentang pencegahan penyakit antraks terhadap pengetahuan dan sikap peternak sapi di Desa Brojol Miri Sragen [Skripsi]. [Surakarta (Indonesia)]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Surveilans Epidemiologi Kabupaten Boyolali. 2011. Visualisasi Antraks Kulit (2) [Internet]. [disitasi 12 Februari 2017]. Tersedia dari: <http://surveilansbyl.blogspot.co.id/2011/03/visualisasi-antraks-kulit-2.html>
- Swai ES, Schoonman L, Daborn CJ. 2010. Knowledge and attitude towards zoonoses among animal health workers and livestock keepers in Arusha and Tanga, Tanzania. *Tanzan J Health Res*. 12:280-286.
- Turnbull P, Salisbury. 2008. Anthrax in human and animal [Internet]. 4th ed. Geneva (Switzerland): OIE, WHO and FAO. Available from: http://www.who.int/csr/resources/publications/anthrax_web.pdf
- WHO. 2017a. Emergencies preparedness, response: Anthrax. World Health Organization [Internet]. [cited 12 February 2017]. Available from: <http://www.who.int/csr/disease/Anthrax/anthraxfaq/en/>
- WHO. 2017b. International travel and health: Anthrax. World Health Organization [Internet]. [cited 12 February 2017]. Available from: <http://www.who.int/ith/diseases/anthrax/en/>
- Widarso HS, Wandura HT, Purba WH. 2000. Kejadian luar biasa (KLB) antraks pada burung unta di Kabupaten Purwakarta bulan Desember 1999 dan dampaknya pada manusia. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal PPM dan PLP, Departemen Kesehatan.
- Willa RW. 2010. Perilaku masyarakat dan faktor lingkungan yang berhubungan dengan kejadian antraks di Kecamatan Kodi, Kabupaten Sumba Barat Daya. *Media Litbang Kesehatan*. 20:164-172.
- Willa W, Ragu KN, Oktavina LK, Ruben. 2014. Studi epidemiologi antraks dalam sistem kewaspadaan dini kejadian luar biasa (KLB) antraks di Kecamatan Kodi, Kabupaten Sumba Barat Daya tahun 2008. Project report. Sumba Barat (Indonesia): Loka P2B2 Waikabubak.

Tanaman Lokal sebagai Suplemen Pakan untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Susu Ternak Ruminansia

(Local Plants as Feed Supplementation to Improve Ruminant Milk Production and Quality)

Chandra Utami Wirawati^{1,2}, MB Sudarwanto³, DW Lukman³ dan I Wientarsih⁴

¹Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

²Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno-Hatta No. 10, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung

³Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

⁴Departemen Klinik Reproduksi Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16610
cutami@polinela.ac.id

(Diterima 5 Juni 2017 – Direvisi 7 Agustus 2017 – Disetujui 23 Agustus 2017)

ABSTRACT

Milk productivity is highly dependent on inputs used in the dairy farm. The limited source of forage or native grasses with low nutritional quality reduce production and reproduction of dairy cows. Improvement of feed quality can be conducted by various ways, including fortification and supplementation with specific substances that have the potency to increase milk production. This paper describes the potency of local plants, nutritional and bioactive substances that can be utilized to improve production and quality of milk. Some of these plants are cassava (*Manihot* sp), torbangun (*Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng) and katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr) leaves which are potential as feed supplement for cows, goats, and buffalo. The high protein bypass and galactagogue compounds content in these plants are factors increasing production and quality of milk.

Key words: Milk production, milk quality, cassava leaf, torbangun leaf, katuk leaf

ABSTRAK

Produktivitas susu sangat tergantung dari input yang digunakan dalam budidaya ternak perah. Keterbatasan sumber hijauan atau rumput lapangan dari lingkungan sekitarnya dengan kualitas gizi rendah berdampak buruk terhadap produksi dan reproduksi ternak yang dipelihara. Perbaikan mutu pakan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan fortifikasi dan suplementasi dengan bahan tertentu yang berpotensi meningkatkan produksi susu. Makalah ini menguraikan potensi tanaman lokal yang kandungan nutrisi dan zat bioaktifnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu. Beberapa tanaman lokal tersebut adalah daun ubi kayu (*Manihot* sp), torbangun (*Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng) dan katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr) yang menunjukkan prospek yang baik sebagai suplemen pakan untuk sapi, kambing dan kerbau. Tingginya protein *bypass* dan senyawa bersifat *galactagogue* yang terkandung di dalam tanaman tersebut merupakan faktor yang meningkatkan produksi dan kualitas susu.

Kata kunci: Produksi susu, kualitas susu, daun ubi kayu, daun torbangun, daun katuk

PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Asosiasi Peternak Sapi Perah Indonesia (APSPI) Indonesia mengalami penurunan produksi susu nasional sebesar 16,5% yaitu dari 960.000 ton di tahun sebelumnya menjadi 805.000 ton pada tahun 2015. Saat ini, ketersediaan susu dalam negeri sebagian besar (79,93%) dipasok dari susu impor sedangkan produksi susu nasional hanya memberikan kontribusi sebesar

20,07% (Pusdatin 2016). Beberapa hal yang menjadi penyebab penurunan produksi susu nasional antara lain penurunan populasi sapi perah di Indonesia. Pada tahun 2012, jumlah sapi perah mencapai 611.940 ekor namun hingga tahun 2015 jumlah populasi sapi perah hanya sekitar 525.171 ekor. Hal lain yang juga menjadi faktor penyebab penurunan produksi susu nasional berkaitan langsung dengan usaha peternakan sapi perah di Indonesia yang 90% masih merupakan usaha peternakan rakyat, yaitu usaha tani dalam arti sempit

dengan tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan subsistensi petani dan keluarganya (Mubyarto 1995).

Produktivitas susu sangat tergantung dari penggunaan *input* yang digunakan dalam budidaya ternak perah. Leng (1991) menyatakan bahwa secara umum peternak rakyat di negara berkembang memiliki sumber pakan yang sangat terbatas untuk sapi peliharaannya. Kondisi ini tidak memungkinkan peternak untuk memilih pakan dasar agar kebutuhan nutrisi ternaknya terpenuhi, akan tetapi hanya bergantung pada sumber pakan yang ada di lingkungan sekitarnya sekaligus menghemat biaya pemeliharaan. Keterbatasan sumber hijauan atau rumput lapangan yang berasal dari lingkungan sekitarnya dengan kualitas gizi yang rendah berdampak buruk terhadap produksi dan reproduksi ternak yang dipelihara. Sumber pakan yang digunakan biasanya sulit dicerna dan memiliki kandungan protein yang rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan mutu pakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas susu yang dihasilkan. Perbaikan mutu pakan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan fortifikasi, suplementasi maupun dengan pemanfaatan jenis pakan yang berpotensi meningkatkan produksi susu.

Potensi tanaman lokal yang banyak tersedia di sentra peternakan rakyat semestinya dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas susu. Penggunaan daun ubi kayu sebagai sumber protein *bypass* telah banyak diteliti dan terbukti mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas susu kerbau (Roza 2013). Di sisi lain, pemanfaatan tanaman yang bersifat *galactagogue* juga telah banyak diaplikasikan pada pakan suplemen sapi dan kambing Peranakan Ettawah (PE). Berikut ini akan diulas penggunaan beberapa jenis tanaman lokal yang berpotensi meningkatkan kualitas dan produksi susu sapi, kambing dan kerbau.

POTENSI TANAMAN LOKAL INDONESIA SEBAGAI PAKAN SUPLEMEN

Suplemen pakan merupakan pakan tambahan yang mengandung protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Bahan dari suplemen pakan tersebut berasal dari limbah atau hasil samping pertanian, industri pertanian dan industri pangan (Suharyono 2010). Penggunaan tanaman hijauan sebagai bahan suplemen pakan terutama di Asia sudah sejak lama diaplikasikan baik terhadap ternak ruminansia (Devendra 1980) maupun non-ruminansia seperti kuda (Harris & Geor 2014), bahkan juga pada unggas dan ikan (Santoso & Suharyanto 2011; Listiowati & Pramono 2014). Daun ubi kayu dikenal sebagai sumber makanan bagi manusia dan juga ternak tergantung pada varietasnya. Pada pakan ternak, daun ubi kayu digunakan sebagai sumber protein yang potensial dan banyak tersedia di

berbagai daerah di Indonesia. Selain daun ubi kayu, tanaman Indonesia lain yang bersifat *galactagogue* seperti daun torbangun dan daun katuk telah diteliti memiliki kemampuan meningkatkan kualitas dan kuantitas susu pada sapi dan kambing (Rumetor et al. 2008; Zakaria 2012; Fati et al. 2014).

Daun ubi kayu (*Manihot* sp)

Daun ubi kayu mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai komponen pengganti urea, seperti halnya daun ubi kayu yang telah dikeringkan (*hay*) merupakan sumber protein dan dapat dimanfaatkan sebagai tambahan pada nutrisi ruminansia terutama pada sapi perah, sapi pedaging dan kerbau (Duong et al. 2005). Penggunaan daun ubi kayu kering sebesar 24% sebagai sumber protein pengganti bungkil kapas dalam konsentrat tidak berpengaruh terhadap konsumsi dan produksi susu (Duong et al. 2000). Ubi kayu termasuk sumber energi potensial dalam pakan walaupun mengandung senyawa antinutrisi seperti tanin dan sianida (Antari & Umiyasih 2009), rata-rata energi yang dihasilkan berkisar antara 1.590 kkal/g (Khajarn & Khajarn 2007) hingga 1.800 kkal/g (Ravindran 1991).

Kandungan nutrisi daun ubi kayu

Berbagai sumber menunjukkan bahwa kandungan protein dari daun ubi kayu bervariasi, yaitu berkisar 21-24% bahan kering (Seng & Rodriguez 2001) dan 22-29% (FAO 2007). Kisaran ini disebabkan perbedaan varietas, kesuburan tanah dan komposisi campuran daun dan tangkai daun. Khieu et al. (2005) menyatakan bahwa nutrisi yang terkandung di dalam daun ubi kayu cukup tinggi, yaitu protein 16,6-39,9%, mineral, vitamin B1, B2, C dan karoten (Adewusi & Bradbury 1993). Menurut Askar (1996) yang melakukan pengelompokan pakan hijauan berdasarkan kualitasnya, pakan hijauan yang mengandung protein kasar di atas 10%, energi di atas 50% TDN, kalsium di atas 1% dari bahan kering dan kandungan vitamin A yang tinggi termasuk kelompok hijauan yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu, daun ubi kayu tergolong pakan hijauan yang berkualitas tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan pokok maupun tambahan untuk ternak ruminansia. Tabel 1 menunjukkan komposisi proksimat daun ubi kayu (*leaf*) dan daun yang telah diolah untuk pakan (*leaf meal*).

Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) adalah kelompok karbohidrat dengan pencernaan yang tinggi, terdiri dari senyawa mono, di, tri dan polisakarida terutama pati dan beberapa senyawa yang termasuk hemiselulosa. Seluruh senyawa BETN larut dalam asam dan basa pada analisis serat kasar.

Tabel 1. Komposisi proksimat daun ubi kayu dan pakan olahannya

Komposisi proksimat (%)	Daun ubi kayu (leaf)	Pakan olahan (leaf meal)
Bahan kering	43,054	92,060
Protein kasar	19,822	23,788
Serat kasar	12,891	17,696
Bahan ekstrak tanpa nitrogen	44,958	40,578
Abu	7,405	8,075
Ca	2,096	1,244
P	0,843	0,209

Sumber: Morgan & Choct (2016)

Perhitungan kadar BETN adalah 100% dikurangi persentase kadar air, abu, protein, lemak dan serat kasar hal ini menyebabkan nilai BETN tidak selalu tepat dan dapat berubah (Ridla 2014).

Daun ubi kayu selain memiliki nilai nutrisi yang tinggi juga mengandung beberapa bahan yang bersifat toksik dan dapat mempengaruhi kesehatan hewan, seperti linamarin, lotaustralin dan glukosida sianogenik yang jika terhidrolisis secara enzimatis akan berubah menjadi asam sianida (HCN) yang bersifat toksik (Duong 2004), sehingga diperlukan pengolahan pendahuluan untuk menurunkan kadar bahan-bahan toksik tersebut. Bahan-bahan toksik yang terkandung di dalam daun ubi kayu akan dihidrolisis oleh enzim linamarinase menjadi sianohidrin. Hidrolisis lebih lanjut akan mengubah sianohidrin menjadi sianida yang bersifat toksik. Pengeringan di bawah sinar matahari dapat menurunkan kandungan sianida pada daun ubi kayu hingga level yang aman untuk pakan (Van Man & Wiktorsson 2002). Dosis kematian minimum (*minimum lethal dose/MLD*) HCN untuk domba adalah 2,4 mg/kg berat badan, sedangkan 4-5 mg/kg berat badan merupakan dosis yang mematikan. Ternak ruminansia merupakan hewan yang paling peka terhadap racun sianogenik tumbuhan dibandingkan dengan non-ruminansia (Rosly et al. 2010). Sebagaimana yang dinyatakan oleh Kumar (1992) bahwa HCN bersifat letal pada sapi dan domba dengan konsentrasi 2-4 mg/kg berat badan. Cara lain mengurangi kadar HCN daun ubi kayu adalah melalui proses ensilase. Berdasarkan penelitian Van Man & Wiktorsson (2002) silase daun ubi kayu akan mengalami penurunan HCN 68% dan tanin 25% setelah disimpan selama dua bulan, sementara Kavana et al. (2005) menyatakan bahwa pengolahan silase daun ubi kayu selama tiga bulan dapat menurunkan kandungan sianida bebas dari 289 mg/kg menjadi 20 mg/kg. Keuntungan lain dari proses ini adalah daun ubi kayu menjadi awet dan tersedia sepanjang tahun serta meningkatkan pencernaan pakan pada ternak.

Daun torbangun/bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng)

Tanaman torbangun (*Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng) merupakan tanaman sejenis perdu berbatang tebal, berdaging lunak dan agak berkayu dengan cabang-cabang yang mencapai ketinggian satu meter dan tidak dibudidayakan untuk pangan maupun pakan. Pada bagian batangnya terdapat ruas-ruas. Bila bagian ruas batangnya itu menyentuh tanah, maka akar bisa keluar pada bagian tersebut. Mudahnya untuk tumbuh menyebabkan tanaman ini dapat dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia dengan nama yang berbeda-beda antara lain *Coleus amboinicus* atau *Coleus aromaticus* Benth (Dalimartha 2008). Di daerah Sumatra Utara, tanaman ini dikenal dengan nama bangun-bangun atau torbangun (Damanik et al. 2001), ajeran atau acerang (Sunda), daun kucing (Jawa), daun kambing dan majha nereng (Madura), iwak (Bali) serta di daerah Timor dikenal dengan kunu etu.

Minyak atsiri yang terkandung di dalam daun torbangun berkisar 0,043% pada daun segar dan 0,2% pada daun kering (Vasquez et al. 2000). *Phytochemical database* melaporkan bahwa daun ini mengandung vitamin C, B1, B12, beta karoten, niasin, *carvacrol*, kalsium, asam lemak, asam oksalat dan serat (Duke 2000). Tabel 2 menunjukkan karakteristik simplisia daun torbangun.

Tabel 2. Karakteristik simplisia daun torbangun

Komponen	Jumlah (%)
Kadar air	7,70
Kadar abu	13,48
Kadar lemak	9,11
Bahan larut air	18,57
Bahan larut etanol	12,64
Protein	26,33
Karbohidrat	48,87

Sumber: Suryowati et al. (2015)

Analisis kadar abu daun torbangun merupakan parameter kandungan mineral dengan jumlah 13,48%. Bahan mineral yang terkandung di dalamnya adalah kalsium, kalium, fosfor, besi dan magnesium (Lukhoba et al. 2006), sementara analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% dengan rendemen (b/b) sebesar 5,73% mengandung senyawa fenol sebesar 4,05% dan senyawa flavonoid sebesar 1,612% (Suryowati et al. 2015). Lebih lanjut, Suryowati et al. (2015) menganalisis komponen kimia dalam daun torbangun menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) dan hasilnya menunjukkan bahwa daun torbangun mengandung *carbamic acid*, *monoammonium salt* (CAS) *ammonium carbamate* (11,73%), *hexadecanoic acid* (CAS) *palmitic acid*

(8,35%), *l-limonene* (5,92%), *heptadecene*-(8)-*carboxylic acid*-(1) (4,76%) dan *oxacycloheptadec8-en-2-one* (CAS) *ambrettolide* (4,70%).

Heyne (1987) menemukan bahwa dari 120 kg daun segar kurang lebih terdapat 25 ml minyak atsiri yang mengandung fenol (*isopropyl-o-tresol*) dan atas dasar itu ia menyatakan sebagai *antisepticum* yang bernilai tinggi. Minyak atsiri dari daun torbangun selain berdaya antiseptis ternyata mempunyai aktivitas tinggi melawan infeksi cacing (Vasquez et al. 2000). Komponen fenolik merupakan komponen yang paling banyak dalam daun torbangun. Rendemen senyawa fenol yang didapat sangat dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan untuk mengekstraknya. Jenis pelarut yang menghasilkan total senyawa fenol tertinggi dalam ekstrak daun torbangun secara berurutan adalah etil asetat, aseton, hidroalkohol, metanol dan n-heksana, ekstraksi dilakukan secara bertingkat (Bhatt & Negi 2012). Komponen utama minyak atsiri daun torbangun secara berurutan adalah *carvacrol* (70 %), diikuti β -*caryophyllen* (6%), *p-cymene* (5,6%), γ -*terpinene* (5,3%), *4-terpinenol* (1,2%), α -*cubeben* (0,8%), α -*bergamoten* (3,9%), α -*caryophyllen* (1,9%) dan *eudesma-4,11-dien* (1,8%) (Murthy et al. 2009; Jhosi et al. 2011). Hasil penelitian Manjamalai et al. (2012) komponen utama dalam minyak atsiri daun torbangun adalah *thymol* 18%, diikuti dengan *carvacrol* 14%, *cis-caryophyllen*, *t-caryophyllen* dan *p-cimene* 10%.

Senyawa aktif mempunyai khasiat dan fungsi tertentu pada jenis tanaman tertentu. Analisis yang dilakukan oleh Menendez & Gonzales (1999) menemukan bahwa dalam beberapa jenis tanaman herba termasuk torbangun terdapat komponen senyawa aktif seperti *thymol* dan *carvacrol* serta minyak atsiri. Singh et al. (2002) berhasil mengidentifikasi enam minyak atsiri yang memiliki kemampuan sebagai insektisida. Sementara analisis menggunakan GC dan GC-MS oleh Laboratorium *Department of Chemistry Gorakhpur University* pada tahun 2006, menemukan pada *P. amboinicus* (Lour.) Spreng mengandung senyawa penting yang berperan aktif dalam metabolisme sel dan merangsang produksi susu. Kandungan senyawa penting tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan senyawa aktif daun torbangun

Minyak atsiri	Jumlah (%)
<i>Tymol</i>	94,3
<i>Carvacrol</i>	1,2
<i>1,8-cineole</i>	0,8
<i>Cymene</i>	0,3
<i>Sphatulenol</i>	0,2
<i>Terpinen-4-ol</i>	0,2
Bahan lain yang tidak teridentifikasi	1,4

Sumber: Singh et al. (2002)

Perbedaan komponen utama dan jumlah minyak atsiri yang terkandung di dalam daun torbangun pada berbagai sumber disebabkan oleh asal daerah, kondisi lingkungan dan musim. Perbedaan-perbedaan dirangkum oleh Khare et al. (2011) di dalam Tabel 4.

Tabel 4. Komponen volatil daun torbangun

Asal daerah	Komposisi kimia komponen volatil	Jumlah (%)
Mysore, India	<i>Carvacrol</i>	70,00
	β - <i>caryophyllene</i>	6,20
	<i>p-cymene</i>	5,60
	γ - <i>terpinene</i>	5,30
Kamboja	<i>Carvacrol</i>	44,01
	<i>Cyperene</i>	11,46
	<i>p-cymene</i>	10,47
	<i>Terpinene</i>	14,75
Rancherias	<i>Carvacrol</i>	5,30
	<i>p-cymene</i>	18,80
	γ - <i>terpinene</i>	7,20
Merida	<i>Carvacrol</i>	64,70
	<i>p-cymene</i>	9,80
Andhra Pradesh, India	<i>Thymol</i>	94,30
	<i>Carvacrol</i>	1,20
India	<i>Carvacrol</i>	53-67
	<i>p-cymene</i>	6,5-12,6
	<i>Terpinene</i>	5,9-15,5
Pakistan	<i>Thymol</i>	79,60
Mesir	<i>Thymol</i>	88,00
Martinique	<i>Carvacrol</i>	72,00
Mauritius	<i>Carvacrol</i>	41,30
	<i>Camphor</i>	39,00
Pakistan	<i>Carvacrol</i>	40,40
	<i>Thymol</i>	8,12
	<i>Eugenol</i>	7,35
	<i>Chavicol</i>	4,25
Surabaya, Indonesia	<i>Carvacrol</i>	6,10
	β - <i>caryophyllene</i>	20,60
	<i>p-cymene</i>	5,30
India	<i>Thymol</i>	41,30
	<i>Carvacrol</i>	13,25
	<i>1,8 cineole</i>	5,45
	<i>Eugenol</i>	4,40
India	β - <i>caryophyllene</i>	4,20
	<i>Carvacrol</i>	43,10
	<i>Thymol</i>	6,40
	<i>Chavicol</i>	7,20
	<i>Eugenol</i>	5,30
	<i>Ethyl-salicylate</i>	3,20

Sumber: Khare et al. (2011)

Tabel 5. Komponen utama daun torbangun yang bersifat *galactagogue*, zat gizi dan farmakoseutika

Komponen	Jenis komponen	Jumlah (%)
Senyawa laktagogue	<i>3-ethyl-3hydroxy-5-alpa andostran-17-one, 3,4-dimethyl-2-oxocyclopent-3-enylacetic acid, monomethyl succinate</i> dan <i>methylpyro glutamat</i> , senyawa sterol, steroid, asam lemak, asam organik	10-15
Nutrien	Protein, vitamin dan mineral	5-25
Senyawa farmakoseutika	Senyawa-senyawa yang bersifat <i>buffer</i> , antibakterial, antioksidan dan pelumas, pelentur, pewarna serta penstabil	10-30

Sumber: Lawrence et al. (2005)

Lawrence et al. (2005) menyatakan bahwa secara umum dalam daun torbangun telah ditemukan tiga komponen utama yang bersifat *galactagogue*, zat gizi dan farmakoseutika. Jenis dan proporsi ketiga komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tanaman torbangun *P. amboinicus* (Lour) Spreng adalah jenis tanaman yang memiliki efek fisiologis dan farmakologis penting. Tanaman ini telah lama dikenal masyarakat Batak dan pemanfaatan daun torbangun di masyarakat Batak dipercaya mampu meningkatkan produksi air susu (bersifat *galactagogue*) ibu yang sedang menyusui (Damanik et al. 2001; Damanik et al. 2006; Damanik 2009), karena dalam tanaman ini terkandung senyawa-senyawa yang bersifat *galactagogue* yaitu komponen yang menstimulir produksi kelenjar air susu pada masa laktasi (Lawrence et al. 2005). Hasil penelitian Damanik (2009) menunjukkan bahwa konsumsi daun torbangun pada wanita Batak Simalungun yang menyusui meningkatkan produksi ASI serta berfungsi sebagai agen pembersih uterus. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa daun torbangun terbukti dapat meningkatkan produksi ASI pada manusia sehingga fenomena yang sama diduga juga akan terjadi pada ternak ruminansia.

Daun katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr)

Komposisi proksimat daun katuk menunjukkan bahwa daun ini mengandung nutrisi (protein, lemak, mineral dan vitamin) dalam jumlah yang cukup tinggi dan sayuran ini dapat diterima dan cukup disukai masyarakat dalam uji palatabilitas. Komposisi daun katuk disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi gizi daun katuk

Proksimat ^a (%)	Jumlah
Energi (KJ/kg)	100,50
Karbohidrat	6,90
Kadar air	79,40
Protein	7,60
Lemak	1,80
Serat kasar	1,90
Abu	2,00
Mineral ^b (ppm/berat kering)	
Kalsium	206,82
Fosfor	81,43
Besi	20,49
Magnesium	1.587,00
Kalium	269,15
Zink	11,02
Vanadium	7,41
Mangan	4,76
Tembaga	1,54
Selenium	1,03
Kromium	0,52
Kobalt	0,06
Vitamin ^c	
<i>All-trans-α-carotene</i> (μ g/100 g)	1.335,00
<i>All-trans-β-carotene</i> (μ g/100 g)	10.010,00
<i>Cis-β-carotene</i> (μ g/100 g)	1.312,00
Riboflavin (mg/100 g)	0,21
Thiamin (mg/100 g)	0,50
Vitamin C (mg/100 g)	244,00
A-tokoferol (mg/kg)	426,00

Sumber: ^aSingh et al. (2011); ^bPetrus (2013); ^cSubekti (2007)

Menurut Selvi & Basker (2012) daun katuk memiliki kandungan tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, glikosida dan fenol. Senyawa saponin, flavonoid dan alkaloid memiliki mekanisme kerja untuk meningkatkan kadar testosteron sehingga daun katuk berpotensi digunakan sebagai afrodisiak, yaitu sebagai bahan perangsang seksual dan meningkatkan libido yang rendah (Andini 2014). Kadar provitamin A karoten, vitamin B, C, protein dan mineral daun katuk juga tergolong tinggi (Selvi & Basker 2012). Kandungan provitamin A (β karoten) yang tinggi adalah salah faktor yang berperan di dalam meningkatkan produksi susu, diduga karena β karoten dapat meningkatkan status antioksidan di ambing susu sehingga fungsi sel-sel aveolar epitel terjaga dengan baik (Aréchiga et al. 1998). Kandungan β karoten

merupakan faktor penting bagi reproduksi ternak dan mempunyai fungsi spesifik yang tidak dapat digantikan oleh vitamin A (Wina 2008). Kandungan vitamin E dari daun katuk adalah sebesar 426 mg/kg, selain itu kandungan vitamin C daun katuk juga cukup tinggi, yaitu 136 mg/100 g kering (Petrus 2013). Daun katuk mengandung isoflavonoid sebesar 143 mg/g yang menyerupai estrogen dan mampu memperlambat berkurangnya massa tulang. Daun katuk juga mengandung saponin yang berkhasiat sebagai antikanker, antimikroba dan meningkatkan sistem imun tubuh. Daun katuk kaya akan klorofil yaitu sebesar 8% dari bahan kering (Andarwulan et al. 2010; Andini 2014).

Daun katuk juga mengandung senyawa elkosanoid, prostaglandin dan prostasiklin, tromboksan, lipoksin dan leukotrien. Senyawa-senyawa aktif ini mempunyai peran penting dalam metabolisme jaringan. Lima senyawa kelompok dari asam lemak tak jenuh dari daun katuk seperti asam oktadekanoat; 9-eikosa; 5,8,11-asam heptadekatrienoat metil ester; 9,12,15-asam oktadekatrienoat etil ester; dan 11,14,17 asam eikosatrienoat metil ester yang berperan sebagai prekursor dan terlibat dalam biosintesis senyawa eikosanoid (prostaglandin, prostasiklin, tromboksan, lipoksin dan leukotrien). Satu senyawa steroid, yaitu *androstan-17-one, 3-etil-3-hidroksi-5 alfa*. Senyawa lain, yaitu 3,4-dimetil-2-oxosiklopen-3-asam enilasetat. *Androstan-17-one, 3-etil-3-hidroksi-5 alfa* merepresentasikan 17-ketosteroid (kelompok keto pada C17), secara langsung merupakan prekursor atau senyawa *intermediate* dalam biosintesis hormon steroid (progesteron, estradiol, testosteron dan glukokortikoid) (Suprayogi 2000).

Salah satu senyawa aktif yang terdapat dalam katuk adalah alkaloid papaverin (Bender & Ismail 1975; Padmavathi & Rao 1990) dengan jumlah 5,8 g papaverin/kg daun segar. Hasil analisis dengan GC-MS pada ekstrak heksana daun katuk yang dilakukan oleh Agustal et al. (1997) menunjukkan adanya beberapa senyawa alifatik (*wax*). Pada ekstrak eter terdapat tiga komponen utama, yaitu *monomethylsuccinat*, asam benzoat dan *2-phenylmalonic acid* dan lima komponen minor yang terdeteksi antara lain: *terbutol*; *2-propagyttoxane*; *4H-pyran-4-one, 2-methoxy-6-methyl-*; *3-penten-2-one, 3-(2-furanyl)-*; dan asam palmitat. Senyawa monometil suksinat yang merupakan salah satu senyawa utama pada fraksi eter daun katuk, bila dihidrolisis akan menghasilkan asam suksinat yang merupakan bahan dasar untuk mensintesis asam-asam organik, seperti asam fumarat, asam malat, asam oksaloasetat, dan asam piruvat, sedangkan suksinat yang aktif (suksinil-KoA) sangat berperan dalam proses pembentukan energi. Pada ekstrak etilasetat terdeteksi tiga komponen utama, antara lain: *cis-2-methylcyclopentanol* asetat (ester); *2-pyrrolidinone* dan

methyl pyroglutamate, satu komponen minor, yaitu *p-dodecylphenol* (Agustal et al. 1997). Kanchanapoom et al. (2003) mengidentifikasi lignan diglikosida dan megastigman glikosida (sauroposid) dari daun katuk yang diisolasi dari bagian aerial katuk.

MEKANISME PEMBENTUKAN SUSU DAN PENGARUH SENYAWA *GALACTOGOGUE*

Laktasi terjadi pada waktu kelahiran bersamaan dengan penurunan kadar progesteron dan estrogen di dalam darah dan peningkatan prolaktin atau hormon laktogenik dari kelenjar hipofisa. Mekanisme pengaturan kelenjar ambing diinisiasi/distimulus oleh rangsangan hormon efektor (prolaktin, insulin, glukokortikoid). Hormon dan substrat bekerja sinergis mempengaruhi laju pembelahan sel pada sel-sel ambing. Hormon efektor (estrogen) bekerja pada saat sapi betina menjelang partus. Hormon bekerja menstimulus sel-sel ambing jika memiliki bahan baku pembuat susu yaitu nutrisi. Dengan meningkatnya pembelahan sel maka mempengaruhi jumlah sel sekretori pada kelenjar ambing. Jumlah sel sekretori semakin banyak akan mempengaruhi laju sekresi susu. Ketika laju sekresi susu pada ambing meningkat maka akumulasi susu pada kelenjar ambing semakin besar, apabila diperah maka akan segera keluar susu melalui puting (ekskresi) dan apabila pemerahan tidak tuntas atau tidak diperah maka akan terjadi degradasi sel sekretori. Hal ini sesuai dengan pendapat Husveth (2011) yang menyatakan stimulasi kelenjar susu oleh beberapa hormon diperlukan untuk laktogenesis (sintesis susu).

Beberapa tumbuhan herbal yang memiliki efek *galactagogue* telah dilaporkan merupakan bahan yang aman dan diaplikasikan pada hewan ternak sebagai agen terapi, untuk meningkatkan produksi susu (Tabarez et al. 2014). Turkyilmaz et al. (2011) dan Foidart et al. (1998) menduga bahwa pengaruh *galactagogue* pada herbal adalah melalui aktivitas fitoestrogen dan beberapa molekul yang memiliki efek seperti hormon estradiol 17β (E2) yang merupakan estrogen endogenus yang memicu proliferasi sel kelenjar susu. Suplai genistein (isoflavon fitoestrogen) akan memicu hiperplasia pada kelenjar susu induk babi. Diduga jika molekul fitoestrogen berfungsi seperti E2, maka molekul ini akan menginduksi ekspresi gen prolaktin (PRL) reseptor (PRLR) (Dong et al. 2006) dan EGF reseptor (EGFR) (Vanderboom & Sheffield 1993). Hal ini akan meningkatkan produksi kasein dan aktivitas enzim laktosa sintetase di dalam sel-sel epitel kelenjar susu.

Ekspresi gen PRL terjadi melalui dua mekanisme dan jalur yang belum teridentifikasi di dalam sel laktotropik kelenjar susu. Jalur pertama terjadi melalui reseptor E2 intrasel (E2R) yang akan meningkatkan

level PRL (Benker et al. 1990) dan meningkatkan sekresi susu. Pengaruh yang timbul ini terjadi melalui jalur yang dipicu oleh α -isoform dari membran estrogen reseptor (mE2R). Jalur yang kedua adalah melalui penghambatan aktivasi oleh dopamin D2R reseptor, memicu produksi PRL dan proliferasi sel-sel laktotropik melalui peningkatan cAMP dan berujung pada jalur fosforilasi protein kinase (PKA) yang bertugas memicu ekspresi gen PRL (Sengupta & Sarkar 2012).

PAKAN SUPLEMEN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI DAN KUALITAS SUSU

Daun ubi kayu sebagai pakan suplemen

Daun ubi kayu yang telah dikeringkan (*hay*) merupakan sumber protein, dan dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pada nutrisi ruminansia terutama pada sapi perah, sapi potong dan kerbau (Wanapat 1999; Wanapat et al. 2000b; Duong et al. 2005). Adapun pemberiannya dapat secara langsung sebagai suplemen pakan dan sebagai sumber protein dalam konsentrat (Wanapat et al. 2000a; Hong et al. 2003) atau sebagai komponen bahan dalam pakan blok yang memiliki kualitas tinggi (Wanapat & Khampa 2006).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan suplemen daun ubi kayu dalam bentuk *hay* ataupun silase mampu meningkatkan produksi susu dan kualitas susu yang dihasilkan (Kavana et al. 2005; Roza 2013). Akan tetapi, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu pemberian pakan suplemen daun ubi kayu tidak berpengaruh terhadap produksi susu, akan tetapi meningkatkan kualitas susu yang dihasilkan (Wanapat et al. 2000a; Sofriani 2012). Walaupun perbedaan hasil penelitian ini tidak tepat jika dibandingkan secara langsung karena jenis ternak yang berbeda, akan tetapi secara umum dapat dijelaskan bahwa produksi susu sangat dipengaruhi oleh banyak faktor dan salah satunya adalah manajemen pakan yang tepat. Walaupun kuantitas susu yang dihasilkan tidak bertambah akan tetapi suplementasi pakan daun ubi kayu yang diberikan mampu menurunkan jumlah pakan konsentrat yang digunakan sebesar 42% dengan jumlah produksi susu yang sama dengan pakan tanpa suplemen.

Selain itu, pakan suplemen daun ubi kayu juga meningkatkan komposisi nutrisi susu yang dihasilkan. Pakan suplemen daun ubi kayu meningkatkan kandungan lemak dan protein pada sapi laktasi (Wanapat et al. 2000a). Roza (2013) menunjukkan bahwa pemberian pakan suplemen tepung daun ubi kayu sebanyak 1,5 kg/hari mampu meningkatkan persentase produksi susu sebesar 40,62% dengan rata-rata produksi susu (7% *full cream milk*) 1,35 kg/ekor/hari atau 1,67 l/ekor/hari dan peningkatan komposisi

susu yaitu protein, lemak dan laktosa serta menurunkan kadar air susu.

Meningkatnya produksi susu kerbau seiring dengan peningkatan penggunaan daun singkong dalam pemberian pakan suplemen, disebabkan daun singkong mengandung nitrogen yang merupakan prekursor dalam pembentukan NH_3 di dalam rumen (Roza 2013). Adapun NH_3 dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen bagi pertumbuhan mikroorganisme, sehingga aktivitas mikroorganisme di dalam rumen dalam memfermentasi polisakarida menjadi asam lemak volatil (VFA) meningkat pula. VFA digunakan sebagai sumber energi oleh ternak untuk berproduksi. Lebih tingginya produksi VFA, maka ternak kerbau mendapatkan sumber energi yang lebih besar sehingga produktivitasnya menjadi lebih baik, ditandai dengan lebih tingginya produksi susu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suryahadi et al. (2003) bahwa peran suplementasi pakan nyata dalam memperbaiki metabolisme dan dapat meningkatkan kemampuan mikroba dalam mendegradasi pakan dalam rumen.

Tingginya kandungan protein *by-pass* dalam rumen yang dimiliki daun ubi kayu merupakan faktor yang menyebabkan peningkatan kandungan lemak dan protein susu tersebut (Wanapat et al. 1997). *Hay* mengandung protein 19,5% dan tanin terkondensasi 4% dari bahan kering. Pemberian *hay* pada kerbau lumpur sebanyak 1 kg BK/ekor/hari nyata memperbaiki status nutrisi yang didasarkan pada pencernaan bahan kering, bahan organik, protein, konsumsi energi dan $\text{NH}_3\text{-N}$ rumen serta ekologi rumen. Selain itu, peranan tanin pada daun ubi kayu dapat menurunkan jumlah telur cacing dalam feses sehingga status kesehatan ternak menjadi meningkat (Granum et al. 2007). Hal serupa dikemukakan oleh Wanapat (2003) yang menyatakan bahwa *hay* mengandung 20-25% protein kasar di dalam bahan keringnya dengan komposisi asam amino yang baik. Pemberian *hay* sebagai pakan sapi menunjukkan tingkat asupan yang cukup tinggi yaitu 3,2% dari berat badan dan tingkat pencernaan BK sebesar 71%. *Hay* juga mengandung kompleks tanin-protein yang bertindak sebagai protein *by-pass* dalam rumen dan terpecah dalam abomasum (pH asam), protein kemudian dipecah dan diserap di usus halus. Selain itu, tanin yang terkandung di dalam *hay* berpengaruh terhadap perubahan ekologi rumen, terutama perubahan populasi mikroba rumen. Suplemen *hay* pada pakan sapi perah sebesar 1-2 kg/hari akan menurunkan penggunaan konsentrat dan meningkatkan produksi dan komposisi susu terutama pada persentase kadar lemak, protein dan padatan bukan lemak, tanpa mempengaruhi karakteristik fermentasi rumen (Wanapat 2003; Lunsin et al. 2012). Demikian juga dengan kandungan tiosianat dalam susu akan meningkat selama suplementasi sehingga meningkatkan kualitas susu selama penyimpanan.

Kandungan tiosianat dalam susu sapi yang diberi pakan yang mengandung daun ubi kayu adalah sebesar 19,5 ppm (Wanapat 2003). Tiosianat di dalam sistem laktoperoksidase susu akan bersifat sebagai bakterisostatik terhadap bakteri perusak susu.

Jumlah telur cacing dalam feses pada kerbau yang mendapat suplementasi daun ubi kayu 1 kg/hari lebih rendah (579 vs 1243 telur/g BK feses), sedangkan pada sapi perah yang digembalakan dan diberi daun ubi kayu dalam pakan blok jumlah telur cacing dalam feses menurun 27,6% (Wanapat & Khampa 2006). Hal ini berkaitan dengan kandungan tanin yang ada pada *hay*, dimana tanin akan membentuk kompleks tanin-protein yang dapat meningkatkan protein *by-pass* dalam rumen dan menurunkan jumlah nematoda saluran pencernaan. Pemberian *hay* sebagai pakan suplemen tinggi protein akan meningkatkan produksi dan kualitas susu sekaligus menurunkan penggunaan konsentrat (Wanapat 2002).

Kombinasi suplementasi asam malat dan *hay* pada pakan konsentrat berbahan dasar ubi kayu dapat meningkatkan efisiensi fermentasi dan populasi bakteri rumen sekaligus menurunkan populasi protozoa rumen (Khampa 2009; Wanapat et al. 2011). Tingkat pencernaan protein juga meningkat walaupun produktivitas susu tidak mengalami peningkatan tetapi kandungan protein dan lemaknya mengalami peningkatan (Wanapat et al. 2011).

Daun torbangun sebagai pakan suplemen

Daun torbangun ternyata dapat meningkatkan produksi susu sapi perah dan susu kambing melalui suplementasi pakan yang diberikan (Rumetor et al. 2008; Zakaria 2012; Fati et al. 2014). Suplementasi daun torbangun sebanyak 5% pada pakan blok gula merah yang diberikan pada sapi perah di Kampung Manggis, Padang Panjang menunjukkan peningkatan produksi susu 2 l/hari (meningkat sebesar 10% dari rata-rata produksi susu per hari). Peningkatan produksi susu ini diduga disebabkan oleh kandungan gizi (mineral, vitamin dan karoten) serta senyawa aktif *thymol* dan *carvacrol* dalam daun torbangun yang memiliki efek fisiologis memperbaiki metabolisme di dalam tubuh (Santosa & Hertiani 2005). Dengan memperbaiki metabolisme tubuh, maka kondisi fisiologi tubuh ternak akan semakin baik dan akan berimbas pada produksi susu yang dihasilkan.

Suplementasi daun torbangun juga dapat dikombinasikan dengan bahan lainnya seperti daun katuk (Zakaria 2012), zink-vitamin E (Rumetor et al. 2008). Kombinasi daun torbangun dan daun katuk sebanyak 5% sebagai pakan kambing PE meningkatkan produksi dan kualitas susu yang dihasilkan terutama

pada kadar lemak dan bahan kering susu (Zakaria 2012). Hasil yang lebih baik ditunjukkan oleh Rumetor et al. (2008), suplementasi daun torbangun (dengan level 0, 3 dan 9% per kg ransum) dan Zn-vitamin E meningkatkan koefisien cerna BK dan bahan organik (KCBK dan KCBO), produksi VFA, konsumsi BK dan *total digestible nutrient* (TDN) berturut-turut sebesar 6,17-29,37%, 6,46-29,58%, 9,27-50,47%, 4,23-14,73% dan 2,07-8,05%. Penurunan kadar N, NH₃, pH dan jumlah mikroba berturut-turut sebesar 0,29-16,72%, 0,08-0,10 poin dan $1-6 \times 10^5$ cfu/ml. Terdapat efek sinergis antara suplementasi daun torbangun dengan Zn-vitamin E dalam meningkatkan produksi susu sebesar 82,9% pada kambing PE.

Daun katuk sebagai pakan suplemen

Peningkatan produksi susu sapi perah dapat dilakukan dengan strategi pendekatan suplementasi pakan dengan bahan-bahan bernutrisi tinggi. Penggunaan pakan bersifat *galactagogue*, salah satunya daun katuk telah banyak dilakukan dalam strategi ini. Beberapa penelitian yang telah dilakukan melalui suplementasi daun katuk pada ternak dapat dilihat pada Tabel 7.

Penggunaan daun katuk sebagai senyawa *galactagogue* pada ruminansia terutama sapi dan kambing secara luas telah diaplikasikan baik berupa ekstrak maupun dalam bentuk tepung daun katuk. Menurut Jayanegara et al. (2014) daun katuk memiliki total pencernaan nutrisi dan kandungan protein kasar lebih tinggi dibandingkan dengan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), masing-masing sebesar 70,4 dan 22,8%. Sementara kaliandra hanya menyediakan total pencernaan nutrisi sebesar 60,3% dan protein kasar sebesar 18,7%, walaupun kaliandra merupakan jenis tanaman leguminosa yang digunakan sebagai suplemen pakan ternak ruminansia di negara tropis.

Penelitian yang dilakukan oleh Suprayogi et al. (2013) menunjukkan bahwa aditif pakan daun katuk kering (Katuk IPB3) pada sapi perah sebesar 100, 150 dan 200 gram akan meningkatkan produksi susu masing-masing sebesar 35, 40 dan 34%. Daun katuk mengandung asam oktadekanoat, asam heptadekatrionat metil ester, oktadekatrionat metil ester, asam eicosatriena ester dan asam *eicosianat*. Asam-asam lemak tersebut diduga berperan awal pada pembentukan prostaglandin, prostasiklin, trombokasan, lipoksin dan leukotrin. Selain kelima asam lemak tersebut, daun katuk juga mengandung asam 17-ketosteroid androstan 17 *one* 3-etil-3hidroksi-5 alfa yang dapat dikonversi menjadi estradiol yang berperan meningkatkan performans sistem reproduksi dan menstimulir pertumbuhan folikel (Suprayogi 2000).

Tabel 7. Suplementasi daun katuk pada pakan ternak

Produk suplementasi	Jumlah suplementasi daun katuk	Hasil	Sumber
Suplementasi daun katuk pada pakan basal kambing PE	0,06% daun katuk per bobot kambing	Meningkatkan kadar kolostrum susu	Marwah et al. (2010)
Tepung daun katuk	14,88 g tepung daun katuk/ekor/hari	Meningkatkan konsentrasi testosteron kambing Kacang lokal jantan	Ferasyi et al. (2013)
Aditif pakan Katuk-IPB3	Katuk IPB3 100, 150 dan 200 g/hari	Meningkatkan produksi susu perah 34-40% per hari	Suprayogi et al. (2013)
Suplementasi daun katuk dan torbangun pada pakan basal kambing PE	0,06% daun katuk dari bobot kambing	Meningkatkan produksi susu	Jayanegara et al. (2014)
Infusa (ekstrak) daun katuk	25 dan 50 ml secara oral selama 28 hari	Menurunkan kadar trigliserida serum darah kambing kacang lokal	Mulyana et al. (2014)
Suplementasi ekstrak daun katuk	0,05 dan 0,1% ekstrak katuk per bobot sapi	Suplementasi 0,05% (berat/BB) ekstrak daun katuk meningkatkan produksi susu sapi Bali sebesar 43,6%	Suriasih et al. (2015)
Suplementasi tepung daun katuk	3% tepung katuk per bobot kambing	Meningkatkan level hormon pertumbuhan, progesteron dan estradiol-17 β (E2) kambing Kacang betina	Putranto et al. (2017)

Suplementasi daun katuk akan meningkatkan level hormon reproduksi pada kambing kacang betina sebelum laktasi walaupun pada beberapa penelitian hal ini secara statistika tidak berpengaruh .

Senyawa lain yang juga ada di dalam daun katuk adalah 3,4 dimetil-2-oksosiklopentil-3-enilasetat yang berperan dalam merangsang kinerja rumen sehingga meningkatkan fermentasi rumen (Suprayogi 2000). Jika jumlah mikroba rumen meningkat, maka fermentasi pakan juga lebih optimal sehingga VFA yang dihasilkan juga meningkat. Asam lemak volatil terdiri dari asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Salah satu produk VFA adalah asam propionat yang selanjutnya setelah proses glukoneogenesis di hati akan terbentuk glukosa yang akan dibawa darah ke ambung. Glukosa tersebut merupakan prekursor laktosa susu. Laktosa di dalam susu berfungsi untuk mengikat air. Asam lemak volatil yang dihasilkan meningkat maka laktosa susu juga meningkat sehingga produksi susu yang dihasilkan juga meningkat (Yusuf 2012).

Komponen aktif yang terkandung di dalam daun katuk juga akan meningkatkan metabolisme glukosa untuk pembentukan laktosa yang akhirnya akan meningkatkan produksi susu (Suprayogi 2012). Laktosa merupakan faktor pembatas pada pembentukan susu dalam alveoli. Hal ini berhubungan dengan tekanan osmotik di dalam alveoli. Peningkatan jumlah laktosa di dalam alveoli akan meningkatkan transpor air ke dalam alveoli sehingga meningkatkan produktivitas susu (Sukarini 2000).

KESIMPULAN

Pakan suplemen berbahan dasar tanaman Indonesia yaitu daun ubi kayu yang dikeringkan serta tanaman yang bersifat *galactagogue* yaitu daun torbangun (*P. amboinicus* (Lour) Spreng) dan daun katuk (*S. androgynus* (L) Merr) berpotensi sebagai bahan pakan suplemen bagi ternak ruminansia. Penggunaan bahan-bahan ini sebagai pakan suplemen dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas susu pada sapi, kambing dan kerbau.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyusi SRA, Bradbury JH. 1993. Carotenoids in cassava: Comparison of open-column and HPLC methods of analysis. *J Sci Food Agric*. 62:375-383.
- Agustal A, Harapini M, Chairul C. 1997. Analisis kandungan kimia ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr) dengan GCMS. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia*. 3:31-33.
- Andarwulan N, Batari R, Sandrasari DA, Bolling B, Wijaya H. 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chem*. 121:1231-1235.
- Andini D. 2014. Potential of katuk leaves (*Sauropus androgynus* L Merr) as aphrodisiac. *J Major*. 3:17-22.
- Antari R, Umiyasih U. 2009. Pemanfaatan tanaman ubi kayu dan limbahnya secara optimal sebagai pakan ternak ruminansia. *Wartazoa*. 19:191-200.

- Aréchiga CF, Vázquez-Flores S, Ortiz O, Hernández-Cerón J, Porras A, McDowell LR, Hansen PJ. 1998. Effect of injection of beta-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*. 50:65-76.
- Askar S. 1996. Daun singkong dan pemanfaatannya terutama sebagai pakan tambahan. *Wartazoa*. 5:21-25.
- Bender AE, Ismail KS. 1975. Nutritive value and toxicity of Malaysian food, *Sauropus albicans*. *Plants Food Man*. 1:139-143.
- Benker G, Jasper C, Hausler G, Reinwein D. 1990. Control of prolactin secretion. *Klin Wochenschr*. 68:1157-1167.
- Bhatt P, Negi PS. 2012. Antioxidant and antibacterial activities in the leaf extracts of Indian Borage (*Plectranthus amboinicus*). *Food Nutr Sci*. 3:146-152.
- Dalimartha S. 2008. Atlas tumbuhan obat Indonesia: Menguak kekayaan tumbuhan obat Indonesia. Jakarta (Indonesia): Niah Swadaya.
- Damanik R. 2009. Torbangun (*Coleus amboinicus* Lour): A Batakese traditional cuisine perceived as lactagogue by Batakese lactating women in Simalungun, North Sumatera, Indonesia. *J Hum Lact*. 25:64-72.
- Damanik R, Damanik N, Daulay Z, Saragih S, Premier R, Wattanapenpaiboon N, Wahlqvist ML. 2001. Consumption of bangun-bangun leaves (*Coleus amboinicus* Lour) to increase breast milk production among Batakese women in North Sumatra Island, Indonesia. *APJCN*. 10:S67.
- Damanik R, Wahlqvist ML, Wattanapenpaiboon N. 2006. Lactagogue Effect of Bangun-bangun, a Batakese Traditional Cuisine. *APJCN*. 15:267-274.
- Devendra C. 1980. Milk production in goats compared to buffalo and cattle in humid tropics. *J Dairy Sci*. 63:1755-1767.
- Dong J, Tsai-Morris CH, Dufau DM. 2006. A novel estradiol/estrogen receptor γ -dependent transcriptional mechanism controls expression of the human prolactin receptor. *J Biol Chem*. 281:18825-18836.
- Duke. 2000. Dr Duke's constituents ethnobotanical database. phytochemical database. USDA-ARS-NGRL [Internet]. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/duke/farmacy-scroll3.pl>
- Duong NK. 2004. Cassava foliage as a protein source for cattle in Vietnam [Dissertation]. [Uppsala (Swedia): Swedish University of Agricultural Sciences.
- Duong NK, Man N V, Wiktorsson H. 2000. Substitution of cotton seed meal with cassava leaf meal in Napier grass (*Pennisetum purpureum*) diets for dairy cows. In: Proceeding Workshop-Seminar Making Better Use of Local Feed Resources SAREC-UAF [Internet]. Ho Chi Minh City (Vietnam): SAREC-UAF. Available from: <http://www.mekarn.org/sarpro/khanguaf.htm>
- Duong NK, Wiktorsson H, Preston TR. 2005. Yield and chemical composition of cassava foliage and tuber yield as influenced by harvesting height and cutting interval. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 18:1029-1035.
- FAO. 2007. Animal feed resources information systems. Food and Agriculture Organization [Internet]. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.fao.org/ag/AGa/agap/FRG/AFRIS/DATA/535.htm>
- Fati N, Irda I, Syukriani D. 2014. Using of bangun-bangun leaf (*Coleus amboinicus* L) on red sugar block to upgrading milk production of Frisian Holstein. *Intl J Adv Sci Eng Info Tech*. 4:48-50.
- Ferasyi TR, Budiman H, Akmal M, Melia J, Razali, Hambali M, Barus RA, Anwar, Suprayogi A. 2013. Pengaruh pemberian tepung daun katuk (*Sauropus androgynus* L Merr) terhadap konsentrasi testosteron pada kambing kacang lokal jantan. Dalam: Purwantari ND, Saepulloh M, Iskandar S, Anggraeni A, Ginting SP, Priyanti A, Wiedosari E, Yulistiani D, Inounu I, Bahri S, Puastuti P, penyunting. Inovasi Teknologi Peternakan dan Veteriner Berbasis Sumber Daya Lokal yang Adaptif dan Mitigatif terhadap Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Medan, 3-5 September 2013. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 340-344.
- Foidart JM, Colin C, Denoo X, Desreux J, Béliard A, Fournier S, de Lignières B. 1998. Estradiol and progesterone regulate the proliferation of human breast epithelial cells. *Fertil Steril*. 69:963-970.
- Granum G, Wanapat M, Pakdee P, Wachirapakorn C, Toburan W. 2007. A comparative study on the effect of cassava hay supplementation in swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) and cattle (*Bos indicus*). *Asian-Australasian J Anim Sci*. 20:1389-1396.
- Harris PA, Geor RJ. 2014. Nutrition for the equine athlete: Nutrient requirements and key principles in ratio design. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ, editors. Equine sport medicine and surgery. New York (US): Elsevier.
- Heyne K. 1987. Tanaman berguna Indonesia III. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta (Indonesia): Departemen Kehutanan.
- Hong NTT, Wanapat M, Wachirapakorn C, Pakdee P, Rowlinson P. 2003. Effects of timing of initial cutting and subsequent cutting on yields and chemical compositions of cassava hay and its supplementation on lactating dairy cows. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 16:1763-1769.
- Husveth F. 2011. Physiological and reproductional aspects of animal production [Internet]. [cited 15 April 2017]. Available from: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QDcFqcegCvYJ:www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_05_termeléseleltan/0010_1A_Book_angol_05_termeléseleltan.pdf

- Jayanegara A, Ridla M, Erika B, Laconi, Nahrowi. 2014. Katuk dan torbangun leaves as laktogogum forages for improving milk yield of dairy goats in Indonesia. In: 2nd Asia-Australia Dairy Goat Conference. Bogor, 3-6 April 2014. Bogor (Indonesia). p. 1-3.
- Jhosi RK, Badagakar V, Kholkute V. 2011. Carvacrol rich essential oils of *Coleus aromaticus* (Benth) from Western Ghats Region of North West Karnataka India. *Adv Env Biol*. 5:1307-1310.
- Kanchanapoom T, Chumsri P, Kasai R, Otsuka H, Yamasaki K. 2003. Lignan and megastigmane glycosides from *Sauropus androgynus*. *Phytochemistry*. 63:985-988.
- Kavana PY, Mtunda K, Abass A, Rweyendera V. 2005. Promotion of cassava leaves silage utilization for smallholder dairy production in Eastern coast of Tanzania. *Livest Res Rural Dev*. 17:1-5.
- Khajareen S, Khajareen J. 2007. Use of cassava products in poultry feeding, roots, tubers, plantains, and bananas in animal feeding. *FAO [Internet]*. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0554E/T0554E10.htm>
- Khampa S. 2009. Effects of malate level and cassava hay in high-quality feed block on rumen ecology and digestibility of nutrients in lactating dairy cows raised under tropical condition. *Int J Livest Prod*. 1:6-11.
- Khare RS, Banerjee S, Kundu K. 2011. *Coleus aromaticus* benth - A nutritive medicinal plant of potential therapeutic value. *Int J Pharma Bio Sci*. 2:488-500.
- Khieu B, Chhay T, Ogle RB, Preston TR. 2005. Research on the use of cassava leaves for livestock feeding in Cambodia. In: Proceeding of the regional workshop. The Use of Cassava Roots and Leaves for On-Farm Animal Feeding. Hue, 17-19 January 2005. Phnom Penh (Cambodia): CelAgrid.
- Kumar R. 1992. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. *FAO [Internet]*. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.fao.org/3/a-t0632e/T0632E10.htm>
- Lawrence M, Naiyana, Damanik R. 2005. Modified Nutraceutical Composition. Melbourne (AUS): Freehills patent and Trademark Attorneys.
- Leng RA. 1991. Feeding strategies for improving milk production of dairy animals managed by small-farmers in the tropic. *FAO [Internet]*. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/aga/AGAP/FRG/AHPP86/Leng.pdf>
- Listiowati E, Pramono TB. 2014. Potensi pemanfaatan daun singkong (*Manihot utilisima*) terfermentasi sebagai bahan pakan ikan nila (*Oreochromis* sp). *Berkala Perikanan Terubuk*. 42:63.
- Lukhoba CW, Simmonds MSJ, Paton AJ. 2006. *Plectranthus*: A review of ethnobotanical uses. *J Ethnopharmacol*. 103:1-24.
- Lunsin R, Wanapat M, Rowlinson P. 2012. Effect of cassava hay and rice bran oil supplementation on rumen fermentation, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 25:1364-1373.
- Van Man N, Wiktorsson H. 2002. Effect of molasses on nutritional quality of cassava and *Gliricidia* tops silage. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 15:1294-1299.
- Manjamalai A, Alexander T, Berlin Grace VM. 2012. Bioactive evaluation of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* by GC-MS analysis and its role as a drug for microbial infections and inflammation. *Int J Pharm Pharm Sci*. 4:205-211.
- Marwah MP, Suranindyah YY, Murti TW. 2010. Produksi dan komposisi susu kambing peranakan Ettawah yang diberi suplemen daun katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) pada awal masa laktasi. *Buletin Peternakan*. 3:94-102.
- Menendez RA, Gonzales VP. 1999. *Plectranthus amboinicus* (Lour) spreng. *Rev Cuba Plant Med*. 3:110-115.
- Morgan NK, Choct M. 2016. Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets. *Anim Nutr*. 2:253-261.
- Mubyarto. 1995. Pengantar ekonomi pertanian. Jakarta (Indonesia): LP3ES.
- Mulyana C, Razali, Suryaningsih S. 2014. Pengaruh pemberian infusa daun katuk terhadap kadar trigliserida serum darah kambing Kacang jantan lokal. *J Med Vet*. 7:135-137.
- Murthy PS, Ramalakshmi K, Srinivas P. 2009. Fungitoxic activity of Indian borage (*Plectranthus amboinicus*) volatiles. *Food Chem*. 114:1014-1018.
- Padmavathi P, Rao MP. 1990. Nutritive value of *Sauropus androgynus* leaves. *Plant Foods Hum Nutr*. 40:107-113.
- Petrus AJA. 2013. *Sauropus androgynus* (L) merrill-a potentially nutritive functional leafy-vegetable. *Asian J Chem*. 25:9425-9433.
- Pusdatin. 2016. Outlook susu komoditas pertanian subsektor peternakan. Jakarta (Indonesia): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Putranto HD, Hasibuan GP, Yumiati Y, Ginting SM. 2017. Effect of katuk (*Sauropus androgynus*) powder supplementation on the levels of progesterone (P4) and estradiol-17 β (E2) hormones in Kacang goat (*Capra aegragus*). *Nusant Biosci*. 9:86-91.
- Ravindran V. 1991. Preparation of cassava leaf products and their use as animal feeds. In: Roots, tubers, plantain and bananas in animal feeding, Vol. 95. Rome (Italy): FAO.
- Ridla M. 2014. Pengenalan bahan makanan ternak. Bogor (Indonesia): IPB Press.
- Rosly SM, Liang JB, Nordin MM, Somchit N, Jalan ZA. 2010. Tissues thiocyanate (SCN) concentration and

- liver pathology of sheep and goats fed on cassava forages. *Pertanika J Trop Agric Sci*. 33:127-133.
- Roza E. 2013. Pengaruh penggunaan daun singkong sebagai pakan suplemen terhadap performans, produksi dan gejala reproduksi ternak kerbau yang dipelihara secara tradisional [Tesis]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.
- Rumetor SD, Jachja J, Widjajakusuma R, Permana IG, Utama IK. 2008. Suplementasi daun bangun-bangun (*Coleus amboinicus* Lour) dan zinc-vitamin E untuk memperbaiki metabolisme dan produksi susu kambing Peranakan Ettawah. *JITV*. 13:174-181.
- Santosa MC, Hertiani T. 2005. Kandungan senyawa kimia dan efek ekstrak air daun bangun-bangun (*Coleus amboinicus* Lour) pada aktivitas faositosis netrofil tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Majalah Farmasi Indonesia*. 16:141-148.
- Santoso U, Suharyanto. 2011. Penggunaan ekstrak *Sauropus androgynus* untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mutu telur pada peternakan ayam Arab petelur. *J Sains Peternak Indones*. 6:41-46.
- Selvi S V, Basker A. 2012. Phytochemical analysis and GC-MS profiling in the leaves of *Sauropus androgynus* (L) Merr. *Int J Drug Dev Res*. 4:162-167.
- Seng S, Rodriguez L. 2001. Foliage from cassava, *Flemingia macrophylla* and bananas compared with grasses as forage sources for goats: effects on growth rate and intestinal nematodes. *Livest Res Rural Dev*. 13:1-5.
- Sengupta A, Sarkar DK. 2012. Estrogen inhibits D2S receptor-regulated Gi3 and Gs protein interactions to stimulate prolactin production and cell proliferation in lactotropic cells. *J Endocrinol*. 214:67-78.
- Singh G, Singh OP, Prasad YR, de Lampasona MP, Catalan C. 2002. Studies on essential oils, part 33: Chemical and insecticidal investigations on leaf oil of *Coleus amboinicus* Lour. *Flavour Fragr J*. 17:440-442.
- Singh S, Singh DR, Salim KM, Srivastava A, Singh LB, Srivastava RC. 2011. Estimation of proximate composition, micronutrients and phytochemical compounds in traditional vegetables from Andaman and Nicobar Islands. *Int J Food Sci Nutr*. 62:765-773.
- Sofriani N. 2012. Pengaruh pemberian silase daun singkong (*Manihot esculenta*) terhadap penggunaan nutrisi pakan, produksi, dan kualitas susu kambing Peranakan Ettawah (PE) [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Subekti S. 2007. Komponen sterol dalam ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* L Merr) dan hubungannya dengan sistem reproduksi puyuh [Disertasi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Suharyono. 2010. Pengembangan suplemen pakan untuk ternak ruminansia dan pengenalanannya kepada peternak. BATAN [Internet]. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://digilib.batan.go.id/e-prosiding>
- Sukarini IAM. 2000. Peningkatan kinerja laktasi sapi Bali (*Bibos banteng*) beranak pertama melalui perbaikan mutu pakan [Disertasi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Suprayogi A. 2000. Studies on the biological effect of *Sauropus androgynus* (L) Merr: Effect on milk production and the possibilities of induced pulmonary disorder in lactating sheep [Disertation]. [Berlin (Germany)]: University of Gottingen.
- Suprayogi A. 2012. Peran ahli fisiologi hewan dalam mengantisipasi dampak pemanasan global dan upaya perbaikan kesehatan dan produksi ternak. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Fakultas Kedokteran Hewan. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Suprayogi A, Latif H, Ruhjana AY. 2013. Peningkatan produksi susu sapi perah di peternakan rakyat melalui pemberian katuk-IPB3 sebagai aditif pakan. *J Ilmu Pertanian Indonesia*. 18:140-143.
- Suriasih K, Sucipta N, Siti W, Sukmawati MS. 2015. Effect of katu leaf (*Sauropus androgynus*) extract supplementation on milk quality and yield of Bali cow fed rice straw and natural grass basal diet. *J Biol Agri Heal*. 5:74-79.
- Suryahadi S, Bakrie B, Amrullah, Lotulung BV, Asidie L. 2003. Kajian teknik suplementasi terpadu untuk meningkatkan produksi dan kualitas susu sapi perah di DKI Jakarta. Laporan Penelitian Kerjasama LPPM IPB dengan BPTP Jakarta. Bogor (Indonesia): LPPM IPB.
- Suryowati T, Rimbawan, Damanik R, Bintang M, Handharyan E. 2015. Identifikasi komponen kimia dan aktivitas antioksidan dalam tanaman torbangun (*Colues amboinicus* Lour). *J Gizi Pangan*. 10:217-224.
- Tabarez FP, Juliana V, Jaramillo B, Ruiz-Cortes ZT. 2014. Review article: Pharmacological overview of galactagogue. *Vet Med Int*. 2014:1-20.
- Turkylmaz C, Onal E, Hirfanoglu IM, Turan O, Koç E, Ergenekon E, Atalay Y. 2011. The effect of galactagogue herbal tea on breast milk production and short-term catch-up of birth weight in the first week of life. *J Altern Complement Med*. 17:139-142.
- Vanderboom RJ, Sheffield LG. 1993. Estrogen enhances epidermal growth factor-induced DNA synthesis in mammary epithelial cells. *J Cell Physiol*. 156:367-372.
- Vasquez EA, Kraus W, Solsoloy AD, Rejesus BM. 2000. The Use of species and medical: antifungal, antibacterial, anthelmintic, and molluscicidal constituent of Philippine plant. *FAO [Internet]*. [cited 15 April 2017]. Available from: <http://www.faoorg/docrep/x2203ow/x2230es>
- Wanapat M. 1999. Feeding of ruminant in the tropic based on local feed resource. Bangkok (Thailand): Khon Kaen Publ Comp Ltd.
- Wanapat M. 2002. The role of cassava hay as animal feed. In: Howeler RH, editor. *Cassava Research and*

- Development in Asia. Proceeding of 7th Workshop. Bangkok. 28 Oktober-1 November 2002.
- Wanapat M. 2003. Manipulation of cassava cultivation and utilization to improve protein to energy biomass for livestock feeding in the tropics. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 16:463-472.
- Wanapat M, Boonnop K, Promkot C, Cherdthong A. 2011. Effects of alternative protein sources on rumen microbes and productivity of dairy cows. *Maejo Int J Sci Technol.* 20:13-23.
- Wanapat M, Khampa S. 2006. Effect of cassava hay in high-quality feed block as anthelmintics in steers grazing on ruzi grass. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 19:695-698.
- Wanapat M, Petlum A, Pimpa O. 2000. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein Friesian crossbreds. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 13:600-604.
- Wanapat M, Pimpa O, Petlum A, Boontao U. 1997. Cassava hay: A new strategic feed for ruminants during the dry season. *Livest Res Rural Dev.* 9:57-61.
- Wanapat M, Puramongkon T, Siphuak W. 2000. Feeding of cassava hay for lactating dairy cows. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 13:478-482.
- Wina E. 2008. Manfaat senyawa karotenoid dalam hijauan pakan untuk sapi perah. Dalam: Diwyanto K, Wina E, Priyanti A, Natalia L, Herawati T, Purwandaya B, penyunting. *Prosiding Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020.* Jakarta, 21 April 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak dan STEKPI. hlm. 124-129.
- Yusuf R. 2012. Kandungan bahan kering tanpa lemak (BKTL) susu sapi perah Friesian Holstein akibat pemberian pakan yang mengandung tepung katuk (*Sauropus androgynus* L Merr) yang berbeda. *J Trop Chem.* 2:40-46.
- Zakaria F. 2012. Pengaruh daun torbangun (*Coleus amboinicus* Lour) dan daun katuk (*Sauropus androgynus* L Merr) pada ransum kambing Peranakan Ettawah (PE) laktasi terhadap kuantitas dan kualitas susu [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.

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

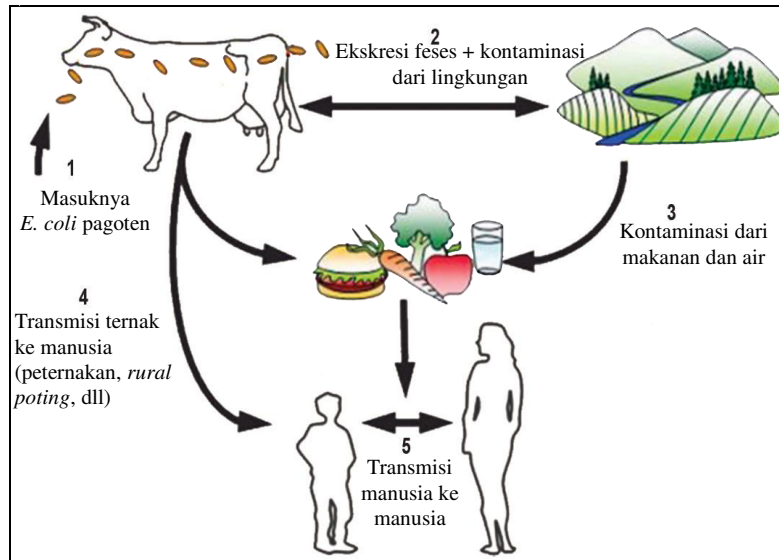
Bentuk pakan komplit	Genotipe kambing	Umur (bulan)	Konsumsi (% BB)	PBBH (g)	NKR ^{a)}	Kecernaan (%)	Sumber
Pelet	Jamunapari	24-27	3,0-4,0	154-192	5,2-8,4	65	Srivastava & Sharma (1998)
Cacah ^{b)}	Alpine	9-36	4,4	102	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Cacah	Nubian	9-36	4,1	85	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Tepung 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:**

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

- Penulisan pustaka mengacu pada Council of Science Editor (CSE) edisi ke-7 tahun 2006.
- Pustaka harus ditulis nama penulis terlebih dahulu, diikuti tahun, contoh: Diwyanto (2007) atau (Diwyanto 2007).
- Bila ada dua nama penulis dalam satu makalah, maka nama penulis harus ditulis semua, contoh: Albenzio & Santilo 2011.
- 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..
- 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).
- Pustaka dalam pustaka seperti contoh: Teleni dalam Widiawati (2012) tidak diperkenankan.
- Bila suatu pernyataan diperoleh dari komunikasi pribadi, perlu dicantumkan "nama orang yang dihubungi" dan diikuti dengan (komunikasi pribadi) di belakangnya.
- Memuat nama penulis yang dirujuk dalam naskah.
- Jika penulis yang sama menulis lebih dari satu artikel dalam tahun yang sama dapat dibubuhi huruf kecil.
- Disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan menurut nama penulis.

16. **Cara penulisan pustaka di dalam Daftar Pustaka:**

- Setiap pustaka yang disebut di dalam tulisan harus dimasukkan ke dalam Daftar Pustaka yang ditulis di bagian akhir makalah.
- Pustaka yang dirujuk harus dipublikasi dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dengan proporsi pustaka jurnal minimum 80%.
- Pengutipan pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta. Wikipedia tidak dapat dijadikan sumber pustaka.
- Pustaka dengan "Anonimus" tidak diperbolehkan.
- Bila tidak disebut nama penulisnya, maka yang di cantumkan adalah nama institusi atau penerbit.
- Makalah yang sudah diterima tetapi masih dalam proses pencetakan, harus ditulis (*in press*) pada akhir pustaka.
- 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:

