

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi LIPI

Sertifikat Nomor: 644/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

WARTAZOA

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

Volume 27
Nomor 4
Desember 2017



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

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 4 Tahun 2017

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi LIPI

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

Diterbitkan oleh:

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

Penanggung Jawab:

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

Dewan Penyunting:

Ketua:

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

Wakil Ketua:

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

Anggota:

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

Mitra Bestari:

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

Penyunting Pelaksana:

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

Alamat:

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

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

KATA PENGANTAR

Permintaan daging yang semakin tinggi menyebabkan pemotongan ternak betina produktif di beberapa daerah cukup tinggi. Ternak betina produktif yang dipotong di rumah potong hewan (RPH), masih memiliki potensi sebagai sumber materi genetik berupa ovarium. Selama ini ovarium hanya dianggap sebagai limbah RPH tetapi ternyata dapat dimanfaatkan sebagai sumber materi genetik melalui pendekatan teknologi fertilisasi *in vitro*. Kualitas ovarium dari limbah RPH tersebut ternyata kualitasnya sama baik dengan ovarium yang diperoleh dari hewan hidup.

Indonesia memiliki sekitar 17.506 buah pulau-pulau besar dan kecil yang berbatasan dengan negara tetangga, antara lain Pulau Jemaja (Provinsi Riau), Pulau Singkil (Provinsi Aceh) dan Pulau Naduk (Provinsi Bangka Belitung). Mereka memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan dan dikelola untuk kepentingan karantina dan pengembangan ternak, khususnya sapi potong dalam mendukung pengembangan ketahanan pangan daging. Pulau-pulau terluar tersebut memiliki potensi sumber hijauan pakan ternak yang beraneka ragam dengan kapasitas tampung beragam.

Ketersediaan hijauan pakan pada saat musim kemarau sangat terbatas dengan kualitas yang rendah. Pengembangan rumput gajah mini (*P. purpureum* cv. Mott) merupakan salah satu alternatif dalam penyediaan hijauan pakan karena pertumbuhan dan *regrowth* cepat, rasio daun dan batang, kandungan protein dan produksi bahan kering tinggi. Rumput ini dapat dimanfaatkan dalam sistem *grazing* dan *cut and carry* dan dapat diberikan dalam bentuk silase maupun kering (*hay*). Pengolahan rumput gajah mini melalui teknologi fermentasi direkomendasikan saat produksinya melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan pada musim kemarau dimana ketersediaan hijauan terbatas.

Selain membahas tentang ruminansia, edisi kali ini juga menyoroti produktivitas yang rendah pada babi lokal karena belum ada penerapan *breeding* dengan pengaturan perkawinan terencana. Seleksi untuk menghasilkan *breed* baru membutuhkan lima generasi yang berdampak pada jumlah ternak yang banyak, waktu lama dan biaya besar. Bioteknologi reproduksi dan molekuler genetik adalah alternatif untuk meningkatkan nilai dari variabel yang ingin diperbaiki sekaligus memperpendek selang generasi, waktu yang lebih singkat dan biaya yang efisien. Bioteknologi reproduksi bermanfaat dalam pengaturan perkawinan dan molekuler genetik melalui *marker assisted selection* (MAS) dapat menentukan ternak yang unggul sejak usia dini.

Permasalahan lingkungan di dunia saat ini yang semakin kompleks menimbulkan berbagai penyakit baru. Salah satunya adalah penyakit giardiasis. *Giardia intestinalis assemblage* E berpotensi menimbulkan penyakit zoonosis baru pada manusia, terutama mereka yang mempunyai kontak dengan hewan atau ternak dan hidup di daerah pedesaan. *Giardia intestinalis assemblage* E adalah parasit saluran pencernaan yang dapat menginfeksi berbagai jenis hewan termasuk manusia. Pada terbitan ini, ada makalah yang membahas hasil identifikasi secara molekuler yang menunjukkan penyebaran *assemblage* E kasus giardiasis pada manusia.

Semoga publikasi edisi nomor 4 tahun 2017 ini bermanfaat bagi pembaca. Dewan penyunting menyampaikan terimakasih kepada para penulis, mitra bestari dan semua pihak yang terlibat dalam edisi ini.

Bogor, Desember 2017

Ketua Dewan Penyunting

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 27 Nomor 4 (Desember 2017)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI

Halaman

Pemanfaatan Ovarium yang Berasal dari Rumah Potong Hewan sebagai Sumber Materi Genetik (Utilization of Ovary Collected from Abattoir as Genetic Material Resources) Arie Febretrisiana dan FA Pamungkas	159-166
Rumput Gajah Mini (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott) sebagai Hijauan Pakan untuk Ruminansia (Dwarf Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott) as Forage for Ruminant) Juniar Sirait	167-176
Penerapan Bioteknologi Reproduksi dan Genetika Molekuler untuk Meningkatkan Produktivitas Babi Lokal (Application of Reproduction Biotechnology and Molecular Genetic to Improve Productivity of Local Pigs) Bayu Dewantoro Putro Soewandi	177-186
Pulau-Pulau Kecil Terluar Indonesia untuk Lokasi Karantina dan Pengembangan Ternak (Outermost Small Islands in Indonesia for Quarantine Area and Livestock Development) Endang Sutedi, I Herdiawan dan E Handiwirawan	187-196
<i>Giardia intestinalis</i> assemblage E sebagai Zoonosis Baru pada Ternak (<i>Giardia intestinalis</i> assemblage E as an Emerging Zoonosis in Livestock) April H Wardhana	197-205

WARTAZOA

ISSN 0216-6461

Date of issue 2017-12-31

The descriptors given are key words. These abstract sheets may be reproduced without permission or charge

UDC 636

Soedjana TD (ICARD, Bogor)

Priyanti A (ICARD, Bogor)

Competitiveness of Indonesian Livestock Production Among Asean Countries (Orig. Eng.)

Wartazoa March 2017, Vol. 27 No. 1, p. 1-14

ASEAN is one of the fastest growing regional economic communities and its combined human population of around 600 million people. Heterogeneity of ASEAN member countries includes population size, cultural background, structure and development of the economy, and level of income. Agriculture is well known as one of the key engine of economic growth of the ASEAN member countries, seen from the fact that most of the countries in this region are strongly depend on this sector including animal production. The purpose of this paper is to discuss the competitiveness of Indonesian production costs of selected livestock products compared to other ASEAN member countries. The following member countries are at their first rank or competitiveness status for the livestock and poultry commodities, namely Cambodia for beef cattle, Malaysia for pigs, the Philippines for sheep and goats, and Thailand for broiler chickens. Indonesia with the highest poultry population in the region, compared to Thailand, Malaysia, and the Philippines has not yet performed as that good in terms of production costs. The position of Indonesia based on production cost was at the fourth rank for beef, third for sheep and goat, and fourth for broiler compared to other ASEAN member countries. Therefore, Indonesia should improve the efficiency production of livestock and poultry to achieve better competition status.

(Author)

Key words: ASEAN, livestock, production, competitiveness

UDC 636.082.4

Inounu I (ICARD, Bogor)

Supported Science and Reproductive Technology to Achieve Cows Pregnancy Program Successfully (Orig. Ind.)

Wartazoa March 2017, Vol. 27 No. 1, p. 23-34

Special efforts (UPSUS) to make cows pregnant (SIWAB) is a program to accelerate cattle population to meet the demand of animal origin food through artificial insemination or intensification of natural mating. Experience shows that a similar program that has been conducted previously was less successful. This paper aims to give some information on science, technology, and management of cattle reproduction that require attention to achieve SIWAB program successfully. Several things should be concerned for this program are: (1) Selection of fertile females and bulls; (2) Natural mating or artificial insemination (availability of semen, liquid nitrogen, supporting equipment, and inseminator); (3) Early detection of pregnancy; (4) Feed and feeding management; (5) Control of reproduction disease and other diseases; and (6) The supervision and handling of pregnant cows during and after birth. Another important thing that should be taken into account is the preparation of mating calendar so that the birth will occur during the period of abundant feed resources, and management of optimal forage and supplements to ensure good body condition of cows at the time of calving. With an understanding of science, technology, and applying reproductive management, it is expected that the targeted pregnancy cows by UPSUS program can be obtained.

(Author)

Key words: Special efforts, cows, pregnant

UDC 636.3

Iniguez L (Bolivia)

Small Ruminant Breeding Plans for Smallholder Systems (Orig. Eng.)

Wartazoa March 2017, Vol. 27 No. 1, p. 15-22

The transfer of animal genetic improvement strategies in the environments of resource-poor smallholder producers in developing countries has not been successful. Therefore, the access by farmers to sources of animals with high genetic potential is difficult or just not possible. As producers improve or intensify their systems to capture market opportunities, this access need is accentuated. This paper reviews identified constraints to the transfer of breeding plans, the need for a new approach, and the lessons learned in applying a better-targeted approach. The issues and thoughts were derived from the experience of a working group involving the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas; Austrian University of Natural Resources and Life Sciences; Argentinean National Institute of Agriculture Technology; Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa Goats and Sheep); and National Research Institute for Forestry, Agriculture and Animal Production-Mexico. The transfer of breeding strategies in smallholder systems is not a straightforward task. Contrasting a successful application in commercial livestock production environments, the achievement of the primary objectives in smallholder systems requires a holistic approach beyond pure technical matters. Of all identified aspects with direct incidence in the implementation of breeding plans, the lack of specific national policies coupled with long-term funding to support the improvement of smallholder production systems, and the lack of involvement and participation of the communities emerge as issues that gravitate more to achieve sustainability and meet the objectives of a given breeding plan.

(Author)

Key words: Breeding plan, policy, participatory approach, smallholder

UDC 591.392

Febretrisiana A (GOATRES, Sei Putih)

Pamungkas FA (ICARD, Bogor)

Utilization of Assisted Hatching Techniques to Enhance Embryo Implantation (Orig. Ind.)

Wartazoa March 2017, Vol. 27 No. 1, p. 35-44

Gestation is the main goal for *in vitro* fertilization. The embryo that has been developed outside the body, will be transferred directly into uterus leading to the process of hatching, implantation, and pregnancy. However, approximately 85% of embryos that have been transferred were failed to implant and it might be caused by hatching failure. Hatching is the process of releasing embryo from zona pellucida. If this process does not occur, it will cause pregnancy failure. Assisted hatching is a mechanism that dealing with thinning, slicing or artificially making holes in the zona pellucida to improve hatching. The process can be applied both in fresh or frozen embryos. This review describes various methods in assisted hatching such as enzymatic, chemical, mechanical, and laser beam as well as their advantages and disadvantages. Generally, some researches show that the technology of assisted hatching can improve the percentage of hatching and implantation of the embryo. However, in spite of the benefits, there are such weaknesses find in the zona pellucida of the embryo that has been manipulated such as toxic hazard medium, the risk of damage to the blastomeres or monozygotic twinning. Therefore, it is advisable to perform assisted hatching in certain cases that tends to face obstacles during the process of hatching such factors as age, embryo quality, the thickness of the zona pellucida and the number of failures in the *in vitro* fertilization program.

(Author)

Key words: Hatching, assisted hatching, implantation, *in vitro* fertilization, embryo

UDC 636.52/.58 Suryana (AIAT, South Kalimantan) Development of KUB Chicken in South Kalimantan (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> March 2017, Vol. 27 No. 1, p. 45-52 KUB chicken is a new breed of local chickens as the result of selection by the Indonesian Research Institute for Animal Production, Ciawi-Bogor. KUB chicken has been developed in South Kalimantan since early December 2013 at farmers assisted by livestock services in South Kalimantan and animal house belongs to the Assessment Institute of Agricultural Technology (AIAT) South Kalimantan. The purpose of this paper is to discuss the potency, production performance, and development opportunities of KUB chicken in South Kalimantan. KUB chickens have several advantages i.e. high egg production (160-180 eggs/hen/year), low brooding ($\pm 10\%$), faster growth, more savory meat taste, and adaptable to environment. Problems encountered in the development of KUB chicken in South Kalimantan are low hatchability, expensive feed prices, and susceptible to diseases such as Newcastle Disease (ND) and Avian Influenza. Performance of KUB chicken at small farmers in South Kalimantan include egg production 65-67%, egg weight of 36.12-38.12 g/egg, feed consumption 85-105 g/head, feed conversion ratio 3.8-3.9, eggs fertility ranged between 90.21-92.61%, hatchability of eggs is 79.67-81.80% and DOC weight ranged from 34.50-36.86 g/head. Efforts to prevent diseases are the use of herb medicine, ND vaccination, and biosecurity. Appropriate feed technology, disease prevention and strengthen the marketing network are strategies that should be applied to develop KUB chicken in South Kalimantan. This will lead new job and increase farmers' income. (Author) Key words: Technology support, KUB chicken, development opportunities, South Kalimantan	UDC 636.085.54 Nurmeiliasari N (Bogor Agricultural University, Bogor) Priyanto R (Bogor Agricultural University, Bogor) Astuti DA (Bogor Agricultural University, Bogor) Salundik (Bogor Agricultural University, Bogor) Takahashi J (Obihiro University, Japan) Utilization of Rumen Mechanical Stimulator as Pseudo Fiber in Ruminant to Minimize Metabolic Problem (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> June 2017, Vol. 27 No. 2, p. 67-80 Feeding high concentrate diet, characterized with high starch and low fiber is applied to increase energy intake for an optimal production performance in ruminants. However, the prevalence of digestive disorder namely ruminal acidosis has been reported as drawback of this feeding strategy. This encourages farmers and nutritionist to supply adequate fiber in the diet to meet minimum dietary fiber requirement. However, feeding high forage diet is reported to give adverse effect on production performance, thus economic loss for farmers. Therefore, some sorts of artificial fiber utilizations have been introduced to reduce the risk of nutritional diseases as well as improving ruminant productivity. The utilization of rumen mechanical stimulator aims to maintain a healthy rumen function in ruminants fed with high concentrate diet. Objective of this article is to review recent development of rumen mechanical stimulators utilization, a pseudo fiber to substitute forage physical function in the rumen of ruminants. This review highlights the use of rumen mechanical stimulators in dairy cattle, beef cattle and sheep with particular attention in rumination time and rumen parameters. In conclusion, rumen mechanical stimulator is attributable to minimize metabolic problem associated with high concentrate feeding by providing mechanical stimulation on the rumen wall. (Author) Key words: Nutritional related diseases, rumen mechanical stimulator, rumination time, rumen fermentation
UDC 636 Priyanti A (ICARD, Bogor) Inounu I (ICARD, Bogor) Ilham N (ICASEP, Bogor) Prevention of Productive Cows Slaughter through Management of Local State Enterprises (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> June 2017, Vol. 27 No. 2, p. 53-66 Based on the last national livestock census in 2013, the population number of cattle and buffalo have reduced by 15% compared to that in 2011. The highest reduction happened in Java that reached around 24-27%, while that in Bali and Nusa Tenggara was 25%. One of the reasons was caused by decreasing number of cows due to the increase of productive cows slaughtered every year. Number of cows slaughtered in Bali, Nusa Tenggara, and South Sulawesi had reached on average of 72% from total slaughtered, where more than 90% were productive cows. Reasons for slaughtering productive cows were due to: (1) Lower cows price; (2) Limited bulls supply; (3) Local government regulation on inter-island trade; (4) Weak and inconsistent law enforcement; and (5) Lack of understanding on criteria for productive cows by farmers. Increased rate of slaughtered cattle and increasing rate of inter-island trade volumes that higher than the rate of cattle population had caused the decrease of national cattle population. There are currently needs to improve and develop operation slaughter-houses under management of local state enterprise. The management applies on certain mechanisms that sort of incoming productive females according to different grades into allowable to be slaughtered and selected for breeding females, which could be further traded inter-island as supplier of cows for other regions. This strategy may help the central government to meet the demand for productive cows, particularly in Sumatera and Kalimantan which have abundance of feed biomass resources. Policy support is needed as instruments for all interested stakeholders including those who are willing to invest in cattle development such as oil-palm estates. (Author) Key words: Local state enterprise, slaughter, productive cow	UDC 591.53 Endrawati D (IRCVS, Bogor) Kusumaningtyas E (IRCVS, Bogor) Several Functions of <i>Rhizopus</i> sp on Increasing Nutritional Value of Feed Ingredient (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> June 2017, Vol. 27 No. 2, p. 81-88 <i>Rhizopus</i> sp is a type of fungi which easily grow in the soil, fruit, vegetables and fermented food. This paper describes some functions of <i>Rhizopus</i> sp on increasing nutritional value of feed ingredient and possibility of its application in Indonesia. <i>Rhizopus</i> mold has been known in Indonesia especially for <i>tempe</i> production for food. Research about <i>Rhizopus</i> sp gives knowledge for utilizing <i>Rhizopus</i> sp for other functions. <i>Rhizopus</i> sp is able to inhibit the growth of toxigenic fungus, <i>Aspergillus flavus</i> and to degrade aflatoxin. <i>Rhizopus</i> sp also produces compounds which are able to inhibit pathogenic bacteria and acts as antioxidant. <i>Rhizopus</i> sp absorbs some minerals and changes them to become organic minerals hence it increases mineral absorption by the body. Utilization of feed fermented by <i>Rhizopus</i> sp in livestock showed better result compared to non fermented feed. <i>Rhizopus</i> sp is also very potential to be applied as feed additive for livestock. (Author) Key words: <i>Rhizopus</i> sp, feed additive, livestock

UDC 636.39 Batubara A (GOATRES, Sei Putih) Myostatin Gene Expression and Its Application on Goat Breeding Programme (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> June 2017, Vol. 27 No. 2, p. 89-94 Characteristics of double muscled growth in animals are influenced by myostatin gene (MSTN). Myostatin gene is known as a member of the growth gene's superfamily (TGF-β) which works to suppress the muscle growth. However, the presence of six mutations on MSTN cause the gene inactive, and trigger the occurrence of muscle hypertrophy. Identification of myostatin gene was conducted by molecular techniques, and the most common method is polymerase chain reaction followed by single-strand conformation polymorphism (PCR-SSCP). Research on sheep and goat in several countries showed that there had been several variations occurred in myostatin gene but further studies are required to correlate these variations to body weight gain and other important production parameters. For goat production in Indonesia, myostatin mutations cause double muscling that can be utilised for genetic improvement in goat breeding plan to produce a new breed with high quality meat. (Author) Key words: Goat, myostatin gene, mutation, double muscle	UDC 636.2 Putra WPB (LIPI, Bogor) Indriastuti R (Diponegoro University, Semarang) Leptin Gene as Potential Gene for Molecular Selection on Cattle in Indonesia (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> September 2017, Vol. 27 No. 3, p. 105-116 Genetic improvement in beef and dairy cattle which can increase meat and milk production can be conducted through livestock selection based on molecular technique using leptin gene. The leptin gene is located on the fourth chromosome and consists of three exons and two introns. The leptin gene serves to produce the leptin hormone secreted by fat tissue. High concentrations of leptin hormone can increase feed intake and body metabolism thereby increasing livestock productivity. This paper describes the leptin gene including structure, mechanism of leptin hormone and polymorphisms in cows. These polymorphisms occur in the promoter, intron and exon sections associated with body and carcass weight and milk production in some cattle breed. Therefore, leptin gene can be used for selection towards increasing cattle productivity. Utilization of leptin gene can be done by single nucleotide polymorphism (SNP) identification on the whole structure of leptin gene and to observe its effect on characteristics of cattle production in Indonesia. (Author) Key words: Cattle, leptin gene, leptin hormone, polymorphism, productivity
UDC 637.136.5 Wirawati CU (Bogor Agricultural University, Bogor) Sudarwanto MB (Bogor Agricultural University, Bogor) Lukman DW (Bogor Agricultural University, Bogor) Wientarsih I (Bogor Agricultural University, Bogor) Characteristic and Development of Cow's Milk <i>Dadih</i> as an Alternate of Buffalo's Milk <i>Dadih</i> (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> June 2017, Vol. 27 No. 2, p. 95-103 <i>Dadih</i> is a product of fermented buffalo milk in a bamboo tube from West Sumatera. The decline of buffalo population in West Sumatera caused <i>dadih</i> scarcity. The demand of <i>dadih</i> is high because it is an integral part of the Minangkabau's diet and culture. Cow milk can be used as a substitute of buffalo milk for producing <i>dadih</i>, although the product has slightly different characteristics, especially lower total solids. Producing cows milk <i>dadih</i> similar to buffalo milk <i>dadih</i>, fresh cow milk should be concentrated and added with skim milk. Single or combination of lactic acid bacteria from the genus <i>Lactobacillus</i>, <i>Lactococcus</i>, <i>Streptococcus</i> and <i>Bifidobacterium</i> from <i>dadih</i> of buffalo milk or commercial culture can be used as a starter. Based on investment analysis, the prospect of developing cows milk <i>dadih</i> is feasible. (Author) Key words: <i>Dadih</i>, buffalo milk, cow milk	UDC 591.53/636.5 Wina E (IRIAP, Bogor) Pasaribu T (IRIAP, Bogor) Rakhmani SIW (IRIAP, Bogor) Tangendjaja B (IRIAP, Bogor) The Role of Saponin as Feed Additive for Sustainable Poultry Production (Orig. Eng.) <i>Wartazoa</i> September 2017 Vol. 27 No. 3, p. 117-124 Poultry, especially broiler is an important protein source for people in developing countries. Under intensive condition, economical and efficient broiler production is disturbed by disease attack due to poor biosecurity management. Feed additives (coccidiostat and antibiotic growth promoter/AGP) that added to feed for disease prevention and growth improvement, have been banned by many countries including Indonesia. Antibiotic growth promoter can be substituted by bioactive compounds in certain plants which can improve poultry production. One of bioactive compounds is saponin which is a glycoside. This paper provides information about source and function of saponin as feed additive for poultry production. Saponin extracts or saponin containing plants have several functions, such as anticoccidia, immunostimulant, antibacteria and antifungi. Sustainable poultry production requires continues supply of feed ingredients and additive with consistent in quality. High saponin-containing plants need to be planted widely and supported by stakeholders for their availability and sustainability. (Author) Key words: Saponin, poultry, function, feed additive

UDC 637.112 Wanniatie V (Bogor Agricultural University, Bogor) Sudarwanto MB (Bogor Agricultural University, Bogor) Purnawarman T (Bogor Agricultural University, Bogor) Jayanegara A (Bogor Agricultural University, Bogor) Milk Quality from Organic Farm (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> September 2017, Vol. 27 No. 3, p. 125-134 Nowdays, people prefer to consume safe and healthy food such as organic food and milk. Organic milk comes from organic farms applying sustainable environment and animal welfare. Consumers choose organic milk because it provides health benefits and comes from farm that applying animal welfare and green environment. Organic milk contains no pesticide residues, antibiotics and other contaminants. This paper describes the comparison of conventional and organic dairy farm and the quality of organic milk in terms of nutrition and contaminant. Organic farming that implements a production system for premium market with special requirements of production process and product quality, demands high management qualification. The difference between organic and conventional milk is the higher level of conjugated linoleic acid (CLA) because of rich forage feed in an organic livestock raising system. (Author) Key words: Organic farming, organic milk, milk quality, food safety	UDC 637 Wirawati CU (Bogor Agricultural University, Bogor) Sudarwanto MB (Bogor Agricultural University, Bogor) Lukman DW (Bogor Agricultural University, Bogor) Wientarsih I (Bogor Agricultural University, Bogor) Local Plants as Feed Supplementation to Improve Ruminant Milk Production and Quality (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> September 2017, Vol. 27 No. 3, p. 145-157 Milk productivity is highly dependent on inputs used in the dairy farm. The limited source of forage or native grasses with low nutritional quality reduce production and reproduction of dairy cows. Improvement of feed quality can be conducted by various ways, including fortification and supplementation with specific substances that have the potency to increase milk production. This paper describes the potency of local plants, nutritional and bioactive substances that can be utilized to improve production and quality of milk. Some of these plants are cassava (<i>Manihot</i> sp), torbangun (<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour) Spreng) and katuk (<i>Sauropus androgynus</i> (L) Merr) leaves which are potential as feed supplement for cows, goats, and buffalo. The high protein bypass and galactagogue compounds content in these plants are factors increasing production and quality of milk. (Author) Key words: Milk production, milk quality, cassava leaf, torbangun leaf, katuk leaf
UDC 619 Martindah E (IRCVS, Bogor) Risk Factors, Attitude and Knowledge of Farmers in Controlling Anthrax (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> September 2017, Vol. 27 No. 3, p. 135-144 In terms of epidemiology, the distribution of anthrax globally remains enzootic, and is endemic in some parts of Indonesia. Contact with anthrax spores that present in meat, soil and grass can cause disease in both humans and animals. This paper describes risk factors causing high prevalence of anthrax, also attitude and knowledge of farmers' community toward anthrax. Several risk factors that causing high prevalence of anthrax transmitted to humans are lack of farmers' knowledge on anthrax, people's habit of slaughtering the sick animal and consuming the meat for economic reason. The knowledge of anthrax amongs farmer communities are influenced by education level, information sources, and professions. Farmers community knowledge in Indonesia towards anthrax is relatively low. Most farmers have wrong perception that anthrax is non-contagious disease. Control of anthrax in livestock and humans will be effective, if the community has better knowledge, attitude and good perception of disease. Interventions need to consider both technical and social (local knowledge and culture, as well as community behavior) factors to be appropriate and more acceptable to farmers and local communities. (Author) Key words: Anthrax, risk factors, attitude, knowledge, control	UDC 616-092.4 Febretrisiana A (GOATRES, Sei Putih) Pamungkas FA (ICARD, Bogor) Utilization of Ovary Collected from Abattoir as Genetic Material Resources (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> December 2017, Vol. 27 No. 4, p. 159-166 Slaughtering productive cow is commonly practiced, eventhough it is not in accordance with government program to increase livestock population in Indonesia. Ovarium from slaughtered cow contains genetic materials that have not utilized properly. The purpose of this paper is to review ovarian utilization collected from abattoir through <i>in vitro</i> fertilization technology. The best procedure of ovary preservation from abattoir to the laboratory, oocyte collection techniques are required to produce qualified embryo. Transportation of ovary to laboratory requires proper temperature and time. Slicing method obtains high quantity and good quality of oocyte. The quality of oocytes collected from abattoir as good as those taken from live animal. Ovaries that previously as waste product can be used for <i>in vitro</i> production of embryos and livestock genetic material resources. (Author) Key words: Ovary, abattoir, oocyte, <i>in vitro</i> fertilization

UDC 633.2 Sirait J (GOATRES, Sei Putih) Dwarf Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott) as Forage for Ruminant (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> December 2017, Vol. 27 No. 4, p. 167-176 Availability of good quality forage is limited during dry season. Dwarf elephant grass is one of alternatives in providing high productivity and quality of forage. This paper aims to inform morphology characteristics, feed quality, and post harvest of dwarf elephant grass. Dwarf elephant grass (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott) has different morphology from common elephant grass (<i>P. purpureum</i>). It has several advantages compared to common elephant grass in term of faster growth and regrowth rates, high of leaf and stem ratio, protein content, and dry matter production. This grass is suitable for grazing and cut and carry system. This grass is also suitable for ruminant feed as silage or hay. Processing of dwarf elephant grass using fermentation technology is recommended during over production period, for further use during drought and limited forage availability. (Author) Key words: Forage, ruminant, dwarf elephant grass	UDC 636 Sutedi Endang (IRIAP, Bogor) Herdiawan I (IRIAP, Bogor) Handiwirawan E (ICARD, Bogor) Outermost Small Islands in Indonesia for Quarantine Area and Livestock Development (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> December 2017, Vol. 27 No. 4, p. 187-196 Indonesia has about 17,506 islands consisting of large and small islands. Outermost small islands are direct boundary of Indonesia with neighboring countries. These outermost islands have the potency to be used as quarantine area and for livestock development, especially beef cattle in order to support the development of food security of meat. Some of outermost islands are Jemaja island in Riau Province, Singkil island in Aceh Province and Naduk island in Bangka Belitung Province. Criteria to determine quarantine area and livestock development are availability of natural resources (fresh water and forage), free of contagious diseases, human resources, market access, and transportation. This paper describes about the condition and forage availability in those three islands and their surrounding area. Those islands have potential variety of forage with different carrying capacities. Type of grass that has been adapted in the outermost islands are <i>Paspalum conjugatum</i>, <i>Axonopus compressus</i>, <i>Cynodon dactylon</i>, <i>Cynodon plectostachyus</i>, and <i>Panicum repens</i>. (Author) Key words: Outermost islands, forage, quarantine, livestock
UDC 636.4 Soewandi BDP (IRIAP, Bogor) Application of Reproduction Biotechnology and Molecular Genetic to Improve Productivity of Local Pigs (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> December 2017, Vol. 27 No. 4, p. 177-186 Low productivity in local pigs is due to the absence of breeding plan with mating arrangements. The main productivity variables used in breeding are litter size (number of piglets), weaning litter, number of teats, sow productivity index, growth rate, slaughter weight, and carcass quality. Selection to produce a new breed in breeding scheme should be conducted within five generations requiring large numbers of livestock, length period, and costly. Biotechnology reproduction and genetic molecular can be used to increase the value of the variables, to shorten interval generation, and cost efficient. This paper provides information on the use of reproduction biotechnology and molecular genetic from various sources and utilization of both technologies to increase local pig productivity. Reproductive biotechnology is useful in mating arrangement and molecular genetic using marker assisted selection (MAS) is able to determine superior pig since early age. (Author) Key words: Local pig, reproduction biotechnology, molecular genetic, productivities	UDC 619 Wardhana AH (IRCVS, Bogor) <i>Giardia intestinalis</i> assemblage E as an Emerging Zoonosis in Livestock (Orig. Ind.) <i>Wartazoa</i> December 2017, Vol. 27 No. 4, p. 197-205 <i>Giardia intestinalis</i> is a gastrointestinal parasite causing giardiasis that infects animals and humans. Giardiasis generates diarrhea, malabsorption, decreased body weight and milk production, dehydration, and mortality especially in young animals. This paper describes <i>G. intestinalis</i> assemblage E in humans and livestock, including molecular identification and disease distribution. The incidence of giardiasis in humans and livestock has been reported in some countries, particularly in young host living under poor sanitation and hygiene. Based on genotype, the parasite is divided into eight assemblages (A-H) and some infect specific hosts. At the moment, assemblage E is known as genotype that infects animal. This statement is controversial since assemblage E was also detected in humans who contacted with animals. This condition assumes that assemblage E is an emerging zoonosis that needs special attention. (Author) Key words: <i>Giardia intestinalis</i>, livestock, humans, zoonotic, assemblage E

Pemanfaatan Ovarium yang Berasal dari Rumah Potong Hewan sebagai Sumber Materi Genetik

(Utilization of Ovary Collected from Abattoir as Genetic Material Resources)

Arie Febretrisiana¹ dan FA Pamungkas²

¹Loka Penelitian Kambing Potong, PO Box I Sei Putih, Galang 20585, Sumatera Utara

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128
ariefbretrisiana@yahoo.com

(Diterima 2 November 2017 – Direvisi 13 November 2017 – Disetujui 24 November 2017)

ABSTRACT

Slaughtering productive cow is commonly practiced, even though it is not in accordance with government program to increase livestock population in Indonesia. Ovarium from slaughtered cow contains genetic materials that have not utilized properly. The purpose of this paper is to review ovarian utilization collected from abattoir through *in vitro* fertilization technology. The best procedure of ovary preservation from abattoir to the laboratory, oocyte collection techniques are required to produce qualified embryo. Transportation of ovary to laboratory requires proper temperature and time. Slicing method obtains high quantity and good quality of oocyte. The quality of oocytes collected from abattoir as good as those taken from live animal. Ovaries that previously as waste product can be used for *in vitro* production of embryos and livestock genetic material resources.

Key words: Ovary, abattoir, oocyte, *in vitro* fertilization

ABSTRAK

Pemotongan ternak betina produktif masih sering terjadi hingga saat ini dan hal ini tidak sesuai dengan program pemerintah dalam meningkatkan jumlah populasi ternak di Indonesia. Ternak betina produktif yang dipotong di Rumah Potong Hewan (RPH) masih memiliki potensi sebagai sumber materi genetik berupa ovarium yang merupakan bahan ikutan atau limbah namun belum dimanfaatkan dengan baik. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menelaah pemanfaatan ovarium yang berasal dari RPH melalui pendekatan teknologi fertilisasi *in vitro*. Dibutuhkan prosedur yang tepat untuk penanganan ovarium dari RPH ke laboratorium dan teknik koleksi oosit agar berkembang menjadi embrio yang layak digunakan. Selama transportasi ovarium menuju laboratorium harus diperhatikan faktor suhu dan waktu tempuh. Metode koleksi penyayatan (*slicing*) dapat dijadikan pilihan untuk memperoleh oosit yang banyak dan baik. Kualitas oosit yang berasal dari RPH sama baiknya dengan yang berasal dari hewan hidup. Melalui pendekatan teknologi secara *in vitro*, ovarium yang selama ini sebagai limbah dapat dimanfaatkan sebagai sumber materi genetik.

Kata kunci: Ovarium, rumah potong hewan, oosit, fertilisasi *in vitro*

PENDAHULUAN

Kecukupan daging nasional menjadi salah satu permasalahan penting yang terus dicari upaya pemecahannya, sehingga saat ini Indonesia masih mengalami ketergantungan pemenuhan pasokan daging melalui impor. Hal ini terjadi akibat jumlah konsumsi daging nasional tidak seimbang dengan laju produksi daging yang dihasilkan dalam negeri (Ariningsih 2014). Salah satu upaya yang telah dilakukan pemerintah untuk mengatasi permasalahan ini yaitu melalui pembuatan tujuh langkah operasional yang tertuang di dalam Program Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi (P2SDS), diantaranya pengembangan rumah potong hewan (RPH) dan pengendalian pemotongan betina produktif (Ditjennek 2008).

Sejalan dengan permintaan daging yang terus meningkat, kasus pemotongan hewan betina produktif masih banyak terjadi. Studi kasus yang dilakukan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tercatat pemotongan ternak betina produktif mencapai 64,25% dengan umur berkisar 2-5 tahun. Kondisi ini perlu mendapatkan perhatian khusus, karena jika pemotongan ternak tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan penurunan populasi ternak dengan cepat (Rasminati et al. 2009).

Penyelamatan materi genetik ternak betina yang berasal dari RPH dapat dilakukan melalui pendekatan teknologi. Teknologi reproduksi yang telah berkembang pesat saat ini salah satunya adalah teknologi fertilisasi *in vitro*. Teknologi ini dapat digunakan sebagai upaya penyelamatan materi genetik dengan memanfaatkan ovarium yang selama ini hanya

menjadi bahan ikutan atau limbah sehingga dapat meningkatkan nilai gunanya. Data pemotongan ternak sapi di RPH pada tahun 2016 mencapai 1.163.459 ekor, domba sebanyak 93.342 ekor dan kambing sebanyak 186.286 ekor (BPS 2017). Jika diestimasi 50% ternak yang dipotong tersebut adalah ternak betina maka banyak ovarium yang dapat dimanfaatkan untuk penyelamatan materi genetik ternak.

Beberapa kajian telah dilakukan dengan memanfaatkan ovarium yang berasal dari RPH sebagai upaya penyelamatan materi genetik pada ternak betina yang fungsi reproduksinya menyingkir. Selain itu, upaya ini juga dapat dilakukan untuk melestarikan materi genetik hewan langka yang terancam punah (Santos et al. 2010). Pemanfaatan ovarium guna penyelamatan materi genetik masih mengalami kendala berupa terbatasnya jumlah laboratorium yang mempunyai fasilitas untuk fertilisasi *in vitro* yang berdekatan dengan RPH, sehingga pengerjaan teknis laboratorium untuk memperoleh sel telur dari ovarium tidak dapat segera dikerjakan. Ovarium harus melalui proses penyimpanan dan waktu transportasi terlebih dahulu, sebelum dapat sampai ke fasilitas laboratorium.

Selain itu, upaya penyelamatan materi genetik melalui pemanfaatan ovarium belum dilakukan secara optimal karena terjadi penurunan kualitas setelah ovarium terpisah dari tubuh ternak. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan penanganan ovarium untuk menjaga kualitas oosit. Tulisan ini bertujuan untuk memperoleh informasi dari berbagai kajian yang dilakukan untuk mengetahui kendala dan keberhasilan penyelamatan materi genetik ternak dari ovarium yang berasal dari RPH.

OVARIUM SEBAGAI SUMBER MATERI GENETIK

Ovarium merupakan salah satu bagian dari organ reproduksi betina yang berfungsi utama dalam diferensiasi dan pelepasan sel telur (oosit) matang dalam tiap siklus untuk proses fertilisasi. Selain itu, ovarium berfungsi sebagai penghasil hormon steroid yang berguna dalam pembentukan karakteristik seksual sekunder dan tahap proses kebuntingan. Organ ini merupakan gabungan dari sistem yang terorganisir yang terdiri atas sel *germ* yaitu sel telur dan sel somatik yang meliputi sel granulosa, teka dan stroma yang saling berinteraksi dalam pematangan sel telur, ovulasi serta pembentukan korpus luteum (Richards & Pangas 2010). Sel telur yang dihasilkan oleh ovarium akan menjadi sumber gamet betina yang akan menjadi individu baru setelah melalui proses fertilisasi dengan sel gamet jantan, spermatozoa dengan melalui serangkaian proses yang kompleks (Edson et al. 2009).

Ovarium terdiri dari dua bagian yaitu bagian lateral atau korteks dan bagian medial atau medula.

Bagian korteks dilapisi oleh jaringan kuboid dan stroma yang merupakan jaringan ikat longgar dimana pada bagian ini terdapat oosit yang posisinya berada di dalam folikel, sedangkan bagian medula terdiri dari jaringan ikat, pembuluh darah dan syaraf (Senger 1999).

Oosit adalah sel gamet betina yang jika telah mengalami pematangan dan terjadi fertilisasi dengan sel gamet jantan (spermatozoa) selanjutnya akan berkembang menjadi embrio dan dalam keadaan yang normal maka akan dapat berkembang menjadi individu baru (Findlay et al. 2009). Perkembangan oosit terjadi di dalam folikel dan selama perkembangannya folikel juga akan mengalami perkembangan yang dikenal dengan folikulogenesis. Tahap perkembangan folikel diawali dengan terbentuknya folikel primordial hingga terbentuk folikel matang dan oosit akan memasuki tahap ovulasi (Li & Chian 2017). Folikulogenesis juga diikuti dengan oogenesis yaitu proses pertumbuhan dan pematangan oosit yang terdiri dari tiga tahapan proses yaitu proliferasi, pertumbuhan dan pematangan. Mitosis akan terjadi pada tahap proliferasi, terjadi diferensiasi dari oogonia menjadi oosit primer dan pada tahap ini telah terlihat jelas adanya membran inti yang utuh. Selanjutnya, oosit akan memasuki tahap pertumbuhan yang ditandai oleh peningkatan diameter dan penambahan ukuran organel-organel sel, lalu melalui tahapan akhir yaitu pematangan yang ditandai dengan beberapa proses perkembangan inti oosit (Hafez & Hafez 2000).

PENANGANAN OVARIUM SETELAH PEMOTONGAN TERNAK

Kondisi ovarium pasca-pemotongan ternak

Proses pemotongan ternak akan mengakibatkan terjadinya perubahan metabolisme di dalam tubuh yang mempengaruhi organ-organ tubuh termasuk ovarium pada ternak. Salah satu proses yang terjadi adalah terhentinya aliran darah yang berakibat pada terhentinya suplai oksigen (iskemia) dan perubahan komposisi fisiologis cairan folikuler dan berpengaruh pada proses pematangan oosit (Wang et al. 2011; Tellado et al. 2014). Ini berlanjut pada kegagalan sel untuk memproduksi senyawa posfat seperti adenin triposphat (ATP) dan kegagalan metabolisme di dalam mitokondria sebagai akibat dari penghentian penyimpanan energi selular sehingga berpengaruh pada proses penting yang terjadi di dalam sel (Deb et al. 2010). Kondisi iskemia juga berdampak pada hilangnya potasium dan ATP yang sangat penting untuk proses pertukaran energi sehingga dapat memicu terjadinya kematian sel (Karaszewski et al. 2009).

Wongsrikeao et al. (2005) melaporkan bahwa beberapa saat setelah penghentian oksigen ke dalam

ovarium akan terjadi perubahan mekanisme ATP dan memicu perubahan metabolisme aerob menjadi anaerob. Perubahan ini menyebabkan akumulasi asam sebagai hasil ikutan metabolisme sel seperti asam laktat dan asam fosfor yang kemudian meningkatkan jumlah ion H^+ . Plasma membran oosit memiliki permeabilitas yang tinggi bagi ion H^+ dan tidak memiliki regulasi pada konsentrasi H^+ yang terjadi, sehingga apabila oosit berada pada lingkungan yang lebih asam dibandingkan dengan lingkungan sitoplasma maka pH oosit akan menurun mengikuti pH medium eksternal yang kemudian memicu terjadinya fragmentasi DNA oosit.

Penanganan untuk menjaga kondisi ovarium setelah pematangan ternak sangat berkaitan erat dengan kualitas oosit yang berada di dalam ovarium tersebut. Kualitas oosit yang diperoleh dari ovarium yang berasal dari RPH menjadi salah satu indikator keberhasilan dalam upaya penyimpanan ovarium. Salah satu kriteria oosit yang berkualitas adalah keberadaan sel-sel kumulus yang berada di sekeliling oosit. Sel-sel kumulus ini berfungsi sebagai sumber nutrisi dan pengatur regulasi sinyal yang berkaitan dengan hormon. Selain itu, keberadaan sel-sel kumulus berkontribusi terhadap pematangan oosit. Hal ini terbukti dengan penghilangan sel-sel kumulus pada oosit terbukti mengganggu pematangan sitoplasma oosit secara *in vitro* (Tanghe et al. 2002; Ge et al. 2008; Zhou et al. 2016). Staigmiller & Moor (1984) berpendapat bahwa sel-sel granulosa menyediakan substrat energi, beberapa asam amino, nukleotida dan prekursor fosfolipid ke oosit yang menghasilkan beberapa interaksional sinyal yang mempengaruhi inti sel dan sintesis protein struktural tertentu serta pematangan protein spesifik. Morfologi oosit dengan kumulus yang kompleks berkaitan dengan perannya pada proses pematangan oosit *in vitro*. Semakin banyak lapisan pada oosit maka semakin baik (Kakkassery et al. 2010). Oosit yang telah dihilangkan sel-sel kumulusnya kemudian dikultur dengan penambahan sel kumulus pada mediumnya ternyata dapat meningkatkan pematangan sitoplasma oosit (Feng et al. 2013). Hal ini menandakan bahwa kualitas oosit yang dikoleksi dari ovarium yang berasal dari RPH perlu diperhatikan dengan baik, dalam rangka mendukung proses kompleks yang akan dilalui oleh oosit hingga dapat mencapai pematangan baik inti maupun sitoplasma yang dibutuhkan untuk mencapai tahap fertilisasi hingga perkembangan fetus (Krisher et al. 2007). Untuk menjaga kualitas oosit agar tetap baik setelah proses pematangan hewan menuju laboratorium dilakukan dengan cara menempatkan ovarium pada kondisi lingkungan yang tepat (Lima et al. 2014). Waktu, suhu dan medium yang digunakan merupakan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kondisi ovarium selama penyimpanan. (Santos et al. 2002; Tulake et al. 2014; Febretrisiana et al. 2015).

Upaya menjaga kondisi ovarium pasca-pemotongan ternak

Titik kritis yang perlu perhatian khusus adalah periode dari saat pematangan ternak dengan saat ovarium diproses untuk koleksi oosit. Rentang waktu ini merupakan penentu kualitas ovarium dan oosit yang akan diperoleh. Medium untuk penyimpanan ovarium selama transportasi diupayakan pada suhu yang optimal untuk ovarium baik dalam keadaan hangat atau mendekati suhu tubuh, suhu dingin maupun suhu ruang.

Penggunaan medium suhu hangat pada prinsipnya bertujuan untuk menghindari perbedaan suhu pada ovarium sebelum dan sesudah pematangan ternak, sehingga menghindari perbedaan metabolisme pada ovarium dengan harapan kualitas oosit yang baik dapat dipertahankan (Gordon 2003; Taylor 2007). Prinsip ini didukung oleh hasil penelitian Sirard & Blondin (1996) yang menyatakan bahwa kompetensi perkembangan oosit dapat ditingkatkan setelah menginkubasi ovarium pada medium yang hangat beberapa jam sebelum dilakukan proses koleksi oosit.

Selain dengan menggunakan medium bersuhu hangat, medium dengan suhu dingin juga digunakan saat proses transportasi ovarium menuju laboratorium. Penyimpanan ovarium pada kondisi dingin dapat memperlambat metabolisme sel, sehingga menurunkan kebutuhan oksigen dan memperlambat akumulasi asam sebagai hasil dari proses apoptosis. Proses biologi dan kimia yang terjadi di dalam sel meliputi aktivitas molekuler dan mobilitas ion yang diatur oleh energi termal, apabila terjadi penurunan suhu maka pergerakan molekul akan dapat diperlambat (Clarke 2003; Taylor 2007).

Medium dengan suhu ruang yang digunakan selama transportasi ovarium bertujuan untuk melindungi ovarium pada kondisi di luar rentang suhu hangat maupun dingin (Kim et al. 2006). Selain berkaitan dengan temperatur medium yang digunakan, waktu dan jenis hewan juga berpengaruh terhadap kualitas dan kompetensi perkembangan oosit (Tabel 1).

Tabel 1 menunjukkan berbagai kajian bahwa medium bersuhu dingin berpengaruh kurang baik terhadap kompetensi perkembangan oosit. Jika dihubungkan dengan prinsip tujuan penggunaannya, penempatan sel pada suhu yang rendah dilakukan untuk mengurangi pengaruh buruk akibat akumulasi metabolisme sel karena proses metabolisme dapat diperlambat dan menurunkan kebutuhan oksigen sehingga hasil metabolisme dapat dikurangi dan dapat menghemat energi (Taylor 2007). Akan tetapi penelitian lain menunjukkan bahwa penyimpanan ovarium pada suhu dingin telah menyebabkan degenerasi struktur protein dan enzim pada oosit (Matsushita et al. 2004). Proses biokimia di dalam sel

Tabel 1. Pengaruh suhu dan waktu terhadap kompetensi perkembangan oosit

Ternak	Metode		Kompetensi Perkembangan Oosit		
	Suhu (°C)	Waktu (jam)	Jumlah oosit	Cleavage (%)	Blastosit (%)
Sapi	25	4	721	77,9	36,8 ¹
	35	4	338	72,1	32,2 ¹
	4	3	180	20,0	20,4 ²
Rusa	20-25	12	ta	43,0	33,6 ³
	30-35	4	ta	47,0	38,3 ³
	5-8	12	ta	23,0	17,3 ³
Babi	25	6	252	40,1	14,3 ⁴
	30	1	109	45,4	2,8 ⁵

ta: Data tidak tersedia

Sumber: ¹Wang et al. (2011); ²Bohlooli et al. (2015); ³Alvares et al. (2011); ⁴Kim et al. (2006); ⁵Yuge et al. (2003)

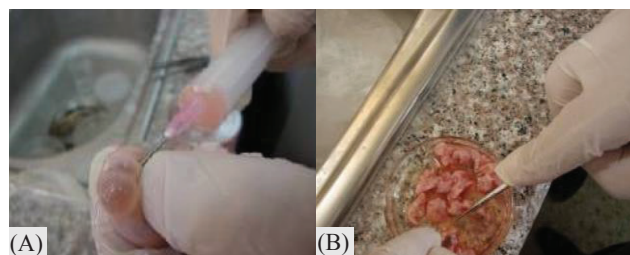
berkaitan erat dengan proses interaksi antar molekul yang terdiri dari banyak reaksi katalis oleh enzim dan proses pendinginan berpengaruh pada komponen reaksi tersebut (Taylor 2007).

TEKNIK KOLEKSI OOSIT DARI OVARIUM

Oosit merupakan tujuan utama yang diharapkan dapat diperoleh dari pemanfaatan ovarium yang berasal dari RPH, terutama oosit dengan kualitas baik dan dalam jumlah yang banyak. Berbeda dengan oosit yang dikoleksi dari hewan yang masih hidup melalui *ovum pick up* (OPU) yang dapat dikoleksi berulang, ovarium yang berasal dari RPH hanya mampu menghasilkan oosit satu kali pada ternak yang sama. Oosit yang diperoleh melalui OPU umumnya diperoleh dari folikel dengan tahap dominan dan telah mencapai perkembangan akhir preovulatori, sedangkan oosit yang berasal dari RPH masih harus melalui tahap pematangan secara *in vitro* di laboratorium (Karadjole et al. 2010). Ada beberapa teknik yang dilakukan pada proses koleksi oosit yaitu teknik aspirasi, penyayatan (*slicing*) dan penusukan (*puncture*) (Gambar 1) dengan tingkat keberhasilan dan efisiensi yang berbeda-beda (Hammad et al. 2014).

Koleksi oosit dengan menggunakan teknik aspirasi dilakukan dengan memanfaatkan tampilan gambaran folikel yang tampak pada permukaan ovarium. Folikel berukuran 2-6 mm umumnya akan terlihat jelas pada permukaan ovarium, berwarna abu-abu kehitaman dan berisi cairan folikel. Cairan folikel inilah yang disedot dan diharapkan dapat diperoleh oosit. Dengan menggunakan *syringe* steril 5 ml, jarum berukuran 18-22 gauge dan berisi 2 ml medium koleksi, folikel ditusuk untuk kemudian disedot cairan folikelnya. Kemudian cairan tersebut ditempatkan pada cawan petri dan dievaluasi dengan mikroskop untuk

mendapatkan oosit dengan kategori yang diinginkan (Rao & Mahesh 2012).



Gambar 1. Koleksi oosit dengan teknik aspirasi (A) dan penyayatan (B)

Sumber: Saleh (2017)

Teknik lain dalam koleksi oosit adalah teknik penyayatan (*slicing*). Ovarium ditempatkan pada cawan petri yang telah diberi 5 ml medium koleksi dan ovarium ditahan menggunakan pinset. Kemudian folikel yang tampak pada permukaan ovarium disayat dengan menggunakan bantuan pisau *scalpel* (*scalpel blade*). Cairan folikel akan mengalir dan bersamaan dengan cairan tersebut oosit juga akan keluar dan dapat dikoleksi dengan pengamatan di bawah mikroskop (Hoque et al. 2011). Sayatan pada teknik ini perlu diperhatikan agar tidak mengenai pembuluh darah karena medium menjadi keruh dan menyulitkan proses koleksi oosit saat dievaluasi di bawah mikroskop. Teknik lain menggunakan *puncture*, dilakukan dengan menusuk bagian folikel yang terlihat pada permukaan ovarium dengan bantuan jarum berukuran 18 gauge (Hoque et al. 2011).

Hasil koleksi oosit dari ovarium dapat dikategorikan berdasarkan kualitasnya dan terbagi kedalam empat *grade* seperti terlihat pada Gambar 2. Oosit dengan *grade* A adalah oosit yang dikategorikan

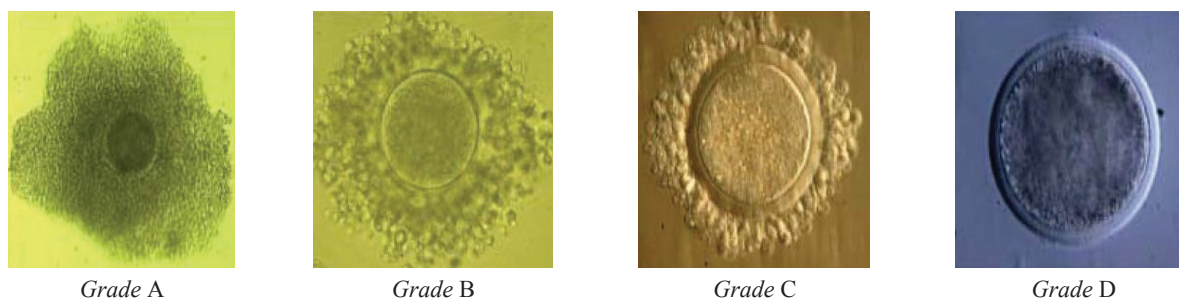
sebagai oosit yang paling baik. Oosit dengan *grade* ini memiliki kumulus yang seragam dan kompak dengan dikelilingi oleh lima lapisan atau lebih sel kumulus. Oosit dengan *grade* B adalah oosit dengan kategori baik yang ditandai dengan oosit yang seragam dan memiliki sitoplasma yang gelap dengan komplemen dari korona radiata yang lengkap tetapi dikelilingi tidak lebih dari lima lapisan sel kumulus. Oosit dengan *grade* C adalah oosit dengan kategori kurang baik yang ditandai dengan oosit yang kurang seragam dan warna sitoplasma lebih transparan dan tidak merata, korona radiata dan sel-sel kumulus yang mengelilingi oosit tidak merata dan terlihat tidak kompak. Oosit dengan kategori *grade* D dikelompokkan sebagai oosit dengan kualitas buruk. Oosit dengan kategori ini mempunyai sitoplasma yang transparan maupun terjadi fragmentasi pada sitoplasma, sel-sel kumulus yang mengelilingi oosit terlihat sangat jarang dan bahkan beberapa oosit tidak memiliki sel kumulus (Kakkassery et al. 2010).

Beberapa kajian dilakukan untuk membandingkan keberhasilan dan efisiensi pada masing-masing metode koleksi oosit dapat dilihat pada Tabel 2. Pada kerbau, sapi dan kambing, teknik *slicing* direkomendasikan untuk digunakan karena perolehan jumlah oosit lebih banyak dan berkualitas. Teknik *slicing* dapat

menghasilkan jumlah oosit lebih banyak dengan kualitas baik, kemungkinan karena oosit tidak hanya dapat dikoleksi dari folikel yang berada di permukaan ovarium akan tetapi hingga bagian dalam dari *cortical stroma* (Das et al. 1996). Selain teknik koleksi oosit, umur ternak, skor kondisi tubuh, siklus reproduksi pada saat hewan tersebut dipotong dan ukuran serta fungsi folikel juga berpengaruh (Amer et al. 2008).

POTENSI PEMANFAATAN OVARIUM MELALUI APLIKASI TEKNOLOGI REPRODUKSI

Pemanfaatan ovarium yang berasal dari RPH sebagai bagian dari penyelamatan materi genetik dan peningkatan nilai guna ternak dapat diupayakan melalui perkembangan teknologi yang saat ini berkembang pesat. Teknologi reproduksi berbantuan seperti fertilisasi *in vitro* merupakan salah satu yang dapat diaplikasikan. Perkembangan teknologi dapat mengatasi permasalahan reproduksi dengan indikasi kesulitan memperoleh keturunan secara normal. Teknologi ini memungkinkan sebagian proses terbentuknya individu baru dapat dilakukan di luar tubuh induk (Rani & Paliwal 2014).



Gambar 2. *Grade* oosit berdasarkan kualitasnya

Sumber: Kakkassery et al. (2010)

Tabel 2. Kualitas oosit berdasarkan metode koleksi oosit dari berbagai jenis ternak

Jenis hewan	Metode	Total ovarium	Total oosit	Oosit/ovarium (Rata-rata±SE)			
				A	B	C	D
Sapi ¹	Aspirasi	75	ta	1,2±0,2	2,4±0,1	1,0±0,1	1,1±0,2
	<i>Slicing</i>	82	ta	4,2±0,2	2,0±0,3	1,8±0,3	1,6±0,1
	<i>Puncture</i>	80	ta	4,6±0,1	1,7±0,2	2,1±0,1	1,2±0,2
Kerbau ²	Aspirasi	48	114	0,8±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	ta
	<i>Slicing</i>	48	383	3,2±0,3	2,0±0,2	2,7±0,2	ta
	<i>Puncture</i>	48	166	1,2±0,1	1,0±0,1	1,0±0,1	ta
Kambing ³	Aspirasi	42	165	1,0±0,1	1,0±0,1	0,9±0,1	0,8±0,1
	<i>Slicing</i>	48	213	1,0±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1
	<i>Puncture</i>	48	172	1,0±0,1	1,1±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1

ta: Data tidak tersedia

Sumber: ¹Wang et al. (2007); ²Rao & Mahesh (2012); ³John et al. (2015)

Tabel 3. Perbandingan kompetensi kemampuan perkembangan oosit yang berasal dari sumber yang berbeda

Kriteria tahapan perkembangan oosit	Sumber oosit OPU	Sumber oosit RPH	Sumber
Metafase II (%)	53,0±7,2	87,0±3,2	Souza-Fabjan et al. (2014)
	73,8±3,0	54,0±0,7	Rahman et al. (2009)
<i>Cleavage</i> (%)	39,0±3,4	68,0±2,6	Souza-Fabjan et al. (2014)
	83,1±2,6	69,3±4,5	Rahman et al. (2009)
	57	62	Merton et al. (2003)
Morula (%)	20,0±1,2	11,3±4,7	Rahman et al. (2009)
<i>Hatching</i> (%)	73,0±9,6	53,0±13,1	Souza-Fabjan et al. (2014)
	16,8	35,6	Karadjole et al. (2010)
	21	26	Merton et al. (2003)

Sesuai dengan proses normalnya, diperlukan materi genetik sel gamet baik betina (oosit) maupun jantan (spermatozoa). Proses berikutnya adalah pematangan oosit, *in vitro maturation* (IVM), preparasi spermatozoa dan proses fertilisasi, dimana fusi antara kedua sel gamet jantan dan betina untuk kemudian akan berkembang menjadi embrio. Selanjutnya embrio akan dikultur lalu ditransfer kembali ke dalam tubuh induk setelah berumur 3-5 hari dan diharapkan akan terjadi kebuntingan hingga kelahiran anak (Goldberg et al. 2007). Melalui teknologi fertilisasi *in vitro*, sebagian proses dan tahapan tersebut dapat dilakukan di laboratorium.

Upaya peningkatan nilai guna dan penyelamatan materi genetik ternak dapat dilakukan melalui pemanfaatan ovarium yang berasal dari RPH. Tingginya jumlah pemotongan ternak betina produktif yang dilakukan di RPH berkorelasi dengan banyaknya jumlah ovarium dan oosit yang dapat diperoleh sehingga upaya untuk memproduksi embrio dalam jumlah banyak dapat meningkatkan jumlah populasi dan produksi ternak melalui produksi embrio secara *in vitro*.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi kemungkinan pemanfaatan oosit yang dikoleksi dari ovarium yang berasal dari RPH. Kajian dilakukan untuk mengamati kompetensi kemampuan oosit yang dikoleksi dari ovarium yang berasal dari RPH untuk berkembang menjadi embrio, implantasi, keberhasilan kebuntingan dan kelahiran. Hasil ini lalu dibandingkan dengan kompetensi perkembangan oosit yang berasal dari hewan hidup dan dikoleksi dengan metode OPU. Karadjole et al. (2010) menyatakan bahwa kompetensi perkembangan oosit yang berasal dari RPH lebih rendah untuk mencapai tahap *hatching* bila dibandingkan dengan kemampuan oosit yang diperoleh dari OPU (Tabel 3). Hal sama juga dilaporkan oleh (Rahman et al. 2009) yang menyimpulkan bahwa oosit yang berasal dari ternak hidup lebih baik kemampuan perkembangannya bila dibandingkan dengan oosit yang berasal dari RPH. Hal

tersebut kemungkinan disebabkan oleh waktu koleksi oosit yang lebih lama pada oosit yang berasal dari RPH. Oosit tidak langsung dapat dikoleksi dan diproses ke tahap pematangan seperti pada oosit yang berasal dari OPU karena ada waktu tempuh ovarium menuju laboratorium dan ini memberikan pengaruh terhadap kemampuan pematangan oosit. Selain itu, oosit yang diperoleh dari RPH berasal dari ternak bersifat heterogen baik umur, status fisiologis dan kesehatannya (Rahman et al. 2009; Karadjole et al. 2010). Sebaliknya, Souza-Fabjan et al. (2014) melaporkan bahwa baik oosit yang diperoleh dengan koleksi pada hewan hidup menggunakan laparoskopi OPU maupun yang dikoleksi dari ovarium dari RPH ternyata memiliki potensi kualitas yang sama dan tidak ada perbedaan dalam kompetensi kemampuan perkembangannya baik pematangan oosit, fertilisasi hingga pembelahan sel. Kemampuan oosit yang berasal dari RPH saat dikultur selama 18 jam untuk mencapai tahap pematangan metafase II dapat mencapai 87%, lebih tinggi bila dibandingkan dengan oosit yang dikoleksi dengan OPU (53%). Begitu pula dengan kemampuan oosit mencapai tahap *cleavage* dan *hatching*. Merton et al. (2003) menyatakan bahwa oosit dari RPH memiliki kemampuan perkembangan menuju tahap *cleavage* sama dengan oosit yang diperoleh melalui OPU. Kontroversi hasil ini mengindikasikan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi kemampuan oosit untuk berkembang bukan hanya pengaruh sumber oosit yang digunakan. Faktor lain yang berpengaruh diantaranya adalah kualitas oosit, teknik pelaksanaan OPU dan medium yang digunakan selama proses IVF.

KESIMPULAN

Ovarium yang berasal dari rumah potong hewan (RPH) dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan sel telur (oosit). Metode koleksi penyayatan (*slicing*) dapat dijadikan pilihan untuk menghasilkan jumlah dan kualitas oosit yang baik. Kendala jarak yang dihadapi RPH hingga mencapai laboratorium dapat diatasi

dengan menempatkan ovarium pada medium suhu dingin, suhu kamar maupun suhu tubuh. Kemampuan oosit yang berasal dari RPH untuk berkembang menjadi embrio sama baiknya dengan yang berasal dari hewan.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez GO, Morales AM, Berlinguer F, Santos MRF, Estes MC, Mermillod P, Ortiz JA, Ramon M, Pérez-Guzmán MD, Garde JJ, Soler AJ. 2011. Effect of storage temperature during transport of ovaries on *in vitro* embryo production in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Theriogenology*. 75:65-72.
- Amer HA, Hegab AO, Zaabal SM. 2008. Effects of ovarian morphology on oocyte quantity and quality, granulosa cells, *in vitro* maturation, and steroid hormone production in buffaloes. *Anim Reprod*. 5:55-62.
- Ariningsih E. 2014. Kinerja kebijakan swasembada daging sapi nasional. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 32:137-156.
- Bohlooli SH, Bozdoğan Ş, Cedden F. 2015. HEPES buffer in ovary-transportation medium influences developmental competence of cattle oocytes. *S Afr J Anim Sci*. 45:538-546.
- BPS. 2017. Data pemotongan ternak. Badan Pusat Statistik [Internet]. Tersedia dari: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/914>
- Clarke A. 2003. Costs and consequences of evolutionary temperature adaptation. *Trends Ecol Evol*. 18:573-581.
- Das GK, Jain GC, Solanki VS, Tripathi VN. 1996. Efficacy of various collection methods for oocyte retrieval in buffalo. *Theriogenology*. 46:1403-1411.
- Deb P, Sharma S, Hassan KM. 2010. Pathophysiologic mechanisms of acute ischemic stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis. *Pathophysiology*. 17:197-218.
- Ditjennak. 2008. Tujuh langkah strategis mewujudkan swasembada daging sapi di Indonesia. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan, Kementerian Pertanian.
- Edson MA, Nagaraja AK, Matzuk MM. 2009. The mammalian ovary from genesis to revelation. *Endocr Rev*. 30:624-712.
- Febretrisiana A, Setiadi MA, Karja NWK. 2015. Nuclear maturation rate of sheep oocyte *in vitro*: Effect of storage duration and ovary temperature. *J Indonesian Trop Anim Agric*. 40:93-99.
- Feng G, Shi D, Yang S, Wang X. 2013. Co-culture embedded in cumulus clumps promotes maturation of denuded oocytes and reconstructs gap junctions between oocytes and cumulus cells. *Zygote*. 21:231-237.
- Findlay JK, Kerr JB, Britt K, Liew SH, Simpson ER, Rosairo D, Drummond A. 2009. Ovarian physiology: Follicle development, oocyte and hormone relationships. *Anim Reprod*. 6:16-19.
- Ge L, Sui HS, Lan GC, Liu N, Wang JZ, Tan JH. 2008. Coculture with cumulus cells improves maturation of mouse oocytes denuded of the cumulus oophorus: Observations of nuclear and cytoplasmic events. *Fertil Steril*. 90:2376-2388.
- Goldberg JM, Falcone T, Attaran M. 2007. *In vitro* fertilization update. *Cleve Clin J Med*. 74:329-338.
- Gordon I. 2003. Laboratory Production of cattle embryos. 2nd ed. Wallingford (UK): CABI Publishing.
- Hafez B, Hafez ESE. 2000. Reproduction in farm animal. 7th ed. Hafez B, Hafez ESE, editors. Philadelphia (US): Lippincott Williams & Wilkins.
- Hammad ME, Gabr SA, El-Ratel IT, Gad MA. 2014. Efficacy of different collection techniques on yield and quality of Egyptian buffalo oocytes. *J Anim Poult Prod Mansoura Univ*. 5:413-422.
- Hoque SAM, Kabiraj SK, Yahia Khandoker MAM, Mondal A, Tareq KMA. 2011. Effect of collection techniques on cumulus oocyte complexes (COCs) recovery, *in vitro* maturation and fertilization of goat oocytes. *African J Biotechnol*. 10:9177-9181.
- John A, Joseph M, Vijayakumaran V. 2015. Effect of oocyte retrieval techniques on yield and quality of caprine oocytes. *IOSR J Agric Vet Sci*. 8:2319-2372.
- Kakkassery MP, Anand LF, Rijaryakumaran, V Sreekumaran T. 2010. In vitro maturation of Bos indicus oocytes: Effect of cumulus oocyte complex morphology. *Vet Anim Sci*. 6:247-249.
- Karadjole M, Getz I, Samardžija M, Mačević N, Mario M, Makek Z, Karadjole T, Bačić G, Dobranić T, Poletto M. 2010. The developmental competence of bovine immature oocytes and quality of embryos derived from slaughterhouse ovaries or live donors by ovum pick up. *Vet Arh*. 80:445-454.
- Karaszewski B, Wardlaw JM, Marshall I, Cvorov V, Wartolowska K, Haga K, Armitage PA, Bastin ME, Dennis MS. 2009. Early brain temperature elevation and anaerobic metabolism in human acute ischaemic stroke. *Brain*. 132:955-964.
- Kim HJ, Choi SH, Son DS, Cho SR, Choe CY, Kim YK, Han MH, Ryu IS, Kim IC, Kim IH, et al. 2006. Effect of exposure duration of ovaries and oocytes at ambient temperature on parthenogenetic development of porcine follicular oocytes. *J Reprod Dev*. 52:633-638.
- Krisher RL, Brad AM, Herrick JR, Sparman ML, Swain JE. 2007. A comparative analysis of metabolism and viability in porcine oocytes during *in vitro* maturation. *Anim Reprod Sci*. 98:72-96.
- Li H, Chian R. 2017. Development of *in vitro* maturation for human: Follicular development and oocyte growth oocytes. Gewerbestrasse (Switzerland): Springer International Publishing AG.

- Lima GL, Santos EAA, Lima LF, Luz VB, Rodrigues APR, Silva AR. 2014. Short-term preservation of *Pecari tajacu* ovarian preantral follicles using phosphate buffered saline (PBS) or powdered coconut water (ACP®) media. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 66:1623-1630.
- Matsushita S, Tani T, Kato Y, Tsunoda Y. 2004. Effect of low-temperature bovine ovary storage on the maturation rate and developmental potential of follicular oocytes after *in vitro* fertilization, partenogenetic activation, or somatic cell nucleus transfer. *Anim Reprod Sci*. 84:293-301.
- Merton JS, De Roos APW, Mullaart E, De Ruigh L, Kaal L, Vos PLAM, Dieleman SJ. 2003. Factors affecting oocyte quality and quantity in commercial application of embryo technologies in the cattle breeding industry. *Theriogenology*. 59:651-674.
- Rahman ANA, Abdullah A, Wan-Khadajah WE. 2009. Effects of oocyte source on the developmental competence of *in vitro* matured goat oocytes fertilized by the intracytoplasmic sperm injection technique. *Turk J Vet Anim Sci*. 33:323-331.
- Rani K, Paliwal S. 2014. A brief review on *in vitro* fertilization (IVF): An advanced and miraculous gateway for infertility treatments. *World J Pharm Pharm Sci*. 3:647-658.
- Rao MM, Mahesh YU. 2012. Efficacy of different harvesting techniques on oocyte retrieval from buffalo ovaries. *Buffalo Bull*. 31:209-213.
- Rasminati N, Utomo S, Riyadi DA. 2009. Pemotongan sapi betina produktif di rumah potong hewan di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Sains Peternakan*. 7:20-24.
- Richards JS, Pangas SA. 2010. The ovary: Basic biology and clinical implications. 120:963-972.
- Saleh. 2017. Assessment of different methods of bovine oocytes collection, maturation and *in vitro* fertilization of abattoir specimens. *Iraqi J Vet Sci*. 31: 55-65.
- Santos RR, Amorim C, Cecconi S, Fassbender M, Imhof M, Lornage J, Paris M, Schoenfeldt V, Madrid BM. 2010. Cryopreservation of ovarian tissue: An emerging technology for female germline preservation of endangered species and breeds. *Anim Reprod Sci*. 122:151-163.
- Santos RR, Silva JRV, Costa SH, Rodrigues APR, Lobo RNB, Figueiredo JR. 2002. Effect of 0.9% saline solution and phosphate buffer saline at different temperatures and incubation times on the morphology of goat preantral follicles. *Braz J vet Res anim Sci*. 39:254-259.
- Senger PL. 1999. Pathway to pregnancy and parturition. Washington DC (US): Current Conceptions Inc.
- Sirard MA, Blondin P. 1996. Oocyte maturation and IVF in cattle. *Anim Reprod Sci*. 42:417-426.
- Souza-Fabjan JM, Locatelli Y, Duffard N, Corbin E, Touzé JL, Perreau C, Beckers JF, Freitas VJ, Mermillod P. 2014. *In vitro* embryo production in goats: Slaughterhouse and laparoscopic ovum pick up-derived oocytes have different kinetics and requirements regarding maturation media. *Theriogenology*. 81:1021-1031.
- Staigmiller RB, Moor RM. 1984. Effect of follicle cells on the maturation and developmental competence of ovine oocytes matured outside the follicle. *Gamete Res*. 9:221-229.
- Tanghe S, Van Soom A, Nauwynck H, Coryn M, De Kruif A. 2002. Minireview: Functions of the cumulus oophorus during oocyte maturation, ovulation, and fertilization. *Mol Reprod Dev*. 61:414-424.
- Taylor MJ. 2007. Biology of cell survival in the cold: The basis for biopreservation of tissues and organs. In: Baust JG, Baust JM, editors. *Advances in biopreservation*. Boca Raton (US): CRC Press. p. 15-62.
- Tellado MN, Alvarez GM, Dalvit GC, Cetica PD. 2014. The Conditions of ovary storage affect the quality of porcine oocytes. *Adv Reprod Sci*. 2:57-67.
- Tulake K, Yanagawa Y, Takahashi Y, Katagiri S, Higaki S, Koyama K, Wang X, Li H. 2014. Effects of ovarian storage condition on *in vitro* maturation of Hokkaido Sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) oocytes. *Jpn J Vet Res*. 62:187-192.
- Wang YS, Zhao X, Su JM, An ZX, Xiong XR, Wang LJ, Liu J, Quan FS, Hua S, Zhang Y. 2011. Lowering storage temperature during ovary transport is beneficial to the developmental competence of bovine oocytes used for somatic cell nuclear transfer. *Anim Reprod Sci*. 124:48-54.
- Wang ZG, Yu SD, Xu ZR. 2007. Effects of collection methods on recovery efficiency, maturation rate and subsequent embryonic developmental competence of oocytes in Holstein cow. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 20:496-500.
- Wongsrikeao P, Otoi T, Karja NWK, Agung B, Nii M, Nagai T. 2005. Effects of ovary storage time and temperature on DNA fragmentation and development of porcine oocytes. *J Reprod Dev*. 51:87-97.
- Yuge M, Otoi T, Nii M, Murakami M, Karja NWK, Rajaei F, Agung B, Wongsrikeao P, Murakami M, Suzuki T. 2003. Effects of cooling ovaries before oocyte aspiration on meiotic competence of porcine oocytes and of exposing *in vitro* matured oocytes to ambient temperature on *in vitro* fertilization and development of the oocytes. *Cryobiology*. 47:102-108.
- Zhou CJ, Wu SN, Shen JP, Wang DH, Kong XW, Lu A, Li YJ, Zhou HX, Zhao YF, Liang CG. 2016. The beneficial effects of cumulus cells and oocyte-cumulus cell gap junctions depends on oocyte maturation and fertilization methods in mice. *PeerJ*. 4:e1761. <https://doi.org/10.7717/peerj.1661>

Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) sebagai Hijauan Pakan untuk Ruminansia

(Dwarf Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) as Forage for Ruminant)

Juniar Sirait

Loka Penelitian Kambing Potong, PO Box 1 Sei Putih, Galang 20585, Sumatera Utara
juniarsirait96@yahoo.com

(Diterima 12 Mei 2017 – Direvisi 8 November 2017 – Disetujui 24 November 2017)

ABSTRACT

Availability of good quality forage is limited during dry season. Dwarf elephant grass is one of alternatives in providing high productivity and quality of forage. This paper aims to inform morphology characteristics, feed quality, and post harvest of dwarf elephant grass. Dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) has different morphology from common elephant grass (*P. purpureum*). It has several advantages compared to common elephant grass in term of faster growth and regrowth rates, high of leaf and stem ratio, protein content, and dry matter production. This grass is suitable for grazing and cut and carry system. This grass is also suitable for ruminant feed as silage or hay. Processing of dwarf elephant grass using fermentation technology is recommended during over production period, for further use during drought and limited forage availability.

Key words: Forage, ruminant, dwarf elephant grass

ABSTRAK

Ketersediaan hijauan pakan dengan kualitas yang baik pada saat musim kemarau sangat terbatas. Pengembangan rumput gajah mini merupakan salah satu alternatif dalam penyediaan hijauan pakan karena rumput ini merupakan jenis rumput unggul. Makalah ini menginformasikan tentang karakteristik morfologi dan keunggulannya sebagai sumber pakan serta pengolahannya untuk pemenuhan kebutuhan pakan ruminansia dari rumput gajah mini. Rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) mudah dibedakan dengan rumput gajah (*P. purpureum*) ditinjau dari morfologinya. Rumput gajah mini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan rumput gajah dalam hal pertumbuhan dan *regrowth* yang cepat, rasio daun dan batang, kandungan protein dan produksi bahan kering yang tinggi. Rumput ini dapat dimanfaatkan dalam sistem *grazing* dan *cut and carry*. Selain itu, rumput ini dapat diberikan dalam bentuk silase maupun kering (*hay*). Pengolahan rumput gajah mini melalui teknologi fermentasi direkomendasikan saat produksinya melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan pada musim kemarau dimana ketersediaan hijauan terbatas.

Kata kunci: Hijauan, ruminansia, rumput gajah mini

PENDAHULUAN

Program pemerintah dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani dalam rangka mewujudkan kemandirian pangan, harus didukung oleh ketersediaan pakan. Salah satu upaya dalam meningkatkan produktivitas ternak ruminansia adalah dengan menyediakan hijauan pakan dalam kuantitas dan kualitas yang cukup sepanjang tahun. Penyediaan hijauan pakan umumnya mengalami kendala pada saat musim kemarau karena jumlah yang sangat terbatas dengan kualitas yang rendah. Pengembangan rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) merupakan salah satu alternatif dalam penyediaan hijauan pakan, karena rumput ini merupakan jenis rumput unggul. Produksi yang tinggi disertai rasio daun batang yang tinggi membuat rumput ini cocok diolah menjadi silase utamanya di saat

produksi hijauan melimpah sehingga dapat memperpanjang masa simpannya. Pemberian rumput gajah mini dalam keadaan segar untuk ruminansia cukup praktis karena dengan ukurannya yang mini dapat langsung diberikan kepada ternak tanpa dicacah terlebih dahulu.

Rumput gajah mini memiliki palatabilitas dan nilai nutrisi yang baik sehingga sangat menjanjikan sebagai sumber hijauan pakan yang berkesinambungan untuk ruminansia. Rumput gajah mini tetap disukai ternak saat diberikan dalam keadaan segar maupun dalam bentuk kering berupa *hay* (Moraes et al. 2007). Dilihat dari aspek produksi dan kandungan protein kasar, rumput gajah mini lebih unggul dibandingkan dengan rumput *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* dan *Paspalum notatum*, sedangkan dari sisi palatabilitas dan pencernaan rumput gajah mini

sebanding dengan rumput *B. ruziziensis* dan tetap lebih unggul dibandingkan dengan rumput *B. decumbens* dan *P. notatum* (Sirait et al. 2015a).

Rumput gajah yang dikenal dengan *napier grass* atau *elephant grass* berasal dari Afrika tropika, kemudian menyebar dan diperkenalkan ke daerah tropika di dunia dan tumbuh alami di seluruh Asia Tenggara yang bercurah hujan lebih dari 1.000 mm dan tidak ada musim panas yang panjang. Kegiatan pemuliaan menghasilkan banyak kultivar, terutama di Amerika, Filipina dan India. Cook et al. (2005) menyebutkan terdapat dua kultivar rumput gajah mini yakni Merkeron dan Mott, yang dikembangkan di Tifton Station, Georgia Amerika Serikat, masing-masing tahun 1955 dan 1988. Kultivar Mott diperoleh dari hasil seleksi terbaik keturunan kultivar Merkeron, memiliki rasio daun dengan batang yang tinggi serta kualitas hijauan yang lebih baik. Rumput gajah mini yang mulai dibudidayakan di Loka Penelitian Kambing Potong (Lolitekambing) Sei Putih sejak tahun 2013 berasal dari Jawa Timur, tempat dimana pertama kali rumput ini dikembangkan oleh seorang peternak kambing. Di Indonesia, rumput gajah merupakan tanaman hijauan utama pakan ternak yang penanaman maupun introduksinya direkomendasikan oleh berbagai kalangan.

Tulisan ini menguraikan informasi tentang rumput gajah mini, karakteristik morfologi dan keunggulannya sebagai sumber pakan, serta pengolahannya untuk pemenuhan kebutuhan pakan ruminansia.

GAMBARAN UMUM RUMPUT GAJAH MINI

Klasifikasi rumput gajah mini

Rumput *P. purpureum* cv. Mott dikenal dengan nama lokal gajah mini (karena tinggi tanaman maupun panjang dan lebar daun yang lebih kecil dibandingkan dengan rumput gajah, *P. purpureum*) atau rumput odot (sebab untuk pertama kalinya dikembangkan di Tulung Agung Jawa Timur oleh seorang peternak kambing PE bernama Bapak Odot) atau rumput gajah duduk (karena tinggi tanaman ini lebih pendek dari rumput gajah umumnya, setinggi gajah yang sedang duduk) atau rumput gajah super (karena tumbuhnya cepat, produksinya banyak dan pertumbuhan/*regrowth* juga cepat).

Menurut Chemisquy et al. (2010) dan USDA (2012) klasifikasi rumput gajah mini adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub-kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super-divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (monokotil)

Sub-kelas	: <i>Commolinidae</i>
Ordo	: <i>Poales</i>
Famili	: <i>Poaceae</i> (suku rumput-rumputan)
Bangsa	: <i>Panicaceae</i>
Genus	: <i>Pennisetum</i>
Spesies	: <i>P. purpureum</i> cv. Mott

Selain *P. purpureum* cv. Mott, *P. purpureum* terdiri dari beberapa kultivar lain yaitu *P. purpureum* cv. Muaklek, *P. purpureum* cv. Bana, *P. purpureum* cv. Taiwan A148, *P. purpureum* cv. Common, *P. purpureum* cv. Wruk wona, *P. purpureum* cv. Tifton dan *P. purpureum* cv. Kampheng san (Rengsirikul et al. 2013).

Karakteristik rumput *P. purpureum* cv. Mott dan *P. purpureum*

Rumput gajah mini merupakan jenis rumput unggul karena produktivitas dan kandungan zat gizi cukup tinggi serta memiliki palatabilitas yang tinggi bagi ternak ruminansia. Rumput ini dapat hidup di berbagai tempat, toleran naungan, respon terhadap pemupukan dan menghendaki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Rumput gajah mini tumbuh membentuk rumput dengan perakaran serabut yang kompak dan terus menghasilkan anakan apabila dipanen secara teratur. Dari segi pola pertumbuhannya, rumput gajah mini memiliki karakter unik dimana pertumbuhan daunnya lebih mengarah ke samping. Tinggi tanaman rumput gajah mini lebih rendah dari satu meter (Gambar 1A). Menurut Sirait et al. (2015a) rata-rata tinggi tanaman adalah 96,3 cm pada umur panen dua bulan, sedangkan rumput gajah (Gambar 1B) ketinggiannya dapat mencapai 400-700 cm seperti diuraikan dalam CABI (2014).

Perbanyakan rumput gajah mini dilakukan secara vegetatif menggunakan sobekan rumput/*pol*s ataupun dengan stolon. Perbanyakan secara generatif yang ditanam di Sumatera Utara tidak mungkin dilakukan sebab berdasarkan pengamatan rumput ini tidak menghasilkan biji. Rumput gajah mini yang ditanam di Siborong-borong, Tapanuli Utara menghasilkan bunga namun tidak menghasilkan biji (Sirait et al. 2015a). Pada prinsipnya apabila ditanam pada kondisi optimal, rumput gajah mini dapat menghasilkan biji tetapi sedikit.

Rumput gajah mini sangat mudah dibedakan dengan rumput gajah yang sudah umum dikenal. Tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang ruas batang maupun panjang dan lebar daun kedua kultivar rumput ini sangat berbeda seperti disajikan dalam Tabel 1. Rendahnya tanaman rumput gajah mini ini dapat mempermudah pelaksanaan panen.

Karakteristik morfologi lainnya yang mudah dibedakan antara rumput gajah dengan rumput gajah

mini adalah bentuk dan ukuran batang. Batang rumput gajah berbentuk silinder sedang untuk rumput gajah mini berbentuk pipih.



Gambar 1. Rumput gajah mini (A) dan rumput gajah (B)

Rumput gajah dapat tumbuh pada ketinggian hingga 2.000 m dpl dengan suhu 25-40°C dan curah hujan 1.500 mm/tahun. Rumput ini toleran terhadap kekeringan dan lebih cocok tumbuh pada lahan dengan drainase yang baik dan pada tanah yang subur serta memiliki adaptasi yang luas terhadap tingkat kemasaman (pH) tanah (4,5-8,2). Rumput gajah merupakan rumput yang tumbuh baik pada kondisi cahaya penuh, meskipun masih dapat berproduksi bila yang ternaungi hanya sebagian tanaman (Heuze et al. 2016) dan akan tumbuh sangat baik bila ditanam di tanah yang gembur dan subur. Rumput gajah mini juga dapat tumbuh baik pada areal naungan di bawah tegakan pohon. Rellam et al. (2017) menyebutkan adanya pengaruh interaksi antara taraf pupuk nitrogen dengan naungan 70% menghasilkan panjang daun, jumlah daun dan tinggi tanaman terbaik. Rumput gajah mini juga mempunyai tingkat pertumbuhan yang cukup tinggi di lahan terbuka bekas penambangan batu kapur yang dipupuk kotoran kambing dan ditanam bersama

kacang tanah menghasilkan tinggi tanaman 75-88 cm (Sarwanto & Tuswati 2017).

Teknis budidaya rumput gajah dan rumput gajah mini secara umum sama, mulai dari persiapan lahan, pengolahan tanah, pembuatan lubang, penanaman, penyiraman, pemupukan, penyiangan hingga pemanenan, yang berbeda dalam pelaksanaan pemanenan adalah tinggi pemotongan. Untuk memanen rumput gajah pemotongan dilakukan setinggi 15 cm di atas permukaan tanah sedang untuk rumput gajah mini ketinggian pemotongan cukup 7-10 cm atau hanya 5 cm (Santos et al. 2013).

KEUNGGULAN RUMPUT GAJAH MINI SEBAGAI SUMBER PAKAN

Rumput gajah mini memiliki beberapa keunggulan yaitu pertumbuhan cepat, berbulu halus, daun lembut, batang lunak, disukai ternak dan regrowth (pertumbuhan kembali) yang cepat. Dengan defoliasi yang teratur pertumbuhan anakan lebih banyak. Keunggulan lain adalah produksi hijauan tinggi, kandungan protein 10-15% dan kandungan serat kasar yang rendah (Urribarri et al. 2005). Rumput ini memiliki kandungan karbohidrat struktural lebih rendah sehingga memiliki pencernaan yang tinggi. Dilaporkan juga bahwa pada musim kemarau maupun hujan tidak terjadi perubahan fisik pada daunnya. Kozloski et al. (2005) melaporkan bahwa hasil pengujian rumput gajah mini pada ternak domba menunjukkan bahwa konsumsi bahan kering tidak dipengaruhi umur panen. Nilai nutrisi mulai menurun pada umur panen yang semakin panjang terutama pada interval panen 70 hari.

Palatabilitas yang tinggi dapat dilihat dari level konsumsi bahan kering *hay* rumput gajah mini pada pemberian sebanyak 1,5; 1,75 dan 2,25% dari bobot

Tabel 1. Perbedaan karakteristik morfologi rumput gajah mini dan rumput gajah

Uraian	Jenis rumput			
	Rumput <i>P. purpureum</i> cv. Mott		Rumput <i>P. purpureum</i>	
	Nilai	Sumber	Nilai	Sumber
Tinggi tanaman (cm)	79,0	Halim et al. (2013)	400-700	CABI (2014)
	96,3	Sirait et al. (2015a)		
	108,0-125,0	Lasamadi et al. (2013)		
Jumlah anakan	19,6-60,0	Halim et al. (2013)	5-13	Wijitphan et al. 2(009)
	21,0	Halim et al. (2013)		
	s.d 30,0	Lasamadi et al. (2013)		
Panjang ruas batang (cm)	3,0-4,0	Yassin et al. (2003)	10-12	Yassin et al. (2003)
Panjang daun (cm)	±55,0	Sirait et al. (2015a)	100-120	Heuze et al. (2016)
Lebar daun (cm)	2,0-3,5	Sirait et al. (2015a)	1-5	Heuze et al. (2016)
Bentuk batang	Pipih	-	Silinder	-

badan dan menghasilkan daya cerna bahan kering, bahan organik, TDN dan nitrogen yang relatif sama (Morais et al. 2007). Hal ini menggambarkan bahwa rumput gajah mini ini tetap disukai oleh ternak sekalipun diberikan dalam bentuk kering. Kecernaan yang sama pada level konsumsi yang meningkat menunjukkan bahwa persentase yang dikonsumsi dan yang sisa pada ketiga level tidak berbeda, sehingga dalam kondisi keterbatasan sumber pakan pemberian cukup pada level 1,5% dari bobot badan. Selain itu, rumput gajah mini juga memiliki daya cerna nitrogen dan bahan kering tertinggi diantara rumput-rumput tropis lainnya.

Produksi rumput gajah mini

Produksi rumput gajah mini sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain agroklimat, jarak tanam dan manajemen budidaya. Produksi rumput gajah mini pada beberapa lokasi yang berbeda disajikan dalam Tabel 2. Tanpa membedakan musim di saat panen, di Malaysia produksi BK rumput gajah mini per panen bisa mencapai 8,7 ton/ha dengan kumulatif produksi BK sebesar 55,9 ton/ha/tahun pada jarak tanam 50×100 cm (Halim et al. 2013) lebih tinggi dibandingkan dengan produksi rumput gajah mini di Sei Putih. Produksi rumput gajah mini di Thailand pada musim hujan (30,73 ton/ha/tahun) lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau (18,44 ton/ha/tahun) seperti dilaporkan oleh Tekletsadik et al. (2004). Hal yang serupa dilaporkan Rengsirikul et al. (2013) dengan jumlah produksi BK pada musim hujan dan kemarau masing-masing sebanyak 32,8 dan 21,4 ton/ha/tahun. Curah hujan yang cukup memberikan pengaruh terhadap ketersediaan air tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga produksi juga meningkat dibandingkan pada musim kemarau. Produksi bahan kering rumput gajah mini hasil penelitian Zahid et al. (2002) sebanyak 24,22 ton/ha/tahun pada perlakuan tanpa pemupukan N dan P. Sedangkan pada pemberian pupuk N dan P dengan dosis masing-masing 120 dan

60 kg/ha/tahun, produksi BK mencapai 47,16 ton/ha/tahun. Dengan perlakuan pemupukan pada rumput gajah mini, terdapat peningkatan produksi BK hingga 94,7% dibandingkan tanpa pemupukan. Hal ini menunjukkan bahwa rumput ini sangat responsif terhadap pemupukan dengan ketersediaan hara yang cukup dalam tanah. Hasil produksi bahan kering rumput gajah pada jarak tanam 50×100 cm dengan manajemen irigasi dan pemupukan nitrogen yang intensif (55,8 ton/ha/tahun) lebih tinggi dibandingkan dengan produksi bahan kering rumput gajah mini seperti diperoleh Wijitphan et al. (2009). Meskipun produksi bahan kering rumput gajah mini lebih rendah dibandingkan dengan rumput gajah, dengan perbedaan rasio daun batang yang lebih tinggi pada rumput gajah mini akan menghasilkan produksi BK daun yang lebih tinggi. Menurut Halim et al. (2013) rasio daun dengan batang untuk rumput gajah mini dan rumput gajah masing-masing sebesar 1,4 dan 1,8. Dari produksi BK rumput gajah mini sebesar 43,58 ton/ha/tahun diperoleh produksi BK daun sebanyak 25,42 ton/ha/tahun. Sedangkan dari produksi rumput gajah sebesar 55,8 ton/ha/tahun diperoleh produksi BK daun sebanyak 24,80 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa rumput gajah mini tetap memiliki keunggulan dibandingkan dengan rumput gajah, sebab bagian tanaman yang lebih disukai ternak adalah daun.

Rumput gajah mini dengan tipe tumbuh tegak merupakan jenis rumput yang lebih tepat dikembangkan untuk sistem potong angkut (*cut and carry*) dibandingkan untuk penggembalaan (*grazing*). Umumnya, jenis rumput yang cocok untuk penggembalaan adalah pendek dengan tipe tumbuh menjalar (*stolon*), memiliki perakaran yang kuat dan dalam serta tahan terhadap kekeringan. Crestani et al. (2013) melakukan penelitian penggembalaan ternak sapi jantan dengan rata-rata bobot hidup 288±5,2 kg pada pastura rumput gajah mini yang dikombinasi *Arachis pinto*. Ternak digembalakan selama lima jam per hari dengan sistem rotasi (siklus rotasi 36,5 hari). Dilaporkan terjadinya penurunan konsumsi bahan kering, penambahan bobot harian maupun *stocking*

Tabel 2. Produksi bahan kering rumput gajah mini di beberapa lokasi tanam

Negara	Produksi BK (ton/ha/tahun)	Keterangan	Sumber
Malaysia	55,90	Jarak tanam 50×100 cm	Halim et al. (2013)
Thailand	30,73	Musim hujan	Tekletsadik et al. (2004)
	18,44	Musim kemarau	Tekletsadik et al. (2004)
Pakistan	24,22	Tanpa pemupukan N dan P	Zahid et al. (2002)
	47,16	Dengan pemupukan N dan P	Zahid et al. (2002)
Brazil	33,13	Interval panen 60 hari	Santos et al. (2013)
Indonesia	43,58	Jarak tanam 50×100 cm	Sirait et al. (2014, <i>unpublished</i>)
	34,28	Jarak tanam 50×75 cm	Sirait et al. (2014, <i>unpublished</i>)

rate dari siklus pertama dan kedua ke siklus ketiga rotasi penggembalaan. Konsumsi bahan kering pada periode pertama dan kedua mencapai 2,58% menurun hingga hanya 2,16% berdasarkan bobot hidup pada siklus ketiga periode gembala. Penurunan konsumsi ini terkait juga dengan turunnya pertumbuhan dari 1 kg/hari pada dua siklus pertama menjadi hanya kurang dari 0,5 kg/hari pada siklus ketiga (rata-rata 0,76 kg). Hal yang sama terjadi pada *stocking rate* dari 4 AU/ha pada periode pertama penggembalaan menurun drastis menjadi hanya 0,6 AU/ha pada rotasi ketiga (rata-rata 3,8 AU/ha). Penggembalaan dengan sistem rotasi pertiga minggu meningkatkan pertambahan bobot sapi induk rata-rata sebesar 0,54 kg (Mukhtar & Ishii 2011).

Kandungan nutrisi rumput gajah mini

Rumput gajah mini dapat diandalkan sebagai sumber protein dan energi untuk mendukung pertumbuhan ternak ruminansia dengan kandungan nutrisi pada umur 60 hari setelah tanam seperti disajikan dalam Tabel 3. Budiman et al. (2012) memperoleh kandungan serat deterjen netral dan serat deterjen asam rumput gajah mini pada umur panen delapan minggu masing-masing sebesar 56,74 dan 38,23% relatif sebanding dengan yang dibudidayakan di Lolitkambing. Kandungan protein kasar rumput gajah mini lebih tinggi dibandingkan dengan rumput steno (*Stenotaphrum secundatum*) seperti dilaporkan

oleh Sirait & Simanihuruk (2008) 8,38-8,88%, kandungan energi yang lebih tinggi yakni 4.071-4.816 kkal/kg BK.

Produksi protein kasar tertinggi diperoleh pada rumput gajah mencapai 6,98 ton/ha/tahun, diikuti oleh rumput gajah mini yang ditanam di Lolitkambing sebesar 6,08 ton/ha/tahun seperti disajikan dalam Tabel 3. Produksi protein kasar ini sekitar 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan dengan produksi protein kasar rumput *B. ruziziensis* (ruzi), *B. decumbens* (Bede) maupun *P. notatum*. Hal ini menunjukkan bahwa rumput gajah mini merupakan spesies rumput yang memiliki potensi besar sebagai sumber hijauan pakan bagi ruminansia.

Kandungan protein kasar

Salah satu kriteria dalam penentuan kualitas nutrisi hijauan pakan adalah kandungan protein kasar. Kandungan protein kasar rumput gajah mini sangat bervariasi, mulai yang terendah sebesar 6,7% hingga yang tertinggi 13,3% seperti disajikan dalam Tabel 4. Hal ini dikarenakan perbedaan umur panen maupun manajemen pemeliharaan. Kandungan protein kasar terendah antara 6,7-7,4% pada penanaman di dalam pot diperoleh pada hasil penelitian (Langi 2014). Media tanam di dalam pot menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan akar tidak sempurna dibandingkan jika ditanam langsung dalam tanah yang terbuka tanpa

Tabel 3. Komposisi nutrisi beberapa jenis rumput

Keterangan	Jenis rumput					
	Ruzi ¹	Bede ¹	Notatum ¹	Gajah mini ¹	Gajah mini ²	Gajah ^{3,8}
Bahan kering (%)	17,24	12,29	12,08	13,55	-	16,16
Bahan organik (%)	90,47	89,64	90,61	85,55	-	88,30
Abu (%)	9,53	10,36	9,39	14,45	-	11,70
Protein kasar (%)	8,37	7,69	11,19	13,94	12,94	9,79
NDF (%)	63,98	63,50	73,88	54,02	56,74	70,90
ADF (%)	37,92	40,62	44,11	34,02	38,23	38,80
Energi bruto (kkal/kg)	4.080	4.566	3.960	3.957	-	-
Lignin (%)	-	-	-	-	4,04	-
Serat kasar (%)	-	-	-	-	-	34,94
Produksi BK (ton/ha/tahun)	24,00 ⁴	40,75 ⁵	35,60 ⁶	43,58 ¹	27,10 ⁷	51,40 ⁷
Produksi BO (ton/ha/tahun)	21,71	36,53	32,26	37,28	-	45,39
Produksi PK (ton/ha/tahun)	2,01	3,13	3,98	6,08	3,51	5,03
Produksi NDF (ton/ha/tahun)	15,36	25,88	26,30	23,54	15,38	36,44
Produksi ADF (ton/ha/tahun)	9,10	16,55	15,70	14,83	10,36	19,94
Produksi SK (ton/ha/tahun)	-	-	-	-	-	17,96

Sumber: ¹Sirait et al. (2014, *unpublished*); ²Budiman et al. (2012); ³Munasik et al. (2012); ⁴Hutasoit et al. (2009); ⁵Rukmana (2005); ⁶Sirait et al. (2005); ⁷Rengsirikul et al. (2013); ⁸Halim et al. (2013)

Tabel 4. Kandungan protein kasar rumput gajah mini (%) pada umur, jarak tanam dan negara berbeda

Umur panen (minggu)	Kandungan PK (% BK)	Jarak tanam	Negara	Sumber
7-8	11,60-13,10	0,5×1 m	Thailand	Tekletsadik et al. (2004)
7-8	11,61	0,5×1 m	Thailand	Halim et al. (2013)
8	12,94	-	Indonesia	Budiman (2012)
12	8,77	-	Indonesia	Budiman (2012)
8	6,70-7,40	Dalam pot	Indonesia	Langi (2014)
8	10,10-12,90	0,5×1 m	Indonesia	Sirait et al. (2014, <i>unpublished</i>)
8	11,20-12,40	0,75×1 m	Indonesia	Sirait et al. (2014, <i>unpublished</i>)
8	10,90-13,30	1×1 m	Indonesia	Sirait et al. (2014, <i>unpublished</i>)
-	12,13	1,05×1,05 m	Pakistan	Yassin et al. (2003)

pembatasan oleh pot. Dengan demikian, penyerapan unsur hara oleh akar juga akan terbatas dan pada akhirnya mempengaruhi proses metabolisme dalam tanaman.

Umur pemanenan yang semakin tua juga sangat berpengaruh terhadap kandungan protein kasar. Hasil penelitian Budiman (2012) menunjukkan terjadinya penurunan protein kasar yang sangat drastis dari 12,94% pada panen umur delapan minggu menjadi 8,77% pada umur panen 12 minggu. Bilal (2009) memperoleh kandungan protein kasar rumput gajah mini pada panen umur 45 hari sebesar 13,90% dan menurun menjadi 11,75% pada umur panen 60 hari. Hasil serupa juga diperoleh pada rumput raja (*king grass*) dengan kandungan PK masing-masing 10,32 dan 8,64% pada interval pemotongan 45 dan 60 hari dengan ketinggian potong 10 cm di atas permukaan tanah (Lounglawan et al. 2014). Hal ini dikarenakan sebagian protein digunakan untuk proses pembentukan dinding sel tanaman berupa lignin, selulosa, hemiselulosa maupun pektin (Pearson & Ison 1987). Selain umur panen, pemupukan juga erat kaitannya dengan kandungan protein kasar, utamanya karena rumput gajah mini responsif terhadap pupuk nitrogen. Shokri (2005) melaporkan kandungan protein kasar hasil penelitiannya sebesar 12-13% pada pemberian pupuk urea sebanyak 200 kg/ha/tahun menggunakan urea maupun dengan campuran feses domba. Sementara itu, kandungan protein kasar rumput gajah mini hasil penelitian Zahid et al. (2002) lebih rendah, hanya 9,39% pada pemberian N dan P masing-masing 120 dan 60 kg/ha/tahun.

Palatabilitas dan pencernaan *in vivo* rumput gajah mini

Rumput gajah mini memiliki tingkat kesukaan (palatabilitas) yang baik pada kambing Boerka. Hal ini selaras dengan pernyataan Budiman (2012) bahwa rumput gajah mini memiliki palatabilitas yang tinggi

dengan pencernaan yang lebih baik dibandingkan dengan rumput raja maupun rumput Taiwan. Saat pertama kali diberikan sebagai sumber hijauan secara bersamaan dengan rumput ruzi, konsumsi rumput gajah mini ini sudah mencapai 45,4% dari total konsumsi rumput seperti dilaporkan oleh Sirait et al. (2017). Konsumsi rumput ruzi tetap lebih banyak (54,6%) dibandingkan dengan rumput gajah mini. Kecernaan bahan kering rumput gajah mini mencapai 66,63 dan 60,53% masing-masing untuk fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif (Budiman 2012).

Kecernaan nutrisi yang terkandung dalam rumput gajah mini secara umum lebih baik dari tiga jenis rumput lainnya, kecuali untuk pencernaan NDF yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan rumput ruzi. Kecernaan BK, BO, PK, ADF dan energi rumput gajah mini lebih tinggi dibandingkan dengan rumput bedé, rumput ruzi dan rumput bahia pada kambing Boerka sedang tumbuh (Tabel 5). Nilai pencernaan nutrisi ini tergolong moderat dan relatif sebanding dengan hasil penelitian Shokri (2005) dengan pencernaan pada ternak domba lebih dari 60% maupun pencernaan *in vitro* rumput gajah cv. Taiwan yang diperoleh Sari (2011) berkisar 53,24-67,98%. Kecernaan nutrisi yang baik pada rumput gajah mini juga diikuti oleh retensi nitrogen yang tinggi. Persentase N yang ditahan pada ternak kambing yang mengonsumsi rumput gajah mini adalah yang tertinggi mencapai 48,94%, diikuti oleh ternak yang mengonsumsi rumput ruzi sebesar 42,09%.

TEKNOLOGI PENGOLAHAN RUMPUT GAJAH MINI

Rumput gajah mini ditanam dan dikembangkan untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia, baik untuk ruminansia kecil maupun ruminansia besar. Rumput ini dapat digunakan sebagai pakan dalam bentuk segar maupun olahan (silase atau *hay*). Silase hijauan merupakan produk pengawetan pakan hijauan

Tabel 5. Konsumsi BK dan pencernaan nutrisi empat jenis rumput pada kambing Boerka

Keterangan	Jenis rumput			
	Ruzi	Bede	Gajah mini	<i>Paspalum</i> sp
Konsumsi BK (g/ekor/hari)	403,97	294,81	332,63	262,86
Konsumsi BK (% BB)	2,21	1,63	1,82	1,48
Kecernaan BK (%)	60,16	59,97	63,98	41,07
Kecernaan BO (%)	62,72	60,72	67,09	40,11
Kecernaan PK (%)	48,81	21,40	57,48	30,52
Kecernaan NDF (%)	59,37	64,46	59,07	49,08
Kecernaan ADF (%)	53,73	45,64	54,48	47,61
Kecernaan energi (%)	57,37	61,47	61,92	38,80

BK: Bahan kering; BO: Bahan organik; PK: Protein kasar

Sumber: Sirait et al. (2015b, *unpublished*)

melalui pengaruh keasaman dengan proses fermentasi secara anaerob. Prinsip pembuatan silase adalah fermentasi hijauan oleh mikroba yang banyak menghasilkan asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi akan berperan sebagai zat pengawet sehingga dapat menghindarkan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Naif et al. 2016). Pembuatan silase diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan kekurangan hijauan pakan segar pada musim kemarau, selain itu juga untuk mempertahankan kualitas atau bahkan meningkatkan kualitas hijauan. Kandungan bahan kering dan kandungan gula bahan merupakan faktor penting bagi perkembangan bakteri pembentuk asam laktat selama proses fermentasi (Khan et al. 2004). Pembuatan silase selain memiliki beberapa kelebihan (masa simpan lebih lama, lebih mudah dicerna dan karoten dalam hijauan lebih terjaga), juga memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya yang lebih besar (biaya panen, biaya pengisian silo, pembelian silo dan bahan aditif).

Pengolahan rumput gajah mini menjadi silase dengan beberapa bahan aditif yang berbeda telah dilaporkan. Pembuatan silase rumput gajah mini dengan bahan aditif molases maupun jagung pada level 5% dengan periode fermentasi 30 hari dapat meningkatkan kandungan protein kasar 13,90% menjadi 14,16 dan 14,65% (Bilal 2009). Hasil serupa diperoleh pada silase rumput Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) menggunakan bakteri *Streptococcus bovis* yang diisolasi dari rumen sapi menghasilkan meningkatkan protein kasar dari 5,51% menjadi 7,08% setelah fermentasi (Ferreira et al. 2014) dan dari 9,13% menjadi 11,25% (Zanine et al. 2016). Hasil yang lain dilaporkan oleh Naif et al. (2016) pada silase rumput dengan taraf penambahan dedak padi dan jagung giling dengan taraf yang berbeda-beda. Silase rumput gajah dengan kombinasi dedak padi 200 g

ditambah jagung giling 200 g pada setiap 3 kg hijauan rumput gajah mampu memberikan hasil terbaik pada kandungan protein kasar menjadi 12,61% dan serat kasar menjadi 28,37%. Rumput gajah mini cukup baik diolah menjadi silase terkait dengan tingginya rasio daun batang yakni berkisar 1,22-1,97 (Halim et al. 2013; Fukagawa et al. 2017; Santia et al. 2017).

Pemanfaatan rumput gajah mini segar maupun hasil fermentasi anaerob dan aerob menunjukkan bahwa pengolahan rumput gajah mini melalui fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar serta menurunkan kandungan NDF dari 56,70% menjadi 42,02 dan 48,13% dan ADF dari 34,99% menjadi 21,89 dan 32,49% (Sirait et al. 2017). Kandungan protein rumput gajah mini segar sebesar 12,88% meningkat masing-masing menjadi 13,25 dan 15,38% melalui fermentasi aerob dan anaerob. Peningkatan protein kasar pada hasil fermentasi aerob lebih tinggi dibandingkan dengan anaerob. Hal ini disebabkan adanya penambahan urea sebanyak 0,25% dari bahan yang difermentasi. Peningkatan protein pada rumput gajah mini hasil fermentasi anaerob yang lebih rendah (sebesar 0,37%) berasal dari bahan aditif berupa limbah pengolahan bahun. Silase rumput gajah mini (*round-bale silage*) yang diberikan pada ternak sapi penggemukan meningkatkan konsumsi hingga sekitar 140% dengan pencernaan bahan kering 64,7-66,1% (Fukagawa et al. 2017).

Hay merupakan hijauan yang diawetkan dalam bentuk kering, bertujuan untuk menurunkan kandungan air sehingga mengurangi aktivitas jamur, bakteri dan enzim yang berpengaruh negatif pada kualitas hijauan. Pembuatan *hay* bertujuan meminimalkan kehilangan bahan kering untuk menyediakan pakan ternak dengan kandungan nutrisi yang baik (Lamid et al. 2016). Pembuatan *hay* rumput sangat baik dan menguntungkan untuk diaplikasikan di daerah tropis karena pengeringan hijauan pakan dapat dilakukan

secara alami dengan menggunakan sinar matahari. *Hay* sebagai hijauan pakan memiliki beberapa bentuk seperti *long hay*, *cubed hay*, *baled hay* dan *shredded hay* (Syarifuddin et al. 2014). Pemanfaatan rumput gajah mini yang diberi dalam bentuk *hay* untuk pakan domba telah dilakukan di Brazil. Kecernaan bahan organik rumput gajah mini yang diberikan untuk pakan domba jantan hasil persilangan Suffolk dan Texel sebesar 62% (Schneider et al. 2014) sama dengan hasil yang diperoleh Kozloski et al. (2006) dengan kecernaan bahan kering sebesar 60%.

Pengolahan rumput gajah mini melalui teknologi fermentasi untuk menghasilkan silase dan *hay* direkomendasikan pada saat produksi melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan pada saat ketersediaan rumput terbatas. Dengan demikian, hijauan pakan dapat tersedia secara berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan ternak dan meningkatkan produktivitas.

KESIMPULAN

Rumput gajah mini memiliki beberapa keunggulan yaitu pertumbuhan cepat, berbulu halus, daun lembut, batang lunak, disukai ternak dan *regrowth* yang lebih cepat. Produksi bahan kering mencapai 43,58 ton/ha/tahun dengan kandungan protein kasar mencapai 13,30% dan produksi sebanyak 6,08 ton/ha/tahun. Produksi protein ini lebih tinggi dibandingkan dengan produksi rumput gajah (51,4 ton/ha/tahun) dengan protein kasar 9,79% sehingga dihasilkan produksi protein sebesar 5,03 ton/ha/tahun. Rasio daun batang rumput gajah mini dan rumput gajah masing-masing sebesar 1,4 dan 0,8. Rasio ini menghasilkan produksi bahan kering daun rumput gajah mini (25,42 ton/ha/tahun) lebih tinggi dibandingkan dengan rumput gajah (24,80 ton/ha/tahun). Palatabilitas rumput gajah lebih tinggi, kadar serat rendah dan kecernaan bahan kering 66,63 dan 60,53% untuk fase pertumbuhan vegetatif dan reproduktif. Rumput ini cocok diberikan sebagai pakan ruminansia dalam bentuk segar, silase maupun *hay*. Pengolahan rumput gajah mini melalui teknologi fermentasi direkomendasikan saat produksinya melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan pada musim kemarau dimana ketersediaan hijauan terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

Bilal MQ. 2009. Effect of molasses and corn as silage additives on the characteristics of Mott dwarf elephant grass silage at different fermentation periods. *Pak Vet J.* 29:19-23.

Budiman. 2012. Study of morphological development at vegetative and reproductive phases of three elephant grass (*Pennisetum purpureum Schum*) cultivars

[Disertation]. [Yogyakarta, Indonesia]: Universitas Gadjah Mada.

Budiman, Sutrisno RD, Budhi SPS, Indrianto A. 2012. Morphological characteristics, productivity and quality of three napier grass (*Pennisetum purpureum Schum*) cultivars harvested at different age. *J Indonesian Trop Anim Agric.* 37:294-301.

CABI. 2014. Invasive species *Compendium*. Datasheets of elephant grass (*Pennisetum purpureum*). Wallingford (UK): CAB International.

Chemisquy MA, Giussani LM, Scataglini MA, Kellogg EA, Morrone O. 2010. Phylogenetic studies favour the unification of *Pennisetum*, *Cenchrus* and *Odontelytrum* (*Poaceae*): A combined nuclear, plastid and morphological analysis, and nomenclatural combinations in *Cenchrus*. *Ann Bot.* 106:107-130.

Cook BG, Pengelly BC, Brown SD, Donnelly JL, Eagles DA, Franco MA, Hanson J, Mullen BF, Partridge IJ, Peters M, Schultze-Kraft R. 2005. Tropical forages: An interactive selection tool. Brisbane (AUS): CSIRO.

Crestani S, Filho HMNR, Miguel MF, de Almeida EX, Santos FAP. 2013. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. *Trop Anim Health Prod.* 45:1369-1374.

Ferreira DJ, Zanine AM, Lana RP, Ribeiro MD, Alves GR, Mantovani HC. 2014. Chemical composition and nutrient degradability in elephant grass silage inoculated with *Streptococcus bovis* isolated from the rumen. *Ann Brazilian Acad Sci.* 86:465-473.

Fukagawa S, Kataoka K, Ishii Y. 2017. Round-bale silage harvesting and processing effects on overwintering ability, dry matter yield, fermentation quality, and palatability of dwarf Napier grass (*Pennisetum purpureum Schumacher*). *Agronomy* [Internet]. 7:10. Available from: <http://www.mdpi.com/2073-4395/7/1/10>

Halim MRA, Samsuri S, Bakar IA. 2013. Yield and nutritive quality of nine Napier grass varieties in Malaysia. *Malaysian J Anim Sci.* 16:37-44.

Heuze V, Tran G, Giger-Reverdin S, Lebas F. 2016. Elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Feedipedia*, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO [Internet]. [cited 17 November 2017]. Available from: <http://www.feedipedia.org/node/395>

Hutasoet R, Sirait J, Ginting SP. 2009. Budidaya dan pemanfaatan *Brachiaria ruziziensis* (rumput ruzi) sebagai hijauan pakan kambing. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.

Khan MA, Sarwar M, Sajjad Khan MUNM. 2004. Feeding value of urea treated corncobs ensiled with or without enzose (corn dextrose) for lactating crossbred cows. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 17:1093-1097.

Kozloski GV, Perottoni J, Sanchez LMB. 2005. Influence of regrowth age on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum Schum* cv. Mott)

- consumed by lambs. Anim Feed Sci Technol. 119:1-11.
- Kozloski GV, Sanchez LMB, Cadorin RL, Reffatti MV, Neto DP, Lima LD. 2006. Intake and digestion by lambs of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott) hay or hay supplemented with urea and different levels of cracked corn grain. Anim Feed Sci Technol. 125:111-122.
- Lamid M, Wahjuni RS, Nurhajati T. 2016. Pengolahan silase dari hay (haylase) sebagai bank pakan hijauan dengan konsentrat untuk penggemukan sapi potong di Kecamatan Arosbaya, Kabupaten Bangkalan, Madura. Agroveteriner. 5:74-80.
- Langi PR. 2014. Pengaruh pemberian pupuk mikoriza terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar rumput gajah mini dan rumput benggala [Skripsi]. [Makassar (Indonesia)]: Universitas Hasanuddin.
- Lasamadi RD, Malalantang SS, Rustandi, Anis SD. 2013. Pertumbuhan dan perkembangan rumput gajah dwarf (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) yang diberi pupuk organik hasil fermentasi EM4. Zootek J. 32:158-171.
- Lounglawan P, Lounglawan W, Suksombat W. 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of king napier grass (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum americanum*). APCBEE Procedia. 8:27-31.
- Morais JADS, Sanchez LMB, Kozloski GV, De Lima LD, Trevisan LM, Reffatti MV, Cadorin Jr RL. 2007. Dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott) digestion by sheep at different levels of intake. Ciência Rural. 37:482-487.
- Mukhtar M, Ishii Y. 2011. Rotational grazing system for beef cows on dwarf elephantgrass pasture for two years after establishment. Anim Prod. 13:10-17.
- Munasik M, Sutrisno CL, Anwar S, Prayitno CH. 2012. The growth, yield and quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) spesific tolerant of acid soils by mutagenesis of ethylmethana sulfonate. Anim Prod. 14:87-91.
- Naif R, Nahak OR, Dethan AA. 2016. Kualitas nutrisi silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang diberi dedak padi dan jagung giling dengan level berbeda. J Anim Sci. 1:6-8.
- Pearson CJ, Ison RL. 1987. Agronomy of grassland systems. Cambridge (Australia): Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Rellam CR, Anis S, Rumambi A, Rustandi. 2017. Pengaruh naungan dan pemupukan nitrogen terhadap karakteristik morfologis rumput gajah dwarf (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). J Zootek. 37:179-185.
- Rengsirikul K, Ishii Y, Kangvansaichol K, Sripichitt P, Punsuvon V, Vaithanomsat P, Nakamanee G, Tudsri S. 2013. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 cultivars of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) Harvested 3-monthly in Central Thailand. J Sustain Bioenergy Syst. 3:107-112.
- Rukmana R. 2005. Rumput unggul hijauan makanan ternak. Yogyakarta (Indonesia): Kanisius.
- Santia, Anis SD, Kaunang CL. 2017. Pengaruh tinggi dan jarak waktu pemotongan rumput gajah dwarf (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) terhadap pertumbuhan dan produksi bahan kering. J Zootek. 37:116-122.
- Santos RJC, Lira MA, Guim A, Santos MVF, Dubeux-Jr JCB, Mello ACL. 2013. Elephant grass clones for silage production. Sci Agric. 70:6-11
- Sari RM. 2011. Produksi dan nilai nutrisi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) cv. Taiwan yang diberi dosis pupuk N, P, K berbeda dan cendawan mikoriza *arbuskula* pada lahan kritis tambang batubara [Tesis]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.
- Sarwanto D, Tuswati SE. 2017. Pertumbuhan rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* Mott) di lahan terbuka bekas penambangan batu kapur kawasan karst Gombang Jawa Tengah. Biosfera. 34:131-137.
- Schnaider MA, Ribeiro-Filho HMN, Kozloski GV, Reiter T, Orsoletta ACD, Dallabrida AL. 2014. Intake and digestion of wethers fed with dwarf elephant grass hay with or without the inclusion of peanut hay. Trop Anim Health Prod. 46:975-980.
- Shokri J. 2005. Effect of sheep manure application on the production of dwarf napier grass (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) [Thesis]. [Selangor (Malaysia)]: Universiti Putra Malaysia.
- Sirait J, Purwantari ND, Simanihuruk K. 2005. Produksi dan serapan nitrogen rumput pada naungan dan pemupukan yang berbeda. JITV. 10:175-181.
- Sirait J, Simanihuruk K. 2008. The nutritional value of *Stenotaphrum secundatum* on different shading and it's utilization for Kacang goat: Intake, digestibility, and nitrogen retention. In: Lee SN, Bejosano CP, editors. Improved Dairy and Meat Goat Production for Small-scale Farmers in Asia. Bogor, 4-8 August 2008. Bogor (Indonesia): FFTCA and IRIAP. p. 34-41.
- Sirait J, Tarigan A, Simanihuruk K. 2014. Produksi dan nilai nutrisi rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) pada jarak berbeda di dua kabupaten di Sumatera Utara. Sei Putih (Indonesia): Loka Penelitian Kambing Potong. (unpublished)
- Sirait J, Simanihuruk K, Hutasoit R. 2017. Fermentasi aerob dan anaerob rumput gajah mini untuk pakan kambing Boerka sedang tumbuh. (in process)
- Sirait J, Tarigan A, Simanihuruk K. 2015a. Karakteristik morfologi rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) pada jarak tanam berbeda di dua agroekosistem di Sumatera Utara. Dalam: Noor SM, Handiwirawan E, Martindah E, Widiastuti R, Sianturi RSG, Herawati T, Purba M, Anggraeny YN, Batubara A, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner

- untuk Peningkatan Daya Saing dan Mewujudkan Kedaulatan Pangan Hewani. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Jakarta, 8-9 Oktober 2015. Jakarta (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 643-649.
- Sirait J, Simanihuruk K, Hutasoit R. 2015b. Palatabilitas dan pencernaan rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) pada kambing Boerka sedang tumbuh. Sei Putih (Indonesia): Loka Penelitian Kambing Potong. (unpublished)
- Syarifuddin H, Devitriano D, Ridwan M. 2014. Aplikasi teknologi *biocubed hay* menuju desa mandiri pakan ternak. J Pengabdian pada Masyarakat. 29:24-30.
- Tekletsadik T, Tudsri S, Juntakool S, Prasanpanich S. 2004. Effect of dry season cutting management on subsequent forage yield and quality of ruzi (*Brachiaria ruziziensis*) and dwarf napier (*Pennisetum purpureum* L) in Thailand. Kasetsart J (Nat Sci). 38:457-467.
- Urribarri L, Ferrer A, Colina A. 2005. Leaf protein from ammonia-treated dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott). Appl Biochem Biotechnol. 121-124:721-730.
- USDA. 2012. Plants profile for *Pennisetum purpureum* Schumach-elephant grass. National Resources Conservation Services. United State Department of Agricultural [Internet]. [cited 17 November 2017]. Available from: <http://plants.usda.gov>
- Wijitphan S, Lorwilai P, Arkaseang C. 2009. Effects of plant spacing on yields and nutritive values of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum) under intensive management of nitrogen fertilizer and irrigation. Pakistan J Nutr. 8:1240-1243.
- Yassin M, Malik MA, Nazir MS. 2003. Effect of different spatial arrangements on forage yield, yield components and quality of mott elephant grass. J Agron. 2:52-58.
- Zahid MS, Haqqani AM, Mufti MU, Shafeeq S. 2002. Optimization of N and P fertilizer for higher fodder yield and quality in mott grass under irrigation-cum rainfed conditions of Pakistan. Asian J Plant Sci. 1:690-693.
- Zanine ADM, Bonelli EA, Souza ALD, Ferreira DDJ, Santos EM, Ribeiro MD, Geron LJV, Pinho RMA. 2016. Effects of *Streptococcus bovis* isolated from bovine rumen on the fermentation characteristics and nutritive value of Tanzania grass silage. Sci World J [Internet]. Available from: <https://www.researchgate.net>.

Penerapan Bioteknologi Reproduksi dan Genetika Molekuler untuk Meningkatkan Produktivitas Babi Lokal

(Application of Reproduction Biotechnology and Molecular Genetic to Improve Productivity of Local Pigs)

Bayu Dewantoro Putro Soewandi

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
bayu.dewantoro@gmail.com

(Diterima 15 September 2017 – Direvisi 25 Oktober 2017 – Disetujui 24 November 2017)

ABSTRACT

Low productivity in local pigs is due to the absence of breeding plan with mating arrangements. The main productivity variables used in breeding are litter size (number of piglets), weaning litter, number of teats, sow productivity index, growth rate, slaughter weight, and carcass quality. Selection to produce a new breed in breeding scheme should be conducted within five generations requiring large numbers of livestock, length period, and costly. Biotechnology reproduction and genetic molecular can be used to increase the value of the variables, to shorten interval generation, and cost efficient. This paper provides information on the use of reproduction biotechnology and molecular genetic from various sources and utilization of both technologies to increase local pig productivity. Reproductive biotechnology is useful in mating arrangement and molecular genetic using marker assisted selection (MAS) is able to determine superior pig since early age.

Key words: Local pig, reproduction biotechnology, molecular genetic, productivities

ABSTRAK

Produktivitas yang rendah pada babi lokal disebabkan belum ada penerapan breeding dengan pengaturan perkawinan terencana. Variabel produktivitas utama yang digunakan dalam breeding adalah litter size (jumlah anak lahir), *litter size* sapih, jumlah puting, indeks produktivitas induk, laju pertumbuhan, bobot potong dan kualitas karkas. Seleksi untuk menghasilkan bangsa baru dalam *breeding* membutuhkan lima generasi yang berdampak pada jumlah ternak yang banyak, waktu lama dan biaya besar. Bioteknologi reproduksi dan molekuler genetik dapat digunakan untuk meningkatkan nilai dari variable yang ingin diperbaiki sekaligus juga dapat memperpendek selang generasi, waktu yang lebih singkat dan biaya yang efisien. Makalah ini memberikan informasi penggunaan bioteknologi reproduksi dan molekuler genetik babi dari berbagai sumber dan pemanfaatan kedua teknologi untuk meningkatkan produktivitas babi lokal. Bioteknologi reproduksi bermanfaat dalam pengaturan perkawinan dan molekuler genetik melalui *marker assisted selection* (MAS) untuk menentukan ternak yang unggul sejak usia dini.

Kata kunci: Babi lokal, bioteknologi reproduksi, genetika molekuler, produktivitas

PENDAHULUAN

Pada beberapa daerah di Indonesia, babi lokal (babi asli dan impor yang telah beradaptasi) dibutuhkan untuk kegiatan adat istiadat (Soewandi & Talib 2015). Babi asli baru sedikit yang ditenakkan untuk tujuan komersial dan mudah ditemukan dalam keadaan liar. Terdapat empat bangsa babi lokal hasil impor yang telah beradaptasi di Indonesia yaitu *Landrace*, *Yorkshire*, *Backshire* dan *Duroc*, memiliki keragaman produktivitas yang besar dan nilai genetik pada sifat produksi utama yang cukup tinggi (Soewandi & Talib 2015). Keragaman yang besar membuka peluang untuk perbaikan mutu genetiknya baik melalui seleksi pada *purebred* maupun *crossbred*.

Kendala yang dihadapi adalah memiliki produktivitas rendah, pemeliharaan secara konvensional (Gea 2009), seleksi negatif dan kualitas pakan rendah (Soewandi et al. 2013). Seleksi negatif terjadi karena para peternak menjual ternak-ternak dengan laju pertumbuhan terbaik lebih dahulu untuk mendapatkan nilai jual tertinggi. Seleksi negatif yang berlangsung dalam dari generasi ke generasi membuat penurunan produktivitas ternak babi lokal. Seleksi negatif ini membuat penurunan produktivitas ternak babi lokal.

Perbaikan produktivitas melalui penerapan *breeding* yang terencana baik perlu dilakukan dengan fokus pada sifat produksi dan reproduksi. Sifat-sifat tersebut yang terkait langsung pada produktivitas yang memiliki nilai ekonomi antara lain *litter size* (jumlah

anak kelahiran), *litter size* sapih, jumlah puting, indeks produktivitas induk, laju pertumbuhan, bobot potong, kualitas karkas dan indeks pertumbuhan.

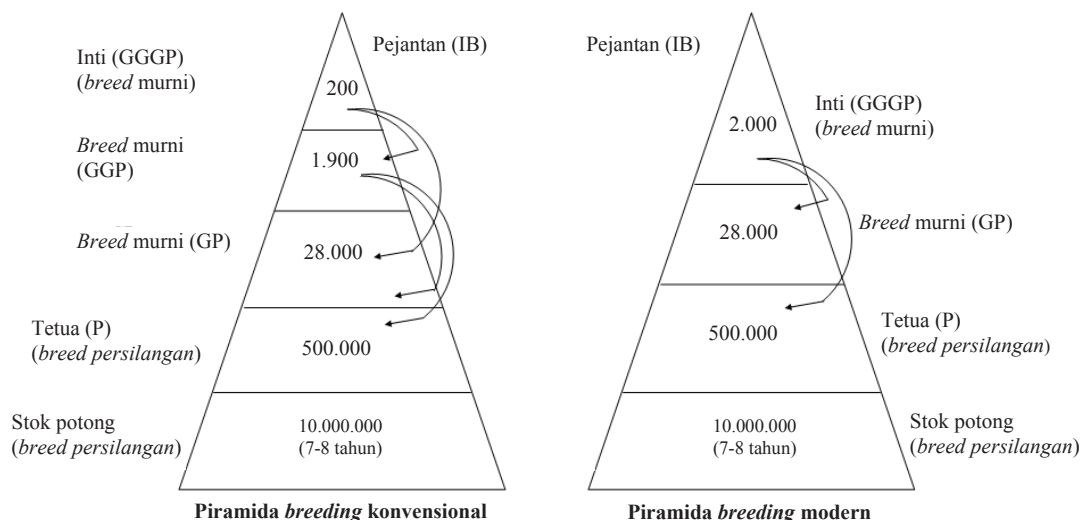
Van & Duc (1999) melaporkan *litter size* dan *litter size* sapih memiliki nilai heritabilitas rendah sehingga kurang efektif untuk digunakan dalam seleksi. Peningkatan mutu genetik babi pada sifat-sifat yang memiliki nilai ekonomis dilakukan dengan seleksi indeks dimana mampu meningkatkan *litter size* sebesar $0,19 \pm 0,14$ ekor per generasi selama lima generasi (Neal et al. 1989; Lukac et al. 2012). Seleksi indeks menggabungkan minimal dua sifat yang umumnya berkorelasi positif pada nilai ekonomis dan penyusunan indeks untuk seleksi menggunakan regresi berganda (Noor 2008; Rybalko et al. 2011).

Bioteknologi reproduksi pada ternak diawali dengan teknologi kawin suntik (inseminasi buatan/IB) (Lubis & Adriana 2000), sedangkan Gunawan et al. (2015) menyatakan bahwa bioteknologi peternakan yang dapat memberikan dampak pada masyarakat adalah IB dan transfer embrio (TE). Bioteknologi reproduksi terutama IB dan TE dapat meningkatkan efisiensi reproduksi dan memperpendek selang generasi (Visscher et al. 2000) sedangkan genetika molekuler dengan *marker assisted selection* (MAS) dan *quantitative traits loci* (QTL) atau lokus sifat kuantitatif dapat mengidentifikasi ternak yang memiliki keunggulan sejak usia dini. Spötter & Distl (2006) menunjukkan bahwa genetika molekuler menghasilkan suatu informasi marker genetik yang dapat dimungkinkan digunakan dalam seleksi. Makalah ini bertujuan menguraikan peran bioteknologi reproduksi dan genetika molekuler maupun kombinasinya pada babi lokal Indonesia untuk peningkatan efisiensi reproduksi, perbanyakkan ternak yang memiliki sifat

atau peubah unggul yang lebih cepat dan memperpendek selang generasi.

PERANAN BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI DALAM MENINGKATKAN MUTU GENETIK BABI

Bioteknologi reproduksi yang paling berperan dalam pengaturan perkawinan untuk perbaikan genetik adalah IB dan TE. Inseminasi buatan dapat mempercepat penyebaran keunggulan pejantan melalui produksi semen cair dan semen beku, sedangkan TE akan mempercepat penyebaran betina unggul melalui panen ova terbuahi atau embrio untuk ditransfer pada betina resipien. Perpaduan penerapan teknologi IB dan TE dapat mempercepat penyebaran keunggulan baik dari bibit jantan maupun betina sejak umur layak untuk panen spermatozoa dan ova. Dampak paling nyata adalah dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dalam pelaksanaan program peningkatan genetik (*breeding scheme*) babi. Sebagai contoh pemeliharaan *boar* atau *hog* (babi pejantan) untuk *breeding scheme* membutuhkan biaya tinggi yaitu membutuhkan dana sebesar \$ 105,26 per pejantan per minggu atau sebesar Rp. 1.399.958 (Gonzalez-Pena et al. 2016). Penerapan IB dapat mengurangi jumlah pejantan dimana yang dipelihara hanya pejantan-pejantan terbaik saja dan TE akan memperbanyak keturunan dari babi betina unggul sehingga peternakan tersebut dapat meningkatkan pemeliharaan jumlah ternak komersial terbaik sehingga lebih menguntungkan. Penggabungan IB dan TE dapat diterapkan pada babi lokal dan mempersingkat selang generasi seperti pada skema *breeding modern* (Gambar 1). Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa skema *breeding*



Gambar 1. Gambar skema *breeding* konvensional dan modern dengan pemanfaatan bioteknologi reproduksi

Sumber: Visscher et al. (2000)

modern menggabungkan *great great grand parent* (GGGP) dan *great grand parent* (GGP) dalam proses pemurnian rumpun yang terpisah pada skema *breeding* konvensional. Penerapan bioteknologi reproduksi pada *purebred* (bangsa murni) untuk membangun GGP bermanfaat dalam memotong GGGP karena GGP (dalam skema *breeding* modern) memiliki kualitas yang sama dengan GGGP pada skema *breeding* konvensional sehingga terjadi pemendekan waktu 2-3 tahun. Oleh karena itu, GGP pada skema *breeding* modern dapat langsung didistribusikan penggunaannya ke *grand parent* (GP) dan *parent* (P) *stocks*. Pemendekan waktu yang ditunjukkan dalam skema *breeding* modern melalui pemanfaatan bioteknologi reproduksi untuk meningkatkan efisiensi reproduksi. Okere & Nelson (2002) menyatakan bahwa bioteknologi reproduksi memiliki potensi untuk mempercepat transfer materi genetik yang secara signifikan berasosiasi dengan performans produksi untuk diwariskan kepada keturunannya. Pada babi lokal, penerapan bioteknologi reproduksi dalam hal ini IB dan TE juga dapat mempersingkat waktu dan mengurangi biaya operasional untuk perbaikan genetik dengan skema piramida *breeding* modern.

Saat ini, IB dan TE belum banyak digunakan pada babi asli (Soewandi & Talib 2015) tetapi telah diterapkan pada sebagian besar babi lokal. Walaupun demikian, sebagian besar peternak komersial konvensional masih menerapkan kawin alam (Soewandi et al. 2013). Berdasarkan hal tersebut, maka pemanfaatan bioteknologi reproduksi yaitu IB dan TE perlu disosialisasikan dan didampingi agar dapat dipahami kegunaannya oleh peternak babi lokal sehingga dapat diterapkan untuk mempercepat peningkatan mutu genetiknya.

Knox (2016) melaporkan semen yang dikoleksi dari pejantan dengan nilai genetik indeks tinggi dapat digunakan dalam *breeding* karena mampu menghasilkan 20-40 dosis per minggu. Perkawinan dilaksanakan dengan IB akan dapat meng inseminasi 10-20 ekor betina per minggu karena perkiraan *service per conception* (S/C) 2. Teknik IB dapat mempercepat proses peningkatan mutu genetik babi berdasarkan keunggulan pejantan. Untuk mendapatkan embrio yang banyak, maka teknik *multiple ovulation* (MO) secara hormonal dapat diterapkan pada babi betina unggul yang diikuti dengan IB. Embrio terpilih siap ditransferkan. Transfer embrio pada babi telah berhasil dilakukan sejak tahun 2004, menggunakan 24 ekor resipien dan 17 ekor berhasil melahirkan (*farrowing rate* sebesar 70,8%) dengan *litter size* hidup $6,9 \pm 0,7$ ekor dan *litter size* mati sebesar $0,6 \pm 0,3$ ekor (Martinez et al. 2004). Hasil TE pada tahun 2004 di Jepang, Yoshioka et al. (2012) dengan metode tanpa pembedahan mendapatkan *farrowing rate* 10-40% dan rata-rata *litter size* 4,5-6,7 ekor, sedangkan Schmidt et

al. (2010) telah berhasil melakukan TE dengan bangsa babi yang berbeda-beda dan diperoleh *farrowing rate* 55% dan rata-rata *litter size* sebesar $5,1 \pm 0,5$ ekor. Persentase kebuntingan dan *litter size* yang diperoleh dengan TE masih rendah (Martinez et al. 2004; Schmidt et al. 2010). Hasil tersebut menunjukkan bahwa bangsa babi mempengaruhi jumlah *litter size*. Umumnya jumlah *litter size* berhubungan dengan jumlah puting susu pada bangsa dan induk tertentu.

Keberhasilan penggabungan IB, MO dan TE dapat menjadi suatu teknik terapan untuk mempercepat perbanyak jumlah babi calon bibit unggul dengan memanfaatkan keunggulan induk dan pejantan terbaik. Dengan demikian, secara tidak langsung IB dan TE mempercepat peningkatan jumlah ternak pewaris mutu genetik unggul pada babi. Pemanfaatan ovum yang berasal dari babi betina yang memiliki nilai genetik indeks tinggi dengan sperma yang berasal dari pejantan yang juga memiliki nilai genetik indeks tinggi akan menghasilkan keturunan yang juga mewarisi nilai genetik indeks tinggi. Berdasarkan keuntungan pemanfaatan bioteknologi reproduksi, maka teknologi ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas babi termasuk meningkatkan daya reproduksi babi lokal di Indonesia. Selain itu, pemanfaatan bioteknologi reproduksi tersebut dapat membantu para *breeder* babi untuk meningkatkan efisiensi usaha pembibitan dengan mengurangi jumlah pejantan, sarana, prasarana dan biaya.

PERANAN BIOTEKNOLOGI GENETIKA MOLEKULER DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS BABI

Perbaikan produktivitas melalui peningkatan genetik dapat diperbaiki dengan cara seleksi pada *purebreeding* (perkawinan bangsa murni) maupun *crossbreeding* (perkawinan silang antara bangsa berbeda) pada ternak babi. Seleksi dapat memberikan hasil yang baik dengan memanfaatkan *recording* yaitu pencatatan peubah yang dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas berbasis pada silsilah dan hubungan kekerabatan serta setiap peubah atau sifat yang diukur akan memiliki nilai genetik sendiri dan hubungan korelasi antara nilai genetik peubah-peubah yang diukur. Peubah yang memiliki nilai heritabilitas (h^2) rendah yaitu sebagian besar peubah reproduksi tidak akan efektif untuk digunakan dalam seleksi secara sendiri-sendiri, maka peubah-peubah tersebut digabungkan dari dua peubah atau lebih yang memiliki korelasi positif dalam regresi ganda (Noor 2008). Penggabungan ini disebut seleksi indeks untuk digunakan dalam seleksi berbasis indeks peubah atau sifat unggul. Contoh beberapa peubah yang berhubungan dengan daya reproduksi dicantumkan

Tabel 1. Kualitas reproduksi babi

Kriteria	Litter size (X ₁)	Bobot lahir (kg)	Produksi susu (kg) (X ₂)	Bobot 30 hari (kg)	Jumlah <i>piglet</i> umur 2 bulan (ekor) (X ₃)	Bobot umur 2 bulan (kg) (X ₄)	CIRQ (poin)
LWGT (kontrol)	11,1±1,1	1,27±0,09	57±3,17	7,2±0,7	10,2±1,1	186±6,05	128
L	10,9±1,0	1,41±0,11*	63±2,84	8,7±0,5**	10,1±0,9	194±5,14	132
EM-1ST	10,7±1,1	1,39±0,10	61±3,06	8,3±0,4*	9,9±1,0	188±4,93	128
LWGT × (EM-1ST × L)	11,2±1,2	1,52±0,13**	64±2,09*	8,9±0,6**	10,3±1,0	203±4,23*	137
EM-1ST × (EM-1ST × L)	10,8±0,9	1,58±0,14***	65±3,12*	9,1±0,9***	10,2±0,8	205±4,11*	137
L × (EM-1ST × L)	10,9±1,0	1,61±0,11***	66±2,85**	9,3±0,9***	10,3±1,0	207±3,98*	138

*: P≤0,05; **: P≤0,01; ***: P≤0,001

Sumber: Rybalko et al. (2011)

dalam Tabel 1 (Rybalko et al. 2011). Pada babi lokal belum banyak dilakukan kegiatan seleksi pada sifat unggul berbasis seleksi indeks.

Pada Tabel 1 nilai indeks diperoleh untuk dua bangsa babi potong *Large White Grigoropolis* (LWGT) dan babi *Landrace* (L) untuk sifat indeks umur kawin pertama (EM-1ST) dengan menggunakan regresi berganda dimana X₁ litter size; X₂ produksi susu; X₃ jumlah *piglet* umur dua bulan, X₄ bobot *piglet* umur dua bulan. Hasil akhir berupa indeks kombinasi kualitas reproduksi (CIRQ) babi potong yang digunakan dalam seleksi. Sedangkan peubah produksi babi untuk *replacement stock* (ternak pengganti) antara lain menggunakan X₁ umur (hari) pada bobot badan 100 kg; X₂ pertambahan bobot badan harian (PBBH) dan X₃ tebal lemak punggung (mm). Hal yang harus didata dalam pengujian ini adalah umur (hari) dan bobot badan (kg) pertama masuk program penggemukan untuk dikurangi dengan umur (hari) dan bobot (kg) pada akhir penggemukan.

Dalam *purebreeding* seleksi dengan memanfaatkan keunggulan babi yang memiliki nilai genetik terbaik dan *culling* babi-babi yang memiliki nilai genetik rendah pada peubah produksi yang dituju. Sedangkan *crossbreeding* dengan menyatukan keunggulan dari 2-3 bangsa babi dilakukan melalui seleksi berbasis nilai heterosis tertinggi untuk menghasilkan bangsa baru atau memanfaatkan keunggulan bangsa babi yang berbeda untuk tujuan komersial melalui perbanyakan persilangan antar bangsa yang menghasilkan heterosis terbaik sebagai babi komersial. Heterosis beberapa peubah reproduksi dari berbagai penelitian menunjukkan persilangan *Landrace* × *Yorkshire* (keduanya ada di Indonesia) dapat menghasilkan heterosis positif pada litter size mati berkisar 9-11%, sedangkan pada litter size sapih dari anak yang hidup adalah positif berkisar dari 8-9% (Arganosa et al. 1991; Vidovic et al. 2012). Perlu kehati-hatian dalam perkawinan *purebreeding* karena

perkawinan antara ternak dengan kekerabatan dekat dapat meningkatkan depresi *inbreeding* yang akan menurunkan nilai peubah produksi. Mikami et al. (1977) menemukan depresi *inbreeding* 1% akan mengakibatkan penurunan litter size 2% dan litter size sapih 10,3%.

Kendala dalam penerapan program *breeding* baik *purebreeding* maupun *crossbreeding* adalah membutuhkan jumlah ternak yang banyak, waktu yang lama dan biaya yang besar. Untuk *purebreeding* hanya membutuhkan satu bangsa saja, sedangkan untuk *crossbreeding* membutuhkan biaya tinggi untuk memelihara beberapa bangsa murni dan beberapa galur *crossbred* untuk menghasilkan bangsa baru dan ternak persilangan komersial terbaik. Paralel dengan penerapan bioteknologi reproduksi yang dapat meningkatkan efisiensi usaha pembibitan, ternyata efisiensi usaha tersebut masih dapat lebih ditingkatkan lagi melalui penerapan genetika molekuler dengan marka-marka gen pada sifat kuantitatif yang bernilai ekonomis.

PERANAN GENETIKA MOLEKULER DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS BABI

Peranan genetika molekuler untuk mendapatkan QTL dan terutama marka-marka gen pada ternak memberikan suatu arah baru dalam kegiatan *breeding* antara lain dapat melakukan seleksi secara dini untuk sifat-sifat unggul, hanya memelihara ternak yang terdeteksi unggul saja dan mengurangi sarana-prasarana dan biaya, dibandingkan dengan program *breeding* tanpa penerapan molekuler genetik. Hal tersebut dapat dilakukan karena seleksi pada peubah unggul dapat dilakukan secara langsung berdasarkan informasi marka gen pada ternak sejak usia dini (Spötter & Distl 2006). Kamiński et al. (2002) menyatakan bahwa penelitian pada gen yang *single*

nucleotide polymorphism (SNPs) bersifat polimorfisme dapat membangun marka gen untuk deteksi keunggulan babi tersebut dan keunggulan ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas babi lainnya. Samorè & Fontanesi (2016) menyatakan bahwa *recording* pada peubah unggul harus dilakukan dengan akurat, agar asosiasi peubah tersebut dengan SNPs tertentu juga akan benar hasilnya. Maka penggabungan sifat unggul tersebut dengan marka gen yang terdeteksi pada keturunannya akan menghasilkan nilai pemuliaan genomik yang dikenal dengan *genomic expected breeding value* (GEBV). Selanjutnya, seleksi dapat dilakukan dengan kuantitatif genetik untuk meningkatkan produktivitas ternak babi secara masal sejak usia dini sehingga membutuhkan waktu yang lebih singkat.

Berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan QTL yang memiliki nilai ekonomis untuk digunakan dalam seleksi. Rothschild et al. (2011) mendapatkan QTL pada berbagai bangsa babi untuk seleksi pada umur pertama pubertas (delapan bulan) berada pada kromosom nomor 1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13 dan 15, *litter size* pada kromosom 1, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15 dan 17 dan *litter size* hidup pada kromosom nomor 6, 7, 11, 13, 16, 17 dan 18. Beberapa gen yang telah ditemukan SNPs-nya secara signifikan berkaitan dengan *litter size* yaitu gen *estrogen receptor* (ESR); *prolactine receptor* (PRLR), *retinol binding protein 4* (RBP4) (Rothschild 2000), dan gen *osteopontin* (OPN) (Kumchoo & Mekchay 2015). Disamping itu, Kumchoo & Mekchay (2015) juga mendapatkan QTL kesuburan pejantan yaitu pada kromosom nomor 3, 4, 6, 9, 15, 17 dan 18. (Verardo et al. 2014) menerapkan QTL dan mendapatkan 18 SNPs berasosiasi signifikan dengan *litter size* dan 57 SNPs berasosiasi signifikan dengan jumlah puting. Asosiasi kelompok gen dengan nomor kromosom yang hampir sama tersebut dapat digunakan untuk membuat seleksi indeks gabungan dari peubah-peubah tersebut (Rybalko et al. 2011).

Ini adalah salah satu contoh betapa besar manfaat penerapan seleksi berbasis pada penggabungan kuantitatif genetik dan molekuler genetik. Syarat penggabungan dalam seleksi indeks adalah memiliki korelasi nilai genetik positif antara peubah untuk bangsa babi murni secara kuantitatif dan nilai heterosis tinggi untuk babi *crossbred* komersial, dimana masing-masing dikaitkan dengan sifat genetik molekuler yaitu memiliki kesamaan nomor kromosom atau gen dengan SNPs yang polimorfisme pada genetika molekuler. Perlu diingat bahwa informasi genetik (nomor kromosom atau gen dengan SNPs) ini tidak selalu sama tempatnya pada setiap bangsa babi (Talib 2017, unpublished).

Hal ini juga dapat diterapkan pada sifat pertumbuhan dan kualitas karkas pada bangsa-bangsa babi lainnya. Beberapa gen yang sudah ditemukan

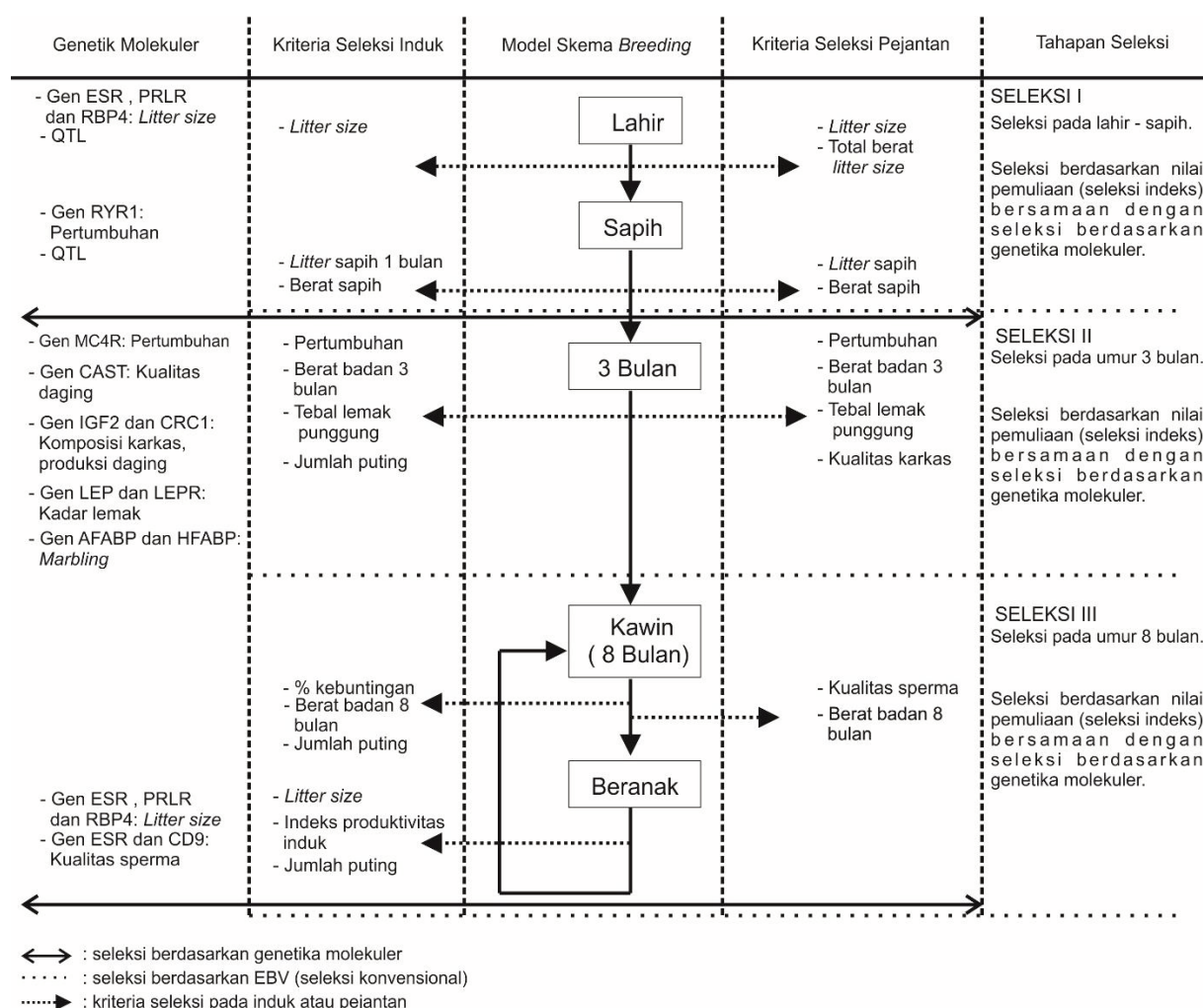
antara lain gen RYR-1 yang berasosiasi dengan pertumbuhan dan perototan (Fujii et al. 1991; Sipahelut 2001), gen *melanocortin 4 receptor* (MC4R) pada kromosom 1 (Ciobanu et al. 2001) dan *insulin like growth factor 2* (IGF2) (Rothschild 2000). Selanjutnya telah ditemukan juga gen *calcium release channel 1* (CRC1) pada kromosom nomor 6, *calpastatin* (CAST) pada kromosom 2, leptin (Lep) pada kromosom 8, *leptin receptor* (LEPR) pada kromosom 6 yang berhubungan dengan kualitas karkas (Ciobanu et al. 2001).

PENERAPAN BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI DAN GENETIKA MOLEKULER UNTUK PERBAIKAN GENETIK BABI LOKAL

Berdasarkan manfaat yang dimiliki oleh bioteknologi reproduksi yang digabungkan dengan genetika molekuler maka terbuka peluang perbaikan genetik untuk meningkatkan produktivitas ternak babi lokal di Indonesia. Program *breeding* terencana tersebut perlu menggunakan skema *breeding* modern, teknik perkawinan dengan IB dan TE, serta peubah fenotipe yang diukur memiliki nilai ekonomi yang berhubungan dengan perbaikan produktivitas dan dengan kromosom, genom (gabungan beberapa gen), gen dan SNPs yang berasosiasi secara signifikan dengan peubah yang diukur tersebut. Peubah yang diukur antara lain *litter size* (jumlah, hidup, mati dan bobot), laju pertumbuhan, *litter size* sapih (jumlah, hidup, mati dan bobot), umur bobot 100 kg (tiga bulan), umur dewasa kelamin (umur delapan bulan) dan selang kelahiran.

Peubah-peubah yang diukur dan memiliki korelasi genetik positif satu dengan lainnya dari sedang sampai tinggi (Noor 2008) dapat digabung untuk membentuk seleksi indeks yang akan digunakan dalam seleksi berbasis genetika kuantitatif dan molekuler (Verardo et al. 2014; 2016). Teknis pelaksanaannya harus dimulai dari *recording* yang lengkap dan akurat, antara lain identitas individu, silsilah dan peubah yang diukur serta karakteristik bangsa babi yang digunakan. Data *recording* dianalisis dengan genetika kuantitatif dan *genomic wide association* (GWA). Hasil akhir pada produk ternak yang dihasilkan harus memiliki label berdasarkan nilai genetik berupa *expected breeding value* (EBV) dan *genomic expected breeding value* (GEBV) pada setiap individu bibit babi unggul (Talib et al. 2009).

Selanjutnya, semua ternak yang digunakan dalam pembibitan di-*ranking* berdasarkan nilai genetik yang dimiliki setiap individu sehingga pengaturan perkawinan dapat dilaksanakan dengan baik. Skema modern yang telah dimodifikasi untuk pelaksanaan program *breeding* tersebut dicantumkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Metode skema *breeding* modern babi lokal dengan pemanfaatan genetika kuantitatif dan molekuler

Sumber: Talib (2017, *unpublished*)

Pada Gambar 2 terlihat bahwa penerapan seleksi fenotipe menggunakan kriteria seleksi induk (kolom 2) dan pejantan (kolom 4) dan seleksi genetika molekuler berdasarkan sebagian atau semua gen-gen yang tertulis (kolom 1) atau gen-gen temuan baru lainnya. Tahapan pelaksanaan seleksi didasarkan pada fase fisiologis (kolom 3) yang berjalan sejajar dengan tahapan seleksi (kolom 5) sehingga menghasilkan *genomic breeding value* (GBV). Dalam pelaksanaan seleksi jika gen (kolom 1) belum tersedia maka cukup menggunakan nilai genetika kuantitatif yaitu *expected breeding value* (EBV).

Berbagai pengujian berbasis genetika molekuler yang berasosiasi dengan genetika kuantitatif pada fenotipe tertentu memberikan peningkatan genetika yang signifikan. Sebagai contoh, pada babi betina, gen PRLR berhasil meningkatkan *litter size* dan *litter size* sapih (Omelka et al. 2008; Rempel et al. 2010) dan gen ESR mampu meningkatkan *litter size* (Chvojková &

Hraška 2008). Pada babi jantan gen *cluster of differentiation antigen 9* (CD9) dapat meningkatkan perkembangan spermatozoa dan penggunaan gen *estrogen receptor 1* (ESR1) mampu meningkatkan aktivitas spermatogenesis dan perbaikan kualitas dan fertilitas spermatozoa (Gunawan et al. 2011; Kaewmala et al. 2011).

Gen-gen lain yang masih berada dalam proses pengujian dengan *genomic wide association* (GWA) dan kuantitatif antara lain adalah gen kandidat yang berfungsi dalam pengaturan siklus kontraksi/relaksasi pada sel-sel otot yaitu gen *calponin 3* (CNN3) (Tang et al. 2014). Semua gen-gen tersebut dapat digunakan untuk peningkatan produktivitas babi lokal jika pengujian gen tersebut menunjukkan asosiasi yang signifikan dengan sifat yang akan diperbaiki kinerja produksinya.

Penelitian pada babi asli masih terbatas dan beberapa sifat produktivitas babi ini seperti babi yang

Tabel 2. Penampilan produksi beberapa galur babi asli di Indonesia

Karakteristik	Galur babi Toba	Galur babi Nias	Galur babi Tangerang	Galur babi Bali
<i>Litter size</i> (ekor)	8,28±1,0	8,54±1,2	7,66±0,9	7,89±0,7
<i>Litter size</i> sapih (ekor)	6,21±0,6	5,91±0,5	5,41±0,5	6,41±0,7
Daya hidup anak sampai sapih (%)	76,0±9,0	70,8±10,7	71,9±9,7	81,7±8,1
Interval beranak (minggu)	33,7±3,2	40,4±2,9	31,5±3,1	35,5±3,1

Sumber: Arintonang et al. (1995)

Tabel 3. Performans bangsa babi *Landrace* dan *Yorkshire*

Karakteristik	Bangsa <i>Landrace</i>	Bangsa <i>Yorkshire</i>
<i>Litter size</i> hidup (ekor)	13,5	13,7
<i>Litter size</i> mati (ekor)	2,6	2,2
Berat saat lahir (kg)	1,336	1,273
<i>Litter size</i> sapih (ekor)	11,6	11,7
Panjang laktasi (hari)	28	28
berat saat disapih (kg)	7,000	7,280
PBBH saat menyusui (kg)	0,201	0,206

Sumber: Lukac et al. (2012)

Tabel 4. Karakteristik produktivitas babi *Landrace*, *Duroc* dan *Yorkshire* lokal di Indonesia

Karakteristik	Bangsa babi		
	<i>Landrace</i>	<i>Duroc</i>	<i>Yorkshire</i>
Volume semen (ml)	260,00±103,90	189,20±106,50	288,70±103,90
Konsentrasi spermatozoa (x10 ⁶ /ml)	259,60±178,50	203,60±154,60	157,20±154,40
PBBH jantan (kg/ekor/hari)	0,66±0,02	0,55±0,02	0,72±0,02
PBBH betina (kg/ekor/hari)	0,59±0,03	0,54±0,03	0,66±0,01
Tebal lemak punggung jantan (cm)	2,12±0,07	1,81±0,07	2,19±0,07
Tebal lemak punggung betina (cm)	1,55±0,17	1,51±0,14	1,99±0,08
<i>Litter size</i> (ekor)	8,72±2,59	-	-
BB awal induk bunting (kg)	100,93±2,01	-	-
BB induk bunting 110 hari (kg)	154,40±0,87	-	-
PBB induk selama kebuntingan (kg)	54,47±1,88	-	-
Mortalitas anak (%)	20,25±3,70	-	-

Sumber: Manurung (2014); Panggabean et al. (2014); Montolalu (2017); Zebua (2017)

diternakkan di sekitar Danau Toba, Pulau Nias, Tangerang dan Bali dapat dilihat pada Tabel 2. Jika data pada Tabel 2 dibandingkan dengan data babi luar negeri dari bangsa yang sama dengan yang ada di Indonesia (Tabel 3) maka terlihat bahwa produktivitas babi asli jauh lebih rendah.

Produktivitas yang rendah tersebut dapat ditingkatkan melalui pengaturan perkawinan (*purebreeding* dan/atau *crossbreeding*) dan seleksi secara genetik kuantitatif dan genetik molekuler. Untuk peningkatan produktivitas babi asli secara *crossbreeding* maka dapat memanfaatkan kinerja produktivitas babi *Landrace*, *Duroc* dan *Yorkshire* lokal dengan produktivitas yang ditampilkan pada Tabel 4.

Perbandingan *litter size* babi asli (Tabel 2) dan babi lokal asal impor (Tabel 4) menunjukkan hasil yang sama. Untuk peningkatan produktivitas babi lokal asal impor yang jauh lebih rendah dengan babi dari bangsa yang sama di luar negeri (Tabel 3) menunjukkan bahwa sudah waktunya memasukkan sumber daya genetik unggul baru asal impor.

KESIMPULAN

Untuk meningkatkan produktivitas babi lokal (babi asli dan babi lokal asal impor) maka perlu menerapkan program *breeding* terencana menggunakan skema *breeding* modern, perkawinan IB dan penerapan TE secara *purebreeding* dan *crossbreeding*, serta seleksi pada sifat yang ekonomis berbasis genetika kuantitatif dan genetika molekuler sesuai selera konsumen. Program *breeding* tersebut akan menggunakan jumlah ternak dan sarana/prasarana lebih sedikit serta biaya operasional yang lebih efisien. Hasil penelitian babi lokal masih terbatas, maka perbaikan genetiknya dapat memanfaatkan hasil-hasil penelitian dari luar negeri pada sifat yang diinginkan. Perbaikan genetik babi asli dan babi lokal asal impor secara *crossbreeding* dapat memanfaatkan sumberdaya genetik unggul babi impor yang memiliki keunggulan sifat yang dapat memperbaiki kelemahan pada babi lokal dan tetap mempertahankan keunggulan adaptasi pada lingkungan yang dimiliki babi lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ismeth Inounu, MS dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan; dan Dr. Chalid Talib dari Balai Penelitian Ternak dalam membantu penyelesaian karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arganosa VG, Gatmaitan OM, Villeta MO, Hubilla PRL. 1991. The performance of purebred and crossbred sows. *AJAS*. 4:143-150.
- Aritonang D, Silalahi M, Manurung T. 1995. Penampilan produksi beberapa galur babi lokal di Indonesia. Dalam: Utama IK, Haryanto B, Sinurat AP, Chaniago TD, Zainuddin D, penyunting. Pengolahan dan Komunikasi Hasil Penelitian. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan. Bogor, 25-26 Januari 1995. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 63-68.
- Chvojková Z, Hraška Š. 2008. Changes in reproductive traits of large white pigs after estrogen receptor gene-based selection in Slovakia: Preliminary results. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 21:320-324.
- Ciobanu DC, Day AE, Nagy A, Wales R, Rothschild MF, Plastow GS. 2001. Genetic variation in two conserved local Romanian pig breeds using type 1 DNA markers. *Genet Sel Evol*. 33:417-32.
- Fujii J, Orsu K, Zorzato F, de Leon S, Khanna VK, Weiler JE, O'Brien PJ, MacLennan DH. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253:448-451.
- Gea M. 2009. Penampilan ternak babi lokal periode *grower* dengan penambahan biotetes SOZOFM-4 dalam ransum. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Gonzalez-Pena D, Knox RV, Rodriguez-Zas SL. 2016. Contribution of semen trait selection, artificial insemination technique, and semen dose to the profitability of pig production systems: A simulation study. *Theriogenology*. 85:335-344.
- Gunawan A, Kaewmala K, Uddin MJ, Cinar MU, Tesfaye D, Phatsara C, Tholen E, Looft C, Schellander K. 2011. Association study and expression analysis of porcine ESR1 as a candidate gene for boar fertility and sperm quality. *Anim Reprod Sci*. 128:11-21.
- Gunawan M, Kaiin EM, Said S. 2015. Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma *sexing* dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia. Biodiversitas 1:93-96.
- Kaewmala K, Uddin MJ, Cinar MU, Große-Brinkhaus C, Jonas E, Tesfaye D, Phatsara C, Tholen E, Looft C, Schellander K. 2011. Association study and expression analysis of CD9 as candidate gene for boar sperm quality and fertility traits. *Anim Reprod Sci*. 125:170-179.
- Kamiński S, Ruś A, Wojtasik K. 2002. Simultaneous identification of ryanodine receptor 1 (RYR1) and estrogen receptor (ESR) genotypes with the multiplex PCR-RFLP method in Polish Large White and Polish Landrace pigs. *J Appl Genet*. 43:331-335.

- Knox RV. 2016. Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*. 85:83-93.
- Kumchoo T, Mekchay S. 2015. Association of non-synonymous SNPs of OPN gene with litter size traits in pigs. *Arch Anim Breed*. 58:317-323.
- Lubis, Adriana M. 2000. Pemberdayaan bioteknologi reproduksi untuk peningkatan mutu genetik ternak. *Wartazoa*. 10:1-6.
- Lukac D, Vidovic V, Krnjaic J, Strbac L, Visnjic V, Stupar M. 2012. The Effect of crossing between Landrace and Yorkshire in relation to maternal heterosis. *Krmiva Zagreb*. 54:41-46.
- Manurung DP. 2014. Performans reproduksi pada induk babi di PT Mahakata Farm Sukses Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Martinez EA, Caamaño JN, Gil MA, Rieke A, McCauley TC, Cantley TC, Vazquez JM, Roca J, Vazquez JL, Didion BA, et al. 2004. Successful nonsurgical deep uterine embryo transfer in pigs. *Theriogenology*. 61:137-146.
- Mikami H, Fredeen HT, Sather AP. 1977. Mass selection in a pig population. 2. The effect of inbreeding within the selected populations. *Can J Anim Sci*. 57:627-634.
- Montolalu FM. 2017. Penggunaan PMSG dan hCG induk sebelum pengawinan untuk menghasilkan anak babi yang lebih sehat dan unggul. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Neal SM, Johnson RK, Kittok RJ. 1989. Index selection for components of litter size in swine: Response to five generations of selection. *J Anim Sci*. 67:1933-1945.
- Noor RR. 2008. Genetika ternak. Jakarta (Indonesia): Penebar Swadaya.
- Okere C, Nelson L. 2002. Novel reproductive techniques in swine production - A review. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 15:445-452.
- Omelka R, Martiniaková M, Peškovičové D, Bauerová M. 2008. Associations between Alu I polymorphism in the prolactin receptor gene and reproductive traits of Slovak large white, white meaty and landrace pigs. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 21:484-488.
- Panggabean R, Arifiantini I, Nalley WM, Achmadi B. 2014. Hubungan antara ukura testis dengan volume semen dan konsentrasi spermatozoa pada babi. Dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Ternak Babi. Denpasar (Indonesia): Universitas Udayana. hlm. 76-85.
- Rempel LA, Nonneman DJ, Wise TH, Erkens T, Peelman LJ, Rohrer GA. 2010. Association analyses of candidate single nucleotide polymorphisms on reproductive traits in swine. *J Anim Sci*. 88:1-15.
- Rothschild MF. 2000. Advances in pig molecular genetics, gene mapping and genomics. *ITEA*. 96A:349-361.
- Rothschild MF, Ruvinsky A, Larson G, Gongora J, Cucchi T, Dobney K, Andersson L, Plastow G, Nicholas FW, Moran C, et al. 2011. The genetics of the pig. 2nd ed. Rothschild MF, Ruvinsky A, editors. London (UK): CAB International.
- Rybalko P, Semenov VV, Tret'yakova OL, Kononova LV, Pluzhnikov OV. 2011. Breeding indices when evaluating the genotype of pigs. *Russ Agric Sci*. 37:76-78.
- Samorè AB, Fontanesi L. 2016. Genomic selection in pigs: State of the art and perspectives. *Ital J Anim Sci*. 15:211-232.
- Schmidt M, Kragh PM, Li J, Du Y, Lin L, Liu Y, Bøgh IB, Winther KD, Vajta G, Callesen H. 2010. Pregnancies and piglets from large white sow recipients after two transfer methods of cloned and transgenic embryos of different pig breeds. *Theriogenology*. 74:1233-1240.
- Sipahelut GM. 2001. Keterkaitan antara mutasi gen RYR-1 dengan kualitas daging pada babi. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.
- Soewandi BDP, Sumadi, Hartatik T. 2013. Estimasi output babi di Kabupaten Tabanan Provinsi Bali. *Buletin Peternakan*. 37:165-172.
- Soewandi BDP, Talib C. 2015. Pengembangan ternak babi lokal di Indonesia. *Wartazoa*. 25:39-46.
- Spötter A, Distl O. 2006. Genetic approaches to the improvement of fertility traits in the pig. *Vet J*. 172:234-247.
- Talib C. 2017. Komunikasi pribadi. (*unpublished*)
- Talib C, Anang A, Indrijani H. 2009. Evaluasi genetika pada sapi perah. Dalam: Santosa KA, Diwyanto K, Toharmat T, penyunting. Profile usaha peternakan sapi perah di Indonesia. Bogor (Indonesia): LIPI Press. hlm. 71-116.
- Tang Z, Liang R, Zhao S, Wang R, Huang R, Li K. 2014. CNN3 is regulated by microrna-1 during muscle development in pigs. *Int J Biol Sci*. 10:377-385.
- Van VTK, Duc NV. 1999. Heritabilities, generic and phenotypic correlations between reproductive performance on Mong Cai and Large White Breeds. *Proc Assoc Advmt/Anim Breed Genet*. 13:153-156.
- Verardo LL, Silva FF, Lopes MS, Madsen O, Bastiaansen JWM, Knol EF, Kelly M, Varona L, Lopes PS, Guimarães SEF. 2016. Revealing new candidate genes for reproductive traits in pigs: Combining Bayesian GWAS and functional pathways. *Genet Sel Evol*. 48:1-13.
- Verardo LL, Silva FF, Varona L, Resende MDV, Bastiaansen JWM, Lopes PS, Guimarães SEF. 2014. Bayesian GWAS and network analysis revealed new candidate genes for number of teats in pigs. *J Appl Genet*. 56:123-132.

- Vidovic V, Lukac D, Stupar M, Visnjic V, Krnjaic J. 2012. Heritability and repeatability estimates of reproduction traits in purebred pigs. *Biotechnol Anim Husb.* 28:455–462.
- Visscher P, Pong-Wong R, Whittemore C, Haley C. 2000. Impact of biotechnology on (cross) breeding programmes in pigs. *Livest Prod Sci.* 65:57-70.
- Yoshioka K, Noguchi M, Suzuki C. 2012. Production of piglets from *in vitro*-produced embryos following non-surgical transfer. *Anim Reprod Sci.* 131:23-29.
- Zebua CKN. 2017. Perbandingan produktivitas tiga bangsa babi eksotik di BPTU-HPT Siborong-borong, Provinsi Sumatera Utara. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor.

Pulau-Pulau Kecil Terluar Indonesia untuk Lokasi Karantina dan Pengembangan Ternak

(Outermost Small Islands in Indonesia for Quarantine Area and Livestock Development)

Endang Sutedi¹, I Herdiawan¹ dan E Handiwirawan²

¹Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128
endangsutedi@yahoo.co.id

(Diterima 15 September 2017 – Direvisi 9 November 2017 – Disetujui 24 November 2017)

ABSTRACT

Indonesia has about 17,506 islands consisting of large and small islands. Outermost small islands are direct boundary of Indonesia with neighboring countries. These outermost islands have the potency to be used as quarantine area and for livestock development, especially beef cattle in order to support the development of food security of meat. Some of outermost islands are Jemaja island in Riau Province, Singkil island in Aceh Province and Naduk island in Bangka Belitung Province. Criteria to determine quarantine area and livestock development are availability of natural resources (fresh water and forage), free of contagious diseases, human resources, market access, and transportation. This paper describes about the condition and forage availability in those three islands and their surrounding area. Those islands have potential variety of forage with different carrying capacities. Type of grass that has been adapted in the outermost islands are *Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Cynodon dactylon*, *Cynodon plectostachyus*, and *Panicum repens*.

Key words: Outermost islands, forage, quarantine, livestock

ABSTRAK

Indonesia memiliki sekitar 17.506 buah pulau yang terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil. Pulau-pulau kecil terluar merupakan batas negara Indonesia dengan negara tetangga. Keberadaan pulau-pulau terluar tersebut memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan dan dikelola untuk kepentingan karantina dan pengembangan ternak, khususnya sapi potong dalam mendukung pengembangan ketahanan pangan daging. Pulau-pulau terluar tersebut diantaranya Pulau Jemaja di Provinsi Riau, Pulau Singkil di Provinsi Aceh dan Pulau Naduk di Provinsi Bangka Belitung. Kriteria penentuan lokasi karantina dan pengembangan peternakan meliputi ketersediaan sumber daya alam (air tawar dan sumber pakan), bebas penyakit menular, ketersediaan sumber daya manusia, ketersediaan akses pasar dan transportasi. Makalah ini menguraikan tentang kondisi dan ketersediaan hijauan di ketiga pulau tersebut dan daerah sekitarnya. Pulau-pulau terluar tersebut memiliki potensi sumber hijauan pakan ternak yang beraneka ragam dengan kapasitas tampung beragam. Jenis-jenis rumput yang secara umum sudah beradaptasi di pulau-pulau terluar tersebut antara lain rumput pahitan (*Paspalum conjugatum*), rumput karpet (*Axonopus compressus*), rumput bermuda (*Cynodon dactylon*), rumput kakawatan (*Cynodon plectostachyus*) dan jajahean (*Panicum repens*).

Kata kunci: Pulau-pulau kecil terluar, hijauan pakan, karantina, peternakan

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan berwawasan nusantara, dengan wilayah yang batas-batas dan hak-haknya ditetapkan dengan undang-undang. Batas wilayah di laut mengacu pada UNCLOS (United Nations Convention on the Law of the Sea) 82/ HUKLA (hukum laut) 82 yang kemudian diratifikasi dengan UU No.17 Tahun 1985. Indonesia memiliki sekitar 17.506 buah pulau dan dua pertiga wilayahnya berupa lautan. Dari 17.506 pulau tersebut terdapat pulau-pulau terluar yang menjadi batas langsung

Indonesia dengan negara tetangga (Tim Redaksi 2004). Selain itu, terdapat 92 pulau kecil terluar, pulau-pulau ini merupakan pulau terluar yang berbatasan langsung dengan negara tetangga maupun laut lepas. Maka pulau-pulau tersebut dapat dijadikan lokasi strategis untuk membantu mengamankan wilayah laut Indonesia (Baihaqi 2006).

Upaya untuk mencari negara pengeksport sapi selain dari Australia dan New Zealand dilakukan dengan memperhatikan status Indonesia yang sampai saat ini masih diakui sebagai negara yang bebas dari penyakit mulut dan kuku (PMK). Hal ini perlu

didukung dengan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi kesehatan veteriner yang telah dikuasai dan dengan prosedur tetap yang harus dipatuhi (*law enforcement*), sehingga pulau-pulau kecil (PPK) terluar dapat dipergunakan sebagai *screening base* dan “kawasan karantina” usaha sapi potong. Pulau-pulau kecil terluar umumnya adalah daerah terpencil, miskin bahkan tidak berpenduduk dan jauh dari perhatian pemerintah (Jaelani 2004), padahal mungkin mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai lokasi sementara untuk karantina. Oleh karena itu, menurut Fauzi (2003) PPK tersebut jika di kelola secara baik dan berkelanjutan akan memberikan manfaat ekonomi yang tinggi, untuk kesejahteraan bangsa secara keseluruhan. Dengan lahirnya UU No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau kecil, eksistensi sektor kelautan dan perikanan serta pengelolaan wilayah pesisir dan PPK merupakan salah satu agenda pembangunan nasional. Penggunaan sumberdaya PPK terluar dengan menerapkan kaidah pemanfaatan secara berkelanjutan dan tidak melampaui daya dukungnya belum banyak dilakukan (Budiharta & Purnomo 2007). Pengelolaan PPK terluar sudah mulai dilakukan secara terpadu antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah serta melibatkan instansi terkait dengan memanfaatkan berbagai sumber daya, sumber dana pembangunan, kekuatan ekonomi daerah dan melibatkan peran sektor perbankan. Oleh karena itu, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, pada tahun 2011 telah melakukan berbagai kajian lapangan kelayakan beberapa PPK terluar. Secara geografis, PPK terluar ini memiliki manfaat dan keunggulan komparatif spesifik sebagai perintang alami (*natural barrier*) terhadap peluang penyebaran berbagai macam penyakit hewan menular strategis. Salah satunya adalah untuk difungsikan sebagai pulau karantina hewan, sehingga perlu dikaji mengenai potensi sumber hijauan pakan ternak. Berdasarkan rangkaian kajian yang telah dilakukan akhirnya ditetapkan beberapa pulau yang akan dipersiapkan menjadi pulau karantina yaitu Kecamatan Jemaja Timur, Pulau Anambas, Provinsi Riau; Pulau Singkil di Provinsi Aceh dan Pulau Naduk di Provinsi Bangka Belitung (Tiesnamurti et al. 2016). Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengeksplorasi dan menggali potensi hijauan pakan ternak yang ada di tiga PPK terluar guna melihat kelayakannya sebagai lokasi karantina hewan serta untuk pembangunan dan pengembangan peternakan di masa yang akan datang.

KARAKTERISTIK TIGA PULAU KECIL TERLUAR UNTUK KARANTINA HEWAN

Menurut Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (2004), yang dimaksud dengan PPK berdasarkan keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 67

Tahun 2002, dinyatakan bahwa PPK terluar adalah pulau yang berukuran kurang atau sama dengan 10.000 km² dengan jumlah penduduk kurang atau sama dengan 200.000 jiwa. Jumlah PPK di Indonesia yang diperkirakan dapat dimanfaatkan mencapai 10.000 pulau dari sejumlah 17.508 pulau (Siregar 2008). Lebih lanjut Kusumo (2010) melaporkan bahwa PPK terluar merupakan sumber kekayaan yang belum tergarapkan sekaligus garda terdepan dengan ketahanan dan keamanan negara dengan memanfaatkan potensi yang ada. Oleh karena itu, pengkajian dilakukan terhadap PPK terluar untuk dimanfaatkan sebagai karantina hewan mendukung pengembangan peternakan. Dari PPK terluar di Indonesia, tiga diantaranya dikaji kelayakannya sebagai tempat karantina hewan yaitu Pulau Jemaja, Kepulauan Anambas, Kecamatan Jemaja Timur termasuk wilayah administrasi Provinsi Riau; Pulau Singkil dan Pulau Naduk.

Pulau Jemaja di Kepulauan Anambas memiliki luas wilayah 716.184 ha, jumlah penduduk 2.545 jiwa (545 KK). Secara umum ternak yang tercatat pada tahun 2014 adalah sapi potong dan kambing. Ternak sapi potong yang ada sebanyak 4.032 ekor, sedangkan ternak kambing 193 ekor (Ditjen Pembangunan Daerah Tertinggal 2017), Pulau Singkil mencakup wilayah daratan seluas 185.829,53 ha, 738 ekor sapi potong, 91 ekor kerbau dan 745 ekor kambing (BPS 2013).

Pulau Naduk terletak di Kecamatan Selat Nasik, Kabupaten Belitung dengan luas 2.195 ha, tidak berpenduduk atau belum dihuni dan vegetasi di sepanjang jalan yang dilalui terdiri atas hutan bakau di pinggiran pantai (± 200 m dari garis pantai). Geografis Pulau Naduk berada di cekungan dengan kedalaman hingga 80 cm di atas permukaan laut. Kondisi itu dapat membuat pulau Naduk rawan terendam banjir. Sejak ditentukan dalam UU No. 16 Tahun 1992 yang berisikan tentang karantina hewan, ikan dan tumbuhan, Badan Karantina Pertanian telah melakukan verifikasi terhadap kesiapan Pulau Naduk untuk dijadikan sebagai pulau karantina hewan. Indonesia perlu mempertimbangkan membangun pulau karantina atau pulau peternakan demi mengatasi pasokan daging lokal. Pulau-pulau terluar juga dapat digunakan untuk usaha pembibitan dan penggemukan hewan sehingga Indonesia dapat menjamin kualitas maupun kesehatan hewan ternak lokal (Trisnadi 2015).

Penentuan PPK terluar yang akan digunakan sebagai lokasi karantina hewan harus berdasarkan hasil studi kelayakan dan informasi. Selain itu, syarat yang paling mendasar harus dilakukan surveilans guna memastikan daerah tersebut bukan suatu daerah endemik penyakit menular sehingga daerah tersebut dapat dijamin kesehatan untuk pengembangan ternak. Pemanfaatan hijauan lokal terutama jenis rumput yang ada di ketiga pulau tersebut dapat memberikan peluang untuk menambah populasi ternak yang dikarantina jika



Gambar 1. Contoh tiga pulau-pulau terluar

jumlahnya cukup banyak. Dari segi sosial ekonomi, penggunaan pulau terluar sebagai kawasan karantina harus dapat meningkatkan kesejahteraan penduduk yang ada di pulau tersebut (Inounu 2007).

Pada PPK yang terpilih sebagai lokasi karantina ternak, disamping dapat menjamin keberlangsungan hidup ternak, juga harus dapat menjamin keamanan dari segi penyebaran penyakit pada saat terjadinya wabah penyakit (Inounu et al. 2007). Berkaitan dengan ancaman penyakit, maka perlu sistem surveilans penyakit dan kesehatan kawasan sapi yang mencakup komitmen melaksanakan metodologi baku, adanya personel yang berkualifikasi baik, infrastruktur yang memadai serta didukung oleh dana yang mencukupi. Untuk itu, diperlukan pula tatakelola yang komprehensif dengan kaidah satu kawasan kepulauan dalam satu manajemen *one isle one management plan* (Nugroho 2000). Dari aspek manajemen kesehatan sapi atau hewan lain, kegiatan surveilans merupakan salah satu pendukung dalam penanggulangan penyakit, baik berupa pencegahan, pengendalian dan pemberantasan. Kegiatan surveilans dan monitoring kesehatan sapi yang diterapkan pada PPK akan memiliki manfaat komparatif spesifik yaitu status suatu pulau kecil sebagai perintang alami terhadap peluang penyebaran penyakit sekaligus berperan sebagai pulau karantina atau *screening base* bagi sapi-sapi impor (Inounu et al. 2007).

Mengacu pada UU RI No. 41 Tahun 2014 ini, hanya dua pulau yang prospektif menjadi pulau

karantina dari tiga pulau yang sebelumnya ditetapkan pemerintah. Kedua pulau yaitu Pulau Jemaja dan Pulau Singkil, dinilai layak secara teknis dan ekonomis dilihat dari beberapa aspek yang diperlukan seperti sumber air, ketersediaan sumber pakan, sumber daya manusia, serta fasilitas lain seperti lokasinya dekat wilayah pengembangan ternak, bukan merupakan wilayah pertanian, bebas dari hewan yang dilikar kembali dan luas pulau yang memungkinkan patroli secara efektif, serta surveilans berkelanjutan.

Daya dukung pakan yang ada lebih cocok di PPK terluar untuk karantina adalah pengembangan dengan sistem padang penggembalaan atau penampungan sementara sebelum dipotong manakala harga sapi yang diperoleh jauh lebih murah dibandingkan dengan sapi asal Australia atau daging impor yang belum diketahui dengan jelas aspek aman, sehat, utuh dan halal (ASUH) (Lupoyo 2014).

PENGEMBANGAN TERNAK DI PULAU-PULAU TERLUAR

Dengan mempertimbangkan bahwa Indonesia terdiri dari ribuan pulau besar dan kecil, serta sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal, maka gagasan untuk memanfaatkan PPK untuk menyukseskan agenda pemerintah swasembada daging sapi dapat dikemas dalam suatu format Pulau-Pulau Kecil sebagai Kawasan Pengembangan Sapi Potong (PPK-PSP). Pemanfaatan PPK-PSP akan memiliki

keunggulan komparatif dan keunggulan kompetitif (Budiharta & Purnomo 2007). Perencanaan pembangunan fisik, SDM, kapasitas lahan untuk pengembangan ternak harus dilakukan secara seksama yang didukung oleh studi potensi wilayah dan kesesuaian agroekosistem serta sosial budaya masyarakat setempat, sedangkan yang dibutuhkan sapi adalah pakan dan air dengan kualitas dan kuantitas cukup (Pelitawati 2006).

Kecocokan agroekologi untuk pengembangan ternak secara makro dan mikro di kawasan PPK terluar perlu