

ISSN 0216-6461
e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi Kemenristekdikti
SK Dirjen Risbang No. 21/E/KPT/2018

WARTAZOA

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

Volume 29
Nomor 4
Desember 2019



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

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 29 Nomor 4 Tahun 2019

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi

SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan No. 21/E/KPT/2018

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 Ahli Utama – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)

Wakil Ketua:

Drh. Rini Damayanti, MSc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Patologi dan Toksikologi)

Anggota:

Dr. Ir. Atien Priyanti SP, MSc. (Peneliti Ahli Utama – Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)
Drh. Indrawati Sendow, MSc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Virologi)
Dr. Ir. Bess Tiesnamurti, MSc. (Peneliti Ahli Utama – Puslitbangnak – Pemuliaan dan Genetika Ternak)
Ir. Mariyono, MSi. (Peneliti Ahli Madya – Loka Penelitian Sapi Potong – Pakan dan Nutrisi Ternak)
Dr. Drh. Eny Martindah, MSc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Parasitologi dan Epidemiologi)
Dr. Drh. Susan Maphiliandawati Noor, MVSc. (Peneliti Ahli Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Bakteriologi)
Ir. Juniar Sirait, MSi. (Peneliti Ahli Madya – Loka Penelitian Kambing Potong – Pakan dan Nutrisi Ternak)
Dr. Wisri Puastuti, SPT., MSi. (Peneliti Ahli Madya – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)

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:

Nandi Hendriana, ST, MKom.
Ivoni Christyani Sembiring, SSos.
Pringgo Pandu Kusumo, AMd.
Muhamad Indra Fauzy, AMd.

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

Sistem peternakan sapi dan lahan kering terpadu di Indonesia menggunakan berbagai limbah tanaman dan produk samping untuk memberi pakan ternak melalui sistem produksi yang intensif dan ekstensif. Strategi terbaik bagi peternak kecil di Indonesia untuk meningkatkan produksi daging sapi yaitu peternak harus fokus pada keuntungan dan menggunakan beberapa strategi manajemen yang sudah terbukti berhasil.

Saat ini, penggunaan antibiotik dalam pakan ternak sudah dilarang oleh pemerintah Indonesia. Usaha untuk mencari alternatif antibiotik terus diupayakan. *Biochar* dan asap cair merupakan salah satu pakan aditif yang potensial dimanfaatkan sebagai pengganti antibiotik. Keduanya berasal dari proses pirolisis yang memanfaatkan limbah baik pertanian maupun perkebunan. Sejumlah hasil riset mengenai penggunaan *biochar* dan asap cair sebagai pakan aditif memperlihatkan pengaruh positif dari kedua bahan ini untuk meningkatkan produktivitas ternak.

Dalam meningkatkan produksi ternak, reproduksi ternak merupakan faktor penting yang memerlukan perhatian khusus. Aplikasi teknologi inseminasi buatan (IB) telah berkembang pesat di dunia, sehingga ketersediaan pejantan unggul yang subur merupakan faktor penentu keberhasilan IB. Beberapa penelitian bertujuan menemukan biomarker kesuburan pejantan dan salah satunya adalah adiponektin yang merupakan kandidat biomarker kesuburan pejantan yang sangat potensial. Peningkatan kualitas daging sapi dapat ditingkatkan melalui seleksi pada sifat karkas sapi. Untuk mempercepat seleksi ke arah peningkatan kualitas karkas sapi, dapat dilakukan dengan menggunakan marka molekuler. Pemanfaatan genetika molekuler untuk meningkatkan kualitas karkas sapi potong di Indonesia dibahas pada edisi kali ini.

Mycoplasma bovis merupakan salah satu patogen penyebab gangguan pernafasan, reproduksi, mastitis dan artritis pada sapi sehingga menjadi salah satu bakteri yang harus dipastikan bebas di peternakan. Gejala klinis tidak patognomonik sehingga konfirmasi penyakit secara laboratorium kontrol penyakit untukantisipasi terhadap masuknya penyakit (*emerging*) di Indonesia sangat diperlukan.

Semoga informasi singkat isi Wartazoa nomor 4 ini bermanfaat bagi para pembaca, pelaku usaha dan pemangku kebijakan dalam bidang peternakan.

Bogor, Desember 2019

Ketua Dewan Penyunting

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 29 Nomor 4 (Desember 2019)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI	Halaman
Abstrak Wartazoa Vol. 29	i-v
Strategies for Increasing Beef Cattle Production under Dryland Farming Systems (Strategi untuk Peningkatan Produksi Sapi melalui Sistem Pengelolaan Lahan Kering) Heather Burrow	161-170
<i>Biochar</i> dan Asap Cair untuk Meningkatkan Performa Ternak (Utilization of Biochar and Liquid Smoke to Increase Livestock Performance) Novia Qomariyah, Y Retnani, A Jayanegara, E Wina dan IG Permana	171-182
Adiponektin: Hormon Protein Potensial sebagai Kandidat Biomarka Kesuburan Pejantan (Adiponectin: Potential Protein Hormone as a Candidate Biomarker for Male Fertility) Hafizuddin, NWK Karja, L Praharani dan MA Setiadi	183-192
Penggunaan Marka Molekuler untuk Meningkatkan Kualitas Karkas Sapi Potong di Indonesia (Utilization of Molecular Marker to Improve Cattle Carcass Quality in Indonesia) M. Ikhsan Shiddieqy, N Pratiwi dan BDP Soewandi	193-204
Antisipasi Penyakit <i>Emerging Mycoplasma bovis</i> : Pencegahan dan Penanggulangan (Anticipation of Emerging Disease <i>Mycoplasma bovis</i> : Prevention and Control) Faidah Rachmawati, HHS Purba dan SM Noor	205-211
Indeks Subjek	213
Subject Index	214
Indeks Penulis (<i>Author Index</i>)	215
Ucapan Terima Kasih	216

<p style="text-align: center;">WARTAZOA</p> <p>ISSN 0216-6461 Date of issue 2019-12-31</p> <p style="text-align: center;">The descriptors given are key words. These abstract sheets may be reproduced without permission or charge</p>	
<p>UDC 636.09 Ekawasti F (IRCVS, Bogor) Martindah E (IRCVS, Bogor) Control of coccidiosis in chickens through herbal medicine (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> March 2019, Vol. 29 No. 1, p. 1-12</p> <p>Coccidiosis caused by <i>Eimeria</i> sp. is an important disease in poultry industry. In Indonesia, the morbidity due to this disease in poultry reaches up to 90%. The clinical symptoms of coccidiosis vary depending on the age of poultry and the species of <i>Eimeria</i>. If coccidiostat is not properly used in control and eradication program, it will cause resistance and residue in meat and egg. This paper aims to describe the optimal control of coccidiosis without chemical substances by using natural herbs. Resistance cases to <i>Eimeria</i> sp. cause the anti-coccidia ineffective therefore a safe and effective coccidiostat is needed. Currently, coccidiosis control using natural medicines from herbs was reported to be effective, safe, free of side effects and cheaper. An integrated coccidiosis control program can be applied along with biosecurity, vaccination, prebiotics and coccidiostat from herbs. Control of coccidiosis in chickens with herbal medicines can increase immunity, appetite and reduce stress so that it can suppress <i>Eimeria</i> sp. infestation.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Coccidiosis, coccidiostat, herbs, chicken</p>	<p>UDC 636.1.09 Saepulloh M (IRCVS, Bogor) Sendow I (IRCVS, Bogor) Ratnawati A (IRCVS, Bogor) Dharmayanti NLPI (IRCVS, Bogor) Anticipation of the entry and spread of Equine Infectious Anemia in Horses in Indonesia (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> March 2019, Vol. 29 No. 1, p. 25-34</p> <p>Horse is an attractive commodity in the world of horse matches, both for horse racing and equestrian. Recently, Asian countries including Indonesia have conducted international horse races. Horse traffic from several countries is unavoidable. This movement can lead to the entry of new diseases or the transmission of imported horses from local horses. At present, data on horse disease in Indonesia has not been widely reported, including Equine Infectious Anemia (EIA). This paper discusses EIA disease in horses about the etiology, characterization, spread of disease, its status in Indonesia and its treatment. EIA is a chronic disease characterized by high fever and thrombocytopenia. One of the factors that spread EIA infection, namely through traffic or horse movements. The highest risk factors for the spread of EIA disease are in the equestrian sector, followed by horse as a hobby, horse show or fattening horses for consumption. Wet environmental factors have higher risk to infection than dry areas. Applying the proper quarantine system, monitoring horse disease through surveillance, and implementing biosecurity at farms, location of events and at veterinary clinics, need to be done so that the entry of EIA disease can be anticipated as early as possible. This paper is expected to be useful and can be used as input for policy makers in the horse imports and movement.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Equine infectious anemia, horse, prevention, transmission, control</p>
<p>UDC 636.2 Praharani L (IRIAP, Bogor) Factors Affecting Twinning and the Impacts of Twinning in Cattle (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> March 2019, Vol. 29 No. 1, p. 13-24</p> <p>Efforts to increase cattle production can be done through increasing the population and productivity of cattle, one of which is through the birth of two offsprings per parent (twin). The incidence of twinning in cattle ranged 1-10%, and influenced by genetic/breed, parity, management, season of breeding. This paper presented factors and technology that increase twinning rate and the impacts of twin births in cattle. There are genetic and non genetic factors affecting twinning rate. Increased twin births can be done through some technologies such as selection, reproduction and management. The problems in twinings are the high incidence of abortion, early embryonic loss, distochia, retained placenta, metabolic disorders, and ketosis resulting in longer calving interval. Intensive management to dam bearing twins can reduce the problems. Economically, the profits of twinning are different between beef and dairy cattle. Twin births give benefit to beef cattle farming through the increase in total weaning per cattle. The pros and cons of twin births occur in dairy cows farming, especially on milk production.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Genetic, environment, productivity, twinning, cattle</p>	<p>UDC 636.09 Krisnan R (IRIAP, Bogor) Retnani Y (IPB University, Bogor) Tangendjaja B (IRIAP, Bogor) Mutia R (IPB University, Bogor) Jayanegara A (IPB University, Bogor) In ovo Feeding of Butyric Acid Replacing Antibiotics Function to Increase Poultry Productivity (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> March 2019, Vol. 29 No. 1, p. 35-42</p> <p>Antibiotics have an important role in increasing livestock productivity. The ban on the use of these products encourages efforts to find substitute products. Butyric acid is one of the organic acids and considered to be potential to replace the role of antibiotics. In principle, both antibiotics and butyric acids can create livestock conditions physiologically and metabolically well to achieve good productivity. Several mechanisms of butyric acid in increasing livestock productivity can provide explanation for the positive effects of this material. Characteristics of butyric acids such as corrosive, volatile and have unpleasant odor encourage the need for an appropriate application technology. In ovo feeding technology can be the right solution to eliminate the constraints of using butyric acid. This technology has also been widely studied and proven to increase livestock productivity through improved hatching parameters, performance of livestock, improvement of organs/digestive tract (intestine), repair of bones, muscles and meat, and enhancement of immunity.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Butyric acid, in ovo, antibiotic substitute, productivity, poultry</p>

<p>UDC 636 Merkel R (Langston University, Langston) Smallholder Livestock Commercialization (Orig. Eng.) Wartazoa March 2019, Vol. 29 No. 1, p. 43-50</p> <p>The world's population is expected to grow by over 30% by 2050, putting tremendous strain on agriculture to produce the estimated additional one billion tons of cereal grains and 200 million tons of meat to feed that population. Most of the population growth will occur in Africa and Asia where the majority of smallholder farms are located. Commercialization of smallholder farms can lead to increased productivity. Producer identified constraints to commercialization include infrastructure, poor knowledge of market prices, limited access to banking services and loan opportunities, and poor extension services, among others. To overcome these constraints will take actions by various sectors. Producer must become more market oriented and take advantage of current technologies to improve production. Government organizations should develop ways to build farmer capacity in market and production activities. Research institutes and universities must conduct research to drive innovation, help farmers to apply technologies, and develop means to enhance producer knowledge. Making loans and banking services available to farmers is a main role of the private sector. The private sector can also partner with producers on marketing and market access.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Smallholder, livestock, commercialization</p>	<p>UDC 636.09 Hewajuli DA (IRCVS, Bogor) Dharmayanti NLPI (IRCVS, Bogor) Efficacy, Mechanism and Antiviral Resistance of Neuraminidase Inhibitors and Adamantane against Avian Influenza (Orig. Ind.) Wartazoa June 2019, Vol. 29 No. 2, p. 61-74</p> <p>Vaccination and antiviral drug are often used to control influenza. However, the effectiveness of vaccine was impaired due to the emergence of new variant of virus strain. Antiviral drug consists of prophylactic and curative substances, namely M2 ion channel inhibitors (adamantane; amantadine and rimantadine) and neuraminidase (NA) inhibitors (NAIs; oseltamivir, zanamivir, peramivir, laninamivir). The synthesis and modification of antiviral neuraminidase (NA) inhibitors (NAIs) and adamantanes increased the antiviral effectiveness. The mechanism of the neuraminidase inhibitor is to prevent influenza infection by inhibiting the release of the virus from internal cells. Adamantane is antiviral drug that selectively inhibits the flow of H⁺ ions through M2 protein to prevent the uncoating virus particles getting into the endosome. The substitution of (H275Y, S247N, I223L, K150N, R292K, I222T, R152K, R118K, E119V) on NA protein caused resistance of avian influenza virus against the neuraminidase inhibitor. The combination of mutations (S247N, I223L, K150N) increased the resistance of influenza A (H5N1) virus. The diffusion of adamantane resistance varies among HA subtypes, the species of host, the period of isolation, and region. Mutations at residues of 26, 27, 30, 31 or 34 transmembrane M2 protein caused adamantane resistance. The unique substitution (V27I) of M2 protein of clade 2.3.2 H5N1 subtype isolated in Indonesia in 2016 has been contributed to the amantadine resistance. Antiviral combination of M2 ion channel inhibitors and neuraminidase (NA) inhibitors is effective treatments for the resistance.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Adamantane, neuraminidase inhibitor, resistance, avian influenza</p>
<p>UDC 636.09 Munawar H (IRCVS, Bogor) Karim K (University of Leicester, Leicester) Piletsky SA (University of Leicester, Leicester) Utilization of Synthetic Antibody for Fumonisin Determination in Feed and Food (Orig. Eng.) Wartazoa June 2019, Vol. 29 No. 2, p. 51-60</p> <p>Fumonisin contamination in food is limited around 2 – 4 ppm and in feed for different animals varies from 5 to 100 ppm. This regulation is to prevent animal and human from carcinogenic effect from fumonisins. Measurement of fumonisins uses frequently chromatography methods such as High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Liquid chromatography tandem-mass spectrometry (LCMS/MS); however, the sample preparation and analysis process for these methods are costly and time consuming. Immunoassays have also been employed for detecting fumonisins in food or feed. Unfortunately, the instability of antibody to harsh condition such as high temperature and pH becomes the drawback for immunoassay method. Currently, the technology based on molecularly imprinting, which is called synthetic antibody, has been established for replacing antibody functions. Therefore, the aim of this review is to describe development of molecularly imprinted polymer (MIP) in fumonisin analysis in feed and food. Herein, the composition and production of MIP were described comprehensively. Bulk polymerization and solid phase synthesis were methods for production of MIP in micro and nano sizes. The application of MIP was reported for sample preparation as solid phase extraction measured continuously by HPLC showing the high recovery (> 60%). Then, MIP replaced antibody in direct competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for quantifying fumonisins in maize with high recovery (>90%) and limit detection (2 – 6 pM). Lastly, MIP was also employed in electrochemical sensor application as receptor for recognizing fumonisin in milk and maize. In conclusion, the performance of MIP has been applied successfully for fumonisin analysis comprehensively from sample preparation and quantification. The MIP would be developed for wider application for other toxins in feed or food such as veterinary drug, heavy metals, or pesticides.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Molecularly imprinted polymer, fumonisin, preparation, quantification</p>	<p>UDC 636.09 Widiyanti PM (IRCVS, Bogor) Sudarwanto MB (IPB University, Bogor) Sudarnika E (IPB University, Bogor) R Widiastuti R (IRCVS, Bogor) The Use of Enrofloxacin Antibiotic as a Veterinary Drug and Its Residual Hazards on Public Health (Orig. Ind.) Wartazoa June 2019, Vol. 29 No. 2, p. 75-84</p> <p>The livestock sector can improve the community's economy and has a role in fulfilling food needs, especially animal protein. One of the problems in the livestock sector is the presence of infectious diseases that consequently need treatment using veterinary drugs. This paper describes the use of enrofloxacin antibiotics as veterinary drug and their residual hazards on public health. Enrofloxacin is an antibiotic from the family of fluoroquinolones (second generation of quinolone). Enrofloxacin is a broad-spectrum antibiotic that is effective to kill Gram positive and negative bacteria, so it was used for the treatment of various diseases in animals. Pharmacokinetically, enrofloxacin will be metabolized into ciprofloxacin and other metabolites. The improper use of enrofloxacin antibiotics caused residues in food products of animal origin, microbial resistance and toxicity, therefore the use of enrofloxacin needs to be monitored and evaluated for the sake of animal health and society.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Antibiotic, enrofloxacin, residue, resistance, public health</p>

<p>UDC 636.2 Prihandini PW (BCATRES, Pasuruan) Maharani D (BCATRES, Pasuruan) Melanocortin-4 Receptor (MC4R) Gene as the Main Gene for Rapid Growth Selection in Beef Cattle (Orig. Ind.) Wartazoa June 2019, Vol. 29 No. 2, p. 85-96</p> <p>Genetic improvement for economic traits such as growth is important in beef cattle selection program. This paper discusses melanocortin 4 receptor (MC4R) gene as a candidate gene for rapid growth based on its function, location and pathway, as well as its polymorphism and identified genotypes associated with economic traits, and its application as a marker-assisted selection. MC4R is a prominent gene encoding growth traits and has a critical role in mediating the effect of leptin in regulating food consumption and energy balance. Many identified MC4R gene polymorphisms are associated with growth traits. The MC4R gene, therefore, is considered as a functional candidate gene for growth traits and can be used as a marker in selection program based on molecular genetics. The use of molecular markers such as MC4R gene, therefore, can be applied in genetic improvement program for growth traits in cattle. By using MC4R gene, the efforts to build breeding system in small populations can be proposed. For instance, with an effective population size (Ne) of about 40 heads, the first generation (G1) will be obtained with a composition of GG 61.1%, CG 33.3% and CC 5.6% and male and female ratio of 178:11 and generates ideal Ne of 41 heads. In the third generation, therefore, GG composition will be 100%. The results of molecular analysis can be further used as a guideline in the development and genetic improvement strategies of beef cattle.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: MC4R gene, weaning weight, <i>Bos javanicus</i>, beef cattle, selection</p>	<p>UDC 636.1.09 Noor SM (IRCVS, Bogor) Ariyanti T (IRCVS, Bogor) Awareness of Emerging Glanders in Horses in Indonesia (Orig. Ind.) Wartazoa September 2019 Vol. 29 No. 3, p. 109-118</p> <p>Glanders, a zoonotic disease that is highly contagious in animals and humans, and is caused by <i>Burkholderia mallei</i>. The clinical manifestations of glanders in horses are in the form of lesions on skin, nose and lungs. Horses play a role in transmitting glanders to healthy animal populations around them due to latent infections. Infection of glanders in humans is acute causing respiratory failure and could be fatal without proper treatment. Recently re-emerging glanders is reported in several countries that have eradicated this disease such as in India, Germany and China. The status of glanders in Indonesia is declared free, but surveillance showed positive antibodies to <i>B. mallei</i> in horses, as had been reported in 1939 and in 2018 in Jakarta. Glanders has a negative impact on a country's economy resulting in restrictions on international trade. Prevention of emerging glanders to Indonesia needs to be alerted because there is no effective treatment, no vaccines available for prevention and causing negative economic impacts. This paper aims to discuss glanders in horses, countermeasures through monitoring and surveillance, early detection including biosecurity in order to increase awareness of emerging glanders in Indonesia.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Glanders, <i>Burkholderia mallei</i>, horses, emerging, Indonesia</p>
<p>UDC 636.2 Asmarasari SA (IRIAP, Bogor) Sumantri C (IPB University, Bogor) Gunawan A (IPB University, Bogor) Taufik E (IPB University, Bogor) Anggraeni A (IRIAP, Bogor) Candidate Gene of Milk Protein for Genetic Improvement of Dairy Cattle (Orig. Ind.) Wartazoa June 2019, Vol. 29 No. 2, p. 97-107</p> <p>The objective of this paper is to explore some efforts to increase milk protein of dairy cows through a milk protein control gene selection approach. Improving the quality of cow's milk has shifted to increase milk protein levels, due to nutritional and economic interest. The breeding process in producing dairy cattle with the advantage of having high milk protein content is more effectively carried out by molecular biotechnology approaches. The content of cow's milk protein is controlled by cow's milk protein control genes. In the process to produce dairy cattle with the advantage of having high milk protein content, it can be done with a selection approach based on milk protein control genes, namely CSN1S1, CSN2, CSN1S2, and CSN3. Once known, the main controller gene that causes high levels of cow's milk protein, it will be easy to identify dairy cattle that have these advantages, so that the selection of dairy cattle can be done since at early age.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Milk protein, selection, protein control genes</p>	<p>UDC 591.2 Nurjanah D (IRCVS, Bogor) Dharmayanti NLPI (IRCVS, Bogor) Biological Characteristics of West Nile Virus and Its Correlation with the Development of Antiviral Drugs and Vaccines (Orig. Ind.) Wartazoa September 2019 Vol. 29 No. 3, p. 119-132</p> <p>West Nile virus (WNV) is a zoonotic RNA virus. Its genome encodes 3 structural and 7 non-structural proteins. Mutations can occur in both structural and non-structural proteins of the virus. Mutations can enhance the pathogenicity and virulence, but some mutations are beneficial for the development of vaccines. Licensed vaccines are only available for horses, while vaccines for humans are still under development. In Indonesia, WNV infection was detected in 2014 in West and East Java, but vaccines and antiviral drugs in both animals and humans are not yet available. This paper describes the characteristic of structural and non-structural proteins of WNV and its correlation with mutations and the development of vaccines and antiviral drugs. Molecular identification and further research are needed to predict, prevent and control WNV infections in vectors, susceptible animals and humans.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: West Nile virus, zoonotic, mutation, vaccines, antiviral drugs</p>

<p>UDC 636.09 Ekawasti F (IRCVS, Bogor) Wardhana AH (IRCVS, Bogor) Coccidiosis Disease in Cattle in Indonesia and Development of Diagnostic Techniques (Orig. Ind.) Wartazoa September 2019, Vol. 29 No. 3, p. 133-144</p> <p>Coccidiosis is a parasitic disease caused by the protozoan of the order Coccidia, the family Eimeriidae of the genus Eimeria which breeds rapidly in the digestive tract and is the most difficult disease to be controlled on cattle farms. <i>Eimeria</i> spp. in cattle can cause high economic losses and increase susceptibility against infectious diseases. Therefore, coccidiosis in cattle needs attention from the government. This paper describes a number of diagnostic methods that can be used in the detection of <i>Eimeria</i> spp. in cattle based on the goals and objectives of the examination. The coccidiosis cases often do not show any clinical symptoms but can cause sudden death in livestock. The diagnostic method that still used at present is based on its morphology that should not be used in identifying <i>Eimeria</i> species because the morphological characteristics <i>Eimeria</i> spp. have similar shape and size structures between species (resembling morphology). An appropriate diagnostic method for <i>Eimeria</i> is needed in the context of controlling coccidiosis strategically.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Diagnose, coccidiosis, Eimeria spp., cattle, Indonesia</p>	<p>UDC 636 Harmini (IRIAP, Bogor) Forage Development on ex-Coal Mining Land to Support of Livestock Business (Orig. Ind.) Wartazoa September 2019, Vol. 29 No. 3, p. 153-160</p> <p>The availability of land for forage development is important to support cattle and buffalo production in Indonesia. The government is paying great attention to accelerate cattle and buffalo populations in Indonesia, one of of the Ministry of Agriculture program UPSUS SIWAB to increase cattle and buffalo population has been established. To support this program, sufficient forage and concentrate are crucial. Usually, the development of forage is allocated on the sub-optimal land and one alternative to sub-optimal land is ex-coal mined land. There are several challenges in forage production including pH, the composition of organic matter, low soil microorganisms and heavy metals. These problems can be minimized by adding organic matter, organic fertilizer, microorganism such fungi mycorrhizae and phytoremediation.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Forage, ex-coal mining, phytoremediation</p>
<p>UDC 636.09 Ratnawati D (BCATRES, Pasuruan) Isnaini N (Brawijaya University, Malang) Susilawati T (Brawijaya University, Malang) Factors Affecting Spermatozoa Motility Analysis using CASA (Orig. Ind.) Wartazoa September 2019, Vol. 29 No. 3, p. 145-152</p> <p>Motility is a very important parameter to determine the quality of semen. Spermatozoa motility assessment can be done manually (subjectively) or with CASA. The superiority of motility assessment using CASA compared to manually is more objective, accurate, fast, efficient and able to provide detailed motility of spermatozoa. However, in implementation, assessments with CASA produce varied data. So far, there has not been a spermatozoa motility standard with CASA, except by minimizing variations in the factors that influence the results of analysis with CASA. The purpose of this paper is to describe factors that affecting spermatozoa motility analysis using CASA to reach optimal motility analysis. Some influencing factors include: CASA settings, semen diluent, spermatozoa concentration, chamber, analyst, sample preparation and analysis time. Recommendation standard motility assessments using CASA include: experienced and consistent analysts, sample preparation properly (mixing, pipeting and sampling), spermatozoa concentration of 20 million/ml, consistent in chamber type (conditioned 37°C), semen diluents and CASA settings (frame rate of 60 Hz and frame per field 30) and fast implementation of analysis (<2 minutes).</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Spermatozoa, motility, CASA, optimal</p>	<p>UDC 636.2 Burrow H (University of New England, Australia) Strategies for Increasing Beef Cattle Production under Dryland Farming Systems (Orig. Eng.) Wartazoa December 2019, Vol. 29 No. 4, p. 161-170</p> <p>Integrated cattle and dryland farming systems in Indonesia use a range of crop residues and by products to feed cattle through intensive and extensive production systems. Intensive systems use stalls to house cattle and cut and carry feeding systems, primarily for fattening cattle. Under extensive systems, cattle are free-grazing, and the systems apply only where greater land areas exist and they are used for breeding and fattening cattle. This paper therefore specifically focuses on the opportunities that exist to improve beef production in dryland farming systems in Indonesia. The best strategies for smallholder farmers in Indonesia to improve beef production require farmers to focus on profitability and use proven management strategies, including a) using adapted cattle breeds resistant/tolerant to environmental stressor, b) understanding the market preference; c) managing cattle breeding herds based on rainfall patterns, d) keeping good records on all aspects of breeding and fattening activities and e) adjusting stocking rates in extensive system to match the carrying capacity of the land.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Integrated cattle, dryland farming, business profitability, cattle management systems</p>

<p>UDC 636 Qomariyah N (Sulawesi Selatan AIAT, Makasar) Retnani Y (IPB University, Bogor) Jayanegara A (IPB University, Bogor) Wina E (IRIAP, Bogor) Permana IG (IPB University, Bogor) Utilization of Biochar and Liquid Smoke to Increase Livestock Performance (Orig. Ind.) Wartazoa December 2019, Vol. 29 No. 4, p. 171-182</p> <p>Biochar and liquid smoke may be utilized as feed additives that potentially used as substitutes for antibiotics. These products are derived from the pyrolysis process that utilizes agricultural, plantation and wood residues. This paper aims to review research results regarding the use of biochar and liquid smoke as feed additives in both non-ruminants and ruminants. Information on the use of biochar and liquid smoke in livestock are available such as the use of 0.5-1 g bamboo charcoal/kg/goat feed increased growth; addition of 0.2-0.6% corn cobs char to chicken feed showed significant increase in body weight; the addition of 0.6% biochar/kg feed to local cattle feed increased body weight; the use of activated charcoal containing wood vinegar liquid can reduce cryptosporidiosis in goats and cattle. The opportunity to use agricultural and plantation residues as raw materials for generating biochar and liquid smoke is one of the breakthroughs in realizing the concept of sustainable and environmentally friendly of bioindustrial agriculture. The use of biochar and liquid smoke from agricultural and plantation residues is expected to increase livestock productivity.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Biochar, liquid smoke, performance, livestock</p>	<p>UDC 636.2 Shiddiqie MI (ICARD, Bogor) Pratiwi N (IRIAP, Bogor) Soewandi BDP (IRIAP, Bogor) Utilization of Molecular Marker to Improve Cattle Carcass Quality in Indonesia (Orig. Eng.) Wartazoa December 2019, Vol. 29 No. 4, p. 193-204</p> <p>Cattle is one of the commodities that have a national priority to achieve self-sufficiency in animal protein food for the Indonesian people. Beside beef sufficiency, demand on good quality meat in Indonesia is also increasing. Good quality carcass with lower fat content can give higher economic value. The purpose of this paper is to discuss the use of molecular markers to improve the quality of beef cattle carcass. Heritability value in carcass characteristic is low to moderate value, but it can be increased by selection using certain molecular markers. Several genes have been identified and correlated with carcass quality in several breed of cattle. Study in Bali cattle showed that the Calpain (CAPN1) and Calpastatin (CASTN) genes could be used as molecular markers to select Bali cattle with higher quality carcass because these genes were associated with carcass quality traits. In conclusion that Calpain (CAPN1) and Calpastatin (CASTN) genes can be used for local beef cattle selection toward better carcass quality and have opportunity to be utilized to improve carcass quality of other beef cattle breeds in Indonesia.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Utilization, molecular markers, beef cattle, carcass</p>
<p>UDC 636.09 Hafizuddin (Syiah Kuala University, Aceh) Karja NWK (IPB University, Bogor) Praharani L (IRIAP, Bogor) MA Setiadi (IPB University, Bogor) Adiponectin: Potential Protein Hormone as a Candidate Biomarker for Male Fertility (Orig. Ind.) Wartazoa December 2019, Vol. 29 No. 4, p. 183-192</p> <p>Reproduction is an important factor that requires attention to increase livestock production. The application of artificial insemination (AI) technology has been developed rapidly in the world, so that availability of fertile superior male is a determinant factor of successful AI. Several recent studies have been aimed to discover male fertility biomarkers, by intense research on fertility-associated proteins contained in seminal plasma. This paper describes the role of adiponectin as a candidate of male biomarker fertility. Adiponectin has a positive effect on spermatozoa functionality and steroidogenesis. This has been proven by several studies that found its expression in Sertoli cells and Leydig cells in the reproductive tract. Based on the specific role on spermatozoa functionality and steroidogenesis in supporting male fertility parameter, it is strongly suggested that adiponectin is an excellent candidate biomarker for male fertility.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: Adiponectin, biomarker, fertility, male, spermatozoa</p>	<p>UDC 636.09 Rachmawati F (IRCVS, Bogor) Purba HHS (IRCVS, Bogor) Noor SM (IRCVS, Bogor) Anticipation of Emerging Disease <i>Mycoplasma bovis</i>: Prevention and Control (Orig. Ind.) Wartazoa December 2019, Vol. 29 No. 4, p. 205-211</p> <p><i>Mycoplasma bovis</i> is one of the pathogens, causes respiratory, reproductive, mastitis and arthritis disorders in cattle. Due to the economic impact of this disease, <i>Mycoplasma bovis</i> must be free on farms. There are no pathognomonic symptoms of Mycoplasma infection, so it needs laboratory confirmation to diagnose. Many countries have routinely examined <i>M. bovis</i> on cases of mastitis, arthritis, pneumonia and reproductive disorders. There was no cases of respiratory disorder in cattle related to <i>M. bovis</i> infection reported in Indonesia. The fact that, in many countries almost that cases related to the presence of <i>M. bovis</i>. The presence of <i>M. bovis</i> in Indonesia should be investigated, considering that Indonesia imports cattle from Australia and New Zealand that expose to <i>M. bovis</i>. This paper discusses the incidence of <i>M. bovis</i> infection in many countries including its economic impact, clinical symptoms, and method of diagnosis and control of disease to anticipate the emergence of this disease in Indonesia.</p> <p style="text-align: right;">(Author)</p> <p>Key words: <i>Mycoplasma bovis</i>, emerging, prevention, control</p>

Strategies for Increasing Beef Cattle Production under Dryland Farming Systems

(Strategi untuk Peningkatan Produksi Sapi melalui Sistem Pengelolaan Lahan Kering)

Heather Burrow

*Faculty of Science, Agriculture, Business and Law, University of New England 2351, Australia
Corresponding author: Heather.Burrow@une.edu.au*

(Received 18 October 2019 – Revised 2 December 2019 – Accepted 3 December 2019)

ABSTRACT

Integrated cattle and dryland farming systems in Indonesia use a range of crop residues and by products to feed cattle through intensive and extensive production systems. Intensive systems use stalls to house cattle and cut and carry feeding systems, primarily for fattening cattle. Under extensive systems, cattle are free-grazing, and the systems apply only where greater land areas exist and they are used for breeding and fattening cattle. This paper therefore specifically focuses on the opportunities that exist to improve beef production in dryland farming systems in Indonesia. The best strategies for smallholder farmers in Indonesia to improve beef production require farmers to focus on profitability and use proven management strategies, including a) using adapted cattle breeds resistant/tolerant to environmental stressor, b) understanding the market preference; c) managing cattle breeding herds based on rainfall patterns, d) keeping good records on all aspects of breeding and fattening activities and e) adjusting stocking rates in extensive system to match the carrying capacity of the land.

Key words: Integrated cattle, dryland farming, business profitability, cattle management systems

ABSTRAK

Sistem integrasi sapi potong dengan sistem pertanian lahan kering di Indonesia memanfaatkan limbah dan hasil samping pertanian serta industri pertanian sebagai penyedia pakan sapi melalui sistem pertanian intensif dan ekstensif. Dalam sistem pertanian intensif, sapi dipelihara di kandang dengan pemberian pakan secara tebang dan angkut. Sementara pada kondisi pemeliharaan ekstensif, sapi digembalakan secara bebas, dimana manajemen pengelolaan sapi potong di lahan ekstensif dapat dilaksanakan apabila tersedia cukup lahan dan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pemuliaan, pengembangbiakan maupun penggemukkan. Makalah ini akan difokuskan pada peluang yang muncul guna meningkatkan produksi sapi potong di sistem pertanian lahan kering di Indonesia. Strategi terbaik untuk peternak kecil di Indonesia guna meningkatkan produktivitas sapi potong menghendaki peternak agar fokus pada keuntungan dan mempergunakan strategi manajemen, antara lain a) mempergunakan rumpun sapi potong yang toleran dan atau resisten terhadap penyebab stres lingkungan; b) memahami tentang preferensi pasar; c) mengelola sistem perkawinan kelompok sapi berdasarkan pola musim hujan, d) mengelola sistem rekording yang bermanfaat terutama untuk aspek perbibitan, pengembangbiakan dan penggemukan serta e) menyesuaikan kemampuan tampung sapi di sistem penggembalaan guna memenuhi kapasitas tampung lahan tersebut.

Kata kunci: Integrasi sapi, sistem pertanian lahan kering, keuntungan usaha, sistem pengelolaan sapi potong

INTRODUCTION

The increasing human population in Indonesia, the understanding of better nutrition, the increasing of middle class population as well as the increasing house holds income contribute significantly to the demand on animal protein. National survey on socio economics (Susenas) data indicated participation rates for beef and buffalo meat were 26.15% (2002), 21.93% (2005), 16.18% (2008) and 16.16% (2011), while poultry meat had higher participation rate as 65.46% (2002), 63.48% (2005), 57.67% (2008) and 56.98% (2011) (Soedjana 2013). Eventhough, the

participation rate of beef meat only take about 16%, however, due to the increasing number of population, the total volume of beef will accelerate as well (MLA 2019).

A recent review of the current situation for beef cattle production in Indonesia indicates there is a large gap between supply and demand of beef, with Indonesia's beef production generally satisfying ~45% of demand (Agus & Widi 2018). About 6.5 million smallholder farmers living in rural areas across Indonesia produce ~90% of Indonesia's beef, while the remaining ~10% of beef production is delivered by a small number of commercial farmers

(<1% of all beef farmers) and large beef cattle companies concentrated primarily in Java (Agus & Widi 2018). A very strong opportunity, therefore, exists to strengthen Indonesia's beef sector, to improve the productivity and profitability of smallholder beef farmers and to also improve the livelihoods of Indonesia's beef farmers.

Smallholder farmers use a wide range of crop residues and by-products to feed and manage cattle through either intensive or extensive production systems. Intensive systems use stalls to house the cattle and cut and carry feeding systems, primarily to fatten sale cattle. Under extensive systems, cattle are free-grazing and apply only where greater land areas exist and are generally used for breeding and growing young cattle prior to sale for fattening.

Recent extensive research in East and West Nusa Tenggara shows that cattle numbers, beef production and reproduction and farm profitability all can significantly increase for cow-calf farms and cattle fattening operations closely integrated with dryland farming systems (Panjaitan et al. 2008; Panjaitan et al. 2013; Dahlanuddin et al. 2014a; Dahlanuddin et al. 2014b; Dahlanuddin et al. 2016). This paper, therefore specifically focuses on the opportunities that exist to improve beef production in dryland farming systems in Indonesia and examines the optimal (i.e. simplest, quickest and most cost effective) strategies to improve beef cattle production in these systems.

DECISION MAKING BASED ON FARM BUSINESS PROFITABILITY

All strategies to improve beef production should be implemented with the aim of improving business

productivity and profitability. Whilst well established commercial farmers might be in a position to afford to take calculated risks, smallholder farmers in Indonesia (and other developing countries) cannot afford to take such risks. Hence, in an earlier ACIAR funded project in South Africa, a simple profit focusing tool (Figure 1) was developed to provide farmers with a feasible approach to identify the income and costs associated with their beef cattle herds, and other aspects of their farming businesses (Burrow et al. 2008).

The aim of this tool is to identify ways of either increasing the price received or the volume sold (measured by kg of product per hectare of land per annum) or by reducing the costs of undertaking the business. The volume, or throughput, can be increased by increasing animal growth rates or breeder herd reproductive performance or by reducing cattle deaths. Those aspects are strongly influenced by genetics (primarily animal breed, with adapted cattle performing better in tropical environments than animals from less adapted breeds), animal nutrition, animal health and herd and rangeland management (Thornton 2010). Price received per kg of product (either live or carcass weight) and costs are influenced by marketing.

In that earlier project, collaborating farmers chose to use a simple gross margin calculation shown in Figure 2, with the aim of improving the profitability (or gross margin) of their herds by 5% per annum (Burrow et al. 2008). Using that approach, they were encouraged to make all farm business decisions on the basis of whether or not the practice change would improve their profit by at least 5% (and not to make the change if the profit improvement was less than 5%, because those types of decisions were likely to be financially risky).

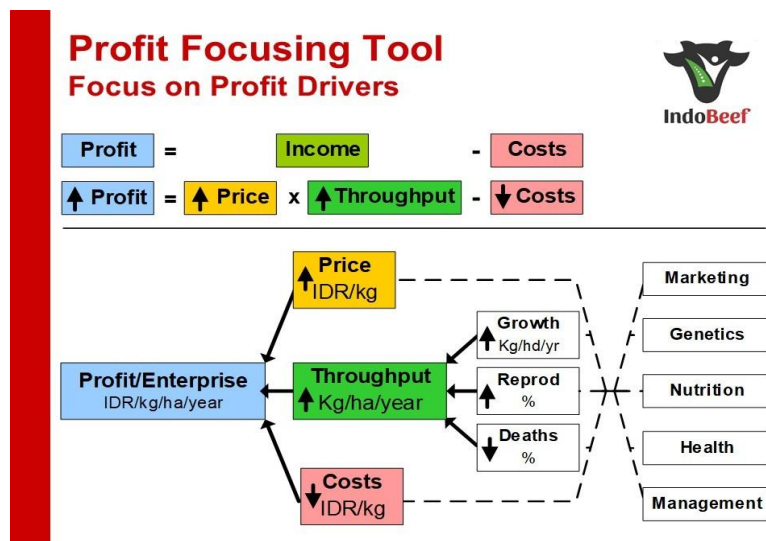


Figure 1. Profit focusing tool on aspects of beef cattle business (Burrow et al. 2008)

Benchmarking: Simple Gross Margin Calculation

$$\text{Gross Margin} = \text{Income} [\text{Yield} \times \text{Price}] - \text{Variable Costs}$$

Enterprise Name	
Enterprise Area (ha)	
Yield (units)	
Price (IDR/unit)	
Income (units x price)	
Variable costs	
1. Breeding costs (including bulls)	Aim: to improve the profitability of every farmer herd by 5% per annum for the life of the project
2. Feed and licks	
3. Herding and mustering	
4. Parasite control	
5. Transport	
6. Complete list of costs	
Total Costs	
SIMPLE GROSS MARGIN	INCOME - COSTS

Figure 2. Indicators of simple gross margin for beef bussiness (Burrow et al. 2008)**Table 1.** Changes in productivity and profitability of smallholder beef farmers in South Africa by focusing their decision making on farm business profitability (Burrow et al. 2008)

Performance indicator	2002	2006
Cattle sale price (ZAR*/kg)	4.56	11.18
Weight of calves sold (kg)	150	200
Reproduction rate (% per year)	51	64
Number of cattle sold per community per year	20	322
Costs of production and marketing (ZAR per year)	11,445	26,644
Income (ZAR per sale)	12,824	67,340
Gross margin (ZAR per farmer per year)	1,379	40,696

*ZAR = South Africa currency

By focusing smallholder farmers' decision-making on farm business profitability, significant improvements were achieved in farm profitability and productivity over a 4-year period (Table 1).

Strategies to increase smallholder beef business profitability and productivity

To improve the profitability and productivity of Indonesian smallholder beef cattle breeding, growing and fattening enterprises, Figure 1 suggests several key strategies that should be addressed. These are discussed briefly in the following sections.

Marketing preferences

Although there are very detailed market specifications for live cattle and beef imported into Indonesia and for beef produced in Indonesia and targeting higher-value (e.g. restaurant) markets (MLA 2019), there appear to be no well-defined market specifications for cattle produced by smallholder farmers. Local traders and butchers develop their own preferences and specifications (which often vary and

may not be based on proven science) and smallholder farmers are largely price takers with little room for negotiation. Research is underway through the IndoBeef (<https://www.indobeef.com>) and similar programs to better define beef market specifications for smallholder cattle farmers. However, until that research is completed, it is suggested that smallholder farmers aim to understand their local markets and manage their cattle to best meet those specifications, but not undertake costly efforts to use marketing as one of their key strategies to improve business profitability. In Indonesia, most farmers put beef keeping as savings, and periodically they sell young male calves as feeder stocks, Idhul Adha is the big marketing event in the country.

Genetics of cattle

Cattle grazed at pasture in tropical and sub-tropical environments such as those in Indonesia are subjected to numerous stressors including ectoparasites (e.g. cattle ticks; horn flies, buffalo flies, screw worm flies), endoparasites (gastrointestinal helminths or worms), seasonally poor nutrition, high heat and humidity and diseases often transmitted by parasites.

The impact of each stressor on production and animal welfare is often multiplicative rather than additive, particularly when animals are already undergoing physiological stress such as lactation (e.g. Frisch & Vercoe 1984; Frisch & O'Neill 1998, Burrow 2012a). Under extensive production systems common in the tropics, it is generally not possible to control the stressors through management strategies alone. In intensive feedlot systems and live cattle exports across these regions, high heat and humidity, even in the absence of other stressors, can become critically important for both production and animal welfare reasons. In such cases, management interventions may be possible, but they are difficult and/or expensive to implement, particularly in poorly adapted cattle. Therefore, the best method of reducing the impacts of these stressors to improve productivity and animal welfare is to use cattle breeds that are productive in their presence, without the need for managerial interventions (Burrow 2012b).

Maximising beef production and profitability requires matching the breed or crossbreed to the specific production environment. However, in every environment, factors limit beef production, meaning no one genotype is best in all environments. Although in temperate environments, there may be substantial differences in performance between individual breeds, in tropical areas, differences in performance are masked by the effects of environmental stressors on productive attributes (Burrow 2012b).

As summarised in the review of Burrow et al. (2001), for most purposes in the tropics and sub-tropics, breeds can be categorised into general breed types or groupings including a) *Bos taurus* (British and Continental); b) *Bos indicus* (Brahman, Nellore); c) Tropically adapted taurine breeds (southern African Sanga, West African humpless and Criollo breeds of Latin America and the Caribbean); d) tropically adapted indicine x British/Continental composite breeds (e.g. Santa Gertrudis, Braford, Charbray); e) tropically adapted taurine x British/Continental composite breeds (e.g. Bonsmara, Belmont Red, Senepol); f) ast African zebu breeds (e.g. Boran); and g) the first cross (F1) between *B. indicus* and *B. taurus*, which has attributes that are different from other breed types, particularly in harsher environments.

Additionally, and of direct relevance to Indonesia, *B. javanicus* (Bali and Banteng cattle) evolved independently of these other breed types (Copland 1996). Bali cattle are different from all other species of cattle and have a different number of chromosomes than *B. taurus* and *B. indicus* (Mohamad et al. 2012). They can be crossed with *B. taurus* and *B. indicus*, though the male offspring are usually infertile (Jellinek et al. 1980).

Comparative rankings of some of the different breed types for different characteristics in temperate and tropical environments based on the Burrow et al. (2001) review are shown in Table 2. Because of

Table 2. Comparative rankings of different breed types for productive traits in temperate and tropical environments for Bali cattle; the higher the number, the higher the value for the trait)

Breed type	<i>Bos taurus</i>		Tropical <i>B. taurus</i>	<i>B. indicus</i>		F1 Brahman x British	<i>B. javanicus</i> (Bali) Indonesia
	British	European	Sanga	Indian	African		
Temperate							
Growth	4	5	3	3	2	4	3
Fertility	5	4	4	3	4	5	4
Tropical^a							
Growth	2	2	3	4	2	4	3
Fertility	2	2	5	3	4	5	5
Mature size	4	5	3	4	3	4	3
Meat quality	5	4	5	3	4	4	unknown
Resistance to environmental stressors							
Cattle ticks	1	1	4	5	5	4	4
Worms	3	3	3	5	4	4	unknown
Eye disease	2	3	3	5	4	4	unknown
Heat	2	2	5	5	5	5	5
Drought	2	1	5	5	5	4	5

Source: Burrow et al. (2001), Copland (1996)

the paucity of direct breed type comparisons from most tropical and sub tropical areas, the rankings in these regions are largely based on results from Belmont Research Station and from associated research programmes in northern Australian beef industry herds. Comparisons in temperate areas are largely derived from the Meat Animal Research Center in Nebraska, USA. There are no known direct breed comparisons between *B. javanicus* (Bali cattle) and the other breed types, so the rankings in Table 2 are inferred from breed performance summarised by Copland (1996).

These results and rankings indicate that a very simple and cost effective way of maximising profitability and productivity of beef businesses in any environment is to use the breed type(s) that are best adapted to the production environment. In dry land farming systems in Indonesia, this means using cattle that are highly productive (i.e. have good growth and reproduction rates) and are also well adapted to tropical environments.

Several reports stated that most beef farmers prefer to have crossbreeding between Simmental with Ongole or Limousine with Ongole, in some areas in order to have better live weight and consequently better selling price at certain ages. However, some other farmers are still rely on using the purebred cattle such as Bali, Ongole and Madura. Such large variation of keeping local breed of cattle occur due to consumer preferences on fresh meat from local breeds of cattle.

Nutrition

As shown in Figure 1, the most profitable way of increasing business throughput (i.e. cattle or carcasses sold) is by increasing growth and/or reproduction rates and/or reducing cattle mortality rate. The simplest option to achieve all of these goals (i.e. increased growth and weaning rates and reduced mortalities) is by ensuring animals have adequate nutrition (both quantity and quality).

Metabolisable energy requirements for cattle across different life stages are readily available for animals grazed at pasture in tropical and subtropical areas (e.g. FutureBeef 2019; Nutrition EDGE 2019). Those online resources are based on *B. taurus* and *B. indicus* breeds and crossbreeds, but information is also available specifically for Bali cattle (e.g. Quigley et al. 2014).

In dry land farming systems in Indonesia, cattle are fed with crop residues and byproducts such as rice straw and maize stover. Additionally, there is a wealth of evidence of the value of feeding cattle with forage

tree legumes, in both intensive and extensive production systems (e.g. Panjaitan et al. 2013; Nulik et al. 2013; Dahlanuddin et al. 2014a; Dahlanuddin et al. 2014b; Dahlanuddin et al. 2014c; Dahlanuddin et al. 2016). These studies show that even at low levels of inclusion in intensive production systems (Dahlanuddin et al. 2017), protein supplements such as *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandiflora* or copra meal and rice bran result in financially beneficial increases in cattle liveweight gain. It is also possible to maintain non lactating Bali cows on rice straw, though higher quality green feeds are required for periparturient, lactating, weaning and fattening classes of cattle.

Under extensive production systems, the condition of the rangelands is an important consideration, with regular monitoring ideally undertaken as seasonal conditions change. The aim of these assessments is to determine the carrying capacity of the grazing land over coming months with the aim of then either matching stocking rates to the carrying capacity of the land or providing supplements to bridge the feed deficiency.

To ensure cattle are receiving adequate nutrition, cattle growth rates should be regularly monitored by weighing all animals where possible. Where cattle scales are not available, then use of a simple body condition score (Figure 3) will provide farmers with a good indication of how well their animals are growing towards achievement of market specifications. Body condition score is also one of the best indicators of the likelihood of a breeding cow conceiving (McGowan et al. 2014). For most higher value markets, sale animals should be maintained at a body condition score of 3 for the early growth periods and as they approach target sale age or weight, they should be closer to body condition score 4 to ensure a minimum amount of fat across the carcass. Breeding heifers and cows should ideally be maintained at a body condition score of 3 throughout the year to maximise their ability to wean a calf every calendar year.

Animal health

Maintaining cattle health is an important consideration to improve profitability and productivity of beef businesses. In Indonesia, use of adapted cattle breeds that are resistant to, or tolerant of, environmental stressors (e.g. parasites, diseases, high temperatures and humidity, poor nutrition) and provision of adequate quantity and quality feed to the cattle underpins good cattle health.

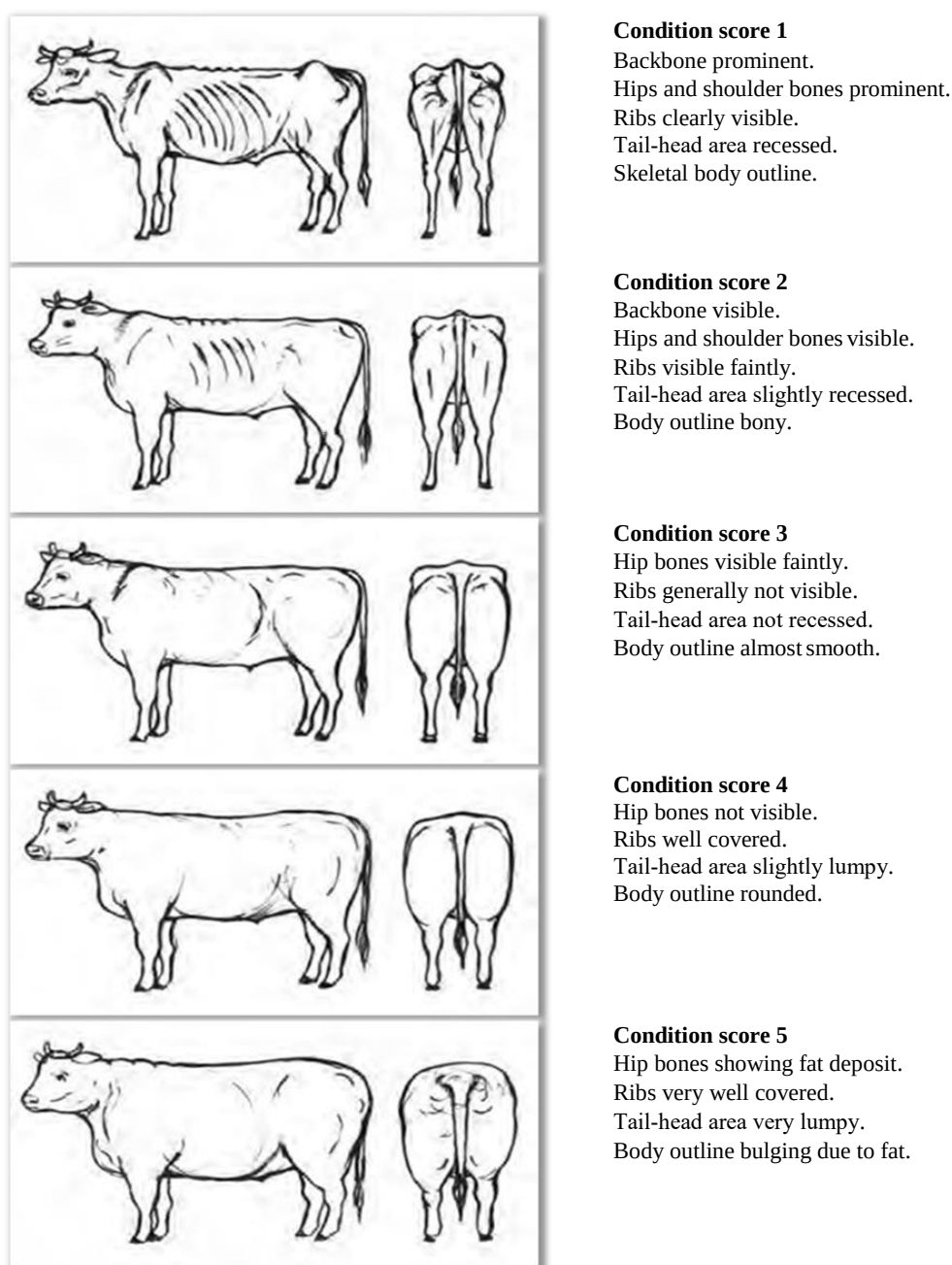


Figure 3. Cattle body condition scoring chart (QDAF 2019)

Additionally, use of vaccinations for endemic diseases such as clostridial (e.g. blackleg, pulpy kidney, braxy, tetanus, malignant oedema, black disease and infections with *Clostridium perfringens* or *Clostridium sordellii*) and other diseases where vaccines are available is a cost effective way of maintaining general herd health.

Regular monitoring of all cattle for growth and reproductive performance and seeking veterinary advice as early as possible after a health problem is noticed is also advised to maintain cattle health.

Management of the breeding herd

Reproductive performance of breeding females has the greatest economic impact on beef cattle businesses in both developed and developing countries, and it becomes increasingly more important in herds where animals are sold at younger ages (Taylor & Rudder 1984). Decreasing sale age also increases the drought susceptibility of beef herds because higher proportions of the herds are lactating cows and yearlings. The need for very high reproductive

performance to maintain herd profitability is greatest when animals are sold at young ages (<3 years of age) (Wathes et al. 2014).

The reproductive performance is expected to improved by using both management (improvement of the current herd) and genetic approaches (improving the future herd using sires and/or breeding females that have been identified as genetically superior for reproductive traits). The main consideration is to choose traits to improve, given that all reproductive traits are expressed late in the life of an animal.

Traits such as annual calving percentages and weaning rates are composite traits comprising a number of different component traits including a) Age at which a heifer reaches puberty (and in particular, whether she is pubertal by the age of first joining). There are in turn a range of factors associated with age of puberty including live weight, body condition score and breed (e.g. Doogan et al. 1991); b) *Post partum* anoestrus interval, the time between calving date and when the cow recommences cycling, influenced by live weight, body condition score and breed, as well as lactation status; c) Time of conception after calving (e.g. McGowan et al. 2014; Holroyd & Fordyce 2019); d) The occurrence of abortions; e) Gestation length, which is also associated with breed of the cow; f) Calving date and in particular whether the cow calves early or late in the calving period; g) Neonatal mortalities as well as h) Lactation status through to calf weaning age – whether the cow is lactating through until her calf is weaned or whether lactation has ceased (e.g. the calf has died, has been crossfostered or the cow has ceased lactating etc.).

Best practice management, particularly of the breeding cow herd, is the simplest way to cost effectively improve most of these component traits (except gestation length, which is strongly associated with the cow breed) and hence to collectively improve calf weaning rates. Beef breeding businesses should aim to achieve weaning rates (the number of calves weaned within 1 calendar year, relative to the number of cows joined with a bull over the previous joining period) of at least 70%. Achieving weaning rates of at least 70% provides farmers with the opportunity to sell nonproductive older cows and replace them with heifers born into the herd. As well, if bulls or semen used for breeding have above average genetic breeding values, then the replacement heifers will contribute to overall genetic improvement of the future herd, as well as improving current herd weaning rates.

There are a number of key management practices that can be cost-effectively implemented to improve calf weaning rates in Indonesia. Test the breeding herd to ensure it is free of transmissible reproductive diseases such as brucellosis, trichomoniasis and campylobacter (McGowan 1999). Use tropically

adapted breed types that are well adapted to the production environment, provide adequate quantity and quality of nutrition and maintain cows and heifers at body condition scores of 3 throughout the year.

Implement an annual breeding calendar that ensures breeding cows and heifers are joined (with bulls or by artificial insemination) to ensure they are lactating over the annual wet season. This in turn will ensure calves are old enough to be weaned by the start of the following dry season, reducing the stress of lactation on the cows when feed supplies are reduced. Collectively, these actions increase the possibility of maintaining breeding cows at a body condition score of 3 throughout the year.

Use fertile bulls as an essential part of a successful breeding herd, but good bull management is less critical than managing the cow herd. There are a few simple steps that can be taken to manage the bull component of reproduction, including to reduce disease risk and ensure the bulls have the greatest chance of being reproductively sound and use young bulls (e.g. 2-4 years of age) to change bulls every 2-3 years to avoid inbreeding. The inbreeding occurs when the bulls are joined with their female relatives e.g. daughters, half-sisters and sometimes even their dams. Alternately, segregate out females that are known to be related to the bulls and join them to unrelated bulls. One option for farmers to achieve regular bull turnover might be to collaborate with neighbouring farmers to buy, share and manage bulls during and outside the seasonal joining period and Join bulls to breeding females at rates of around 3% (i.e. 1 bull for every 30-35 cows; (Holroyd & Fordyce 2019). If the herd is large enough to require more than one bull, join the bulls collectively as part of a single breeding herd. Multiple sire joining reduces the risk if a bull is infertile or sub-fertile, because other bulls in the herd will make up for the deficiency of that infertile or sub-fertile bull. This situation may not always been able to be carried in Indonesia, due to limited number of bulls provided in the areas, and most of the cow mating are artificially inseminated, unless practices in an extensive areas of beef cattle farming.

Figure 4 shows a simple approach to managing the breeding herd across a full year. As shown, it assumes there are clear wet and dry seasons, which are typical of northern Australian and many parts of Indonesia. Regardless of the region though, there will be seasons in all areas that are drier than the rest of the year and that result in less feed for cattle. It is therefore relatively straightforward to 'spin the wheel', so the breeding pattern fits best with particular locations where seasonal patterns differ from those shown in Figure 4.

This breeding pattern should be based on a region's long term average rainfall patterns rather than

trying to change breeding times to match the timing of the start of the rainy season each year. This will ensure that calving patterns become constant across years, thereby improving the ability to manage the breeding herd.

Join the breeding cows and heifers with the bulls (or artificially inseminate them) in the lead up to the wet season and remove them at the end of the wet season so calves are born over a limited time around 9 months later, in the lead up to the next wet season. Some farmers may find it difficult to manage bulls separately from the cows, but the benefits of achieving that will be very large over time, through increased calf weaning rates, primarily because cows will maintain their body condition if their calves are weaned by the start of the dry season.

Wean all calves before the dry season. In Figure 4 this would occur around April to June and ideally at the same time as the cows are pregnancy tested so good records are available about whether the cow was able to rear her calf to weaning and to reconceive while suckling her calf. Weaning calves at this time helps to maintain the cows' body condition score at 3. Some farmers may be either unable or unwilling to separate the calves from the cows. In those cases, use of commercial nose rings will allow the cow and calf to remain together, but the presence of the nose ring will irritate the cow's udder as the calf tries to suckle. Due to the irritation, the cow will not allow the calf to suckle, thereby weaning the calf without separating it from the cow. If the wet season has not resulted in good pasture growth, early wean calves (this could be as young as 6 or 8 weeks if necessary) and provide sufficient feed to the calves to maintain their growth. It is far cheaper to feed young calves than it is to feed cows and calves and it is also far cheaper to feed calves

than have cows die from malnutrition as they continue to suckle their calves with insufficient pasture to sustain them.

If possible, segregate pregnant heifers and cows at pregnancy testing, so they can be supplementary fed to maintain their body condition if needed later in the dry season. At the time of pregnancy testing, cull or sell all cows that have failed to rear a calf for two years in succession as those cows should be regarded as infertile or unable to suckle a calf (this is where recording lactation status at the time of pregnancy testing becomes particularly important).

If seasonal conditions are poor, consider selling non-pregnant cows and heifers to conserve pasture and maintain body condition scores of remaining cattle. Selling all non-pregnant cows and heifers will also indirectly improve the genetic merit of the breeding herd and increase future weaning rates. During calving, record the calving dates, ideally at or close to the actual calving date, but no less frequently than monthly.

Good recording systems

To achieve these targeted improvements in profitability and productivity of beef enterprises (described in the previous strategies), it is very clear that good records of individual animal and herd level performance are critical for effective farm business decision making. This does not mean a need for a sophisticated computer based recording system, as simple hand written records provide effective information for farmers to monitor the performance of their businesses, providing they make a consistent effort to maintain accurate and up-to-date records.



Figure 4. Annual breeding calendar, with breeding herd activities based on long-term average seasonal conditions

Small holder farmers in Indonesia are not used to recording any information, some of them, put notes on books, but not as formal recording format use regularly and some other just put notes in the barn by blackboard. Some farmers group have good recording on mating dates, parturition dates, calf birth weight. Even, farmers do not put any identification on to animals.

IMPLICATIONS

Assuming Indonesian beef farmers focus on improving the profitability of their businesses, they will simultaneously improve animal growth and herd reproduction rates and decrease animal mortalities, primarily through use of a range of cost effective strategies targeting improved genetics (particularly breed type), animal health and nutrition and herd management.

CONCLUSION

The best strategies for increasing beef cattle production under dryland farming systems for beef cattle farmers in Indonesia are to focus on profitability and use proven management strategies, including:

1. Taking advantages of adapted cattle breeds resistant and or tolerant to environmental stressor,
2. Understanding the markets preference and managing cattle to meet market specifications,
3. Optimizing calendar system of cattle breeding herds based on long-term average rainfall patterns,
4. Keeping good records on all aspects of breeding and fattening activities and using those records for decision-making, and
5. Adjusting stocking rates in extensive systems to match the carrying capacity of the land.

REFERENCES

- Agus A, Widi TSM. 2018. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia – a review. *AJAS*. 31:976-983.
- Burrow HM, Moore SS, Johnston DJ, Barendse W, Bindon BM. 2001. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef. *Aust J Exp Agric* 41:893-919.
- Burrow HM, Matjuda LE, Motiang D, Strydom PE, Nengovhela BN, Madzivhandila P, Griffith GR and Clark R. 2008. Developing profitable beef business systems for previously disadvantaged farmers in South Africa. Final Report. Canberra (Australia): Australian Centre for International Agricultural Research. 45 p. Available from: <http://www.aciar.gov.au/publication/FR2008-44>.
- Burrow HM. 2012a. Simultaneously improving productive and adaptive traits in tropically adapted cattle [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: <http://www.beefcra.com/documents/publications/factsheets/FS04-SimultaneouslyImprovingProductiveandAdaptiveTraits.pdf>.
- Burrow HM. 2012b. Importance of adaptation and genotype x environment interactions in tropical beef breeding systems. *Animal*. 6:729-740.
- Copland JW. 1996. Bali cattle: Origins in Indonesia. In: Wilcox GE, Soeharsono S, Dharma DMN, Copland JW eds. *Jembrana disease and the bovine lentoviruses*. ACIAR Proceedings. 75:29-33.
- Dahlanuddin, Yanuarianto O, Poppi DP, McLennan SR, Quigley SP. 2014a. Liveweight gain and feed intake of weaned Bali cattle fed grass and tree legumes in West Nusa Tenggara, Indonesia. *Anim Prod Sci*. 54:915-921.
- Dahlanuddin, Ningsih BS, Poppi DP, Anderson ST, Quigley SP. 2014b. Long-term growth of male and female Bali cattle fed *Sesbania grandiflora*. *Anim Prod Sci*. 54:1615-1619.
- Dahlanuddin, Yuliana Baiq T, Panjaitan T, Halliday MJ, van de Fliert E, Shelton HM. 2014c. Survey of Bali bull fattening practices in central Lombok, eastern Indonesia, based on feeding of *Sesbania grandiflora*. *Anim Prod Sci*. 54:1273-1277.
- Dahlanuddin, Zaenuri LA, Sutaryono YA, Hermansyah, Puspadi K, McDonald C, Williams LJ, Corfield JP, van Wensveen M. 2016. Scaling out integrated village management systems to improve Bali cattle productivity under small scale production systems in Lombok, Indonesia. *Livest Res Rural Dev*. 28:79.
- Dahlanuddin, Henderson B, Dizyee K, Hermansyah, Ash A. 2017. Assessing the sustainable development and intensification potential of beef cattle production in Sumbawa, Indonesia, using a system dynamics approach. *PLoS ONE*. 12:e0183365. doi: 10.1371/journal.pone.0183365.
- Doogan VJ, Fordyce G, Shepherd RK, James TJ, Holroyd RG. 1991. The relationships between liveweight, growth from weaning to mating and conception rate of *Bos indicus* cross heifers in the dry tropics of north Queensland. *Aust J Exp Agric*. 31:139-144.
- Frisch JE, Vercoe JE. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments. *J Agric Sci*. 103:137-153.
- Frisch JE, O'Neill CJ. 1998. Comparative evaluation of beef cattle breeds of African, European and Indian origins. 2. Resistance to cattle ticks and gastrointestinal nematodes. *Anim Sci*. 67:39-48.
- FutureBeef 2019. Nutrient requirements of beef cattle. [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: <https://futurebeef.com.au/knowledgecentre/nutrientrequirements/>.

- Holroyd RG, Fordyce G. 2019. Cost effective strategies for improved fertility in extensive and semiextensive management conditions in northern Australia [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: http://www.brahman.com.au/technical_information/reproduction/improvedFertility.html.
- Jellinek P, Avenell K, Thahar A, Sitorus P. 1980. Infertility associated with cross breeding of Bali cattle. Laporan Seminar Ruminansia II. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- McGowan MR. 1999. Brief review of infectious causes of reproductive failure in beef herds. In: Blakeley S, editor. The North Australia Program: 1998 Review of reproduction and genetics projects. North Sydney (Australia): NAP Occasional Publication No 8, Meat and Livestock Australia, Locked Bag 991. p. 73-76.
- McGowan M, McCosker K, Fordyce G, Smith D, O'Rourke P, Perkins N, Barnes T, Marquart L, Morton J, Newsome T, Menzies D, Burns B, Jephcott S. 2014. Northern Australian beef fertility project: CashCow [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: <https://www.mla.com.au/download/finalreports?itemId=333>.
- [MLA] Meat and Livestock Australia. 2019. Beef market snapshot – beef: Indonesia [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices--markets/documents/os-markets/export-statistics/oct-2018-snapshots/mla-beef-market-snapshot---indonesia---oct-2018.pdf>.
- Mohamad K, Olsson M, Andesson G, Lenstra JA, Purwantara B, van Tool H, Rodriguez-Martinez H, Colenblander B. 2012. The origin of Indonesian cattle and conservation genetics of the Bali cattle breed. *Reprod Domestic Anim.* 47:18-20. doi: 10.1111/j.1439-0531.2011.01960.x.
- Nulik J, Dahlanuddin, Kana Hau D, Pakereng C, Edison RG, Liubina D, Ara SP, Giles DR. 2013. Establishment of *Leucaena leucocephala* cv Taramba in eastern Indonesia. In: Michalk DL, Millar GD, Badgery WB, Broadfoot KM, editors. Revitalising Grasslands to Sustain Our Communities. Proceedings 22nd International Grassland Congress. Sydney, September 15-19th, 2013. Sydney (Australia): New South Wales Department of Primary Industry, Kite St., Orange New South Wales, Australia. p. 270-271.
- Nutrition EDGE. 2019. Nutrient requirement tables for Nutrition EDGE manual [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: <https://www.mla.com.au/research-and-development/search-rd-reports/final-report-details/Productivity-On-Farm/Nutrient-requirement-tables-for-Nutrition-EDGE-manual/2949>.
- Panjaitan TS, Fordyce G, Quigley SP, Winter WH, Poppi DP. 2008. An integrated village management system for Bali cattle in the eastern islands of Indonesia: The 'Kelebuh' model. *Animal Agriculture and the Role of Small Holder Farmers in a Global Economy. Proceedings The 13th Animal Science Congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies.* Hanoi, September 22-26th, 2008. Hanoi (Vietnam): AAAP. p. 576.
- Panjaitan T, Fauzan M, Dahlanuddin, Halliday MJ, Shelton HM. 2013. Growth of Bali bulls fattened with forage tree legumes in eastern Indonesia: *Leucaena leucocephala* in Sumbawa. In: Michalk DL, Millar GD, Badgery WB, Broadfoot KM, editors. Revitalising Grasslands to Sustain Our Communities. Proceedings 22nd International Grassland Congress. Sydney, September 15-19th, 2013. Sydney (Australia): New South Wales Department of Primary Industry, Kite St., Orange New South Wales, Australia. p. 601-602.
- [QDAF] Queensland Department of Agriculture and Fisheries. 2019. Cattle body condition scoring chart [Internet]. [cited 11th March 2019]. Available from: https://www.daf.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0015/53520/AnimalHDInvestigationConditionscores.pdf.
- Quigley SP, Dahlanuddin, Marsetyo, Pamungkas D, Priyanti A, Saili T, McLennan SR, Poppi DP. 2014. Metabolisable energy requirements for maintenance and gain of liveweight of Bali cattle (*Bos javanicus*). *Anim Prod Sci.* 54:1311-1316.
- Soedjana TD. 2013. Partisipasi konsumsi sebagai alat ukur status ketahanan pangan daging. *Wartazoa.* 23:166-175.
- Taylor WJ, Rudder TH. 1984. Reduction of age at sale for export carcasses: Will it affect beef producers in tropical regions?. *Proceedings 16th Conference of the Australian Society of Animal Production.* 16:379-382.
- Thornton PK. 2010. Livestock production: Recent trends, future prospects. *Phil Trans R Soc B.* 365:2853-2867.
- Wathes DC, Pollott GE, Johnson KF, Richardson H, Cooke JS. 2014. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal.* 8:91-104.

Biochar dan Asap Cair untuk Meningkatkan Performa Ternak

(Utilization of Biochar and Liquid Smoke to Increase Livestock Performance)

Novia Qomariyah^{1,2}, Y Retnani³, A Jayanegara³, E Wina⁴ dan IG Permana³

¹Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Jl. Perintis Kemerdekaan km. 17,5, Makassar

³Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

⁴Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor

Kontributor utama: novia_joyo@yahoo.com

(Diterima 28 Oktober 2019 – Direvisi 20 November 2019 – Disetujui 3 Desember 2019)

ABSTRACT

Biochar and liquid smoke may be utilized as feed additives that potentially used as substitutes for antibiotics. These products are derived from the pyrolysis process that utilizes agricultural, plantation and wood residues. This paper aims to review research results regarding the use of biochar and liquid smoke as feed additives in both non-ruminants and ruminants. Information on the use of biochar and liquid smoke in livestock are available such as the use of 0.5-1 g bamboo charcoal/ kg goat feed increased growth; addition of 0.2-0.6% corn cobs char to chicken feed showed significant increase in body weight; the addition of 0.6% biochar/ kg feed to local cattle feed increased body weight; the use of activated charcoal containing wood vinegar liquid can reduce cryptosporidiosis in goats and cattle. The opportunity to use agricultural and plantation residues as raw materials for generating biochar and liquid smoke is one of the breakthroughs in realizing the concept of sustainable and environmentally friendly of bioindustrial agriculture. The use of biochar and liquid smoke from agricultural and plantation residues is expected to increase livestock productivity.

Key words: Biochar, liquid smoke, performance, livestock

ABSTRAK

Biochar dan asap cair merupakan salah satu pakan aditif yang potensial dimanfaatkan sebagai pengganti antibiotik. Keduanya berasal dari proses pirolisis yang memanfaatkan limbah baik pertanian, perkebunan maupun sisa kayu. Penelitian *biochar* dan asap cair (*liquid smoke*) pada ternak di Indonesia masih terbatas informasinya. Paper ini mengulas sejumlah hasil riset mengenai penggunaan *biochar* dan asap cair sebagai pakan aditif pada ternak unggas dan ruminansia. Informasi penggunaan *biochar* dan asap cair pada ternak, diantaranya: pemberian *biochar* bambu 0,5-1 g/kg pakan kambing meningkatkan pertumbuhan; penambahan *biochar* tongkol jagung 0,2-0,6% ke dalam pakan ayam menghasilkan peningkatan berat badan; penambahan *biochar* 0,6% bahan kering ke dalam pakan sapi lokal meningkatkan bobot badan; pemanfaatan campuran *activated charcoal* dan asap cair dari kayu dapat menekan *cryptosporidiosis* pada anak kambing maupun sapi. Pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan sebagai bahan baku *biochar* dan *liquid smoke* merupakan salah satu terobosan dalam mewujudkan konsep pertanian bioindustri yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Penggunaan *biochar* dan asap cair dari limbah pertanian dan perkebunan meningkatkan produktivitas ternak.

Kata kunci: *Biochar*, asap cair, performa, ternak

PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas ternak secara cepat adalah dengan penggunaan bahan aditif pemacu pertumbuhan yaitu *Antibiotic Growth Promoter* (AGP). Namun penggunaan antibiotik secara terus menerus menyebabkan dampak residu pada produk yang dihasilkan sehingga timbulnya resisten mikroba. Hal ini telah menjadi masalah besar dalam industri peternakan di seluruh dunia. Peternak di Indonesia telah banyak menggunakan AGP, namun dengan adanya pelarangan penggunaan AGP per 1 Januari 2018 oleh pemerintah maka peternak tidak

boleh lagi menggunakan AGP yang dicampur ke dalam pakan ternak dan harus mencari bahan AGP alternatif alami yang dapat mempercepat peningkatan performa ternak.

Saat ini ada beberapa AGP alternatif yang telah dikomersilkan antara lain bahan aktif dari tanaman (fitogenik), asam organik, probiotik, prebiotik atau enzim. Salah satu bahan yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi AGP alternatif adalah agen penurun emisi amonia serta metana adalah *biochar* (arang) dan asap cair (*liquid smoke/liqsmoke*). Arang dikenal selama berabad-abad sebagai salah satu pengobatan darurat untuk keracunan pada hewan.

Arang telah dikenal sebagai bahan adsorpsi yang baik karena mudah dihubungkan ke berbagai jenis molekul. Selain itu, arang sangat efektif dalam menghilangkan racun bakteri dalam studi *in vitro* (Du et al. 1987). Arang dapat menghilangkan racun dari *E. coli*. Penggunaan arang atau *biochar* pada ternak sebagai suplemen pakan untuk meningkatkan kesehatan hewan, efisiensi pakan dan produktivitas ternak. *Biochar* terbukti memberikan efek positif terhadap parameter adsorpsi toksin, pencernaan, darah, efisiensi pakan, kualitas daging dan/atau emisi gas rumah kaca (Schmidt et al. 2019). Sementara itu, *wood vinegar/pyroligneous acid/liquid smoke/bio-oil* adalah kondensat air dari asap yang dihasilkan selama karbonisasi kayu. *Bamboo vinegar* adalah cairan transparan berwarna coklat-merah sebagai produk samping selama pirolisis arang bambu. Cairan ini mengandung lebih dari 200 jenis senyawa organik, termasuk asam asetat, senyawa fenolik, senyawa alkana, senyawa alkohol, senyawa dan bahan aldehida. Sementara *wood vinegar* adalah produk cair dari proses pirolisis kayu dan terdiri dari campuran kompleks air, fenol, guaiacol, vanilin, katekol, syringol, furan karboksaldehida, isoeugenol, piron, asam asetat, asam format dan asam karboksilat lainnya (Mohan et al. 2006). *Bamboo vinegar* dengan pH 2,5-2,8 dapat berfungsi sebagai insektisida, fungisida, bakterisida, dan deodoran untuk mengobati bau busuk dari hewan peliharaan (Akakabe et al. 2006). Pemanfaatan *bamboo vinegar* sebagai aditif pakan ternak adalah konsep baru pada unggas (Ruttanavut et al. 2009; Yamauchi et al. 2010). *Wood vinegar* merupakan penghambat pertumbuhan dan patogenisitas patogen (jamur dan bakteri) yang efektif pada tanaman (Chalermisan & Peerapan 2009).

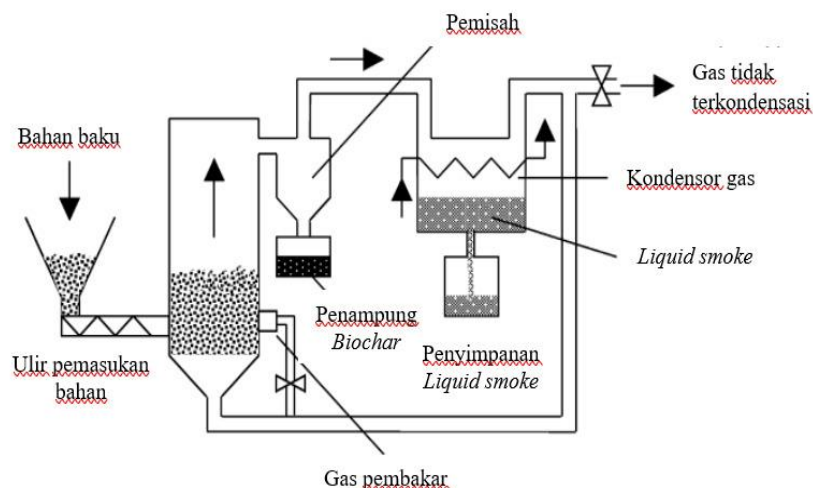
Manfaat penggunaan *biochar* dan asap cair diharapkan tidak hanya untuk meningkatkan produktivitas ternak melainkan juga berkontribusi

terhadap penurunan pemanasan global. Gas metana (CH_4) disinyalir berkontribusi sebagai penyebab pemanasan global, dimana 50-60% berasal dari sektor pertanian. Dalam bidang peternakan, khususnya ternak ruminansia, gas metana dihasilkan dari aktivitas metanogen di dalam rumen dan diemisikan melalui mulut sebanyak 94% dan sebanyak 5-6% gas metana diproduksi dari feses selama penumpukan kotoran. Sementara dampak bagi ternak ruminansia adalah kehilangan energi pakan sebesar 5-9% yang seharusnya peruntukannya untuk produktivitas (Jeyanathan et al. 2014).

Selama ini, pemanfaatan arang (*biochar*) dan asap cair (*liquid smoke*) banyak dilakukan di bidang pertanian tetapi masih terbatas di bidang peternakan. Sementara itu, penelitian *biochar* dan asap cair (*liquid smoke*) pada ternak di Indonesia masih terbatas informasinya. Oleh karena itu paper ini bertujuan untuk menguraikan berbagai hasil riset mengenai penggunaan *biochar* dan asap cair sebagai pakan aditif dan responnya pada ternak unggas dan ruminansia.

TEKNOLOGI ARANG (*BIOCHAR*) DAN ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE*)

Teknologi pembuatan arang dan asap cair dikenal dengan proses pirolisis, yaitu penguraian bahan organik atau biomassa dengan pasokan oksigen yang terbatas selama proses pembakaran berlangsung. Tahapan proses pirolisis yaitu: 1) Tahap penguapan air bahan, berlangsung pada suhu 100-120°C; 2) Tahap penguraian selulosa, berlangsung pada suhu 260-310°C; 3) Tahap penguraian lignin yang menghasilkan tar, berlangsung pada suhu 310-500°C; 4) Tahap pemurnian arang, berlangsung pada suhu 500-1000°C (Loppies 2016).



Gambar 1. Lay out alat pirolisis (Basu 2010)

Komposisi produk yang dihasilkan pada berbagai kondisi pirolisis selengkapnya disajikan pada Tabel 1. Menurut waktu dan suhu, ada 4 jenis pirolisis yaitu pirolisis lambat, menengah, cepat dan *gasifikasi* (Bridgwater 2003). Menurut Pari et al. (2006) persyaratan arang yang berkualitas sebagai berikut: 1) cukup keras dan tidak mudah hancur, 2) kandungan arang (*fixed carbon*) lebih dari 75%, 3) kadar abu 5%, 4) kadar air maksimal 15%, 5) kadar zat menguap maksimal 15%, 6) tidak tercemar oleh unsur-unsur yang membahayakan atau kotoran.

Alat pirolisis dikembangkan di tingkat petani modelnya sangat sederhana dengan sumber energi dari biomassa yang dibakar dan alat tersebut dalam skala laboratorium menggunakan tenaga listrik. Secara prinsip *lay out* alat pirolisis disajikan pada Gambar 1. Biomassa dimasukkan ke dalam ruang pirolisis yang mengandung padatan panas (*fluidized bed*) dan memanaskan biomassa ke suhu pirolisis, di mana dekomposisi dimulai. Uap kondensasi dan nonkondensasi dilepaskan dari biomassa meninggalkan ruang, sedangkan arang padat yang dihasilkan sebagian tetap di dalam ruang dan sebagian di dalam gas. Gas dipisahkan dari arang dan didinginkan di bagian hilir reaktor. Uap terkondensasi mengembun sebagai minyak/*bio-oil* atau minyak pirolisis; gas yang tidak terkondensasi meninggalkan ruang sebagai produk gas. Gas-gas ini dapat ditembakkan dalam kompor untuk memanaskan ruang pirolisis, atau dilepaskan untuk tujuan lain. Demikian pula, arang padat dapat dikumpulkan sebagai produk komersial atau dibakar dalam ruang terpisah untuk menghasilkan panas yang diperlukan untuk pirolisis. Karena gas ini bebas dari

oksigen, bagian gasnya dapat didaur ulang ke dalam ruang pirolisis sebagai pembawa panas atau media fluidisasi.

Bahan baku untuk memproduksi arang meliputi serbuk kayu, cabang dan cangkang industri kehutanan, sebagian besar bahan kayu. Potensi limbah pertanian dan perkebunan di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *biochar* dan asap cair sangat melimpah. Salah satunya dilaporkan oleh Saenab et al. (2018) yaitu *biochar*, *biosmoke* dan *biofat* asal cangkang mete sebagai agen penurun metana pada ternak ruminansia. Sementara itu, limbah pertanian dan perkebunan yang sangat melimpah lainnya adalah sekam padi, batok/tempurung kelapa, dan kulit buah kakao.

Bahan-bahan yang dapat dibuat *biochar* dan asap cair selengkapnya disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa biomassa dari bahan yang sama akan menghasilkan komposisi produk hasil pirolisis yang berbeda dengan adanya perbedaan suhu pirolisis yang digunakan, dimana semakin tinggi suhu maka komposisi arang dan asap cair yang dihasilkan semakin menurun dan komposisi gas meningkat. Proses pirolisis pada bahan, suhu dan tipe reaktor yang sama, namun ukuran partikel berbeda menghasilkan komposisi hasil yang berbeda. Proses pirolisis pada sekam padi yang dilakukan pada suhu 450°C menggunakan *fluidised bed reactor* menghasilkan komposisi arang, asap cair dan gas masing-masing 32%, 43,5% dan 10% (Williams & Nugranad 2000); sementara hasil penelitian Zheng et al. (2006) pada bahan yang sama dengan tipe reaktor yang sama menghasilkan komposisi yang berbeda yaitu 29%, 56% dan 15%.

Tabel 1. Komposisi produk yang dihasilkan pada berbagai kondisi pirolisis

Proses	Asap cair	Padatan (<i>biochar</i>)	Gas (<i>syngas</i>)
<i>Pirolisis cepat:</i>	75%	12%	13%
Suhu tinggi (600–700°C),	(25% air)		
Waktu pemanasan singkat (<5 menit)			
<i>Pirolisis menengah:</i>	50%	25%	25%
Suhu sedang (500–600°C),	(50% air)		
Waktu pemanasan sedang (5-15 menit)			
<i>Pirolisis lambat:</i>	30%	35%	35%
Suhu rendah (400–500°C),	(70% air)		
Waktu pemanasan lama (>15 menit)			
<i>Gasifikasi:</i>	5%	10%	85%
Suhu sangat tinggi	(5% air)		
(>800°C), waktu pemanasan lama			

Sumber: Sohi et al. (2009)

Tabel 2. Komposisi hasil pirolisis dari berbagai jenis biomassa

Biomassa	Temperatur (°C)	Hasil (%)			Pustaka
		Arang	Asap cair	Gas	
Tonggol jagung	600	24,0	34,0	42,0	Cao et al. (2004)
Jerami padi	400	23,0	57,0	0,0	Lee et al. (2005)
	412	32,0	50,0	8,0	
Sekam padi	420	35,0	53,0	12,0	Zheng et al. (2006)
	450	29,0	56,0	15,0	
	480	24,0	56,0	20,0	
	510	21,0	33,0	26,0	
	540	18,0	49,0	33,0	
Kulit almon	300	47,3	41,3	11,4	González et al. (2005)
	400	30,6	53,1	16,3	
	500	26,0	49,3	24,7	
	600	23,5	44,3	32,2	
	700	21,7	36,3	42,0	
	800	21,5	31,0	47,5	
Kulit kemiri	480	17,0	23,0	50,0	Manurung et al. (2009)
	400	33,0	44,0	23,0	
Kulit kacang	500	45,0	30,0	25,0	Sricharoenchaikul et al. (2008)
	600	42,0	29,0	29,0	
	700	42,0	27,0	31,0	
	800	41,0	26,0	33,0	

Karakteristik fisik dan kimia *biochar*

Menurut hasil penelitian Mukome et al. (2013) metode dan suhu pirolisis adalah faktor kunci yang mempengaruhi sifat fisik dan kimia *biochar*. Namun, informasi tentang karakteristik bahan baku untuk pembuatan *biochar* lebih mudah untuk dipahami seperti kadar abu lebih tinggi pada *biochar* dari kayu dibandingkan dengan *biochar* dari bahan non kayu. *Biochar* memiliki kadar abu yang rendah sehingga mudah dalam transportasi dan mengurangi dampak kerugian akibat tertiup angin ketika pengaplikasian ke dalam tanah. Sementara itu, untuk *biochar* yang berasal dari kayu, luas permukaan berkorelasi dengan suhu pirolisis, jika suhu pirolisis rendah maka luas permukaan rendah. Semua *biochar* memiliki karakteristik umum pH tinggi (6,8–10,9) dan rasio C/N yang tinggi (>20). *Biochar* atau arang hayati tandan kosong kelapa sawit memiliki kadar makronutrien C 60%; N 1,07%; P 1,29%; K 13,37%; Mg 1,02%; Ca 1,71% dan mikronutrien Fe 0,95%; B 31 ppm dan Zn

248 ppm, dengan pH 9 (Kresnawaty et al. 2017). Proporsi relatif komponen *biochar* menentukan sifat kimia, fisik dan fungsi *biochar* secara keseluruhan (Brown 2009), yang pada gilirannya berpengaruh terhadap proses aplikasi, pengangkutan dan dampak ke lingkungan (Downie et al. 2009).

Kadar air adalah komponen penting dari *biochar*, karena kadar air yang lebih tinggi meningkatkan biaya produksi *biochar* dan biaya pengangkutannya. Kadar air *biochar* dijaga sebesar 10% (berdasarkan berat) dengan jalan mengeringkan bahan baku biomassa sebelum proses pirolisis.

Karakteristik fisik dan kimia asap cair

Mohan et al. (2006) menyebutkan nama lain dari *bio-oil* adalah *pyrolysis oil*, *pyrolysis liquid*, *bio-crude oil* (BCO), *wood liquid*, *wood oil*, *liquid smoke*, *wood distillates*, *pyroligneous acid*, dan *liquid wood*. Kualitas dari asap cair/*bio-oil* tergantung komposisi

biomassa, terutama proporsi selulosa, hemiselulosa dan lignin (Yang et al. 2014).

Selain itu, Waghmare et al. (2016) menyatakan bahwa suhu dan tekanan mempunyai pengaruh yang nyata terhadap rendemen dan komposisi asap cair/bio-oil. Limbah biomassa serbuk gergaji akan maksimal menghasilkan asap cair pada tekanan 10 bar dan suhu 500°C yaitu sebesar 27,48%. Selain itu, asap cair/bio-oil hasil pirolisis mengandung berbagai bahan kimia termasuk siklopentanon, metoksi fenol, asam asetat, metanol, aseton, furfural, fenol (cincin aromatik), format asam, levoglucosan, guaiacol dan fenol teralkilasi dan turunannya (Lu et al. 2011).

Ukuran partikel juga berperan penting dalam kualitas produk hasil pirolisis. Islam et al. (2013) menyatakan bahwa pirolisis biji pinus menghasilkan asap cair maksimum pada suhu 500°C untuk ukuran partikel 2,36-2,76 mm, dan produk asap cair berkurang pada ukuran partikel yang lebih kasar dan pada suhu yang lebih rendah (400°C). Punsuwan & Tangsathikulchai (2014) mengidentifikasi pengaruh suhu (250-1.050°C) dan ukuran partikel (0,18-1,55 mm) pada hasil produk pirolisis dalam cangkang kelapa sawit, inti sawit dan *pulp* singkong bahwa suhu yang lebih tinggi dan ukuran partikel yang lebih kecil menyebabkan peningkatan asap cair.

Menurut hasil penelitian Fukuda (2014) bahwa kualitas produk asap cair tergantung pada suhu pirolisis, dimana arang yang dihasilkan akan menurun, ketika suhu meningkat. Sementara asap cair dihasilkan sebesar 50-60% pada kisaran suhu 450-550°C. Mempertimbangkan pengaruh dari sifat biomassa, dimana biomassa dengan kandungan materi volatil yang lebih tinggi cenderung memberikan hasil asap cair yang tinggi sementara kadar abu yang tinggi cenderung menghambat produksi asap cair. Karakteristik asap cair dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik asap cair

Parameter	Karakteristik
Warna	Hampir hitam atau merah-coklat tua ke hijau tua, tergantung pada bahan baku awal dan jenis pirolisis yang digunakan
Densitas	~1,2 kg/L (densitas minyak sebagai bahan bakar sebesar ~0,85 kg/L)
Viskositas	rendah 25 cSt - tinggi 1000 cSt (diukur pada suhu 40°C)
Penyimpanan	Pada atau di bawah suhu ruang
pH	2-5
Bau	Asap yang khas

Sumber: Bridgwater (2003); Xiu & Shahbazi (2012)

Komposisi asap cair yang dihasilkan tergantung pada bahan baku, jumlah relatif selulosa dan lignin yang terkandung di dalamnya. Asap cair terdiri dari ukuran molekul yang berbeda yang berasal dari depolimerisasi dan reaksi fragmentasi dari tiga blok bangunan utama biomassa yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan lignin yang tinggi, seperti pada kulit kayu memiliki kecenderungan untuk memberikan hasil cairan yang lebih rendah (60-65%). Namun, ini diimbangi oleh kepadatan energi yang lebih tinggi daripada dalam bahan cair yang tinggi kandungan selulosanya. Sementara pada bahan yang memiliki kandungan selulosa tinggi memberikan hasil cairan yang lebih tinggi (75-93%). Pada Tabel 4 disajikan kisaran proporsi relatif dari komponen asap cair. Asap cair memiliki kandungan air 15-30% berasal dari kadar air bahan baku dan produk dehidrasi selama proses pirolisis dan penyimpanan. Derajat keasaman (pH) asap cair rendah mengingat kandungannya sebagian besar adalah asam karboksilat, seperti asam asetat dan asam format (Zhang et al. 2007). Hasil penelitian Saenab et al. (2016) melaporkan bahwa pH dari asap cair 3,12-3,69

Tabel 4. Kisaran proporsi relatif dari komponen asap cair

Komponen	Proporsi
Kadar air (%)	15-30
pH	2,5
Komposisi unsur (%)	
C	54-58
H	5,5-7,0
O	35-40
N	0-0,2
Abu	0-0,2

Sumber: Mohan et al. (2006)

Karakteristik biologis *biochar* dan asap cair

Beberapa penelitian menunjukkan kegunaan senyawa fenolik yang terkandung dalam asap cair berasal dari lignin berguna sebagai agen antimikroba (menekan pertumbuhan bakteri) (Beker et al. 2016). Senyawa fenol memiliki sifat antimikroba yaitu bersifat bakterisidal (membunuh bakteri), bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri), fungisidal (membunuh jamur), fungistatik (menghambat pertumbuhan jamur). Pemanfaatannya sebagai antibakteri, antioksidan dan antifungal dengan adanya senyawa polifenol yang dapat menyebabkan kerusakan

oksidatif. Selain itu, senyawa polifenol merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat antioksidan (Crozier et al. 2011).

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi bahan biomassa mana yang menghasilkan asap cair dengan aktivitas antimikroba terkuat. Kelompok hidroksil ($-OH$) dari senyawa fenolik ini dapat berinteraksi dengan membran sel dan memecah strukturnya, menyebabkan kebocoran komponen intraseluler. Kelompok aktif seperti hidroksil ($-OH$) meningkatkan pergerakan elektron dalam membran, bertindak sebagai penukar elektron dan menyebabkan pengurangan gradien elektron melintasi membran. Proses ini menyebabkan runtuhnya kekuatan penggerak proton dan penurunan adenosin trifosfat (ATP) dan akhirnya menyebabkan kematian sel. Gugus hidroksil ini dapat dengan mudah terhubung ke situs aktif enzim yang mengubah metabolisme seluler mikroorganisme.

Sementara itu, arang telah dikenal sebagai bahan adsorpsi yang baik karena hubungannya dengan berbagai jenis molekul. Berdasarkan hasil penelitian Yang et al. (2019) bahwa *biochar* yang berasal dari bahan baku yang berbeda memiliki efek yang berbeda pada pertumbuhan bakteri, bahkan *strain* yang berbeda menunjukkan respon pertumbuhan yang tidak sama terhadap sampel *biochar* yang sama. *Biochar* dari tongkol jagung secara signifikan mampu merangsang pertumbuhan sebagian besar *strain* yang diuji, sedangkan pertumbuhan empat *strain*, termasuk *Bacillus pumilus* ACCC04306, *B. licheniformis*, *B. cereus*, dan *Kitasatospora viridis*, dihambat oleh penambahan *biochar* dari sekam padi. Semua *biochar* sangat mendukung pertumbuhan *B. mucilaginosus* tetapi menghambat bakteri *K. viridis*. *Biochar* dari tongkol jagung menunjukkan adsorpsi terkuat pada *B. thuringiensis* tetapi menunjukkan pertumbuhan terbesar pada *B. mucilaginosus*.

PEMANFAATAN BIOCHAR DAN ASAP CAIR SEBAGAI PAKAN ADITIF PADA TERNAK

Ternak unggas

Asap cair dapat digunakan pada hewan ternak agar sistem pencernaan dan absorpsi nutrisi berjalan baik, serta mengurangi diare. Hasil penelitian penggunaan *biochar* dan asap cair pada ternak unggas disajikan pada Tabel 5.

Hasil penelitian menunjukkan respon positif pada parameter kesehatan dan produksi ternak. Dilaporkan bahwa *biochar* dapat menekan populasi bakteri patogen sehingga kematian ternak unggas dapat ditekan. Selain itu, campuran *biochar* dan asap cair dapat

meningkatkan fungsi villi usus sehingga penyerapan nutrisi menjadi lebih baik.

Asap cair dari kulit kacang mete dapat menekan jumlah bakteri *E. coli* secara *in vitro* (Sinurat et al. 2018). Pemberian asap cair melalui air minum sampai taraf 1,00% memberikan hasil yang optimal terhadap sistem imun dan angka mortalitas ayam broiler (Yosi & Sandi 2014). Pemberian *bamboo vinegar powder* hingga 1% dalam ransum memberikan efek kekebalan yang mirip dengan antibiotik (Qin et al. 2018). Penelitian lainnya pada itik pemberian *biochar* 1% ke dalam pakan basal mengandung *sea tangle* (*Laminaria japonica*) menghasilkan daging yang memiliki kadar lemak kasar yang tinggi; peningkatan konsentrasi asam lemak omega-3 dan penurunan rasio n-6/n-3 rasio *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) Islam et al. (2014).

Ternak ruminansia

Beberapa hasil riset penggunaan *biochar* dan asap cair pada ternak ruminansia disajikan pada Tabel 6. Informasi tentang penelitian asap cair pada ruminansia sangat terbatas sedangkan informasi mengenai penggunaan *biochar* pada ruminansia lebih banyak. Tetapi *biochar* yang digunakan adalah *biochar* yang sudah diaktivasi dengan asam.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan respon yang positif terhadap parameter produksi maupun kesehatan ternak ruminansia. Penggunaan *biochar* teraktivasi dapat meningkatkan pencernaan dan menurunkan emisi metana sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Sedangkan penggunaan campuran *biochar* dan asap cair pada anak kambing atau anak sapi dapat menekan diare sehingga meningkatkan kesehatan ternak.

Hasil penelitian Kook & Kim (2003) melaporkan penambahan *bamboo vinegar* (BV) 3% dan 6% pada sapi asli Korea "Hanwoo" terhadap kinerja pertumbuhan, profil serum dan kualitas daging. Hasil menunjukkan kenaikan berat badan harian sedikit meningkat pada 3% BV, tetapi menurun pada 6% BV. Konsumsi pakan menurun dengan peningkatan level *Bamboo vinegar* (BV). Sementara konsentrasi glukosa profil serum menurun pada kedua level *Bamboo vinegar* (BV), tetapi total konsentrasi protein dan kolesterol meningkat dengan penambahan level *Bamboo vinegar* (BV).

Konsentrasi *blood urea nitrogen* (BUN) meningkat dengan penambahan 3% BV. Dalam karakteristik karkas, otot longissimus dari semua level BV tidak menunjukkan efek signifikan, namun ketebalan lemak punggung menurun secara signifikan pada 6% BV. Skor *marbling* meningkat dengan penambahan 3% BV, sehingga meningkatkan kualitas daging.

Komposisi asam lemak jenuh *saturated fatty acid* (SFA) menurun, sedangkan asam lemak tak jenuh *unsaturated fatty acids* (USFA) meningkat dengan penambahan 3% BV. Riset yang lain Kim & Kim (2005) yang membandingkan penggunaan pakan komersial dengan pakan yang ditambahkan bubuk arang dengan penambahan vitamin A. Penambahan 2% charcoal dan 0,2% vitamin A pada pakan sangat berpengaruh terhadap tekstur daging pada sapi jantan “Hanwoo”, namun tidak berpengaruh terhadap kenaikan bobot badan sapi.

Penelitian Abustam et al. (2017) melakukan penambahan *liquid smoke* dengan konsentrasi yang berbeda (0, 10, 20%) dan masing-masing dicampur sebanyak 2% ke dalam blok pakan (*urea, coconut water, liquid smoke multi-nutrient block/UCSMB*). UCSMB diberikan kepada sapi Bali selama 45 hari dan menghasilkan daging dengan kualitas seperti *water holding capacity* (WHC), *cooked meat shear force value* (CMSF), *cooking loss* (CL), nilai *TBARS*, warna daging lebih baik dibandingkan kontrol.

Table 5. Hasil penelitian penggunaan *biochar* dan asap cair pada ternak unggas

Bentuk	Dosis	Hasil penelitian	Pustaka
<i>Biochar</i>	1, 2 dan 4%	<i>Biochar</i> 2% menurunkan bakteri patogen unggas seperti <i>Campylobacter</i> , <i>G. anatis</i> dan <i>C. hepaticus</i>	Willson et al. (2019)
<i>Biochar</i> sekam padi	0, 1% dari BK pakan	Menurunkan bakteri patogen pada feses ayam lokal	Hien et al. (2018)
Campuran <i>bamboo charcoal</i> dan <i>bamboo vinegar</i> (BCV)	0; 0,5; 1 dan 1,5%	BCV level 1,0% mengurangi bakteri patogen dan merangsang fungsi usus; BCV level 1,5% meningkatkan ketebalan kulit telur	Rattanawut et al. (2017)
Arang dari <i>woody green waste</i>	1;2 dan 4% dari BK pakan	Berat telur meningkat 5% dan konversi pakan 12%, lebih baik dibandingkan kontrol	Prasai et al. (2017)
<i>Biochar</i>	0; 2% dari BK	Tingkat kematian 17% < kontrol	Kupper et al. (2015)
Campuran <i>bamboo charcoal</i> dan <i>bamboo vinegar</i> (BCV)	0; 0,5; 1 dan 1,5%	BCV 1% memberikan kinerja pertumbuhan terbaik pada ayam Betong	Rattanawut (2014)
<i>Charcoal</i>	0,1; 0,5, dan 1%	Pemberian pada level 1% dapat menggantikan penggunaan antibiotik pada itik	Islam et al. (2014)
<i>Charcoal</i> tongkol jagung	0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1% dari BK	Meningkatkan kinerja pertumbuhan dan beberapa sifat karkas pada ayam broiler	Kana et al. (2011)
<i>Bamboo charcoal</i> dan <i>bamboo vinegar</i>	0; 0,5; 1 dan 1,5% dari BK pakan	Dosis 1% dapat menggantikan antibiotik, menstimulasi villi usus dan struktur sel epitel sehingga meningkatkan kinerja produksi ayam <i>white leghorn</i>	Yamauchi et al. (2010)
<i>Charcoal</i>	0,3% dari BK pakan	Peningkatan bobot badan dan efisiensi pakan serta penurunan kematian sebesar 4,4% pada kalkun	Majewska et al. (2009)
Campuran <i>bamboo charcoal powder</i> dan <i>vinegar liquid</i>	0; 0,1 dan 1% dari BK pakan	Pemberian 1% pada itik dapat meningkatkan villi usus dan sel epitel	Ruttanavut et al. (2009)
<i>Charcoal</i>	3 kg/ton pakan	Meningkatkan bobot badan 6,5%, menurunkan konversi pakan 6,9% dan kematian kalkun dibanding kontrol	Majewska et al. (2009)

Tabel 6. Hasil penelitian penggunaan *biochar* dan asap cair pada ternak ruminansia

Bentuk	Dosis	Hasil penelitian	Jenis ternak	Pustaka
<i>Biochar</i> sekam padi	1% dari BK pakan	Meningkatkan konsumsi BK sebesar 4% dan pertambahan bobot badan 17%	Sapi lokal	Vongkhamchanh et al. (2018)
<i>Liquid smoke</i>	0, 10, 20%	Meningkatkan kualitas daging	Sapi	Abustam et al. (2017)
<i>Activated charcoal (AC)</i>	15 dan 30 g/kg BK pakan	Tidak berpengaruh pada konsumsi dan pencernaan. pemberian hingga 30 g/kg meningkatkan konsentrasi C feses yang dapat terdegradasi secara perlahan, tanpa efek negatif pada metabolisme N kambing	Kambing	Al-kind et al. (2016)
<i>Biochar</i>	1% dari BK pakan	Meningkatkan pencernaan BK, BO, protein kasar, dan retensi nitrogen serta konversi pakan yang lebih baik	Kambing	Silivong & Preston (2016)
<i>Biochar</i> komersial	1% dari BK pakan	Penurunan produksi metana hingga inkubasi 48 jam	Sapi (<i>in vitro</i>)	Leng et al. (2013)
<i>Biochar</i> komersial	0,6% dari BK pakan	Mengurangi produksi metana masing-masing sebesar 22 dan 29%, efeknya menjadi aditif (41% reduksi) untuk kombinasi <i>biochar</i> dan nitrat	Sapi	Leng et al. (2012)
<i>Activated carbon</i>	0, 20, 40 g	Meningkatkan total pencernaan nutrisi ketika sapi diberi pakan silase berkualitas buruk, tetapi karbon aktif tidak efektif digunakan ketika hijauan pakan berkualitas baik diberikan	Sapi	Erickson et al. (2011)
<i>Activated charcoal</i> mengandung <i>wood vinegar liquid</i>	3,75 g/hari/ekor	Efektif mencegah diare yang disebabkan oleh <i>cryptosporidiosis</i> melalui pengurangan ekskresi oosista vs kontrol	Anak kambing	Paraud et al. (2011)
<i>Activated charcoal</i> mengandung <i>wood vinegar liquid</i>	10 g	Efektif mengobati <i>cryptosporidiosis</i> pada anak sapi	Anak Sapi	Watarai et al. (2008)
<i>Bamboo charcoal</i>	0; 0,5; 1,0 dan 1,5 g per kg bobot badan	Tidak meningkatkan konsumsi, namun meningkatkan pencernaan BK dan BO, dan protein kasar, nitrogen dan retensi nitrogen pada dosis 0,5 dan 1,0 daripada kontrol	Kambing	Van et al. (2006)

PELUANG PEMANFAATAN BIOCHAR DAN ASAP CAIR DI INDONESIA

Sebagai akibat pelarangan penggunaan AGP dalam pakan maka harus dicari bahan AGP alternatif alami yang dapat mempercepat peningkatan performa ternak. Pelarangan ini bukan tanpa sebab, mengingat status resistensi antibiotika terhadap bakteri baik pada manusia maupun hewan semakin meningkat,

khususnya *Salmonella* spp. dan *Escherichia coli*. Jika hal ini dibiarkan terus menerus dapat mencemari produk yang dihasilkan dan berdampak pada manusia yang mengkonsumsinya serta menimbulkan penyakit serius yang sulit diobati. Berbagai hasil studi penggunaan *biochar* dan asap cair sebagai aditif pakan dari berbagai sumber telah menunjukkan dampak positif diantaranya meningkatkan kesehatan hewan, efisiensi dan produktivitas ternak, absorpsi toksin,

kualitas daging, mengurangi kehilangan nutrisi akibat gas metana dan menurunkan emisi gas rumah kaca.

Penggunaan *biochar* dan asap cair ini juga dapat mendukung program bebas antibiotik, dimana petani diarahkan untuk memanfaatkan bahan fungsional di sekitarnya sebagai agen pemacu pertumbuhan yang alami dan ramah lingkungan. Pengembangan *biochar* dan asap cair dari biomassa limbah pertanian maupun perkebunan memiliki peluang besar untuk dikembangkan seperti limbah kulit buah kakao, limbah tempurung kelapa, tongkol jagung dan sebagainya. Bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *biochar* dalam penelitian diantaranya yaitu jerami padi, jerami jagung dan tandan kosong kelapa sawit (Maftu'ah & Nursyamsi 2014), cangkang kelapa sawit (Santi & Goenadi 2012), serbuk gergaji (Komarayati et al. 2012), dan sekam padi (Maftu'ah & Nursyamsi 2015; Saputra et al. 2016).

Di Indonesia potensi pembuatan *biochar* dan asap cair cukup besar, mengingat bahan baku seperti tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, kulit buah kakao, sekam padi, cangkang mete, tongkol jagung, residu kayu, tanaman bakau cukup tersedia. Pemanfaatan arang selama ini sebagai agen penyerap dalam pengolahan limbah cair, pemurnian air minum dan pemurnian limbah cairan pabrik. Namun pemanfaatan arang (*biochar*) dan asap cair sebagai pakan aditif ternak belum dikenal luas oleh masyarakat.

Diperlukan edukasi ke masyarakat pentingnya pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan sebagai bahan baku *biochar* dan asap cair sebagai salah satu alternatif AGP. Selain itu, pengembangan *biochar* dan asap cair dari biomassa limbah pertanian maupun perkebunan juga dapat mendukung program pengembangan bioindustri yang terintegrasi dengan ternak dan meningkatkan pendapatan petani. Sekaligus penanganan limbah ini sinergis dengan isu aktual dunia akan adanya tuntutan perlunya implementasi sistem pertanian yang berkelanjutan (*sustainable*) dan ramah lingkungan (*ecofriendly*) (Kementerian Pertanian 2014). Implikasi kebijakan pengembangan *biochar* dan asap cair berbasis integrasi limbah pertanian-perkebunan dan ternak ini layak dilakukan pada provinsi sentra penghasil limbah pertanian-perkebunan dan sentra ternak ruminansia/non.

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan melalui pembuatan *biochar* dan *liquid smoke* sebagai pakan aditif telah terbukti mampu meningkatkan kesehatan hewan, efisiensi dan produktivitas ternak, absorpsi toksin, kualitas daging, mengurangi kehilangan nutrisi akibat gas metana dan menurunkan emisi gas rumah kaca. *Biochar* dan asap cair dapat dibuat dari limbah pertanian dan perkebunan.

Optimalisasi pemanfaatan limbah ini diharapkan menjadi dasar dalam mewujudkan konsep pertanian bioindustri yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abustam E, Said MI, Yusuf M, Nahariah, Tago S. 2017. Effect of liquid smoke concentration in feed block supplement and time of meat maturation on Bali beef quality. *Am J Sustain Agric*. 11:35-41.
- Akakabe Y, Tamura Y, Iwamoto S, Takabayashi M, Nyuugaku T. 2006. Volatile organic compounds with characteristic odor in bamboo vinegar. *Biosci Biotechnol Biochem*. 70:2797-2799.
- Al-kind A, Dickhoefer U, Schlecht E, Sundrum A, Schiborra A. 2016. Effects of quebracho tannin extract (*Schinopsis balansae* Engl.) and activated charcoal on nitrogen balance, rumen microbial protein synthesis and faecal composition of growing Boer goats. *Arch Anim Nutr*. 70:307-321.
- Basu P. 2010. Biomass gasification and pyrolysis: Practical design and theory. 2nd ed. San Diego (USA): Elsevier Science Publishing. p. 69.
- Beker SA, Machado ME, Maciel GPS, Silva R, Cataluña R, Caramão EB, Bento FM. 2016. Antimicrobial potential of bio-oil for use in diesel Oil B10. *J Braz Chem Soc*. 27:91-98.
- Bridgwater AV. 2003. Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass. *Chem Eng J*. 9:87-102.
- Brown R. 2009. Biochar production technology. In: Lehmann J, Joseph S, editors. *Biochar for environmental management: Science and technology*. London (UK): Earthscan. p. 127-146.
- Cao Q, Xie KC, Bao WR, Shen SG. 2004. Pyrolytic behavior of waste corn. *Bioresour Technol*. 94:83-89.
- Chalermisan Y, Peerapan S. 2009. Wood vinegar: by product from rural charcoal kiln and its role in plant protection. *Asian J Food Agro-Industry*. 2009:189-195.
- Crozier SJ, Preston AG, Hurst JW, Payne MJ, Mann J, Hainly L, Miller DL. 2011. Cocoa seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products. *Chem Cent J*. 5:1-6.
- Downie A, Crosky A, Munroe P. 2009. Physical properties of biochar. In: Lehmann J, Joseph S, editors. *Biochar for environmental management: Science and technology*. London (UK): Earthscan. p. 13-32.
- Du XN, Niu Z, Zhou GZ, Li ZM. 1987. Effect of activated charcoal on endotoxin adsorption. Part I. An in vitro study. *Biomater Artif Cells Artif Organs*. 15:229-235.

- Erickson PS, Whitehouse NL, Dunn ML. 2011. Activated carbon supplementation of dairy cow diets: Effects on apparent total-tract nutrient digestibility and taste preference. *Prof Anim Sci*. 27:428-434.
- Fukuda S. 2014. Pyrolysis investigation for bio-oil production from various biomass feedstocks in Thailand. *Int J Green Energy*. 12:215-224.
- González JF, Ramiro A, González-García, C. M. Gañan J, Encinar J, Sabio E, Rubiales J. 2005. Pyrolysis of almond shells energy applications of fractions. *Ind Eng Chem Res*. 44:3003-3012.
- Hien NN, Dung NNX, Manh LH, Le Minh BT. 2018. Effects of biochar inclusion in feed and chicken litter on growth performance, plasma lipids and fecal bacteria count of Noi lai chicken. *Livest Res Rural Dev*. 30:1-9.
- Islam MM, Ahmed ST, Kim YJ, Mun HS, Kim YJC, Yang J. 2014. Effect of Sea Tangle (*Laminaria japonica*) and charcoal supplementation as alternatives to antibiotics on growth performance and meat quality of ducks. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 27:217-224.
- Islam MN, Joardderb MUH, Hoque SMN, Shazib MS. 2013. A Comparative study on pyrolysis for liquid oil from different biomass solid wastes. *Procedia Eng*. 56:643-649.
- Jeyanathan J, Martin C, Morgavi D. 2014. The use of direct-fed microbials for mitigation of ruminant methane emissions: a review. *Animal*. 8:250-261.
- Kana JR, Tegua A, Mungfu BM, Joseph T. 2011. Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii* Engl. *Trop Anim Health Prod*. 43:51-56.
- Kementerian Pertanian. 2014. Konsep strategi induk pembangunan pertanian 2013-2045. Pertanian bioindustri berkelanjutan. solusi pembangunan pertanian Indonesia masa depan. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian.
- Kim BK, Kim YJ. 2005. Effects of feeding charcoal powder and vitamin A on growth performance, serum profile and carcass characteristics of fattening Hanwoo steers. *J Anim Sci Technol*. 47:233-242.
- Komarayati S, Gusmailina, Pari G. 2012. Arang dan cuka kayu: Produk hasil hutan bukan kayu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan hara. *Penelitian Hasil Hutan*. 31:49-62.
- Kook K, Kim KH. 2003. The effects of supplemental levels of bamboo vinegar on growth performance, serum profile and meat quality in fattening Hanwoo Cow. *J Anim Sci Technol*. 45:57-68.
- Kresnawaty I, Putra SM, Budiani A, Darmono TW. 2017. Konversi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi arang hayati dan asap cair. *J Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14:171-179.
- Kupper T, Fischlin I, Häni C, Spring P. 2015. Use of a feed additive based on biochar for mitigation of ammonia emissions from weaned piglets and broilers. In: RAMIRAN 2015 – 16th International Conference Rural-Urban Symbiosis. Hamburg, 8th–10th September 2015. Hamburg (Jerman): Hamburg University of Technology. p. 424-427.
- Lee KH, Kang BS, Park YK, Kim JS. 2005. Influence of reaction temperature, pretreatment, and a char removal system on the production of bio-oil from rice straw by fast pyrolysis, using a fluidized bed. *Energy Fuels*. 19:2179-2184.
- Leng RA, Inthapanya S, Preston T. 2013. All biochars are not equal in lowering methane production in the in vitro rumen incubations. *Livest Res Rural Dev*. 25:1-9.
- Leng RA, Preston TR, Inthapanya S. 2012. Biochar reduces enteric methane and improves growth and feed conversion in local “Yellow” cattle fed cassava root chips and fresh cassava foliage. *Livest Res Rural Dev*. 24:1-15.
- Loppies J. 2016. Karakteristik arang kulit buah kakao yang dihasilkan dari berbagai kondisi pirolisis. *J Industri Hasil Perkebunan*. 11:105-111.
- Lu R, Sheng G, Hu Y, Zheng P, Jiang H, Tang Y, Yu HQ. 2011. Fractional characterization of a bio-oil derived from rice husk. *Biomass Bioenergy*. 35:671-678.
- Majewska T, Mikulski D, Siwik T. 2009. Silica grit, charcoal and hardwood ash in Turkey nutrition. *J Elementol*. 14:489-500.
- Manurung R, Wever DAZ, Wildschut, J. Venderbosch, R.H. Hidayat H, Van Dam, J.E.G. Leijenhorst, E.J. Broekhuis AA, Heeres HJ. 2009. Valorisation of *Jatropha curcas* L. plant parts: Nut shell conversion to fast pyrolysis oil. *Food Bioprod Process*. 87:187-196.
- Mohan D, Pittman CU, Steele PH. 2006. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: A critical review. *Energy Fuels*. 20:848-889.
- Maftu'ah E, Nursyamsi D. 2014. Potensi berbagai bahan organik rawa sebagai sumber biochar. Dalam: Setyawan AD, Sugiyarto, Pitoyo A, Hernawan UE, Widiastuti A, penyunting. Manajemen Biodiversitas bagi Kemandirian Bahan Pangan, Bahan Obat dan Bahan Baku Industri. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. Depok, 20 Desember 2014. Surakarta (Indonesia): Masyarakat Biodiversitas Indonesia. hlm. 776-781.

- Mukome FND, Zhang X, Silva LCR, Six J, Parikh SJ. 2013. Use of chemical and physical characteristics to investigate trends in biochar feedstocks. *J Agric Food Chem*. 61:2196-2204.
- Paraud C, Pors I, Journal JP, Besnier P, Reisdorffer L, Chartier C. 2011. Control of cryptosporidiosis in neonatal goat kids: Efficacy of a product containing activated charcoal and wood vinegar liquid (Obioneck®) in field conditions. *Vet Parasitol*. 180:354-357.
- Pari G, Hendra D, Pasaribu R. 2006. Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang kulit kayu *Acacia mangium*. *J Penelitian Hasil Hutan*. 24:33-46.
- Prasai TP, Walsh KB, Midmore DJ, Bhattarai SP. 2017. Effect of biochar, zeolite and bentonite feed supplements on egg yield and excreta attributes. *Anim Prod Sci*. 58:1632-1641.
- Punsuwan N, Tangsathikulchai C. 2014. Product characterization and kinetics of biomass pyrolysis in a three-zone free-fall reactor. *Int J Chem Eng*. 2014: 1-10.
- Qin WY, Gan LN, Dong L, Yu LH, Wu SL, Bao WB. 2018. Effect of bamboo vinegar powder on the expression of the immune-related genes MyD88 and CD14 in weaning piglets. *Pol J Vet Sci*. 21:525-532.
- Rattanawut J. 2014. Effects of dietary bamboo charcoal powder including bamboo vinegar liquid supplementation on growth performance, fecal microflora population and intestinal morphology in Betong chickens. *J Poult Sci*. 51:165-171.
- Rattanawut J, Todsadee A, Yamauchi K. 2017. Effects of bamboo charcoal powder including vinegar supplementation on performance, eggshell quality, alterations of intestinal villi and intestinal pathogenic bacteria populations of aged laying hens. *Ital J Anim Sci*. 16:259-265.
- Ruttanavut J, Yamauchi K, Goto H, Erikawa T. 2009. Effects of dietary bamboo charcoal powder including vinegar liquid on growth performance and histological intestinal change in Aigamo ducks. *Int J Poult Sci*. 8:229-236.
- Saenab A, Wiryawan K., Retnani Y, Wina E. 2018. Manipulation of rumen fermentation by bioindustrial products of cashew nut shell (*Anacardium occidentale*) to reduce methane production. *JITV*. 23:61-70. doi: 10.14334/jitv.v23i2.1821.
- Saenab A, Wiryawan K, Retnani Y, Wina E. 2016. Karakteristik fisik dan kimia dari produk bioindustri cangkang jambu mete. *J Litri*. 22:81-90.
- Santi LP, Goenadi DH. 2012. Pemanfaatan biochar asal cangkang kelapa sawit sebagai bahan pembawa mikroba pemantap agregat. *Buana Sains*. 12:7-14.
- Saputra ART, Rahmawati L, Budianta D, Priatna SJ. 2016. Serapan nitrogen pada pertumbuhan padi (*Oriza sativa* L.) dengan pemberian *biochar* di lahan rawa lebak. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang, 20-21 Oktober 2016. Palembang (Indonesia): Universitas Sriwijaya. hlm. 186-194.
- Schmidt HP, Hagemann N, Draper K, Kammann C. 2019. The use of biochar in animal feeding. *Peer J*. 7:e7373. doi: 10.7717/peerj.7373.
- Silivong P, Preston TR. 2016. Supplements of water spinach (*Ipomoea aquatica*) and biochar improved feed intake, digestibility, N retention and growth performance of goats fed foliage of *Bauhinia acuminata* as the basal diet. *Livest Res Rural Dev*. 28:1-9.
- Sinurat AP, Wina E, Rakhmani SIW, Wardhani T, Haryati T, Purwadaria T. 2018. Bioactive substances of some herbals and their effectiveness as antioxidant, antibacterial, and antifungi. *JITV*. 23:18-27.
- Sohi S, Lopez-Capel E, Krull E, Bol R. 2009. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. *CSIRO Land and Water Science Report Series*. Canberra (Australia): CSIRO.
- Sricharoenchaikul V, Pechyen C, Aht-ong D, Atong D. 2008. Preparation and characterization of activated carbon from the pyrolysis of physic Nut (*Jatropha curcas* L.) waste. *Energy Fuels*. 22:31-37.
- Van DTT, Mui NT, Ledin I. 2006. Effect of method of processing foliage of *Acacia mangium* and inclusion of bamboo charcoal in the diet on performance of growing goats. *Anim Feed Sci Tech*. 130:242-256.
- Vongkhamchanh B, Preston TR, Leng RA, An LV, Hai DT. 2018. Effect of biochar on growth performance of local "Yellow" cattle fed ensiled cassava roots, fresh brewers' grains and rice straw. *Livest Res Rural Dev*. 30:1-7.
- Waghmare VS, Kale GR, Deshmukh GM, Doke S. 2016. Experimental study of effect of pressure on pyrolysis of biomass. *IJRET*. 5:307-313.
- Watarai S, Tana, Koiwa M. 2008. Feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid (Nekka-Rich) is effective as treatment for Cryptosporidiosis in calves. *J Dairy Sci*. 91:1458-1463.
- Williams P, Nugranad N. 2000. Comparison of products from the pyrolysis and catalytic pyrolysis of rice husks. *Energy*. 25:493-513.
- Willson N., Van TTH, Bhattarai SP, Courtice JM, McIntyre JR, Prasai TP, Moore RJ, Walsh K, Stanley D. 2019. Feed supplementation with biochar may reduce poultry pathogens, including *Campylobacter hepaticus*, the causative agent of Spotty Liver Disease. *PLoS One*. 14:1-16.

- Xiu N, Shahbazi A. 2012. Bio-oil production and upgrading research: A review. *Renew Sustain Energy Rev.* 16:4406-4414.
- Yamauchi K, Ruttanavut J, Takenoyama S. 2010. Effects of dietary bamboo charcoal powder including vinegar liquid on chicken performance and histological alterations of intestine. *J Anim Feed Sci.* 19:257-268.
- Yang F, Zhou Y, Liu W, Tang W, Meng J, Chen W, Li X. 2019. Strain-specific effects of biochar and its water-soluble compounds on bacterial growth. *Appl Sci.* 9:1-11.
- Yang SI, Wu MS, Wu CY. 2014. Application of biomass fast pyrolysis, part I: Pyrolysis characteristics and products. *Energy.* 66:162-171.
- Yosi F, Sandi S. 2014. Pemanfaatan asap cair sebagai bahan aditif dan implikasinya terhadap sistem imun dan mortalitas ayam broiler. *J Peternakan Sriwijaya.* 3:28-34.
- Zhang Q, Chang J, Wang T, Xu Y. 2007. Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. *Energy Convers Manag.* 48:87-92.
- Zheng JL, Zhu XF, Guo QX, Zhu Q. 2006. Thermal conversion of rice husks and sawdust to liquid fuel. *Waste Manag.* 26:1430-1435.

Adiponektin: Hormon Protein Potensial sebagai Kandidat Biomarka Kesuburan Pejantan

(Adiponectin: Potential Protein Hormone as a Candidate Biomarker for Male Fertility)

Hafizuddin¹, NWK Karja², L Praharani³ dan MA Setiadi²

¹Laboratorium Reproduksi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala

²Bagian Reproduksi dan Kebidanan, Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor

³Balai Penelitian Ternak

Kontributor utama: setiadi03@yahoo.com

(Diterima 6 November 2019 – Direvisi 26 November 2019 – Disetujui 26 November 2019)

ABSTRACT

Reproduction is an important factor that requires attention to increase livestock production. The application of artificial insemination (AI) technology has been developed rapidly in the world, so that availability of fertile superior male is a determinant factor of successful AI. Several recent studies have been aimed to discover male fertility biomarker, by intense research on fertility-associated proteins contained in seminal plasma. This paper describes the role of adiponectin as a biomarker candidate of male fertility. Adiponectin has a positive effect on spermatozoa functionality and steroidogenesis. This has been proven by several studies that found its expression in Sertoli cells and Leydig cells in the reproductive tract. Based on the specific role on spermatozoa functionality and steroidogenesis in supporting male fertility parameter, it is strongly suggested that adiponectin is an excellent candidate biomarker for male fertility.

Key words: Adiponectin, biomarker, fertility, male, spermatozoa

ABSTRAK

Reproduksi merupakan faktor penting yang memerlukan perhatian khusus untuk peningkatan produksi ternak. Aplikasi teknologi inseminasi buatan (IB) telah berkembang pesat di dunia, sehingga ketersediaan pejantan unggul yang subur merupakan faktor penentu keberhasilan IB. Beberapa penelitian terbaru berusaha untuk menemukan biomarka kesuburan pejantan dengan melakukan kajian yang intens tentang protein terkait dengan kesuburan (*fertility-associated proteins*) yang terdapat dalam plasma semen. Makalah ini menguraikan tentang peran adiponektin pada sistem reproduksi jantan untuk mengetahui potensinya sebagai kandidat biomarka kesuburan pejantan. Adiponektin memiliki efek positif terhadap fungsional spermatozoa dan steroidogenesis. Hal tersebut sudah dibuktikan oleh beberapa studi dengan ditemukannya ekspresi pada sel Sertoli dan sel Leydig pada organ reproduksi. Berdasarkan peran yang spesifik dan nyata pada fungsional spermatozoa dan steroidogenesis, dalam mendukung parameter kesuburan pejantan, maka patut dipertimbangkan adiponektin sebagai kandidat kuat biomarka kesuburan pejantan.

Kata kunci: Adiponektin, biomarka, kesuburan, jantan, spermatozoa

PENDAHULUAN

Kemampuan seekor ternak pejantan untuk menghasilkan keturunan sangat tergantung pada kualitas kesuburan pejantan tersebut. Deteksi dini kelainan kesuburan dan penggunaan pejantan kualitas tinggi merupakan faktor yang sangat krusial dalam perencanaan pengembangbiakan ternak. Selama ini pendugaan kesuburan pejantan dinilai dari karakteristik fisik, meliputi biometrik non-organ reproduksi, seperti pengukuran tinggi gumba, panjang badan, lebar kepala, tinggi kepala, dan lingkaran pelvis (Parker et al. 1999; Singh et al. 2014), dan biometrik organ reproduksi,

meliputi lingkaran skrotum, panjang skrotum dan volume testis (Abdelrahman et al. 2018; Hedia et al. 2019).

Karakteristik non-organ reproduksi yang berhubungan langsung dengan kualitas semen dan kesuburan yaitu lingkaran pelvis yang merupakan karakteristik yang memiliki pewarisan sifat yang tinggi (Parker et al. 1999). Lingkaran pelvis diduga berkaitan erat dengan lingkaran skrotum, sifat kejantanan, kualitas semen, yang akhirnya berhubungan dengan kesuburan yang diturunkan (Jagir et al. 2010). Parameter biometrik organ reproduksi, masih lebih banyak dijadikan acuan untuk menilai kesuburan seekor ternak pejantan dibandingkan biometrik non organ reproduksi.

Parameter tersebut terutama lingkaran skrotum, dilaporkan memiliki kaitan erat dengan karakteristik semen, seperti yang sudah dilaporkan pada kambing (Agga et al. 2011), domba (Sarlós et al. 2013), sapi (Waite et al. 2019) dan kerbau (Mahmood et al. 2018).

Menurut Utt (2016), parameter penilaian kesuburan pejantan yang paling akurat adalah melalui angka kelahiran. Disamping itu, ada beberapa parameter juga yang bisa digunakan untuk mengukur kesuburan dari perkawinan sampai kelahiran yaitu tingkat fertilisasi, *non return rate* dan angka kebuntingan. Namun, menurut Foote (2003) penilaian dengan metode tersebut tidak praktis karena kesuburan pejantan baru dapat dinilai setelah dikawinkan dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, diperlukan metode penilaian kesuburan yang lebih cepat dan akurat yang dapat digunakan sebelum hewan dikawinkan.

Penilaian kesuburan pejantan sebelum perkawinan yang paling umum digunakan adalah dengan mengevaluasi kualitas semen (Rodrigues et al. 2013; Boe-Hansen et al. 2015). Kesuburan yang dinilai berdasarkan kualitas semen saja belum dapat menggambarkan kesuburan yang sesungguhnya (de Oliveira et al. 2013; Dogan et al. 2015; Kaya & Memili 2016). Aplikasi metode penilaian kesuburan pejantan yang sudah dilakukan adalah dengan evaluasi hormon utama yang mempengaruhi reproduksi yaitu testosteron (Singh et al. 2014) dan identifikasi protein pada spermatozoa terkait kesuburan (de Oliveira et al. 2013). Namun, penilaian fertilitas pejantan dengan pengukuran testosteron, masih memerlukan kombinasi dengan parameter kualitas semen dan parameter fisik (Singh et al. 2014).

Beberapa peneliti menyarankan penilaian kesuburan perlu diarahkan pada analisis protein yang berkaitan erat dengan parameter kualitas semen dan kesuburan. Kandidat protein tersebut seyogyanya dapat menjelaskan peran spermatozoa sekaligus dapat memantau kesehatan reproduksi pejantan. Protein yang berhubungan dengan kesuburan memiliki peran fisiologis terhadap spermatozoa, mulai dari pertumbuhan, perkembangan, pematangan, metabolisme dan motilitas spermatozoa serta modifikasi membran sperma, reaksi akrosom, kapasitas, perlindungan, interaksi dengan epitel oviduk pada saat fertilisasi (Rodríguez-Martínez et al. 2011; Caballero et al. 2012; Boe-Hansen et al. 2015). Disamping perannya terhadap spermatozoa, kemudahan untuk pendeteksian protein tersebut menjadi harapan dalam mengaplikasikan metode penilaian kesuburan.

Salah satu protein terbaru yang berpotensi memiliki peran seperti tersebut di atas adalah

adiponektin. Adiponektin dilaporkan memiliki korelasi positif dengan kesuburan pejantan yang berkaitan dengan steroidogenesis maupun spermatogenesis (Kasimanickam et al. 2013). Penelitian lain, menunjukkan korelasi positif antara adiponektin dengan parameter kualitas semen, meliputi konsentrasi spermatozoa, morfologi dan mortalitas spermatozoa (Thomas et al. 2013; Kadivar et al. 2016), sebagai indikator kesuburan pejantan. Makalah ini menguraikan tentang peran adiponektin sebagai hormon protein yang potensial sebagai kandidat biomarker kesuburan pejantan, melalui pembahasan mekanisme kerja pada proses fisiologis maupun tingkat molekuler.

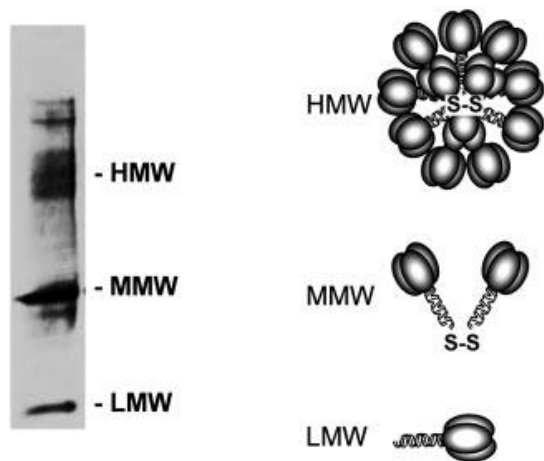
STRUKTUR, PERAN DAN MEKANISME KERJA ADIPONEKTIN

Struktur adiponektin

Jaringan adiposa disamping sebagai penyimpan energi juga dapat memproduksi beberapa hormon yang dikenal sebagai adipokin, yang berperan sebagai endokrin, parakrin dan autokrin (Ranjan 2017; Elfassy et al. 2018). Salah satu adipokin yang menjadi perhatian besar saat ini adalah adiponektin; selain leptin, resistin, chemerin, visfatin, vaspin, dan progranulin (Elfassy et al. 2018).

Adiponektin dalam tubuh disintesis dalam bentuk monomer dengan ukuran 28 kDa, tetapi disekresikan setelah mengalami multimerisasi, sehingga adiponektin dikategorikan menjadi tiga tipe berdasarkan berat molekul. Tiga tipe tersebut yaitu, (a) *low molecule weight* (LMW), yang terdiri dari monomer, dimer, dan trimer, (b) *medium molecule weight* (MMW) dalam bentuk heksamer, dan (c) *high molecule weight* (HMW) dalam bentuk multimer (Mielenz et al. 2013). Waki et al. (2003) mendapatkan 3 macam bentuk dengan berat molekul yang berbeda yaitu LMW dengan berat 67 kDa dalam bentuk trimer, MMW dengan berat 136 kDa dalam bentuk heksamer, dan HMW dengan berat >300 kDa dalam bentuk multimer yang terdiri dari 12-18 monomer. Struktur adiponektin tersebut disajikan pada Gambar 1.

Pada sapi, adiponektin dengan ukuran HMW lebih banyak ditemukan pada plasma semen dibandingkan pada serum (Heinz et al. 2015). Adiponektin dengan ukuran HMW dianggap memiliki aktivitas biologis yang paling tinggi (Hada et al. 2007), dan dapat digunakan sebagai biomarker pada kasus sindrom metabolik (de Abreu et al. 2017).



Gambar 1. Bentuk-bentuk struktur adiponektin: HMW (*high molecule weight*), MMW (*medium molecule weight*), LMW (*low molecule weight*)

Sumber: Kadowaki & Yamauchi (2005)

Reseptor adiponektin

Reseptor adiponektin terdiri dari reseptor adiponektin 1 dan 2 yang dikenal dengan AdipoR1 dan AdipoR2 (Kadowaki & Yamauchi 2005). Namun, ada yang menyebutkan juga bahwa T-cadherin juga termasuk reseptor adiponektin (Hug et al. 2004). Reseptor-reseptor tersebut memiliki aktivitas biologis antara lain dengan mengikat protein adaptor yang mengandung domain homolog *pleckstrin*, *phosphotyrosine-binding domain* dan *leucine* (APPL), dan memperkuat *signal intraseluler* (Mao et al. 2006).

Reseptor adiponektin AdipoR1 bekerja melalui jalur *adeno monophospat protein kinase* (AMPK), sehingga menghambat oksidasi asam lemak. Sedangkan AdipoR2 bertindak melalui *peroxisome proliferator-activated receptor alpha* (PPAR- α), yang akan menstimulasi oksidasi asam lemak. Disamping itu, kedua reseptor tersebut dalam aktivitasnya berikatan dan tergantung dari berat molekul adiponektin. AdipoR1 lebih sering berikatan dengan adiponektin dalam bentuk molekul kecil dan sedang (LMW dan MMW). Sedangkan AdipoR2 cenderung berikatan

dengan adiponektin dengan berat molekul tinggi (HMW) (Yamauchi et al. 2007).

Peran adiponektin pada sistem reproduksi jantan

Adiponektin berperan sebagai pengatur sensitivitas insulin, oksidasi lemak, memodulasi respon inflamasi, dan metabolisme energi sehingga berfungsi sebagai anti-inflamasi, anti-aterosklerosis, anti-diabetes, anti-aterogenik, anti-hipertensi dan kardioprotektif (Tilg & Wolf 2005). Selain peran yang sudah disebutkan, adiponektin juga punya peran penting pada sistem reproduksi dan berdasarkan ekspresi *messenger ribonucleic acid* (mRNA) adiponektin ditemukan mulai dari *hypothalamic-pituitary-gonad axis* (sumbu HPG), organ reproduksi dan kelenjar aksesoris. Sumbu HPG merupakan pusat sistem reproduksi mamalia, yang mengatur berbagai fungsi reproduksi (Michalakis & Segars 2010). Sekresi *gonadotropin-releasing hormone* (GnRH) oleh hipotalamus akan merangsang pelepasan *follicle-stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH), yang masing-masing berfungsi sebagai pengatur spermatogenesis dan steroidogenesis pada testis. Adiponektin mempengaruhi sistem reproduksi melalui aksinya pada pusat di sumbu HPG. Ekspresi adiponektin dan reseptornya ditemukan di otak dan pituitari pada berbagai spesies, termasuk manusia, tikus, babi, dan ayam (Rodriguez-Pacheco et al. 2007; Rato et al. 2012; Ramachandran et al. 2013). Adiponektin menjadi faktor utama yang memodulasi fungsi reproduksi (Rak et al. 2017), dan memiliki peran yang sangat strategis dalam mengatur fungsional spermatozoa yang berkaitan erat dengan kesuburan pejantan.

Hasil pengamatan menggunakan *real-time polymerase chain reaction* (RT-PCR) menunjukkan bahwa ekspresi mRNA adiponektin banyak ditemukan di bagian ekor sperma. Sementara itu, AdipoR1 ditemukan di daerah ekuator dan akrosom, sedangkan AdipoR2 terdapat di kepala dan ekuator sperma. Data lebih lanjut, menunjukkan bahwa mRNA adiponektin dan reseptornya diekspresikan sebelum dan sesudah kapabilitas spermatozoa. Adiponektin diduga memiliki

Tabel 1. Konsentrasi adiponektin pada ternak jantan

Jenis ternak	Lokasi	Konsentrasi	Pustaka
Kuda dewasa	Serum darah	7,15 $\mu\text{g/mL}$	Pearson (2015)
Kuda prapubertas	Serum darah	7,50 $\mu\text{g/mL}$	Pearson (2015)
Sapi	Serum darah	178-654 ng/mL	Kasimanickam et al. (2013)
	Serum darah, Plasma semen	31,1 $\mu\text{g/mL}$, 0,18 $\mu\text{g/mL}$	Heinz et al. (2015)
Kambing	Plasma darah	14,10-20,38 mg/L	Hafizuddin et al. (2019)

peran pada proses kapasitas spermatozoa (Kasimanickam et al. 2013). Selain itu, transkrip reseptor adiponektin pada domba ditemukan pada testis, epididimis, kelenjar vesikula seminalis dan kelenjar Cowper (Rahmanifar & Tabandeh 2012).

Dibandingkan dengan adipokin lainnya, adiponektin merupakan adipokin yang paling melimpah dalam sirkulasi darah (Pardo et al. 2012). Namun, konsentrasi adiponektin pada ternak jantan yang pernah dilaporkan baru pada kuda, sapi dan kambing (Tabel 1).

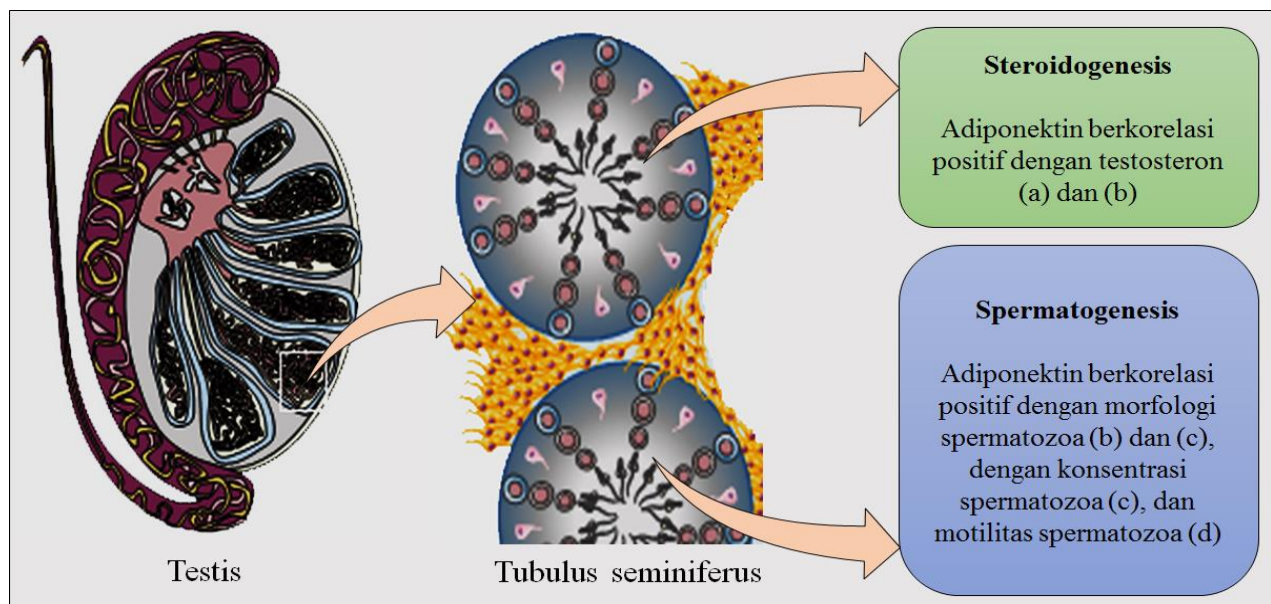
Mekanisme molekuler adiponektin pada sistem reproduksi jantan

Pada reproduksi jantan, adiponektin berperan sebagai pengatur berbagai fungsi sel pada testis (Martin 2014). Adiponektin mempengaruhi produksi steroid melalui aksinya pada kaskade signal LH/siklus adenosin monofosfat (cAMP)/protein kinase A (PKA) pada sel Leydig (Ouedraogo et al. 2006). Keterlibatan adiponektin pada steroidogenesis gonad ditunjukkan oleh hubungan positif dan signifikan antara plasma adiponektin dan kolesterol *high-density* lipoprotein sebagai pembentuk testosteron (Pfaehler et al. 2012). Pada spermatozoa, adiponektin berperan penting terhadap peningkatan konsentrasi dan morfologi spermatozoa (Thomas et al. 2013), peningkatan motilitas spermatozoa (Kadivar et al. 2016), dan

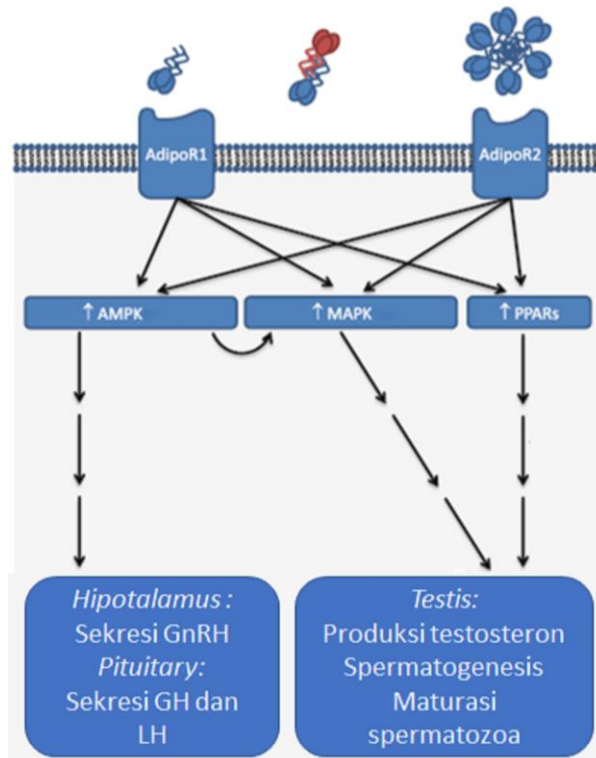
morfologi normal spermatozoa (Kasimanickam et al. 2013; Thomas et al. 2013). Peran adiponektin pada steroidogenesis dan spermatogenesis diilustrasikan pada Gambar 2.

Messenger ribonucleic acid adiponektin ditemukan pada testis dan sel Leydig dan spermatosit (Gregoraszcuk et al. 2016). Reseptor adiponektin ditemukan di tubulus seminiferus (Kasimanickam et al. 2013; Kawwass et al. 2015), sel Sertoli, sel Leydig, sel germinal (Kawwass et al. 2015) dan pada spermatozoa (Kasimanickam et al. 2013; Kawwass et al. 2015). Adiponektin bersifat multifungsi dan pleiotropik (pengaruh yang menguntungkan bagi tubuh), sehingga mampu menggunakan jalur ganda dalam menginduksi sel. Oleh karena itu, adiponektin disamping berikatan dengan reseptornya juga dapat berinteraksi dengan hormon lain untuk menginduksi gen target. Adiponektin berinteraksi dengan hormon lain menjadi zat aditif khususnya dengan insulin, *insulin-like growth factor-1* (IGF-1), dan *luteinizing hormone* (LH) yang meningkatkan respon seluler (Campos et al. 2008) (Gambar 3).

Berdasarkan Gambar 3, kerja adiponektin dalam peningkatan kualitas semen dilakukan melalui ikatannya dengan reseptor. Ikatan tersebut mengaktifkan APPL dan selanjutnya *adenosine monophosphate-activated protein kinase* (AMPK) menghasilkan beberapa molekul dalam mengaktifkan gen target (Kadivar et al. 2016; Elfassy et al. 2018).

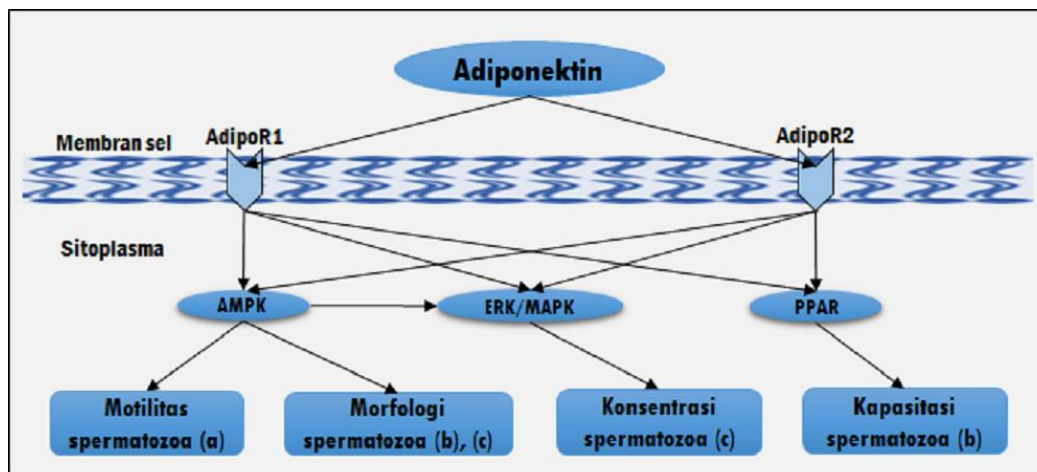


Gambar 2. Peran adiponektin pada steroidogenesis dan spermatogenesis, (a) Pfaehler et al. (2012), (b) Kasimanickam et al. (2013), (c) Thomas et al. (2013), dan (d) Kadivar et al. (2016) (Modifikasi dari Rak et al. (2017))



Gambar 3. Jalur aktivitas molekuler adiponektin pada proses spermatogenesis dan steroidogenesis

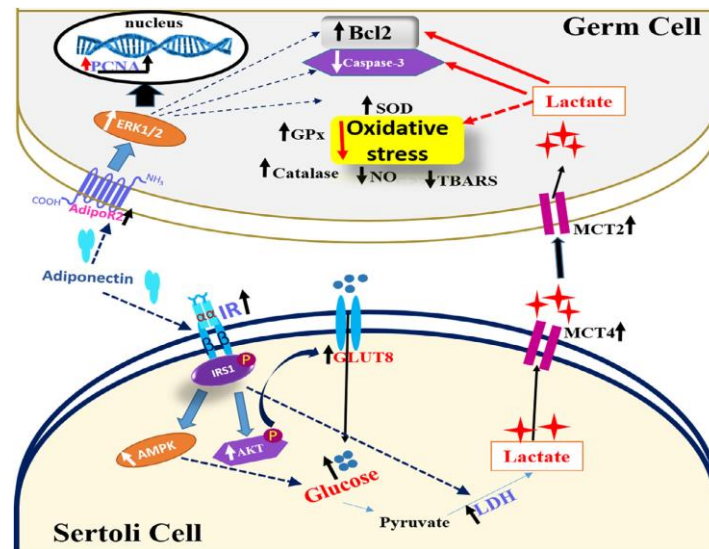
Sumber: Modifikasi dari Martin (2014)



Gambar 4. Fungsional adiponektin pada spermatozoa (a) Kadirvar et al. (2016), (b) Kasimanickam et al. (2013), dan (c) Thomas et al. (2013)

Pada sel Sertoli, adiponektin menstimulasi laktat sel germinal dengan mengaktifkan AMPK yang akan bekerjasama untuk pemeliharaan integritas fungsional kompleks antara sel Sertoli dengan sel germinal dan berkontribusi dalam menjaga lingkungan mikro yang optimal untuk spermatogenesis (Galardo et al. 2010; Achari & Jain 2017; Choubey et al. 2019). Selanjutnya, pada sel Leydig, adiponektin dapat meningkatkan steroidogenesis dengan mengaktifkan *mitogen-*

activated protein kinase (MAPK) (Azamar-Llamas et al. 2017). Berdasarkan hasil penelitian, ekspresi AdipoR1 dan AdipoR2 pada seluruh bagian organ reproduksi jantan pada domba (Rahmanifar & Tabandeh 2012), disimpulkan bahwa adiponektin yang diproduksi secara lokal di testis dan sel epitel organ reproduksi jantan memiliki peran dalam proses pematangan spermatozoa (Martin 2014) (Gambar 3).



Gambar 5. Peran adiponektin terhadap metabolisme dan morfologi spermatozoa

Sumber: Choubey et al.(2019)

Peran langsung adiponektin terhadap parameter kualitas spermatozoa

Gambar 4. menunjukkan peran langsung adiponektin terhadap beberapa parameter kualitas spermatozoa. Peran adiponektin dalam peningkatan motilitas spermatozoa diduga melalui jalur ikatan antara AdipoR1 maupun AdipoR2 pada membran sel. Selanjutnya jalur *second messenger* yang digunakan adalah AMPK, sehingga terjadi peningkatan *uptake* glukosa dan aktivitas laktat dehidrogenase (LDH) (Choubey et al. 2019), sebagai sumber energi.

Peran adiponektin pada proses pembentukan morfologi normal spermatozoa berhubungan dengan produksi laktat yang berperan untuk mempertahankan daya hidup spermatosit dan mencegah apoptosis selama proses normal spermatogenesis (Choubey et al. 2019), seperti terlihat pada Gambar 5.

Mekanisme adiponektin dalam peningkatan konsentrasi spermatozoa berhubungan erat dengan terjadinya proliferasi sel. Secara molekuler, proses ini dapat terjadi melalui aktivasi jalur AMPK, yang berfungsi meningkatkan *uptake* glukosa (Deepa & Dong 2009). Publikasi oleh Bertoldo et al. (2015) menyimpulkan bahwa protein kinase AMPK merupakan pengatur energi utama pada gonad. Oleh karena itu, jalur AMPK disamping terlibat pada proliferasi sel, terlibat juga dalam pematangan sel germinal dan kelangsungan hidup sel (Bertoldo et al. 2015). Disamping itu, jalur AMPK dapat menstimulasi secara langsung peningkatan hormon-hormon yang menstimulasi proses spermatogenesis. Oleh karena itu, AMPK sering disebut sebagai pengatur energi utama gonad (Bertoldo et al. 2015). Selanjutnya, adiponektin berperan pada proliferasi sel dapat juga dengan

mengaktifkan jalur *extracellular signal-regulated kinase* (ERK) (Liu et al. 2017). Protein kinase ERK akan memfasilitasi terjadinya adhesi sel germinal ke sel Sertoli, yang selanjutnya akan meningkatkan pelepasan spermatozoa (Shupe et al. 2011).

Peran adiponektin pada proses kapasitasi spermatozoa terjadi melalui pengaktifan *peroxisome proliferator-activated receptor gamma* (PPAR- γ) oleh AdipoR1 dan AdipoR2. Reseptor PPAR- γ ini menyebabkan elevasi spermatozoa yang matang ditandai dengan terjadinya *efflux* kolesterol (Naseer et al. 2014), peningkatan fluiditas membran, peningkatan konsentrasi Ca^{2+} intraseluler, dan terjadinya polimerisasi *actin* sebagai indikator terjadinya kapasitasi spermatozoa (Liu et al. 2015). Hal ini telah dibuktikan dengan ekspresi PPAR- γ pada spermatozoa ejakulasi babi, yang menunjukkan peningkatan motilitas, kapasitasi, reaksi akrosom, kelangsungan hidup dan metabolisme (Santoro et al. 2013; Mousavi et al. 2019).

PEMANFAATAN ANALISIS ADIPONEKTIN UNTUK MEMPERCEPAT PRODUKTIVITAS TERNAK DI INDONESIA

Metode pengukuran konsentrasi adiponektin saat ini menggunakan *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA). Sampel untuk pengukuran konsentrasi adiponektin dapat dilakukan dari beberapa sumber seperti cairan tubuh, yaitu; plasma darah, serum, plasma semen, cairan uterus dan saliva.

Kit ELISA komersial untuk pengukuran adiponektin telah tersedia untuk beberapa jenis hewan dan manusia (Smolinska et al. 2017; Menzies-Gow et al. 2019; Moradi et al. 2019), bahkan kit ELISA juga

tersedia untuk adiponektin yang spesifik berdasarkan berat molekul (Ebinuma et al. 2011). Disamping itu, telah dilakukan validasi analitik dan validasi biologis, seperti validasi biologis berdasarkan *body condition score* (BCS) pada anjing (Tvarijonaviciute et al. 2010), dan berdasarkan status reproduksi dan laktasi pada sapi perah (Mielenz et al. 2013).

Studi untuk analisis biomarka adiponektin pada ternak pejantan perlu dilakukan di Indonesia bersamaan dengan pemeriksaan kualitas spermatozoa. Pemeriksaan adiponektin memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi biomarka tunggal dalam penilaian kesuburan pejantan ternak dengan kualitas semen yang memenuhi standar sangat menentukan keberhasilan IB (Petherick 2005).

KESIMPULAN

Adiponektin memiliki prospek yang kuat sebagai kandidat biomarka kesuburan pejantan, berdasarkan kajian peran yang spesifik dan nyata pada fungsional spermatozoa dan steroidogenesis yang mendukung parameter kesuburan pejantan untuk mensukseskan program IB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas Hibah Penelitian Disertasi Doktor dengan Nomor Kontrak: 18/UN11.2/PP/SP3/2018, dan Balai Penelitian Ternak atas izin penggunaan hewan percobaan dan fasilitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman SS, Abdalla MSE, Darderi TM, Ali EAE. 2018. Association of body weight, scrotal circumference, heart girth and penile development with spermatogenesis in the Nubian bucks. *J Vet Med Anim Health*. 10:217-223.
- Achari A, Jain S. 2017. Adiponectin, a therapeutic target for obesity, diabetes, and endothelial dysfunction. *Int J Mol Sci*. 18:1-17.
- Agga GE, Udala U, Regassa F, Wudie A. 2011. Body measurements of bucks of three goat breeds in Ethiopia and their correlation to breed, age and testicular measurements. *Small Rumin Res*. 95:133-138.
- Azamar-Llamas D, Hernández-Molina G, Ramos-Ávalos B, Furuzawa-Carballeda J. 2017. Adipokine contribution to the pathogenesis of osteoarthritis. *Mediat Inflamm*. 2017:1-26.
- Bertoldo M, Faure M, Dupont J, Froment P. 2015. AMPK: a master energy regulator for gonadal function. *Front Neurosci*. 9:1-11.
- Boe-Hansen GB, Rego JPA, Crisp JM, Moura AA, Nouwens AS, Li Y, Venus B, Burns BM, McGowan MR. 2015. Seminal plasma proteins and their relationship with percentage of morphologically normal sperm in 2-year-old Brahman (*Bos indicus*) bulls. *Anim Reprod Sci*. 162:20-30.
- Caballero I, Parrilla I, Almiñana C, del Olmo D, Roca J, Martínez E, Vázquez J. 2012. Seminal plasma proteins as modulators of the sperm function and their application in sperm biotechnologies. *Reprod Domest Anim*. 47:12-21.
- Campos DB, Palin MF, Bordignon V, Murphy BD. 2008. The 'beneficial' adipokines in reproduction and fertility. *Int J Obes*. 32:223-231.
- Choubey M, Ranjan A, Bora PS, Baltazar F, Krishna A. 2019. Direct actions of adiponectin on changes in reproductive, metabolic, and anti-oxidative enzymes status in the testis of adult mice. *Gen Comp Endocrinol*. 279:1-11.
- de Abreu VG, Martins CJdM, de Oliveira PAC, Francischetti EA. 2017. High-molecular weight adiponectin/HOMA-IR ratio as a biomarka of metabolic syndrome in urban multiethnic Brazilian subjects. *PLoS One*. 12:1-12.
- de Oliveira RV, Dogan S, Belser LE, Kaya A, Topper E, Moura A, Thibaudeau G, Memili E. 2013. Molecular morphology and function of bull spermatozoa linked to histones and associated with fertility. *Reproduction*. 146:263-272.
- Deepa SS, Dong LQ. 2009. APPL1: role in adiponectin signaling and beyond. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 296:E22-E36.
- Dogan S, Vargovic P, Oliveira R, Belser LE, Kaya A, Moura A, Sutovsky P, Parrish J, Topper E, Memili E. 2015. Sperm protamine-status correlates to the fertility of breeding bulls. *Biol Reprod*. 92:1-9.
- Ebinuma H, Yago H, Akimoto Y, Miyazaki O, Kadowaki T, Yamauchi T, Hara K. 2011. Method of selectively assaying adiponectin multimers. Google Patents.
- Elfassy Y, Bastard J-P, McAvoy C, Fellahi S, Dupont J, Levy R. 2018. Adipokines in semen: physiopathology and effects on spermatozoa. *Int J Endocrinol*. 2018:1-11.
- Foote RH. 2003. Fertility estimation: a review of past experience and future prospects. *Anim Reprod Sci*. 75:119-139.
- Galardo MN, Riera MF, Pellizzari EH, Sobarzo C, Scarcelli R, Denduchis B, Lustig L, Cigorraga SB, Meroni SB. 2010. Adenosine regulates Sertoli cell function by activating AMPK. *Mol Cell Endocrinol*. 330:49-58.

- Gregoraszczyk E, Slupecka M, Wolinski J, Hejmej A, Bilinska B, Fiedor E, Piwnicka N, Rak A. 2016. Maternal high-fat diet during pregnancy and lactation had gender difference effect on adiponectin in rat offspring. *J Physiol Pharmacol*. 67:543-553.
- Hada Y, Yamauchi T, Waki H, Tsuchida A, Hara K, Yago H, Miyazaki O, Ebinuma H, Kadowaki T. 2007. Selective purification and characterization of adiponectin multimer species from human plasma. *Biochem Biophys Res Commun*. 356:487-493.
- Hafizuddin H, Karja N, Praharani L, Setiadi M. 2019. Adiponectin and testosterone levels and its correlation with fertility in Anglo-Nubian x Etawah Grade crossbred bucks. *Trop Anim Sci J* (In Review).
- Hedia MG, El-Belely MS, Ismail ST, Abo El-Maaty AM. 2019. Monthly changes in testicular blood flow dynamics and their association with testicular volume, plasma steroid hormones profile and semen characteristics in rams. *Theriogenology*. 123:68-73.
- Heinz JF, Singh SP, Janowitz U, Hoelker M, Tesfaye D, Schellander K, Sauerwein H. 2015. Characterization of adiponectin concentrations and molecular weight forms in serum, seminal plasma, and ovarian follicular fluid from cattle. *Theriogenology*. 83:326-333.
- Hug C, Wang J, Ahmad NS, Bogan JS, Tsao T-S, Lodish HF. 2004. T-cadherin is a receptor for hexameric and high-molecular-weight forms of Acrp30/adiponectin. *Proc Nat Acad Sci USA*. 101:10308-10313.
- Jagir S, Ajeet K, Dhaliwal G. 2010. Pelvic area and scrotal circumference in relation to libido in breeding bulls. *Indian Vet J*. 87:396-397.
- Kadivar A, Khoei HH, Hassanpour H, Golestanfar A, Ghanaei H. 2016. Correlation of adiponectin mRNA abundance and its receptors with quantitative parameters of sperm motility in rams. *Int J Fertil Steril*. 10:127-135.
- Kadowaki T, Yamauchi T. 2005. Adiponectin and adiponectin receptors. *Endocr Rev*. 26:439-451.
- Kasimanickam VR, Kasimanickam RK, Kastelic JP, Stevenson JS. 2013. Associations of adiponectin and fertility estimates in Holstein bulls. *Theriogenology*. 79:766-777.
- Kawwass JF, Summer R, Kallen CB. 2015. Direct effects of leptin and adiponectin on peripheral reproductive tissues: a critical review. *Mol Hum Reprod*. 21:617-632.
- Kaya A, Memili E. 2016. Sperm macromolecules associated with bull fertility. *Anim Reprod Sci*. 169:88-94.
- Liu L-L, Xian H, Cao J-C, Zhang C, Zhang Y-H, Chen M-M, Qian Y, Jiang M. 2015. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma signaling in human sperm physiology. *Asian J Androl*. 17:942-947.
- Liu Z, Xiao T, Peng X, Li G, Hu F. 2017. APPLs: More than just adiponectin receptor binding proteins. *Cell Signal*. 32:76-84.
- Mahmood S, Kumar A, Singh R, Sarkar M, Singh G, Verma M, Kumar G. 2018. Scrotal circumference: A predictor of testosterone concentration and certain attributes of seminal vesicles influencing buffalo male fertility. *Vet World*. 11:739-747.
- Mao X, Kikani CK, Riojas RA, Langlais P, Wang L, Ramos FJ, Fang Q, Christ-Roberts CY, Hong JY, Kim R-Y et al. 2006. APPL1 binds to adiponectin receptors and mediates adiponectin signalling and function. *Nat Cell Biol*. 8:516-523.
- Martin LJ. 2014. Implications of adiponectin in linking metabolism to testicular function. *Endocrine*. 46:16-28.
- Menzies-Gow N, Knowles E, Rogers I, Rendle D. 2019. Validity and application of immunoturbidimetric and enzyme-linked immunosorbent assays for the measurement of adiponectin concentration in ponies. *Equine Vet J*. 51:33-37.
- Michalakakis KG, Segars JH. 2010. The role of adiponectin in reproduction: from polycystic ovary syndrome to assisted reproduction. *Fertil Steril*. 94:1949-1957.
- Mielenz M, Mielenz B, Singh SP, Kopp C, Heinz J, Häussler S, Sauerwein H. 2013. Development, validation, and pilot application of a semiquantitative Western blot analysis and an ELISA for bovine adiponectin. *Domest Anim Endocrin*. 44:121-130.
- Moradi M, Doustimotlagh AH, Dehpour AR, Rahimi N, Golestani A. 2019. The influence of TRAIL, adiponectin and sclerostin alterations on bone loss in BDL-induced cirrhotic rats and the effect of opioid system blockade. *Life Sci*. 233:116706.
- Mousavi MS, Shahverdi A, Drevet J, Akbarinejad V, Esmaeili V, Sayahpour FA, Topraggaleh TR, Rahimizadeh P, Alizadeh A. 2019. Peroxisome Proliferator-Activated Receptors (PPARs) levels in spermatozoa of normozoospermic and asthenozoospermic men. *Syst Biol Reprod Med*. 2019:1-11.
- Naseer Z, Ahmad E, Aksoy M. 2014. Cholesterol efflux from sperm: approaches and applications. *Turk J Vet Anim Sci*. 38:653-659.

- Ouedraogo R, Wu X, Xu S-Q, Fuchsel L, Motoshima H, Mahadev K, Hough K, Scalia R, Goldstein BJ. 2006. Adiponectin suppression of high-glucose-induced reactive oxygen species in vascular endothelial cells: evidence for involvement of a cAMP signaling pathway. *Diabetes*. 55:1840-1846.
- Pardo M, Roca-Rivada A, Seoane LM, Casanueva FF. 2012. Obesidomics: contribution of adipose tissue secretome analysis to obesity research. *Endocrine*. 41:374-383.
- Parker R, Mathis C, Hawkins D. 1999. Evaluating the breeding soundness of beef bulls. Washington (USA): Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics Washington State University. p. 1-4.
- Pearson L. 2015. Adiponectin in equine reproduction. Washington (USA): Washington State University.
- Petherick JC. 2005. A review of some factors affecting the expression of libido in beef cattle, and individual bull and herd fertility. *Appl Anim Behav Sci*. 90:185-205.
- Pfaehler A, Nanjappa MK, Coleman ES, Mansour M, Wanders D, Plaisance EP, Judd RL, Akingbemi BT. 2012. Regulation of adiponectin secretion by soy isoflavones has implication for endocrine function of the testis. *Toxicol Lett*. 209:78-85.
- Rahmanifar F, Tabandeh MR. 2012. Adiponectin and its receptors gene expression in the reproductive tract of ram. *Small Rumin Res*. 105:263-267.
- Rak A, Mellouk N, Froment P, Dupont J. 2017. Adiponectin and resistin: potential metabolic signals affecting hypothalamo-pituitary gonadal axis in females and males of different species. *Reproduction*. 153:R215-R226.
- Ramachandran R, Maddineni S, Ocón-Grove O, Hendricks III G, Vasilatos-Younken R, Hadley JA. 2013. Expression of adiponectin and its receptors in avian species. *Gen Comp Endocrinol*. 190:88-95.
- Ranjan A. 2017. Adipokines as a modulator of reproductive function. *J Sci Res*. 61:131-140.
- Rato L, Alves MG, Socorro S, Duarte AI, Cavaco JE, Oliveira PF. 2012. Metabolic regulation is important for spermatogenesis. *Nat Rev Urol*. 9:330-338.
- Rodrigues M, Souza C, Martins J, Rego J, Oliveira J, Domont G, Nogueira F, Moura A. 2013. Seminal plasma proteins and their relationship with sperm motility in Santa Ines rams. *Small Rumin Res*. 109:94-100.
- Rodríguez-Martínez H, Kvist U, Ernerudh J, Sanz L, Calvete JJ. 2011. Seminal plasma proteins: what role do they play?. *Am J Reprod Immunol*. 66:11-22.
- Rodriguez-Pacheco F, Martinez-Fuentes AJ, Tovar S, Pinilla L, Tena-Sempere M, Dieguez C, Castano JP, Malagon MM. 2007. Regulation of pituitary cell function by adiponectin. *Endocrinology*. 148:401-410.
- Santoro M, Guido C, De Amicis F, Sisci D, Vizza D, Gervasi S, Carpino A, Aquila S. 2013. Sperm metabolism in pigs: a role for peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ). *J Exp Biol*. 216:1085-1092.
- Sarlós P, Egerszegi I, Balogh O, Molnár A, Cseh S, Rátky J. 2013. Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Rumin Res*. 111:90-95.
- Shupe J, Cheng J, Puri P, Kostereva N, Walker WH. 2011. Regulation of Sertoli-Germ cell adhesion and sperm release by FSH and nonclassical testosterone signaling. *Mol Endocrinol*. 25:238-252.
- Singh A, Brar P, Cheema R. 2014. Relationships among frozen-thawed semen fertility, physical parameters, certain routine sperm characteristics and testosterone in breeding Murrah buffalo (*Bubalus bubalis*) bulls. *Vet World*. 7:644-651.
- Sinha MK, Songer T, Xiao Q, Sloan JH, Wang J, Ji S, Alborn WE, Davis RA, Swarbrick MM, Stanhope KL. 2007. Analytical validation and biological evaluation of a high-molecular-weight adiponectin ELISA. *Clin Chem*. 53:2144-2151.
- Smolinska N, Kiezun M, Dobrzyn K, Szeszko K, Maleszka A, Kaminski T. 2017. Adiponectin, orexin A and orexin B concentrations in the serum and uterine luminal fluid during early pregnancy of pigs. *Anim Reprod Sci*. 178:1-8.
- Tanita T, Miyakoshi H, Nakano Y. 2008. Performance of ELISA for specific measurement of high-molecular-weight (HMW) adiponectin. *J Immunol Methods*. 333:139-146.
- Thomas S, Kratzsch D, Schaab M, Scholz M, Grunewald S, Thierry J, Paasch U, Kratzsch J. 2013. Seminal plasma adipokine levels are correlated with functional characteristics of spermatozoa. *Fertil Steril*. 99:1256-1263.
- Tilg H, Wolf AM. 2005. Adiponectin: a key fat-derived molecule regulating inflammation. *Expert Opin Ther Targets*. 9:245-251.
- Tvarijonaviciute A, Martínez-Subiela S, Ceron JJ. 2010. Validation of 2 commercially available enzyme-linked immunosorbent assays for adiponectin determination in canine serum samples. *Can J Vet Res*. 74:279-285.
- Utt MD. 2016. Prediction of bull fertility. *Anim Reprod Sci*. 169:37-44.

- Waite R, Dwyer C, Beggs D, Mansell P, Stevenson M, Pyman M. 2019. Scrotal circumference, bodyweight and semen characteristics in growing dairy-breed natural-service bulls in Tasmania, Australia. *New Zeal Vet J.* 67:109-116.
- Waki H, Yamauchi T, Kamon J, Ito Y, Uchida S, Kita S, Hara K, Hada Y, Vasseur F, Froguel P *et al.* 2003. Impaired multimerization of human adiponectin mutants associated with diabetes. Molecular structure and multimer formation of adiponectin. *J Biol Chem.* 278:40352-40363.
- Wilkinson M, Brown R, Imran SA, Ur E. 2007. Adipokine gene expression in brain and pituitary gland. *Neuroendocrinology.* 86:191-209.
- Yamauchi T, Nio Y, Maki T, Kobayashi M, Takazawa T, Iwabu M, Okada-Iwabu M, Kawamoto S, Kubota N, Kubota T, *et al.* 2007. Targeted disruption of AdipoR1 and AdipoR2 causes abrogation of adiponectin binding and metabolic actions. *Nat Med.* 13:332-339.

Penggunaan Marka Molekuler untuk Meningkatkan Kualitas Karkas Sapi Potong di Indonesia

(Utilization of Molecular Marker to Improve Cattle Carcass Quality in Indonesia)

M. Ikhsan Shiddieqy¹, N Pratiwi² dan BDP Soewandi²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

²Balai Penelitian Ternak

Kontributor utama: m.ikhsan.shiddieqy@gmail.com

(Diterima 31 Juli 2019 – Direvisi 3 September 2019 – Disetujui 9 September 2019)

ABSTRACT

Cattle is one of the commodities that have a national priority to achieve self-sufficiency in animal protein food for the Indonesian people. Beside beef sufficiency, demand on good quality meat in Indonesia is also increasing. Good quality carcass with lower fat content can give higher economic value. The purpose of this paper is to discuss the use of molecular markers to improve the quality of beef cattle carcass. Heritability value in carcass characteristic is low to moderate value, but it can be increased by selection using certain molecular markers. Several genes have been identified and correlated with carcass quality in several breed of cattle. Study in Bali cattle showed that the Calpain (CAPN1) and Calpastatin (CASTN) genes could be used as molecular markers to select Bali cattle with higher quality carcass because these genes were associated with carcass quality traits. In conclusion that Calpain (CAPN1) and Calpastatin (CASTN) genes can be used for local beef cattle selection toward better carcass quality and have opportunity to be utilized to improve carcass quality of other beef cattle breeds in Indonesia.

Key words: Utilization, molecular markers, beef cattle, carcass

ABSTRAK

Sapi merupakan salah satu komoditas yang mendapat prioritas nasional untuk mencapai swasembada pangan protein hewani bagi masyarakat Indonesia. Disamping kecukupan daging sapi, permintaan daging yang berkualitas baik semakin meningkat. Karkas yang berkualitas baik dengan kandungan lemak yang lebih sedikit dapat memberikan nilai ekonomis yang lebih tinggi. Tujuan penulisan ini adalah membahas pemanfaatan marka molekuler untuk meningkatkan kualitas karkas sapi potong khususnya *marbling*. Nilai heritabilitas karakteristik karkas termasuk dalam kategori rendah sampai sedang tetapi dapat ditingkatkan melalui seleksi menggunakan marka molekuler tertentu. Beberapa gen telah diidentifikasi dan berhubungan dengan kualitas karkas pada beberapa rumpun sapi. Studi pada sapi Bali memperlihatkan bahwa gen Calpain (CAPN1) dan Calpastatin (CASTN) dapat digunakan sebagai marka molekuler untuk seleksi sapi Bali untuk menghasilkan kualitas karkas yang lebih baik karena kedua gen ini berasosiasi dengan sifat kualitas karkas. Dapat disimpulkan bahwa gen CAPN1 dan CASTN dapat digunakan untuk seleksi sapi potong lokal ke arah kualitas karkas yang lebih baik dan berpeluang untuk melakukan peningkatan kualitas karkas pada rumpun sapi potong lainnya di Indonesia.

Kata kunci: Pemanfaatan, marka molekuler, sapi potong, karkas

PENDAHULUAN

Sapi merupakan salah satu komoditas yang menjadi prioritas nasional untuk mencapai swasembada pangan protein hewani bagi masyarakat Indonesia. OECD/FAO (2016) juga memproyeksikan adanya peningkatan konsumsi daging sapi di negara-negara berkembang sebesar 21% dalam sepuluh tahun ke depan. Di Indonesia, menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015) bahwa konsumsi daging secara nasional sebesar 2,08 kg/kapita/tahun. Konsumsi daging masyarakat Indonesia masih rendah bila dibandingkan dengan konsumsi daging sapi di negara-negara maju, karena banyak masyarakat di Indonesia

yang hanya makan daging bila ada perayaan atau hari-hari besar keagamaan.

Walaupun konsumsi daging yang masih rendah, saat ini ada tren di masyarakat Indonesia untuk mengkonsumsi daging sapi yang berkualitas baik. Semakin meningkat pendapatan, masyarakat akan lebih memilih daging sapi yang berkualitas (Fatmawati et al 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Wijaya (2008) dan Pahar (2008) melaporkan bahwa konsumen lebih memilih kualitas daging yang lebih baik bukan hanya di pasar modern tetapi hal ini juga dijumpai di pasar tradisional. Walaupun harga daging berkualitas baik lebih mahal, konsumen tetap lebih menyukai membeli daging sapi yang berkualitas (Purpranoto 2013; Purwono et al. 2014). Hal itu membuktikan bahwa

kualitas daging sapi yang semakin baik dapat meningkatkan nilai ekonomis daging sapi, terutama daging sapi-sapi lokal Indonesia.

Dalam menentukan kualitas daging, ada beberapa sifat fisik, komposisi kimia, biologis dan sifat sensorik yang diukur. Menurut Peng & Dhakal (2015), sifat fisik kualitas daging termasuk *marbling*, kadar air, daya ikat air; komposisi kimia termasuk protein, lemak, kelembaban, lemak, pH; mikroorganisme pada daging dan sifat sensorik termasuk warna, bau, rasa, keempukan, dan lain-lain.

Kualitas karkas dipengaruhi oleh bangsa sapi, pakan dan manajemen pemeliharaan ternak, umur potong, kondisi stres sebelum dipotong, metode *stunning*, kebersihan saat pemotongan, proses setelah dipotong, pengemasan daging, penyimpanan dan pemasakan (Elmasry et al. 2012; Peng & Dhakal 2015).

Pada kualitas fisik, *marbling* merupakan salah satu sifat penting dalam kualitas daging. Pada saat pemotongan sapi, *marbling* merupakan salah satu karakteristik karkas yang diukur dan menjadi komponen utama karkas (Tait et al. 2018). Pengukuran *marbling* penting karena nilai *marbling* mempengaruhi keempukan daging sapi (Luo et al. 2018). Selain itu, *marbling* juga menjadi salah satu sifat yang berkorelasi positif dengan nafsu makan (Elmasry et al. 2012). Salah satu indikator yang dapat ditingkatkan untuk mendapatkan daging berkualitas adalah *marbling* pada karkas sapi.

Peningkatan kualitas karkas sapi potong dapat dilakukan dengan menggunakan seleksi, tetapi kurang efektif dilakukan karena nilai penurunan sifat (heritabilitas) sifat-sifat karkas kategorinya sedang sampai rendah. Caetano et al. (2013) menemukan nilai beberapa karakteristik karkas pada sapi Nellore bernilai rendah sampai sedang. Salah satu cara untuk meningkatkan karkas sapi potong dapat dilakukan dengan menggunakan marka molekuler.

Pada saat ini penelitian terkait marka molekuler telah berkembang pesat. Hirwa et al (2011) menyatakan bahwa genetika molekuler tingkat lanjut akan mampu mengidentifikasi gen-gen atau penanda yang berpengaruh terhadap sifat-sifat ekonomis pada ternak sapi potong maupun sapi perah. Industri sapi potong juga cenderung untuk melakukan seleksi genomik dalam memperoleh kualitas karkas tertentu (Brito et al. 2017).

Penelitian-penelitian terkait pengaruh genotip terhadap kualitas karkas sapi potong telah dilakukan. Michal et al. (2006) menemukan korelasi sifat nilai *marbling* dan tebal lemak subkutan dengan gen FAB4 pada F₂ sapi Wagyu x Limousin. Selain itu, Pannier et al. (2010) mampu mengidentifikasi 3 gen yang berhubungan dengan sifat-sifat karkas yaitu lemak *intramuscular* (*marbling*). Setelah mampu mengidentifikasi gen-gen tersebut, maka seleksi

berdasarkan genomik untuk meningkatkan kualitas karkas dapat dilakukan. Kandidat-kandidat gen dapat diseleksi untuk sifat-sifat produksinya, sehingga gen dalam genom/kromosom yang bertanggung jawab terhadap sifat-sifat yang diinginkan dapat dikumpulkan (Yuan et al. 2013). Wood et al. (2004) menyatakan bahwa ternak unggul dapat dipilih berdasarkan genotip yang berpengaruh. Humblot et al. (2010) menyatakan seleksi yang dilakukan dengan kombinasi informasi genomik pada generasi pertama dengan indeks konvensional meningkatkan sifat-sifat kuantitatif. Pada makalah ini, tujuan penulisan ini adalah untuk membahas pemanfaatan marka molekuler untuk meningkatkan kualitas karkas sapi potong di Indonesia.

KARAKTERISTIK KARKAS BEBERAPA BANGSA SAPI DI INDONESIA

Karakteristik karkas pada beberapa bangsa sapi lokal di Indonesia telah dilaporkan oleh beberapa peneliti dan diperlihatkan pada Tabel 1. Berat karkas sapi Sumba Ongole (SO) hanya mencapai 218,73 kg dan lebih rendah bila dibandingkan dengan berat karkas sapi-sapi bangsa *Bos indicus* lainnya seperti sapi Brahman (262 kg) dan Nellore (232 kg) (Pereira et al. 2016). Ini menunjukkan bahwa sapi SO masih memiliki potensi untuk ditingkatkan berat karkasnya, karena sapi SO memiliki berat karkas yang paling tinggi.

Nilai *marbling* ketiga bangsa sapi (Bali, SO dan PO) di Indonesia berkisar nilainya 1,2-3,9 (Tabel 1). Nilai *marbling* pada bangsa *Bos indicus* sapi Brazil (sapi Nellore) sebesar 3. Sedangkan pada bangsa *Bos taurus* sapi Simmental nilainya 5,07; Red Angus nilainya 5; Friesian Holstein nilainya 4,27; Caracu (sapi di Brasil) nilainya 5,63; (Rotta et al. 2009). Rendahnya nilai *marbling* pada sapi lokal di Indonesia disebabkan oleh banyaknya sapi-sapi di Indonesia berasal dari *Bos indicus*. Sapi-sapi yang berasal dari *Bos indicus* memiliki permasalahan keempukan yang berkaitan dengan nilai *marbling* yang rendah. Hal yang sama dilaporkan oleh Rotta et al. (2009) bahwa kelompok sapi Zebu yang memiliki darah *Bos indicus* walaupun sifat *hot carcass dressing* yang tinggi, tetapi nilai *marbling longissimus muscle*-nya rendah.

Selain pengaruh bangsa, kualitas karkas pada beberapa bangsa sapi memiliki nilai heritabilitas (nilai pewarisan sifat) rendah sampai sedang (Tabel 2). Nilai ini dapat ditingkatkan dengan cara seleksi berdasarkan gen-gen yang berkaitan dengan karkas sapi. Saatchi et al. (2012) melaporkan bahwa seleksi berdasarkan nilai *genomic breeding values* (GBV) mampu meningkatkan respon seleksi pada *breeder* Limousin dan Simmental di USA.

Tabel 1. Karakteristik karkas beberapa bangsa sapi lokal di Indonesia

Karakteristik	Bangsa sapi					
	Bali	Madura	PO	SO	Brebes	Pesisir
Berat potong (kg)	263,4-230,1	211,7-241,5	225-420	267,8-413,49	212,08-235,25	269-298
Berat karkas (kg)	127,9-143,7	138,26	180,76	137,4-218,73	111,28-122,03	TD
Persentase karkas (%)	53-56	50,96-51,72	44-60	51,42-52,89	51,73-51,89	50,6
Tebal lemak punggung (%)	3,4-7,2	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui
Nilai <i>marbling</i>	3,4-3,9	Belum diketahui	1,2-2,3	2,0-3,0	Belum diketahui	Belum diketahui
Luas area mata rusuk (<i>rib eye area</i>) (cm ²)	61-61,8	Belum diketahui	62,1-73,1	83,64-88,46	Belum diketahui	Belum diketahui
Indeks perdagangan (%)	0,91-0,94	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui	Belum diketahui

Sumber: Astuti (2004); Hafid & Rugiyah (2009); Purbowati et al. (2011); Julianty (2013); Agung et al. (2015); Suryanto et al. (2017); Pangestu (2018)

TD: Tidak ada data

Tabel 2. Nilai heritabilitas karakteristik karkas dari beberapa bangsa sapi potong

Bangsa sapi	Karakteristik karkas	Nilai h^2	Referensi
Nellore	Pertambahan berat badan dari lahir – 120 hari	0,24	Caetano et al. (2013)
	Pertambahan berat badan dari 210 – 120 hari	0,16	
	<i>Rib eye area</i> (REA)	0,34	
	<i>Back fat thickness</i>	0,23	
	<i>Rump fat thickness</i>	0,31	
Sapi potong di Guzerá	<i>Back fat thickness</i>	0,51	Guidolin et al. (2010)
	Berat badan umur 210 hari	0,29	
	<i>Longissimus muscle area</i> (LEA)	0,48	
Hereford		0,48	Kause et al. (2014)
Aberdeen Angus		0,51	
Simmental	Berat karkas	0,39	
Charolais		0,39	
Limousin		0,40	
Hereford		0,30	
Aberdeen Angus		0,32	
Simmental	Lemak karkas	0,29	
Charolais		0,31	
Limousin		0,44	Bhuiyan et al. (2017)
Hanwoo	Berat karkas	0,51	
	<i>Eye muscle area</i> (EMA)	0,45	
	<i>Back fat thickness</i>	0,29	
	<i>Marbling score</i>	0,22	

Pemanfaatan *genomic breeding values* (GBV) dapat diaplikasikan dengan melakukan identifikasi genotip gen-gen yang berkaitan dengan karkas sapi.

BEBERAPA GEN YANG MEMPENGARUHI KARKAS SAPI

Beberapa penelitian melaporkan bahwa ada beberapa gen yang berpengaruh pada karakteristik karkas sapi. Gen-gen yang berpengaruh pada karakteristik karkas adalah gen Calpastatin (CAST) dan Calpain 1 (CAPN1) (Schenkel & Miller 2006; Hou et al. 2011b), Stearoyl-CoA desaturase (SCD) (Alwiyah 2016), Myostatin (MSTN) (Khasanah 2016), Leptin (Silva et al. 2014), MYOD1, MYF5, MYOG (Bhuiyan et al. 2009), Thyroglobulin (TG) (Hou et al. 2011a), SIRT6 (Gui et al. 2018), FASN (Raza et al. 2018). Setiap gen tersebut memiliki ekspresi gen yang berbeda pada setiap bangsa dan individu sapi.

Variasi yang dimiliki gen-gen dalam mempengaruhi kualitas karkas sangat beragam. Variasinya ditandai dengan adanya mutasi dan alel pada beberapa gen yang ditampilkan pada Tabel 3. Gen Calpastatin (CAST) dan Calpain (CAPN1) mempengaruhi mekanisme proteolisis otot pada ternak. Calpastatin adalah enzim protease utama yang bersifat *inhibitor* spesifik dari μ -Calpain dan m-Calpain. Calpain adalah kelompok proteinase sistein netral yang dipengaruhi oleh kalsium. Sistem calpain dan calpastatin bekerja pada regulasi dalam proteolisis otot di ternak (Goll et al. 2003). Gen CAST dan CAPN1 mempengaruhi kualitas daging terutama keempukan. Identifikasi gen CAST pada beberapa bangsa sapi telah dilakukan yaitu pada bangsa sapi Angus, Limousin, Charolais, dan Simmental (Schenkel et al. 2006); sapi Luxi, Jinnan, Qinchuan (sapi asli dari Cina) (Li et al. 2010); sapi *Polish black-and-white*, *Polish red*, *Red Angus*. Tait et al. (2018) menyatakan bahwa pada sapi Angus, gen CAST secara spesifik mempengaruhi keempukan (*tenderness*) daging. Selain gen CAST, identifikasi gen CAPN1 juga telah dilakukan pada beberapa bangsa sapi yaitu Brahman (Casas et al. 2005), Nellore (Pinto et al. 2010); Angus, Charolais, Hereford, Limousin, Simmental (Li et al. 2013).

Selain gen CAPN1 dan CAST, ada gen *Stearoyl-CoA desaturase* (SCD) yang mempengaruhi kualitas karkas. Gen SCD pada ternak berada di kromosom nomor 26 merupakan gen yang mengendalikan perubahan asam lemak jenuh menjadi asam lemak tidak jenuh. Menurut Taniguchi et al. (2004), gen SCD

berasosiasi dengan komposisi asam lemak pada daging, deposit IMF (*intramuscular fat*) (Wu et al. 2012) dan warna daging (Reardon et al. 2010). Penelitian gen SCD sudah dilakukan pada sapi *Japanese Black* (Ohsaki et al. 2009).

Gen Myostatin (MSTN) menyandi 375 asam amino (Taylor et al. 2001). Asam amino menghasilkan protein myostatin dengan berat molekul sebesar 26 kDa (Taylor et al. 2001). Gen Myostatin bekerja sebagai *inhibitor* (*negative regulator*) dari *myogenesis* dan menghambat proliferasi *myoblast* selama siklus sel dan diferensiasi *myogenic* (Miyake et al. 2010). Menurut Barendse et al. (2004), gen MSTN mengikat reseptor permukaan sel dan menghambat proliferasi dan diferensiasi *myoblast* (Rios et al. 2001; Thomas et al. 2000). Gen MSTN bekerja dalam mediasi pertumbuhan dan perkembangan sel melalui sinyal transduksi. Gen MSTN lebih dikenal sebagai *growth and differentiation factor 8* (GDF8) yang merupakan anggota dari superfamili gen *transforming growth factor β* (TGF- β .) (Arnold et al. 2001).

Berdasarkan struktur gen, gen MSTN memiliki daerah *CpG island* yaitu daerah yang kaya ulangan sekuen GC di bagian *promoter* (Illingworth et al. 2010). Panjang sekuen *CpG island* adalah 50-100 bp dan berfungsi sebagai pengatur transkripsi (Deaton & Bird 2011). Daerah *CpG island* ini juga berhubungan dengan pola metilasi seperti kejadian pepadatan kromatin dan *gene silencing*. Metilasi ini dapat menurunkan atau meningkatkan tingkat transkripsi bergantung dari sifat metilasi apakah positif (*suppressor*) atau negatif (*repressor*). Mutasi pada *CpG island* juga dapat merubah regulasi pola ekspresi dengan cara merubah posisi target *transcriptional regulatory* (Doherty et al. 2014). Gen MSTN *factor 5* pada sapi ditemukan pada kromosom lima yang terdiri dari tiga ekson dan dua intron (Muroya et al. 2009; Bentzinger et al. 2012). Gen ini diatur oleh satu set *enhancer* pada *regulatory region* yang mengekspresikan otot dan jaringan adiposa (Francetic & Li 2011).

Gen leptin pertama kali dilaporkan oleh Zhang et al. (1994). Cara kerja yang digunakan oleh protein leptin adalah secara hormonal dengan menghambat penyerapan glukosa oleh insulin dan mengurangi lipogenesis dalam jaringan adiposa. Menurut Silva et al. (2014) gen leptin berasosiasi dengan sifat karkas dan konsentrasi serum leptin pada spesies yang berbeda, khususnya sapi.

Tabel 3. Mutasi dan frekuensi alel dari beberapa gen yang mempengaruhi karkas pada sapi

Gen	Bangsa sapi	SNP	Frekuensi alel				Fenotip	Pustaka
			A	G	T	C		
Kalpastatin (CAST)	Bali	c.100665A>G	0,06	0,94			Tebal <i>rump</i>	Pratiwi (2016)
		c.100732T>C			0,93	0,07		
		c.100762C>G		0,06		0,94		
		c.100764A>G	0,94	0,06				
		c.100765T>A	0,06		0,94			
		c.100766T>G		0,94	0,06			
		c.100767T>G		0,06	0,94			
		c.100768T>G		0,94	0,06			
		c.100769T>G		0,06	0,94			
		c.100770A>T	0,94		0,06			
		c.100771G>A	0,06	0,94				
		c.100773C>G		0,06		0,94		
		c.100774T>C			0,94	0,06		
		c.100776C>T			0,06	0,94		
		c.100777T>C			0,94	0,06		
		c.100778G>T		0,94	0,06			
		c.100780A>C	0,94			0,06		
		c.100786C>T			0,06	0,94		
		c.100800G>A	0,32	0,68				
		c.100876G>A	0,13	0,87				
Kalpain 1 (CAPN1)	Bali	c.3194C>T			0,84	0,16	Tebal <i>rump</i> dan <i>Marbling score</i>	Pratiwi et al. (2016)
		c.3379G>A	0,93	0,07			Tebal lemak <i>rump</i>	
		c.3424C>T			0,07	0,93	<i>Marbling score</i>	
<i>Stearoyl-CoA desaturase</i> (SCD)	Bali	g.10428C>T			0,80	0,20	<i>Marbling score</i> Persentase lemak intramuskular	Alwiyah (2016)
Myostatin (MSTN)	Bali	g.-7799T>C			0,20	0,80	Persentase lemak intramuskuler	Khasanah (2016)
		g.-7941C>T			0,25	0,75		
Leptin	Nellore	g. 321C>T			0,85	0,15	Ketebalan <i>rump fat</i> dan warna otot setelah dipotong	Silva et al. (2014)
Thyroglobulin (TG)	Simmental, Angus, Hereford, Charolais, Limousin, Qinchuan, Luxi dan Jinnan	T354C			0,62	0,38	<i>Marbling score</i>	Hou et al. (2011a)
		G392A	0,38	0,62				
		A430G	0,62	0,38				
		T433G		0,38	0,62			
<i>Fatty acid synthase</i> (FASN)	Chinese Qinchuan	g.13192T>C			0,25	0,75	<i>Eye muscle area</i> lebih besar	Raza et al. (2018)
		g.13232C>T			0,32	0,68	<i>Intramuscular fat</i> lebih banyak	
<i>Fatty Acid Binding Protein 4</i> (FABP4)	Hanwoo	g.3691G>A	0,21	0,79			<i>Marbling score</i> dan kualitas daging	Shin et al. (2012)

Ditemukan pada ekson 3 gen, leptin berasosiasi juga dengan berat badan dan PBBH (pertambahan bobot badan harian) rata-rata pada sapi potong (Kulig & Kmiec 2009).

Gen diferensiasi miogenik (MYOD) merupakan gen secara struktural dan fungsional saling terkait. Gen MYOD1 (MYF3), MYOD (myogenin), MYF5 dan MYF6 (herculin) merupakan gen-gen yang bekerja dalam sistem pertumbuhan dan perkembangan otot. Gen-gen tersebut merupakan kandidat gen untuk sifat produksi daging karena memiliki peran dalam pengembangan serat-serat otot (Wyszyńska-Koko et al. 2006; Verner et al. 2007). MYF5 dalam penelitian polimorfisme menunjukkan asosiasi sifat pertumbuhan dengan sapi komersial Kanada (Li et al. 2004), sapi Hanwoo (Chung & Kim 2005), sapi Tiongkok (Qinchuan) (Zeng-rong et al. 2007). Mizoshita et al. (2004) melaporkan bahwa pada sapi Wagyu galur murni (*half-sib*) ditemukan 15 QTL (melalui *scan genome*) yang signifikan dengan sifat karkas.

Fatty acid synthase (FASN) merupakan enzim yang terlibat pada pengendapan lemak dan komposisi asam lemak pada sapi (Raza et al. 2018). Penilaian kualitas salah satunya dapat dilihat dari lemak intramuskular atau *marbling*. Variasi gen FASN pada sapi Qinchuan memberikan keuntungan secara ekonomi dan dalam pemuliaan ternak.

Tabel 3 menunjukkan titik mutasi dan frekuensi alel beberapa gen yang mempengaruhi karkas pada sapi. Frekuensi alel pada beberapa gen pada Tabel 3 bervariasi nilai frekuensi alelnya. Variasi gen itu tidak hanya terjadi pada antar gen tetapi terjadi juga pada 1 gen antar populasi bangsa ternak. Menurut penelitian yang dilakukan Zulkharnaim et al. (2010) pada bangsa sapi Bali, Limousin, Simmental dan Pesisir ditemukan frekuensi alel pada gen GHR (*Growth Hormone Receptor*) yang berbeda antar bangsa sapi.

Variasi tersebut dapat pula disebabkan oleh titik mutasi yang berbeda antar individu yang berbeda di dalam maupun antar bangsa sapi. Pada populasi sapi Aceh dari berbagai daerah di Aceh (Banda Aceh, Saree, Indrapuri) ditemukan frekuensi yang berbeda pada alel yang ditemukan untuk gen GH (*Growth Hormone*) (Sari 2011). Selain itu, penelitian sekuensing gen GHR pada bangsa sapi Bali, Limousin, Simmental dan Pesisir memiliki mutasi yang berbeda antar individu di dalam dan antar populasi (Zulkharnaim et al. 2010). Hal ini membuktikan adanya variasi antar individu di dalam gen dan antar populasi di dalam gen. Variasi genotip perlu dicari asosiasinya dengan beberapa sifat yang ingin ditingkatkan, sehingga asosiasi genotip dengan fenotipnya ini dapat dimanfaatkan untuk diaplikasikan dalam seleksi (Putra & Indriastuti 2017).

IDENTIFIKASI GEN YANG MEMPENGARUHI SIFAT KARKAS SAPI DI INDONESIA

Beberapa penelitian untuk mengidentifikasi gen-gen yang berpengaruh pada karkas sapi Indonesia telah dilakukan. Tabel 4 menampilkan gen-gen yang sudah diidentifikasi maupun yang memiliki asosiasi antara gen-gen tersebut dengan sifat-sifat karkas pada beberapa bangsa sapi lokal yang ada di Indonesia.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4, gen CASTN pada sapi Bali dengan sampel yang sangat besar, ditemukan 3 genotip (Furqon 2012), sedangkan gen CASTN pada sapi Bali dengan sampel yang lebih sedikit hanya menemukan 2 genotip (Putri et al. 2015). Penelitian gen-gen pada beberapa bangsa sapi lokal di Indonesia sudah dilakukan, namun hasil penelitian tersebut belum menemukan pengaruh antara gen dengan sifat karkas. Penyebab belum ditemukan asosiasinya antara gen dengan sifat karkas karena jumlah sampel penelitian yang terlalu sedikit. Oleh karena itu, dalam mencari asosiasi gen dengan sifat karkas dibutuhkan jumlah sampel yang sangat besar sehingga dapat meningkatkan variasi genotip di dalam suatu populasi.

PELUANG PEMANFAATAN MARKA MOLEKULER UNTUK PENINGKATAN KARKAS SAPI DI INDONESIA

Aplikasi penerapan genetika molekuler untuk meningkatkan kualitas karkas sapi dapat dilakukan apabila asosiasi gen dengan sifat karkas telah diketahui (Singh et al. 2014). Yuan et al. (2013) telah menginvestigasi SNP gen DGAT1 c.572A>G ekson 6 dan c.1416T>G ekson 17 yang dihubungkan dengan sifat kualitas lemak daging dan karkas pada sapi potong komersil di Cina. Dilaporkan oleh Yuan et al. (2013) bahwa penerapan SNP dalam seleksi sifat kualitas lemak daging dan karkas dinilai cukup efektif.

Meskipun demikian, Pintos & Corva (2011) telah menemukan bahwa gen yang mempengaruhi keempukan daging memiliki pengaruh negatif terhadap sifat pertumbuhan. Oleh karena itu, perlu dibuat skema pemuliaan dalam *breeding* sapi potong dalam rangka untuk peningkatan kualitas karkas sapi potong tanpa mengurangi pertumbuhan sapi tersebut.

Pada sapi Bali ditemukan beberapa SNP yang berasosiasi dengan kualitas karkas. Gen Calpain (CAPN1) untuk SNP c.3669T>C berkaitan dengan sifat *rump thickness* dan *marbling score*; SNP c.3854G>A berkaitan dengan sifat *rump fat thickness*; dan c.3899C>T berkaitan dengan sifat *marbling score*.

Tabel 4. Penelitian yang telah dilakukan Indonesia terkait gen dan asosiasi terhadap sifat-sifat karkas sapi

Bangsa sapi	Gen	Genotip	Keterangan penelitian	Sumber
Bali	Calpastatin (CAST)	Ditemukan 2 genotip: AG, GG	Ketebalan lemak punggung: genotip GG > AG Ketebalan <i>longissimus</i> dorsi: genotip GG > AG	Putri et al. (2015)
Aceh	<i>Growth hormone</i> (GH AluI)	Ditemukan 1 genotip: LL	Genotip LL tidak berkorelasi dengan kualitas karkas sapi	Sari et al. (2012)
Bali Madura Pesisir Katingan Aceh	Calpastatin (CAST AluI)	Ditemukan 3 genotip: GG, GC, CC	Hanya dilakukan identifikasi gen saja dan tidak ada keterangan untuk asosiasi dengan sifat karkas sapi	Furqon (2012)
Bali	Calpain (CAPN1)	Ditemukan 2 genotip: GG, GC Pada SNP c.3669T>C ditemukan 2 genotip: CT, TT Pada SNP c.3854G>A ditemukan 2 genotip: AA, AG Pada SNP c.3899C>T ditemukan 2 genotip: CC, CT	<i>Rump thickness</i> genotip TT > CT Nilai <i>marbling</i> genotip TT > CT Ketebalan lemak <i>rump</i> genotip AA > AG Nilai <i>marbling</i> genotip CC > CT	Pratiwi et al. (2016)
Pasundan	<i>Stearoyl-CoA desaturase</i> (SCD1)	Ditemukan 3 genotip: TT, CT, CC	3 genotip gen SCD1 tidak mempengaruhi komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh	Hilmia et al. (2016)
	Leptin	Ditemukan 3 genotip: CC, CT, CH	3 genotip gen Leptin tidak mempengaruhi kualitas fisik daging	Hilmia et al. (2015)
Bali	Leptin (Leptin BsaA1)	Ditemukan 3 genotip: AA, AG, GG	Hanya mengidentifikasi polimorfisme gen Leptin BsaA1	Syarifulaya et al. (2015)
Sumba Ongole (SO)	<i>Growth hormone</i> (GH AluI) intron 3	Ditemukan 2 genotip: AA, AB	2 genotip gen GH AluI intron 3 tidak mempengaruhi persentase <i>dressing</i> karkas	Agung et al. (2017)

(Pratiwi et al. 2016), sedangkan pada gen Calpastatin (CAST) berkaitan dengan sifat *longissimus dorsi thickness* dan *backfat thickness* (Pratiwi 2016). Anwar et al. (2019) menemukan polimorfisme pada gen *endothelial differentiation sphingolipid G-protein-coupled receptor 1* (EDG1), AKIRIN2 dan TITIN (TTN) pada sapi Bali yang belum diasosiasikan dengan sifat-sifat *marbling*.

Selain gen CAPN1 dan CAST, ada gen-gen lain yang belum diidentifikasi dan perlu dibuktikan bahwa gen-gen ini terkait dengan kualitas karkas pada sapi potong. Gen-gen yang disebut pada Tabel 3 yaitu *Stearoyl-CoA desaturase* (SCD), *Myostatin* (MSTN), *Leptin*, *Myogenic differentiation* (MYOD1), *Bovine Myogenic Factor 5* (MYF5), *Myogenin* (MYOG), *Thyroglobulin* (TG), *Fatty acid synthase* (FASN) dan *Fatty Acid Binding Protein 4* (FABP4) belum dieksplorasi pada sapi-sapi lokal di Indonesia.

Berdasarkan data asosiasi gen dengan sifat karkas pada sapi potong, maka 2 gen CAPSN1 dan CAST dapat dijadikan dasar untuk seleksi peningkatan kualitas karkas sapi potong. Pendapat dari Putra & Indriastuti (2017) bahwa alel pada gen teridentifikasi polimorfisme yang berasosiasi dengan produktivitas tinggi perlu dipertahankan pada populasi ternak sapi potong.

Penggunaan marka molekuler untuk skema *breeding* memerlukan populasi minimal dan data fenotipe karkas sapi potong yang lengkap. Seleksi berdasarkan *genomic selection* bergantung pada ukuran dan komposisi dari populasi untuk sifat-sifat tertentu (Lourenco et al. 2015; Meuwissen et al. 2016). Populasi yang digunakan minimal 400 ekor, karena menurut Mrode et al. (2019) dengan populasi minimal 400 ekor mampu meningkatkan akurasi prediksi hingga 0,46. Selain itu, kelengkapan data fenotipe sifat karkas sapi potong pada populasi tersebut perlu dicatat secara lengkap. Menurut Pollak (2005), kendala utama dalam skema pemuliaan adalah kurangnya pengumpulan data untuk sifat yang memiliki nilai ekonomis.

Setelah seleksi dilakukan maka perlu dilakukan uji performa dan uji zuriat pada sapi pejantan. Putra & Indriastuti (2017) menyatakan bahwa seleksi molekuler merupakan seleksi awal dan perlu dilakukan uji performa dan uji zuriat untuk melihat kemajuan seleksi pada generasi selanjutnya. Walaupun bangsa sapi potong sama tetapi hal lain yang perlu diperhatikan adalah mengidentifikasi gen yang berasosiasi dengan sifat karkas pada populasi sapi potong lainnya. Di Indonesia, dua penelitian gen Calpastatin (CASTN) pada sapi Bali yang dilakukan oleh Putri et al. (2015) dan Furqon (2012) diperoleh hasil yang berbeda untuk identifikasi genotipnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi gen terlebih dahulu pada populasi sapi tertentu yang akan ditingkatkan kualitas karkasnya.

KESIMPULAN

Kualitas karkas sapi potong dikontrol oleh beberapa gen-gen. Ada 2 gen yang telah diketahui berkaitan dengan sifat kualitas karkas sapi, yaitu gen Calpain dan Calpastatin. Kedua gen tersebut diketahui berasosiasi dengan sifat ketebalan *rump*, *marbling score*, ketebalan *longissimus dorsi* dan ketebalan lemak punggung. Kedua gen tersebut dapat digunakan sebagai gen kandidat untuk menjadi marka molekuler guna meningkatkan sifat kualitas karkas sapi potong di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung PP, Anwar S, Putra WPB, Zein MSA, Wulandari AS, Said S, Sudiro A. 2017. Association of growth hormone (GH) gene polymorphism with growth and carcass in Sumba Ongole (SO) cattle. *J Indones Trop Anim Agric*. 42:153-159.
- Agung PP, Anwar S, Wulandari AS, Sudiro A, Said S, Tappa B. 2015. the potency of Sumba Ongole (SO) Cattle: a study of genetic characterization and carcass productivity. *J Indones Trop Anim Agric*. 40:71-78.
- Alwiyah. 2016. Identifikasi keragaman gen DGAT1 dan SCD serta asosiasinya terhadap kualitas karkas pada sapi Bali [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Anwar S, Wulandari AS, Putra WPB, Said S. 2019. The favorable alleles of AKIRIN2:c.*188G>A, EDG1:c.-312A>G and TTN:g.231054C>T as candidate markers for high-marbling are very low in Bali cattle. *Biodiversitas*. 20:965-970.
- Arnold H, Della-Fera M, Baile C. 2001. Review of myostatin history, physiology and applications. *Int Arch Biosci*. 1:1014-1022.
- Astuti M. 2004. Potensi dan keragaman sumberdaya genetik sapi Peranakan Ongole (PO). *Wartazoa*. 14:30-39.
- Barendse W, Bunch R, Thomas M, Armitage S, Baud S, Donaldson N. 2004. The TG5 thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle. *Aust J Exp Agric*. 44:669-674.
- Bentzinger CF, Wang YX, Rudnicki MA. 2012. Building muscle: molecular regulation of myogenesis. *Cold Spring Harb Perspect Biol*. 4:1-16.
- Bhuiyan MSA, Kim HJ, Lee DH, Lee SH, Cho SH, Yang BS, Kim SD, Lee SH. 2017. Genetic parameters of carcass and meat quality traits in different muscles (*Longissimus dorsi* and *semimembranosus*) of Hanwoo (Korean cattle). *J Anim Sci*. 95:3359-3369.
- Bhuiyan MSA, Kim NK, Cho YM, Yoon D, Kim KS, Jeon JT, Lee JH. 2009. Identification of SNPs in MYOD gene family and their associations with carcass traits in cattle. *Livest Sci*. 126:292-297.

- Brito LF, Clarke SM, McEwan JC, Miller SP, Pickering NK, Bain WE, Dodds KG, Sargolzaei M, Schenkel FS. 2017. Prediction of genomic breeding values for growth, carcass and meat quality traits in a multi-breed sheep population using a HD SNP chip. *BMC Genet.* 18:1-17.
- Caetano SL, Savegnago RP, Boligon AA, Ramos SB, Chud TCS, Lôbo RB, Munari DP. 2013. Estimates of genetic parameters for carcass, growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Livest Sci.* 155:1-7.
- Casas E, White SN, Riley DG, Smith TPL, Brennemant RA, Olson TA, Johnson DD, Coleman SW, Bennett GL, Chase CC. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *J Anim Sci.* 83:13-19.
- Chung ER, Kim WT. 2005. Association of SNP marker in IGF-I and MYF5 candidate genes with growth traits in Korean cattle. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 18:1061-1065.
- Deaton AM, Bird A. 2011. CpG islands and the regulation of transcription. *Genes Dev.* 25:1010-1022.
- Doherty R, Farrelly CO, Meade KG. 2014. Comparative epigenetics: Relevance to the regulation of production and health traits in cattle. *Anim Genet.* 45:3-14.
- Elmasry G, Barbin D, Sun DW, Allen P. 2012. Meat quality evaluation by hyperspectral imaging technique: An overview. *Critic Rev Food Sci Nutr.* 52:689-711. doi: 10.1080/10408398.2010.507908.
- Fatmawati, Rostin, Baso JN. 2016. Faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan daging sapi di Indonesia. *J Ekon.* 1:128-134.
- Francetic T, Li Q. 2011. Skeletal myogenesis and Myf5 activation. *Transcription.* 2:109-114.
- Furqon A. 2012. Identifikasi Keragaman Gen Calpastatin (CAST/AluI) pada bangsa sapi Indonesia dengan metode PCR RFLP [Skripsi]. [Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Goll DE, Thompson VF, Li H, Wei W, Cong J. 2003. The calpain system. *Physiol Rev.* 83:731-801.
- Gui LS, Raza SHA, Garcia M, Sun YG, Ullah I, Han YC. 2018. Genetic variants in the SIRT6 transcriptional regulatory region affect gene activity and carcass quality traits in indigenous Chinese beef cattle (*Bos taurus*). *BMC Genomics.* 19:785.
- Guidolin DGF, Grupioni NV, Chud TCS, Urbinati I, Lôbo RB, Bezerra LaF, Paz CCP, Munari DP. 2010. Genetic Association For Growth, Reproductive And Carcass Traits In Guzerá Beef Cattle. In: Proceedings of 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Leipzig (Germany): World Congress on Genetics Applied to Livestock Production Digital Archive. p. 1-4.
- Hafid H, Rugiyah N. 2009. Persentase karkas sapi Bali pada berbagai berat badan dan lama pemuasaan sebelum pemotongan. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 77-85.
- Hilmia N, Noor RR, Sumantri C, Priyanto R, Gurnadi E. 2015. Hubungan keragaman gen leptin dengan kualitas fisik daging sapi lokal di Ciamis. *J Ilmu Ternak.* 15:53-60.
- Hilmia N, Noor RR, Sumantri C, Priyanto R, Gurnadi E. 2016. Analisis hubungan keragaman gen SCD1 (Stearoyl CoA Desaturase) dengan komposisi asam lemak daging sapi lokal di Ciamis. *J Ilmu Peternak.* 16:28-34.
- Hirwa C d'Andre, Wallace P, Shen X, Nie Q, Yang G, Zhang X. 2011. Genes related to economically important traits in beef cattle. *Asian J Anim Sci.* 5:34-35.
- Hou G-Y, Yuan Z-R, Zhou H-L, Zhang L-P, Li J-Y, Xu XG, Wang D-J, Gao H-J, Xu S-Z. 2011a. Association analysis of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. *Mol Biol Rep.* 38:4705-4708.
- Hou G, Huang M, Gao X, Li J, Gao H, Ren H, Xu S. 2011b. Association of Calpain 1 (CAPN1) and HRSP12 allelic variants in beef cattle with carcass traits. *J Biotechnol.* 10:13714-13718.
- Humblot P, Le Bourhis D, Fritz S, Colleau JJ, Gonzalez C, Guyader Joly C, Malafosse A, Heyman Y, Amigues Y, Tissier M, Ponsart C. 2010. Reproductive Technologies and Genomic Selection in Cattle. *Vet Med Int.* 2010:1-8.
- Illingworth RS, Gruenewald-Schneider U, Webb S, Kerr ARW, James KD, Turner DJ, Smith C, Harrison DJ, Andrews R, Bird AP. 2010. Orphan CpG Islands Identify numerous conserved promoters in the mammalian genome. *PLoS Genet.* 6:1-15.
- Julianty L. 2013. Sifat karkas dan non karkas sapi silangan lokal Friesian Holstein serta kerbau Rawa jantan [Skripsi]. [Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Kause A, Mikkola L, Strandén I, Sirkko K. 2014. Genetic parameters for carcass weight, conformation and fat in five beef cattle breeds. *Animal.* 9:35-42.
- Khasanah H. 2016. Kajian keragaman gen MYF5 dan MSTN serta asosiasinya terhadap sifat pertumbuhan dan perdagingan pada sapi Bali [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Kulig H, Kmiec M. 2009. Association between leptin gene polymorphisms and growth traits in Limousin cattle. *Russ J Genet.* 45:738-741.
- Li C, Basarab J, Snelling WM, Benkel B, Murdoch B, Hansen C, Moore SS. 2004. Assessment of positional candidate genes myf5 and igf1 for growth on bovine chromosome 5 in commercial lines of *Bos taurus*. *J Anim Sci.* 82:1-7.

- Li J, Zhang L-P, Gan Q-F, Li J-Y, Gao H-J, Yuan Z-R, Gao X, Chen J-B, Xu S-Z. 2010. Association of CAST gene polymorphisms with carcass and meat quality traits in Yanbian cattle of China. *Mol Biol Rep.* 40:1875-1881.
- Li X, Ekerljung M, Lundström K, Lundén A. 2013. Association of polymorphisms at DGAT1, leptin, SCD1, CAPN1 and CAST genes with color, marbling and water holding capacity in meat from beef cattle populations in Sweden. *Meat Sci.* 94:153-158.
- Lourenco DAL, Tsuruta S, Fragomeni BO, Masuda Y, Aguilar I, Legarra A, Bertrand JK, Amen TS, Wang L, Moser DW, Misztal I. 2015. Genetic evaluation using single-step genomic best linear unbiased predictor in American Angus. *J Anim Sci.* 93:2653-2662.
- Luo J, Sun X, Cormack BP, Boeke JD. 2018. Karyotype engineering by chromosome fusion leads to reproductive isolation in yeast. *Nature.* 560:392-396.
- Meuwissen T, Hayes B, Goddard M. 2016. Genomic selection: A paradigm shift in animal breeding. *Anim Front.* 6:6-14.
- Michal JJ, Zhang ZW, Gaskins CT, Jiang Z. 2006. The bovine fatty acid binding protein 4 gene is significantly associated with marbling and subcutaneous fat depth in Wagyu x Limousin F2 crosses. *Anim Genet.* 37:400-402.
- Miller MF, Huffman KL, Gilbert SY, Hamman LL, Ramsey CB. 1995. Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. *J Anim Sci.* 73:2308-2314.
- Miyake M, Hayashi S, Taketa Y, Iwasaki S, Watanabe K, Ohwada S, Aso H, Yamaguchi T. 2010. Myostatin down-regulates the IGF-2 expression via ALK-Smad signaling during myogenesis in cattle. *Anim Sci J.* 81:223-229.
- Mizoshita K, Watanabe T, Hayashi H, Kubota C, Yamakuchi H, Todoroki J, Sugimoto Y. 2004. Quantitative trait loci analysis for growth and carcass traits in a half-sib family of purebred Japanese Black (Wagyu) cattle. *J Anim Sci.* 82:3415-3420.
- Mrode R, Ojango JMK, Okeyo AM, Mwacharo JM. 2019. Genomic selection and use of molecular tools in breeding programs for indigenous and crossbred cattle in developing countries: Current status and future prospects. *Front Genet.* 9:694. doi: 10.3389/fgene.2018.00694.
- Muroya S, Watanabe K, Hayashi S, Miyake M, Konashi S, Sato Y, Takahashi M, Kawahata S, Yoshikawa Y, Aso H, et al. 2009. Muscle type-specific effect of myostatin deficiency on myogenic regulatory factor expression in adult double-muscle Japanese Shorthorn cattle. *Anim Sci J.* 80:678-685.
- [OECD/FAO] Organisation for Economic Co-operation and Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. OECD-FAO agricultural outlook 2016-2025 [Internet]. [diakses pada 23 November 2018]. Tersedia dari: <http://www.fao.org/3/a-i5778e.pdf>.
- Ohsaki H, Tanaka A, Hoashi S, Sasazaki S, Oyama K, Taniguchi M, Mukai F, Mannen H. 2009. Effect of SCD and SREBP genotypes on fatty acid composition in adipose tissue of Japanese black cattle herds. *Anim Sci J.* 80:225-232.
- Pahar RA. 2008. Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan konsumsi daging sapi rendah lemak (Studi kasus di Supermarket Giant Point Square dan Giant Pondok Gede Jakarta) [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Pangestu MB. 2018. Karakteristik karkas dan daging sapi Peranakan Ongole dan Brangus pada umur yang berbeda [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Pannier L, Mullen AM, Hamill RM, Stapleton PC, Sweeney T. 2010. Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred *Bos taurus* cattle. *Meat Sci.* 85:515-518.
- Peng Y, Dhakal S. 2015. Optical methods and techniques for meat quality inspection. *ASABE.* 58:1371-1386.
- Pereira MC, Cruz GD, Arrigoni MD, Rigueiro AL, Silva J, Carrara TV, Santos PC, Cursino LL, Millen DD. 2016. Relationships of feedlot performance, feeding behavior, rumen morphometrics, and carcass characteristics of Nellore cattle differing in phenotypic residual feed intake. *J Anim Sci.* 94:4287-4296.
- Pinto LF, Ferraz JB, Meirelles F V., Eler JP, Rezende FM, Carvalho ME, Almeida HB, Silva RC. 2010. Association of SNPs on CAPN1 and CAST genes with tenderness in Nellore cattle. *Genet Mol Res.* 9:1431-1442.
- Pintos D, Corva PM. 2011. Association between molecular markers for beef tenderness and growth traits in Argentinian Angus cattle. *Anim Genet.* 42:329-332.
- Pollak EJ. 2005. Application and impact of new genetic technologies on beef cattle breeding: A 'real world' perspective. *Aust J Exp Agr.* 45. doi: 10.1071/EA05047.
- Pratiwi N. 2016. Analisis keragaman gen kalpastatin (cast) dan kalpain-1 (capn1) terhadap karakteristik karkas dan daging pada sapi Bali [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi N, Maskur, Priyanto R, Jakaria. 2016. Novel Snp of Calpain-1 (Capn1) gene and its association with carcass and meat characteristics traits in Bali cattle. *J Indones Trop Anim Agric.* 41:109-116.
- Purbowati E, Purnomoadi A, Lestari CMS, Kamiyatun. 2011. Karakteristik karkas sapi Jawa (studi kasus di RPH Brebes, Jawa Tengah). Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Puastuti W, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH,

- Darmayanti NLPI, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif terhadap Dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 353-361.
- Purpranoto I. 2013. Karakteristik karkas dan non karkas sapi potong pada kerangka tubuh yang berbeda [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Purwono J, Sugyaningsih S, Andryani M. 2014. Analisis keputusan pembelian daging sapi oleh konsumen rumah tangga (kasus: hipermarket Giant Taman Yasmin Bogor). *J NeO-Bis*. 8:77-92.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. Outlook komoditas pertanian sub sektoral peternakan daging sapi. Jakarta (Indonesia): Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian.
- Putra WPB, Indriastuti R. 2017. Leptin gene as potential gene for molecular selection on cattle in Indonesia. *Wartazoa*. 27:105-116.
- Putri R, Priyanto R, Gunawan A, Jakaria J. 2015. Association of Calpastatin (CAST) gene with growth traits and carcass characteristics in Bali cattle. *Media Peternakan*. 38:145-149.
- Raza SHA, Gui L, Khan R, Schreurs NM, Xiaoyu W, Wu S, Mei C, Wang L, Ma X, Wei D, et al. 2018. Association between FASN gene polymorphisms ultrasound carcass traits and intramuscular fat in Qinchuan cattle. *Gene*. 645:55-59.
- Reardon W, Mullen AM, Sweeney T, Hamill RM. 2010. Association of polymorphisms in candidate genes with colour, water-holding capacity, and composition traits in bovine *M. longissimus* and *M. semimembranosus*. *Meat Sci*. 86:270-275.
- Ríos R, Carneiro I, Arce VM, Devesa J. 2001. Myostatin regulates cell survival during C2C12 myogenesis. *Biochem Biophys Res Comm*. 280:561-566.
- Rotta PP, Do Prado IN, Do Prado RM, Moletta JL, Silva RR, Perotto D. 2009. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Nellore, Caracu and Holstein-Friesian bulls finished in a feedlot. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 22:598-604.
- Saatchi M, Schnabel RD, Rolf MM, Taylor JF, Garrick DJ. 2012. Accuracy of direct genomic breeding values for nationally evaluated traits in US Limousin and Simmental beef cattle. *Genet Sel Evol*. 44:1-10.
- Sari EM. 2011. Keragaman genetik gen hormon pertumbuhan (GH) dan hubungannya dengan kualitas karkas pada sapi Aceh [Disertasi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Sari EM, Noor RR, Sumantri C, Margawati ET. 2012. Carcass traits association with GH/AluI gene polymorphism in Indonesian Aceh cattle. In: 2nd International Seminar Animal Indonesia. Bogor (Indonesia): Bogor Agricultural University. p. 104-109.
- Schenkel F, Miller S. 2006. Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *J Anim Sci*. 84:291-299.
- Schenkel FS, Miller SP, Ye X, Moore SS, Nkrumah JD, Li C, Yu J, Mandell IB, Wilton JW, Williams JL. 2006. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *J Anim Sci*. 83:2009-2020.
- Shin SC, Heo JP, Chung ER. 2012. Genetic variants of the FABP4 gene are associated with marbling scores and meat quality grades in Hanwoo (Korean cattle). *Mol Biol Rep*. 39:5323-5330.
- Silva DBS, Crispim BA, Silva LE, Oliveira JA, Siqueira F, Seno LO, Grisolia AB. 2014. Genetic variations in the leptin gene associated with growth and carcass traits in Nellore cattle. *Genet Mol Res*. 13:3002-3012.
- Singh U, Deb R, Alyethodi RR, Alex R, Kumar S, Chakraborty S, Dhama K, Sharma A. 2014. Molecular markers and their applications in cattle genetic research: A review. *Biomark Genom Med*. 6:49-58.
- Suryanto E, Bulkaini, Soeparno, Karda IW. 2017. Kualitas karkas, marbling, kolesterol daging dan komponen non karkas sapi Bali yang diberi pakan kulit buah kakao fermentasi. *Bul Peternak*. 41:72.
- Syarifulaya N, Made S, Maskur. 2015. Identifikasi keragaman gen leptin pada sapi Bali dan kambing Kacang. *J Ilmu Teknol Peternak Indones*. 1:40-46.
- Tait CA, L'Abbe' MR, Smith PM, Rosella LC. 2018. The association between food insecurity and incident type 2 diabetes in Canada: A population-based cohort study. *PLoS ONE*. 13:e0195962. doi: 10.1371/journal.pone.0195962.
- Taniguchi M, Utsugi T, Oyama K, Mannen H, Kobayashi M, Tanabe Y, Ogino A, Tsuji S. 2004. Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. *Mamm Genome*. 15:142-148.
- Taylor WE, Bhasin S, Artaza J, Byhower F, Azam M, Willard DH Jr, Kull FC Jr, Gonzalez-Cadavid N. 2001. Myostatin inhibits cell proliferation and protein synthesis in C2C12 muscle cells. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 280:E221-8.
- Thomas M, Langley B, Berry C, Sharma M, Kirk S, Bass J, Kambadur R. 2000. Myostatin, a negative regulator of muscle growth, functions by inhibiting myoblast proliferation. *J Biol Chem*. 275:40235-40243.
- Verner J, Humpolcek P, Knoll A. 2007. Impact of MYOD family genes on pork traits in Large White and Landrace pigs. *J Anim Breed Genet*. 124:81-85.
- Wijaya MA. 2008. Analisis preferensi dalam membeli daging sapi di pasar tradisional kabupaten Purworejo [Skripsi]. [Surakarta (Indonesia)]: Universitas Sebelas Maret.

- Wood BJ, Archer JA, Van Der Werf JHJ. 2004. Response to selection in beef cattle using IGF-1 as a selection criterion for residual feed intake under different Australian breeding objectives. *Livest Prod Sci.* 91:69-81.
- Wu XX, Yang ZP, Shi XK, Li JY, Ji DJ, Mao YJ, Chang LL, Gao HJ. 2012. Association of SCD1 and DGAT1 SNPs with the intramuscular fat traits in Chinese Simmental cattle and their distribution in eight Chinese cattle breeds. *Mol Biol Rep.* 39:1065-1071.
- Wyszyńska-Koko J, Pierzchała M, Flisikowski K, Kamyczek M, Rózycki M, Kurył J. 2006. Polymorphisms in coding and regulatory regions of the porcine MYF6 and MYOG genes and expression of the MYF6 gene in *m. longissimus dorsi* versus productive traits in pigs. *J Appl Genet.* 47:131-138.
- Yuan Z, Li Junya, Li Jiao, Gao X, Gao H, Xu S. 2013. Effects of DGAT1 gene on meat and carcass fatness quality in Chinese commercial cattle. *Mol Biol Rep.* 40:1947-1954.
- Zeng-rong Z, Qing Z, Yi-ping L. 2007. Correlation analysis on single nucleotide polymorphism of CAPNI gene and meat quality and carcass traits in chickens. *Agric Sci China.* 6:749-754.
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature.* 372:425-432.
- Zulkharnaim, Jakaria, Noor RR. 2010. Identifikasi keragaman genetik gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR|Alu I) pada sapi Bali. *Media Peternakan.* 33:81-87.

Antisipasi Penyakit *Emerging Mycoplasma bovis*: Pencegahan dan Penanggulangan

(Anticipation of Emerging Disease *Mycoplasma bovis*: Prevention and Control)

Faidah Rachmawati, HHS Purba dan SM Noor

Balai Besar Penelitian Veteriner
Kontributor utama: fahera.08@gmail.com

(Diterima 1 Agustus 2019 – Direvisi 21 November 2019 – Disetujui 26 November 2019)

ABSTRACT

Mycoplasma bovis is one of the pathogens, causes respiratory, reproductive, mastitis and arthritis disorders in cattle. Due to the economic impact of this disease, *Mycoplasma bovis* must be free on farms. There are no pathognomonic symptoms of *Mycoplasma* infection, so it needs laboratory confirmation to diagnose. Many countries have routinely examined *M. bovis* on cases of mastitis, arthritis, pneumonia and reproductive disorders. There was no cases of respiratory disorder in cattle related to *M. bovis* infection reported in Indonesia. The fact that, in many countries almost that cases related to the presence of *M. bovis*. The presence of *M. bovis* in Indonesia should be investigated, considering that Indonesia imports cattle from Australia and New Zealand that expose to *M. bovis*. This paper discusses the incidence of *M. bovis* infection in many countries including its economic impact, clinical symptoms, and method of diagnosis and control of disease to anticipate the emergence of this disease in Indonesia.

Key words: *Mycoplasma bovis*, emerging, prevention, control

ABSTRAK

Mycoplasma bovis merupakan salah satu patogen penyebab gangguan pernapasan, reproduksi, mastitis dan arthritis pada sapi sehingga menjadi salah satu bakteri yang harus bebas di suatu peternakan. Tidak terlihatnya gejala klinis yang patognomonis akibat infeksi bakteri ini maka konfirmasi diagnosis penyakit secara laboratorium sangat diperlukan. Berbagai negara telah melakukan pemeriksaan secara rutin terhadap *M. bovis* pada kasus mastitis, radang sendi, radang paru-paru dan gangguan reproduksi. Kejadian gangguan pernapasan pada sapi di Indonesia terkait dengan infeksi *M. bovis* belum pernah dilaporkan padahal hampir semua kasus pernapasan pada sapi tidak dapat dipisahkan dari keberadaan *M. bovis*. Kejadian gangguan pernapasan pada sapi yang banyak dilaporkan di Indonesia perlu diinvestigasi apakah terkait dengan infeksi *M. bovis* mengingat Indonesia mengimpor sapi dari Australia dan New Zealand yang terpapar *M. bovis*. Pada makalah ini dibahas kejadian infeksi *M. bovis* yang banyak dilaporkan di berbagai negara termasuk dampak ekonomi, gejala klinis dan metode diagnosis serta kontrol penyakit sebagai antisipasi masuknya penyakit (*emerging*) ke Indonesia.

Kata kunci: *Mycoplasma bovis*, *emerging*, pencegahan, penanggulangan

PENDAHULUAN

Mycoplasma bovis (*M. bovis*) merupakan salah satu spesies *Mycoplasma* paling penting dan sering diisolasi terkait dengan penyakit pada sapi di seluruh dunia (Fox 2012). *Mycoplasma bovis* mengakibatkan penyakit pernapasan dan radang sendi pada sapi dengan berbagai manifestasi klinis penyakit seperti mastitis, pneumonia, arthritis, keratoconjunctivitis, otitis media dan gangguan reproduksi (Calcutt et al. 2018). *Mycoplasma bovis* dilaporkan pertama kali oleh Hale pada tahun 1961 (Hale et al. 1962) ketika terjadi wabah mastitis pada sapi perah di Amerika dan berdampak pada lebih dari 30% populasi hewan. Bakteri ini banyak ditemukan di Benua Eropa, Asia, Amerika dan

Australia. New Zealand pernah dinyatakan bebas dari *M. bovis* sampai kurun tahun 2017 namun infeksi muncul kembali (*re-emerging*) di peternakan sapi perah (MPI 2018).

Mycoplasma bovis mengakibatkan kerugian ekonomi yang cukup signifikan, seperti dilaporkan di New Zealand diperkirakan kerugian ekonomi mencapai NZ\$ 698 juta (MPI 2018). Penyebaran *M. bovis* antar negara biasanya melalui proses importasi ternak maupun semen terkontaminasi. Survei di Israel menunjukkan bahwa sapi perah yang diimpor dari Australia mempunyai seroprevalensi terhadap *M. bovis* dengan persentasi tertinggi (Lysnyansky et al. 2017). *Pneumonia* terkait *M. bovis* dapat terjadi pada berbagai umur sapi yang berbeda terutama akibat stres setelah

transportasi. Tanda-tanda klinis *pneumonia* pada sapi tidak spesifik yaitu demam, batuk, takipnea, dispnea dan nafsu makan menurun, dengan atau tanpa keluarnya cairan dari hidung (Maunsell et al. 2011).

Indonesia melakukan impor ternak sapi dan semen beku (Barantan 2017) dari negara dengan riwayat terdeteksi *M. bovis* seperti Australia (Al-Farha et al. 2017), Amerika (Soehnen et al. 2010) dan Belgia (Gille et al. 2018). Kewaspadaan dalam melakukan cegah tangkal masuknya *M. bovis* melalui importasi hewan atau lainnya dari negara terinfeksi perlu ditingkatkan. Pemeriksaan sapi dan semen beku impor harus dilakukan sebagai langkah antisipasi masuknya bakteri ini ke Indonesia. Berdasarkan hal tersebut maka pada artikel ini mengulas tentang *M. bovis*, epidemiologi, diagnosis, pencegahan dan penanggulangan untuk antisipasi terhadap penyebaran penyakit di Indonesia.

MYCOPLASMA BOVIS

Etiologi

Taksonomi *M. bovis* masuk dalam filum *Tenericutes*, kelas *Mollicutes*, ordo *Mycoplasmatale*, famili *Mycoplasmataceae* dan genus *Mycoplasma*. Sel *Mycoplasma* berbentuk pleomorfik dan bervariasi antara kokoid sampai filamen. Diameter sel bakteri berkisar antara 300-800 nm, tidak mempunyai dinding sel tetapi mempunyai membran sel dan termasuk bakteri Gram negatif. Koloni *Mycoplasma* mempunyai bentuk permukaan seperti telur mata sapi dengan ukuran kurang dari 1 mm (Brown et al. 2011).

Karakteristik genus *Mycoplasma* adalah tidak mempunyai dinding sel, kandungan GC rendah (23-40%) dan ukuran genom kecil (0,58-1,4 Mbp) (Parte et al. 2011).

Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri ini pada 37°C, bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta mempunyai kemampuan membentuk biofilm (Brown et al. 2011). *Mycoplasma bovis* dapat bertahan hidup pada temperatur 4°C selama 2 bulan dalam sponge, susu, pupuk, dan dalam air dapat bertahan hidup lebih dari 2 minggu (Pfützner & Sachse 1996).

Gejala klinis

Mycoplasma bovis dianggap sebagai penyebab utama pneumonia pada anak sapi (Castillo-Alcala et al. 2012; Timsit et al. 2012) dan mastitis pada sapi perah (Aebi et al. 2012; Aebi et al. 2015). *Mycoplasma bovis* merupakan bakteri yang bersifat invansif sehingga mudah menyebar dan berkembang menjadi infeksi sistemik serta terlibat dalam berbagai penyakit penting pada sapi. Infeksi *Mycoplasma bovis* tidak hanya

mengakibatkan mastitis, pneumonia, arthritis, penyakit saluran reproduksi pada sapi, tetapi juga otitis dan meningitis (Parker et al. 2018). *Mycoplasma bovis* mampu menyebabkan peradangan yang bersifat sub akut, akut pada berbagai organ seperti ambing, persendian (pada sapi muda) dan saluran pernapasan/saluran kelamin (pada sapi muda dan dewasa) dan kronis (Ghanem et al. 2013; Maunsell et al. 2011). Berbagai manifestasi klinis penyakit biasanya terdeteksi bersamaan dengan infeksi *M. bovis* seperti mastitis, pneumonia, arthritis, otitis dan gangguan reproduksi (Calcutt et al. 2018).

Mastitis (radang ambing)

Mycoplasma bovis adalah salah satu bakteri penyebab radang ambing (mastitis). *Mycoplasma bovis* pada sapi perah menjadi salah satu agen infeksi yang sangat penting dalam peningkatan kasus mastitis. Mastitis akibat infeksi *M. bovis* menyebabkan penurunan produksi susu secara cepat dan mengakibatkan perubahan konsistensi susu. Ketidakmampuan ambing memproduksi susu disebabkan karena infeksi menyebar secara cepat dari satu ambing ke ambing lainnya, serta kurang responsif terhadap terapi (Calcutt et al. 2018; Lysnyansky & Ayling 2016). Gejala klinis mastitis pada kasus infeksi baru, saat laktasi dan setelah melahirkan akan terlihat lebih parah dengan konsistensi susu bervariasi dari encer sampai bernanah. Ambing yang terinfeksi mengecil setelah 2 minggu sehingga mengakibatkan produksi susu menurun (Pfützner & Sachse 1996; Timonen et al. 2017).

Durasi klinis mastitis akibat *M. bovis* bervariasi, mengakibatkan sulitnya penanganan penyakit sehingga sapi akan terpapar seumur hidup (Timonen et al. 2017). Pemeriksaan secara konvensional keberadaan *Mycoplasma* dalam susu sering negatif dan pengobatan mastitis dengan antibiotik sering mengalami kegagalan walaupun pengobatan telah dikombinasikan secara sistemik dan lokal (Lysnyansky & Ayling 2016).

Pneumonia (radang paru)

Gejala penyakit pernapasan akibat infeksi *M. bovis* antara lain demam, anoreksia, kesulitan bernafas, batuk dan *rhinorrhea*. Penyakit pernapasan dapat terjadi pada sapi berbagai umur (Maunsell et al. 2012). *Mycoplasma bovis* memiliki kemampuan melemahkan sistem pertahanan tubuh hospes sehingga menjadi faktor predisposisi *Bovine Respiratory Disease* (BRD) pada sapi atau ataupun BRD kompleks yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme patogen lainnya seperti *Manheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* dan *Bovine Respiratory Syncytical*

Virus. Beberapa pola lesi *pneumonia* akibat *M. bovis* meliputi *bronkopneumonia supuratif* tanpa nekrosis, *bronkopneumonia caseonecrotic*, *bronkopneumonia* dengan koagulasi foki nekrotik dan *bronkopneumonia* kronis diikuti dengan terjadinya abses (Caswell & Archambault 2007).

Arthritis (radang sendi)

Apabila mastitis akibat *Mycoplasma* terdeteksi pada suatu populasi ternak, maka secara umum paparan akan semakin tinggi dan sering sekali dikaitkan dengan arthritis pada sapi muda (Hewicker-Trautwein et al. 2002; Wilson et al. 2007). Namun demikian, kejadian *pneumonia* atau *arthritis* pada populasi ternak tidak selalu dalam kondisi mastitis. Gejala klinis *arthritis* akibat infeksi *M. bovis* adalah kepincangan akut yang parah sebagai akibat dari poliartritis terutama pada carpal dan persendian tarsal. Gejala klinis ini dihubungkan dengan kejadian *pneumonia* yang parah (*pneumonia-arthritis*) disertai peningkatan suhu rektal mencapai 41°C dan tidak responsif terhadap terapi dengan antibiotik (Pfütner & Sachse 1996; Hewicker-Trautwein et al. 2002). Kasus kepincangan dan peradangan persendian pada sapi muda akibat infeksi *M. bovis* ini telah dilaporkan di Jordania (Hananeh et al. 2018). Program eradikasi menjadi pilihan untuk memberantas penyakit ini karena tidak adanya respon terhadap pengobatan (Maunsell et al. 2011).

Otitis (radang telinga)

Kejadian otitis dapat dijadikan sebagai indikator keberadaan *M. bovis* dalam satu peternakan (Maunsell et al. 2012). *Mycoplasma bovis* yang terdeteksi pada kasus otitis disebut sebagai “*Mycoplasma bovis associated disease*”. Pengamatan pada sapi muda yang terkena otitis akibat *M. bovis* secara umum mengakibatkan kematian, ternak lebih sering merebahkan diri, tampak satu atau kedua telinga jatuh dengan kepala yang miring, demam dan mata berair (Foster et al. 2009).

Gejala klinis otitis dapat unilateral atau bilateral, keluar cairan purulen jika membran timpani telah pecah (Maunsell et al. 2011). Kasus otitis yang disebabkan *M. bovis* biasanya bersifat kronis dan memberikan respon yang buruk terhadap pengobatan dan kejadian otitis pada ternak biasanya dikaitkan dengan konsumsi susu atau pakan yang terkontaminasi *M. bovis*, selanjutnya bakteri berkolonisasi di tonsil dan saluran *eustachius* (Maunsell et al. 2012).

Gangguan reproduksi

Penularan *M. bovis* pada ternak melalui inseminasi buatan pernah dilaporkan di Finlandia (Haapala et al. 2018). Gangguan reproduksi akibat *M. bovis* telah banyak dilaporkan sejak tahun 1964 namun masih diabaikan karena bakteri ini dikenal sebagai penyebab mastitis dan poliartritis pada sapi. Peran *M. bovis* pada penyakit reproduksi sapi masih belum banyak diketahui meskipun patogenitasnya telah ditetapkan dengan pasti melalui penelitian (Maunsell et al. 2011). Inokulasi bakteri *M. bovis* ke dalam uterus sapi menghasilkan perubahan patologi berupa endometritis, salpingitis dan salpingoperitonitis dengan tingkat keparahan yang bervariasi (Hartmann et al. 1964), sedangkan inokulasi *M. bovis* pada cairan amnion mengakibatkan abortus pada ternak (Stalheim & Proctor 1976).

Mycoplasma bovis dapat diisolasi dari semen sapi yang terinfeksi dan dilaporkan dapat bertahan hidup selama 18 bulan meskipun telah dibekukan dalam nitrogen cair. Semen beku terkontaminasi *M. bovis* dapat mengakibatkan ternak mengalami siklus kawin berulang, salpingitis supuratif kronis dengan tingkat keparahan bervariasi, endometritis kronis dan perlekatan ovarium (Hirth et al. 1966). *Mycoplasma bovis* dapat diisolasi dari semen beku dan telah dilaporkan menimbulkan wabah *M. bovis* akibat inseminasi buatan dengan semen terinfeksi (Haapala et al. 2018).

Epidemiologi

Mycoplasma bovis pertama kali diisolasi oleh Hale et al. (1962) pada kasus mastitis sapi di Amerika pada tahun 1961 dan kemudian penyakit ini dilaporkan di berbagai negara di dunia (Gambar 1). Kasus *M. bovis* banyak terdeteksi di negara-negara di benua Eropa dibandingkan dengan negara-negara di benua lainya dan sebagian besar mengakibatkan penyakit gangguan pernapasan meskipun ditemukan agen penyebab selain *M. bovis*, menyusul kasus mastitis, artritis dan otitis.



Gambar 1. Peta penyebaran *M. bovis* di dunia (CABI 2019).

Infeksi *M. bovis* terkait dengan penyakit telah dilaporkan di semua benua yaitu Amerika (Margineda et al. 2017), Eropa (Gille et al 2018; Haapala et al. 2018), Asia (Lysnyanskya et al. 2017), Afrika (El Tawab et al. 2019) dan Australia (Al-Farha et al. 2017)

Penularan penyakit

Penyakit yang disebabkan oleh *M. bovis* dapat menyebar melalui aerosol, kontak langsung, susu yang terinfeksi atau tangan pemerah. Susu sapi yang terinfeksi *M. bovis* dapat mengandung lebih dari 10^6 colony forming unit bakteri per milliliter (Calcutt et al. 2018). Selain itu *M. bovis* dapat terjadi karena perpindahan ternak, kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi, fomites, pakan atau peralatan yang tercemar, susu atau kontak seksual (Brown et al. 2011). Sumber penularan infeksi *M. bovis* dapat berupa semen beku yang terkontaminasi (Haapala et al. 2018).

Diagnosis

Infeksi *Mycoplasma* spp bersifat sangat menular dan kurang responsif terhadap pengobatan sehingga implikasinya dilakukan pemusnahan pada populasi yang terinfeksi. Oleh karena itu, metode diagnosis yang cepat dan akurat sangat penting untuk kontrol dan pencegahan wabah penyakit. Kemampuan untuk mendeteksi *M. bovis* tergantung pada teknik pengambilan sampel, seberapa cepat sampel mencapai laboratorium dan bagaimana sampel telah disimpan.

Pemeriksaan penyakit akibat *M. bovis* secara laboratorium sangat diperlukan untuk identifikasi penyakit karena gejala klinis dan perubahan patologi tidak patognomonik (Maunsell & Donovan 2009). Deteksi *M. bovis* perlu dilakukan pada peternakan bila terdapat kasus *arthritis* dan *pneumonia* pada sapi muda, mastitis serta abortus pada tahap akhir kebuntingan (Spergser et al. 2013).

Deteksi *M. bovis* pada susu dapat dilakukan secara kultur, *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) atau *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Skrining *M. bovis* pada kasus *arthritis* dan *pneumonia* pada kawanan ternak dapat dilakukan dengan uji ELISA diikuti kultur bakteri. Deteksi seropositif antibodi *M. bovis* dengan metode ELISA telah banyak dilaporkan di banyak negara dan dilaporkan cukup berhasil digunakan untuk skrening *M. bovis* pada sapi di Irlandia (O'Farrel et al. 2001).

Skrining penyakit dapat dilakukan melalui kultur, PCR, ELISA antibodi dari cairan *bronkoalveolar*, swab nasopharyngeal bagian dalam, swab telinga, swab vagina, swab konjungtiva, cairan persendian kaki, serum, susu, dan semen pada hewan *carrier* (Hazelton et al. 2018).

Metode uji dan jenis sampel yang diperlukan untuk deteksi *M. bovis* seperti tercantum pada Tabel 1.

Pencegahan dan kontrol penyakit

Pengobatan *M. bovis* dengan antimikroba β -laktam tidak efektif karena mikoplasma tidak memiliki dinding sel dan selain itu tidak mensintesis asam folat sehingga secara intrinsik resisten terhadap sulfonamid. Mikoplasma umumnya rentan terhadap antimikroba yang mengganggu protein seperti tetrasiklin, makrolida, linosamida, dan florfenicol atau sintesis DNA seperti fluoroquinolon namun *M. bovis* tahan terhadap eritromisin (Francoz et al. 2005).

Pengobatan infeksi *M. bovis* dengan antibiotik seperti pemakaian penisilin dan sefalosporin tidak memberikan respon yang baik begitu juga antibiotik konvensional lainnya (Radaelli et al. 2011). Sebanyak 80% pengobatan *M. bovis* pada kasus infeksi paru-paru dan persendian di lapang gagal dalam merespon terapi, begitu juga terhadap kasus *bovine viral diarrhoea virus* (BVD) dan infeksi *Manheimia haemolytica*.

Tabel 1. Jenis penyakit, sampel dan metode uji yang dapat digunakan untuk deteksi *M. bovis*

Jenis penyakit	Sampel	Metode pengujian
Mastitis	Susu, serum	Kultur, PCR, ELISA antibodi
<i>Pneumonia</i>	Cairan <i>bronkoalveolar</i> , aspirasi transtracheal, swab nasal	Kultur, PCR
<i>Arthritis</i>	Cairan sendi kaki	Kultur, PCR
Otitis	Swab tonsil, swab nasopharyngeal bagian dalam, swab telinga	Kultur, PCR
Gangguan reproduksi	Swab vagina, semen	Kultur, PCR
Skrining hewan <i>carrier</i>	Serum, semen, susu, swab vaginal, bilasan <i>bronkoalveolar</i> bagian dalam, swab konjungtiva	Kultur, PCR, ELISA antibodi

Sumber: CABI (2019); Hazelton et al. (2018); MPI (2017); Wawegama et al. (2017)

Pengobatan BRD terkait dengan *M. bovis* di Amerika Serikat menggunakan *tulathromycin* dan *florfenico*, sedangkan di Canada menggunakan *gamithromycin* (Maunsell et al. 2011).

Pencegahan penyakit melalui vaksinasi menjadi salah satu pilihan untuk kontrol infeksi *M. bovis*. Mengingat infeksi *M. bovis* selalu sulit untuk diobati dan banyak bukti bahwa banyak strain resisten terhadap kemoterapi (Gerchman et al. 2009). Vaksin inaktif kombinasi *respiratory syncytial virus*, parainfluenza type 3, *Mycoplasma dispar* serta *Mycoplasma bovis* menunjukkan perlindungan terhadap penyakit pernapasan pada ternak di lapang (Howard et al. 1987). Sampai saat ini, vaksin *Mycoplasma* yang paling berhasil adalah strain hidup yang dilemahkan seperti T1/44 untuk *pleuropneumonia* menular sapi dan vaksin mycoplasmosis unggas (Nicholas et al. 2009). Sapi muda yang divaksin terlihat gejala respirasi menurun, sementara semua sapi muda yang tidak divaksinasi memperlihatkan gejala *pneumonia*. Selain itu, vaksinasi dapat menurunkan jumlah *M. bovis* pada organ internal termasuk persendian.

Kontrol infeksi *M. bovis* melalui penerapan sistem pemeliharaan "*all in, all out practices*" dapat dilakukan untuk pencegahan hewan tua menularkan pada hewan yang lebih muda. Apabila sistem ini tidak memungkinkan dilaksanakan, sangat disarankan pemisahan sapi muda dan dewasa sejak awal, dengan sirkulasi kandang yang baik dan memadai serta pengurangan stres (Nicholas 2004).

Manajemen kebersihan yang tepat dan penerapan biosekuriti di peternakan sangat direkomendasikan terutama saat terjadi wabah penyakit. Penerapan biosekuriti di peternakan meliputi pembatasan pengunjung, membersihkan dan mendesinfeksi alas kaki dan peralatan kandang, memeriksa dan membersihkan kendaraan peternakan yang masuk ke peternakan, membatasi semaksimal mungkin perpindahan dan percampuran sapi baru masuk, menjaga kebersihan dan pencatatan riwayat kesehatan.

ANTISIPASI DAN DETEKSI MYCOPLASMA BOVIS DI INDONESIA

Sejak terdeteksinya *M. bovis* di New Zealand tahun 2017, maka kondisi ini menjadi perhatian seluruh dunia, sehingga dilakukan eradikasi secara besar-besaran pada kawanan sapi perah. Berdasarkan pengalaman tersebut maka New Zealand tidak mengimpor sapi sejak terdeteksi *M. bovis* pada tahun 2017 (MPI 2018). Hasil pemeriksaan serologis sapi impor asal Australia di Israel menunjukkan seropositif terhadap *M. bovis* (Lysnyansky et al. 2017).

Tingginya kerugian ekonomi yang ditimbulkan akibat *M. bovis* menjadikan deteksi *Mycoplasma* menjadi salah satu pemeriksaan yang wajib dan rutin

dilakukan di banyak negara. Infeksi *M. bovis* pada sapi terkait penyakit pernapasan mengakibatkan kerugian ekonomi yang cukup besar karena terjadi penurunan produksi susu, kualitas karkas maupun berat badan ternak. Kerugian ekonomi akibat penyakit pernapasan terkait infeksi *M. bovis* pada sapi di Eropa mencapai 576 million euro (Nicholas et al. 2009).

Meskipun keberadaan *M. bovis* di Indonesia belum pernah dilaporkan namun kejadian penyakit di Asia seperti Jepang, China, Vietnam dan Australia (CABI 2019) yang secara geografi berdekatan dengan Indonesia dapat dijadikan dasar untuk melakukan surveilans penyakit akibat *M. bovis* pada sapi di Indonesia. Perdagangan merupakan faktor utama masuknya infeksi *M. bovis* pada populasi ternak (Aebi et al. 2015) terutama ternak tanpa gejala klinis. Perpindahan kawanan ternak yang beragam melalui perdagangan atau pameran ternak harus diperhitungkan sebagai risiko penyebaran penyakit. Hewan perlu dikarantina pada saat ternak tersebut kembali ke peternakan (Aebi et al. 2015).

Berbagai langkah antisipasi tentu perlu dilakukan bukan hanya pada negara yang sudah terpapar namun juga negara yang belum memiliki riwayat kasus penyakit. Indonesia sebagai negara yang memiliki riwayat importasi ternak dan semen beku dari berbagai belahan dunia tentu sangat perlu untuk melakukan antisipasi dan deteksi dini keberadaan *M. bovis* melalui surveilans aktif. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui keberadaan *M. bovis* di Indonesia sehingga dapat dilakukan tindak mitigasi lebih lanjut.

Tindakan karantina ternak impor perlu diperketat melalui pemeriksaan sebelum pemasukan ternak (*preshipment inspection*) karena sapi karier *M. bovis* tidak menunjukkan gejala klinis dan pemeriksaan laboratorium. Persyaratan untuk bebas *M. bovis* pada semen impor sangat penting untuk mencegah masuknya penyakit. Penerapan biosekuriti yang ketat di berbagai titik seperti tempat pemasukan ternak, instalasi karantina hewan, peternakan dapat meminimalisir kemungkinan penularan *M. bovis*. Prosedur impor perlu dikaji ulang agar dapat memastikan faktor risiko masuknya agen penyakit ini ke wilayah Indonesia.

KESIMPULAN

Mycoplasma bovis mengakibatkan berbagai manifestasi klinis penyakit pada sapi seperti mastitis, pneumonia, artiritis dan gangguan reproduksi sehingga mengakibatkan kerugian ekonomi yang sangat tinggi. Pengobatan penyakit dengan antibiotik kurang efektif sehingga pemberian vaksin merupakan salah satu pencegahan penyakit dan dapat menurunkan kasus, namun hingga saat ini vaksin komersial belum tersedia. Metode deteksi yang cepat dan tepat sangat

diperlukan untuk mencegah masuknya penyakit terutama melalui impor sapi dan semen beku dari negara-negara yang belum bebas *M. bovis*. Penerapan karantina yang ketat melalui kontrol lalu lintas ternak domestik dan internasional serta regulasi impor, penerapan biosekuriti di tempat-tempat pemasukan hewan maupun instalasi karantina hewan dapat menjadi langkah antisipasi pencegahan masuknya (*emerging*) *M. bovis* ke Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aebi M, Bodmer M, Frey J, Pilo P. 2012. Herd-specific strains of *Mycoplasma bovis* in outbreaks of mycoplasmal mastitis and pneumonia. *Vet Microbiol.* 157:363-368.
- Aebi M, van den Borne BHP, Raemy A, Steiner A, Pilo P, Bodmer M. 2015. *Mycoplasma bovis* infections in Swiss dairy cattle: A clinical investigation. *Acta Vet Scand.* 57:1-11.
- Al-Farha AAB, Hemmatzadeh F, Khazandi M, Hoare A, Petrovski K. 2017. Evaluation of effects of mycoplasma mastitis on milk composition in dairy cattle from South Australia. *BMC Vet Res.* 13:351.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2017. Laporan Tahunan Badan Karantina Pertanian Tahun 2016. Jakarta (Indonesia): Badan Karantina Pertanian.
- Brown DR, May M, Bradbury JM, Balish MF, Calcutt MJ, Glass MJ, Tasker S, Messick JB, Johansson KE, Neimark H. 2011. Genus I. *Mycoplasma*. In: Krieg NR, Staley JT, Brown DR, Hedlund BP, Paster BJ, Ward NL, Ludwig W, Whitman WB, editors. *Bergey's manual of systemic bacteriology*. 2nd ed. Volume Four. New York (USA): Springer Publishing. p. 587-590.
- [CABI] Centre for Agriculture and Bioscience International. 2019. *Mycoplasma bovis* infections [Internet]. [cited 31th July 2019]. Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/74495>.
- Calcutt MJ, Lysnyansky I, Sachse K, Fox LK, Nicholas RAJ, Ayling RD. 2018. Gap analysis of *Mycoplasma bovis* disease, diagnosis, and control: An aid to identify future development requirements. *Transboundary Emerg Dis.* 65:91-109.
- Castillo-Alcala F, Bateman KG, Cai HY, Schott CR, Parker L, Clark ME, Caswell JL. 2012. Prevalence and genotype of *Mycoplasma bovis* in beef cattle after arrival at a feedlot. *Am J Vet Res.* 73:1932-1943.
- Caswell JL, Archambault. 2007. *Mycoplasma bovis* pneumonia in cattle. *Anim Health Res Rev.* 8:161-186.
- El Tawab AAA, El-Hofy F, Hassan NI, El-Khayat ME. 2019. Prevalence of *Mycoplasma bovis* in bovine clinical mastitis milk in Egypt. *Benha Vet Med J.* 36:57-65.
- Foster AP, Naylor RD, Howie NM, Nicholas RAJ, Ayling RD. 2009. *Mycoplasma bovis* and otitis in dairy calves in the United Kingdom. *Vet J.* 179:455-457. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.10.020.
- Fox LK. 2012. *Mycoplasma mastitis*: Causes, transmission, and control. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 28:225-237.
- Francoz D, Fortin M, Fecteau G, Messier SE. 2005. Determination of *Mycoplasma bovis* susceptibilities against six antimicrobial agents using the E test method. *Vet Microbiol.* 105:57-64.
- Gerchman I, Levisohn S, Mikula I, Lysnyansky I. 2009. *In vitro* antimicrobial susceptibility of *Mycoplasma bovis* isolated in Israel from local and imported cattle. *Vet Microbiol.* 137:268-275.
- Ghanem ME, Higuchi H, Tezuka E, et al. 2013. *Mycoplasma* infection in the uterus of early postpartum dairy cows and its relation to dystocia and endometritis. *Theriogenology.* 79:180-185.
- Gille L, Callens J, Supré K, Boyen F, Haesebrouck F, Van Driessche L, van Leenen K, Deprez P, Pardon B. 2018. Use of a breeding bull and absence of a calving pen as risk factors for the presence of *Mycoplasma bovis* in Dairy Herds. *J Dairy Sci.* 101:8284-8290.
- Haapala V, Pohjanvirta T, Vähäniikkilä N, Halkilahti J, Simonen H, Pelkonen S, Soveri T, Simojoki H, Autio T. 2018. Semen as a source of *Mycoplasma bovis* mastitis in dairy herds. *Vet Microbiol.* 216:60-66. doi: 10.1016/j.vetmic.2018.02.005.
- Hale HH, Helmboldt CF, Plastringe WN, Stula EF. 1962. Bovine mastitis caused by a mycoplasma species. *Cornell Veterinarian.* 52:582-591
- Hananeh WM, Al Momani WM, Ababneh MM, Abutarbush SM. 2018. *Mycoplasma bovis* arthritis and pneumonia in calves in Jordan: An emerging disease. *Vet World.* 11:1663-1668.
- Hartmann HA, Tourtellotte ME, Neilson SW, Plastringe WN. 1964. Experimental bovine uterine mycoplasmosis. *Res Vet Sci.* 5:303-310.
- Hazelton MS, Sheehy PA, Bosward KL, Parker AM, Morton JM, Dwyer CJ, Niven PG, House JK. 2018. Short communication: Shedding of *Mycoplasma bovis* and antibody responses in cows recently diagnosed with clinical infection. *J Dairy Sci.* 101:584-589.
- Hewicker-Trautwein M, Feldmann M, Kehler W, Schmidt R, Thiede R, Seeliger F, Wohlsein P, Ball HJ, Buchenau I, Spargser J, Rosengarten R. 2002. Outbreak of pneumonia and arthritis in beef calves associated with *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma californicum*. *Vet Rec.* 151:699-703.
- Hirth RS, Nielsen SW, Plastringe WN. 1966. Bovine salpingo-oophoritis produced with semen containing a *Mycoplasma*. *Vet Pathol.* 3:616-632.

- Howard CJ, Stott EJ, Thomas LH, Gourlay RN, Taylor G. 1987. Protection against respiratory disease in calves induced by vaccines containing respiratory syncytial virus, parainfluenza type 3 virus, *Mycoplasma bovis* and M. dispar. Vet Rec. 121:372-376.
- Lysnyansky I, Ayling RD. 2016. *Mycoplasma bovis*: Mechanisms of resistance and trends in antimicrobial susceptibility. Front Microbiol. 27:595.
- Lysnyansky I, Mikula I, Ozeri R, Bellaiche M, Nicholas RAJ, van Straten M. 2017. *Mycoplasma bovis* seroprevalence in Israeli dairy herds, feedlots and imported cattle. Isr J Vet Med. 72:13-16.
- Margineda CA, Zielinski GO, Jurado S, Alejandra F, Mozgovoj M, Alcaraz AC, López A. 2017. *Mycoplasma bovis* pneumonia in feedlot cattle and dairy calves in Argentina. Braz J Vet Pathol. 10:79-86.
- Maunsell FP, Donovan GA. 2009. *Mycoplasma bovis* Infections in Young Calves. Vet Clin North Am - Food Anim Pract. 25:139-177.
- Maunsell FP, Woolums AR, Francoz D, Rosenbusch RF, Step DL, Wilson DJ, Janzen ED. 2011. *Mycoplasma bovis* infections in cattle. J Vet Int Med. 25:772-783.
- Maunsell F, Brown MB, Powe J, Ivey J, Woodlark M, Love W, Simecka JW. 2012. Oral inoculation of young dairy calves with *Mycoplasma bovis* results in colonization of tonsils, development of otitis media and local immunity. Plos One. 7:E44523.
- [MPI] Ministry for Primary Industries. 2017. Analysis of risk pathways for introduction of *Mycoplasma bovis* into New Zealand. Wellington (New Zealand): Ministry for Primary Industries. p. 5-17.
- [MPI] Ministry for Primary Industries. 2018. *Mycoplasma bovis* response options [Internet]. [cited 18 November 2019]. Available from: <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/29447/send>.
- Nicholas RAJ. 2004. Recent developments in the diagnosis and control of mycoplasma infections in cattle. Me ´decin Ve ´rinaire du Que ´bec. 34:21-23.
- Nicholas RAJ, Ayling RD, McAuliffe L. 2009. Vaccines for *Mycoplasma* diseases in animals and man. J Comp Pathol. 140:85-96.
- O'Farrel K, Dillon P, Mee J, Crosse S, Nolan M, Byrne N, Reidy M, Flynn F, Condon T. 2001. Strategy for restocking moorpark after depopulation following BSE. Irish Vet J. 54:70-75.
- Parker AM, Sheehy PA, Hazelton MS, Bosward KL, House JK. 2018. A review of mycoplasma diagnostics in cattle. J Vet Intern Med. 32:1241-1252.
- Parte A, Krieg NR, Bergey's LW. 2011. Manual of systematic bacteriology. New York (USA): Springer New York.
- Pfützner H, Sachse K. 1996. *Mycoplasma bovis* as an agent of mastitis, pneumonia, arthritis and genital disorders in cattle. Rev Sci Tech. 15:1477-1494.
- Radaelli E, Castiglioni V, Losa M, Benedetti V, Piccinini R, Nicholas RAJ, Scanziani E, Luini M. 2011. Outbreak of bovine clinical mastitis caused by *Mycoplasma bovis* in a North Italian herd. Res Vet Sci. 91:251-253.
- Soehnlen MK, Kariyawasam S, Lumadue JA, Pierre TA, Wolfgang DR, Jayarao BM. 2010. Molecular epidemiological analysis of *Mycoplasma bovis* isolates from the Pennsylvania animal diagnostic laboratory showing genetic diversity. J Dairy Sci. 94:1893-1899.
- Spergser J, Macher K, Kargl M, Lysnyansky I, Rosengarten R. 2013. Emergence, re-emergence, spread and host species crossing of *Mycoplasma bovis* in the Austrian alps caused by a single endemic strain. Vet Microbiol. 164:299-306.
- Stalheim OHV, Proctor SJ. 1976. Experimentally induced bovine abortion with *Mycoplasma agalactiae* subs. Bovis. Am J Vet Res. 37:879-883.
- Timonen AAE, Katholm J, Petersen A, Mõtus K, Kalmus P. 2017. Within-herd prevalence of intramammary infection caused by *Mycoplasma bovis* and associations between cow udder health, milk yield, and composition. J Dairy Sci. 100:6554-6561.
- Timsit E, Arcangioli MA, Bareille N, Seegers H, Assié S. 2012. Transmission dynamics of *Mycoplasma bovis* in newly received beef bulls at fattening operations. J Vet Diagn Investig. 24:1172-1176.
- Wawegama NK, Markham PF, Kanci A, Schibrowski, Oswin MS, Barnes TS, Firestone SM, Mahony TJ, Browning GF. 2017. Evaluation of an IgG enzyme-linked immunosorbent assay as a serological assay for detection of *Mycoplasma bovis* infection in feedlot cattle. J Clin Microbiol. 54:1269-1275.
- Wilson DJ, Skirpstunas RT, Trujillo JD, Cavender KB, Bagley CV, Harding RL. 2007. Unusual history and initial clinical signs of *Mycoplasma bovis* mastitis and arthritis in first-lactation cows in a closed commercial dairy herd. J Am Vet Med Assoc. 230:1519-1523.

INDEKS SUBJEK

- Adamantane 61
Adiponektin 183
Antibiotik 75
Asam butirat 35
Asap cair 171
Avian influenza 61
Ayam 1
Biochar 171
Biomarka 183
Bobot sapih 85
Bos javanicus 85
Burkholderia mallei 109
CASA 145
Diagnosis 133
Eimeria spp.133
Emerging 205
Enrofloksasin 75
Equine infectious anemia 25
Fitoremediasi 153
Fumonisin 51
Gen MC4R 85
Gen pengontrol protein 97
Genetik, lingkungan 13
Glanders 109
In ovo 35
Indonesia 109, 133
Jantan 183
Karkas 193
Kelahiran kembar 13
Kesehatan masyarakat 75
Kesuburan 183
Keuntungan usaha 161
Koksidiosiosis 1, 133
Koksidiostat 1
Komerislaisasi 43
Kontrol 205
Kuantifikasi 51
Kuda 25, 109
Lahan bekas tambang 153
Marka molekuler 193
Molecularly imprinted polymer 51
Motilitas 145
Mutase 119
Mycoplasma bovis 205
Neuraminidase inhibitor 61
Obat antiviral 119
Obat herbal 1
Optimal 145
Pemanfaatan 193
Penanganan 25
Pencegahan 25, 205
Pengganti antibiotik 35
Penularan 25
Performa 171
Petani kecil 43
Petrnakan 43
Preparasi 51
Produktivitas 13, 35
Protein susu 97
Re-emerging 109
Residu 75
Resistensi 61, 75
Sapi 13, 133
Sapi potong 85, 193
Seleksi 85, 97
Sistem pengelolaan sapi potong 161
Sistem pertanian lahan kering 161
Spermatozoa 145, 183
Tanaman pakan ternak 153
Ternak 171
Unggas 35
Vaksin 119
Virus *West Nile* 119
Zoonosis 119

SUBJECT INDEX

- Adamantane 61
Adiponektin183
Antibiotic 75
Antibiotic substitute 35
Antiviral drugs 119
Avian influenza 61
Beef cattle 85, 193
Biochar 171
Biomarker 183
Bos javanicus 85
Burkholderia mallei 109
Business profitability 161
Butyric acid 35
Carcass 193
CASA 145
Cattle 13, 133
Cattle management systems 161
Chicken 1
Coccidiosis 1, 133
Coccsidiostat 1
Commercialization 43
Control 25, 205
Diagnose 133
Dryland farming 161
Eimeria spp. 133
Emerging 109, 205
Enrofloxacin 75
Environment 13
Equine infectious anemia 25
Ex-coal mining 153
Fertility 183
Forage 153
Fumonisin 51
Genetic 13
Glanders 109
Herbs 1
Horse 25
Horses 109
In ovo 35
Indonesia 109, 133
Integrated cattle 161
Liquid smoke 171
Livestock 43, 171
Male 183
MC4R gene 85
Milk protein 97
Molecular markers 193
Molecularly imprinted polymer 51
Motility 145
Mutation 119
Mycoplasma bovis 204
Neuraminidase inhibitor 61
Optimal 145
Performance 171
Phytoremediation 153
Poultry 35
Preparation 51
Prevention 25, 205
Productivity 13, 35
Protein control genes 97
Public health 75
Quantification 51
Residue 75
Resistance 61, 75
Selection 85, 97
Smallholder 43
Spermatozoa 145, 183
Transmission 25
Twinning 13
Utilization 193
Vaccines 119
Weaning weight 85
West Nile virus 119
Zoonotic 119

INDEKS PENULIS (*AUTHOR INDEX*)

A Anggraeni 97	K Karim 51
A Gunawan 97	L Praharani 13, 183
A Jayanegara 35, 171	M Saepulloh 25
A Ratnawati 25	MA Setiadi 183
AH Wardhana 133	MB Sudarwanto 75
B Tangendjaja 35	MI Shiddieqy 193
BDP Soewandi 193	N Isnaini 145
C Sumantri 97	N Pratiwi 193
D Maharani 85	N Qomariyah 171
D Nurjanah 119	NLPI Dharmayanti 25, 61, 119
D Ratnawati 145	NWK Karja 183
DA Hewajuli 61	Permana IG 171
E Martindah 1	PM Widiyanti 75
E Sudarnika 75	PW Prihandini 85
E Taufik 97	R Krisnan 35
E Wina 171	R Merkel 43
F Ekawasti 1, 133	R Mutia 35
F Rachmawati 205	Retnani Y 171
H Burrow 161	R Widiastuti 75
H Munawar 51	SA Asmarasari 97
Hafizuddin 183	SA Piletsky 51
Harmini 153	SM Noor 109, 205
HHS Purba 205	T Ariyanti 109
I Sendow 25	T Susilawati 145
IG Permana 171	Y Retnani 35

UCAPAN TERIMA KASIH

Dewan Penyunting Wartazoa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para pakar yang telah berperan sebagai mitra bestari pada penerbitan Wartazoa Volume 29 Tahun 2019, masing-masing kepada:

- | | |
|--|--|
| 1. Prof. Dr. Tjeppy D Soedjana, MS | : Ekonomi Pertanian – Puslitbang Peternakan |
| 2. Prof. Dr. Gono Semiadi | : Pengelolaan Satwa Liar – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia |
| 3. Prof. Dr. Edy Rianto | : Ilmu Ternak Potong dan Kerja – Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro |
| 4. Dr.Agr. Asep Anang, MPhil. | : Pemuliaan Ternak – Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran |
| 5. Dr. Ir. VM Ani Nurgartiningih, MSc. | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya |
| 6. Prof. Dr. Budi Haryanto | : Pakan dan Nutrisi Ternak – Balai Penelitian Ternak |
| 7. Prof. Dr. Subandriyo, MSc. | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Balai Penelitian Ternak |
| 8. Dr. Ir. Chalid Talib, MSc. | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Balai Penelitian Ternak |
| 9. Dr. Nurhayati | : Budidaya Tanaman – Balai Penelitian Ternak |
| 10. Ir. Tati Herawati, MAgr | : Sistem Usaha Pertanian – Balai Penelitian Ternak |
| 11. Dr. drh. R. M. Abdul Adjid | : Virologi – Balai Besar Penelitian Veteriner |

Semoga kerjasama yang baik dapat terus berlangsung di masa-masa yang datang untuk lebih meningkatkan kualitas Wartazoa.

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 (*ethical statement*) dan hak publikasi (*copyright transfer*) sebagaimana terlampir atau dapat diunduh di <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa/index>.

RUANG LINGKUP

Buletin ilmiah ini memuat tulisan hasil tinjauan, ulasan (*review*), kajian kebijakan dan gagasan serta pemikiran sistematis tentang peternakan dan veteriner. 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 5 (lima) 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 125-250 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** (apabila ada).
10. **Daftar pustaka:**
 - a. Penulisan menggunakan Program Mendeley
 - b. Minimal 25 acuan, diutamakan menggunakan pustaka 10 tahun terakhir dan minimal 80% pustaka primer. Sitasi hasil penulisan sendiri paling banyak 30% dari total acuan.
 - c. Pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta.
 - d. 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. 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

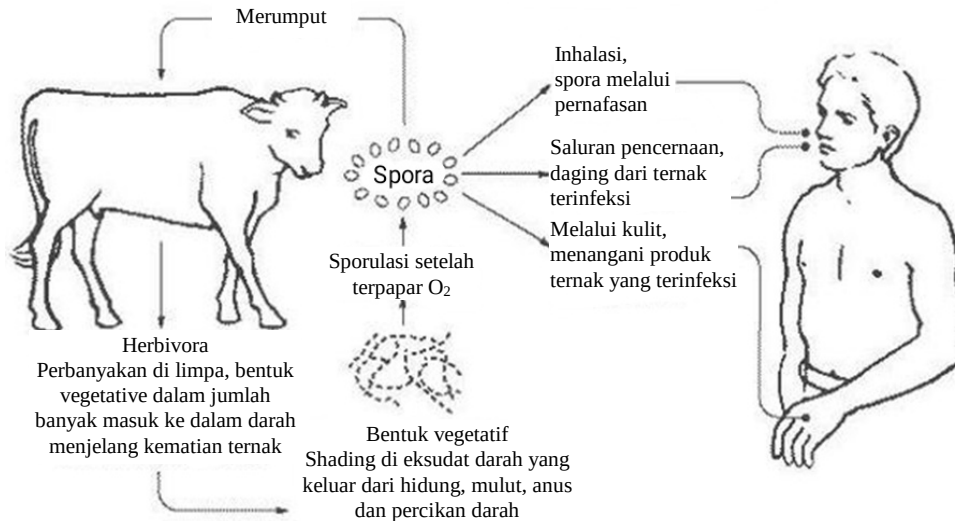
td: Data tidak tersedia; BKLT: Berat kering tanpa lemak

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

12. **Gambar/grafik:**

- Judul menggunakan *Times New Roman* dengan jarak 1 spasi dan font 11, berupa kalimat singkat dan jelas diletakkan di bawah gambar/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:



Gambar 1. Penularan penyakit antraks pada ternak dan manusia

Sumber: Qureshi (2012) 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 menggunakan Program Mendeley (<http://www.mendeley.com>) dengan gaya sitasi mengikuti Council of Science Editor (CSE) edisi ke-7 tahun 2006.
- Pustaka harus ditulis nama penulis terlebih dahulu, diikuti tahun, contoh: Martindah (2017) atau (Martindah 2017).
- Bila ada dua nama penulis dalam satu makalah, maka nama penulis harus ditulis semua, contoh: Putra & Indriastuti (2011) atau (Putra & Indriastuti 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: Wina et al. (2017) atau (Wina et al. 2017) dan di dalam daftar pustaka ditulis lengkap 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: (Sumanto 2012; Gunawan & Talib 2016; Wina et al. 2017).
- Pustaka dalam pustaka seperti contoh: Teleni dalam Widiawati (2012) tidak diperkenalkan.
- 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:

Widowati W, Sastiono A, Rumampuk RJ. 2008. Efek toksik logam pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Yogyakarta (Indonesia): Penerbit Andi.

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.

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.

Internet:

WHO. 2017. Emergencies preparedness, response: Anthrax. World Health Organization [Internet]. [cited 12 February 2017]. Available from: <http://www.who.int/csr/disease/Anthrax/anthraxfaq/en/>

Prosiding:

Nuradji H, Adjid RMA, Nirmalasanti N, Khadijah S, Sekarwati HD, Widyasari D. 2017. Evaluasi Tiga Prosedur Penyiapan Sampel Daging untuk Deteksi Penyakit Mulut dan Kuku dengan Uji RT-PCR. Dalam: Puastuti W, Muharsini S, Inounu I, Tiesnamurti B, Kusumaningtyas E, Wina E, Herawati T, Hartati, Hutasoit R, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner Mendukung Diversifikasi Sumber Protein Asal Ternak. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 8-9 Agustus 2017. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 158-165.

Skripsi/Tesis/Disertasi:

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.

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>



To:
Editorial Office of WARTAZOA
Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan
Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128

ETHICAL STATEMENT

Herewith, we submit a manuscript to be published in WARTAZOA:

Name :
Institution :
Title :

We declare that the proposed manuscript is written by ourselves or team work that:

- ☐ Provide original contents without any fabrication, falsification, plagiarism, duplication, fragmentation and violation of copyrights on the data/contents
- ☐ Agree to follow in peer review process based on WARTAZOA's procedures
- ☐ Should not be or under process of publishing elsewhere.

We declare that this ethical statement has been made by ourselves with honesty and high responsibility based on the decree of Head of Indonesian Institute of Science No. 06/E/2013 about Researcher Ethics Code.

....., 2019

Submitted by:

Co-author(s):

Name	Signature



COPYRIGHT TRANSFER

Title :

Author(s) : 1.
2.
3.

Institution : 1.
2.
3.

The manuscript is guaranteed for its originality and author(s) agree to transfer copyright to WARTAZOA when manuscript is accepted for publication by the Editorial Office.

Person(s) listed as author(s) have contributed significantly to its content and intellectual property along with responsibility to public. If in any case, there should be a violation of copyright rules, then it would be author(s) responsibility not obliged to WARTAZOA Editorial Office.

The manuscript has not been published or is not being submitted for publication elsewhere.

....., 2019

Approved by,
(Author or first author)

Co-author(s):

Name	Signature

Registered in:

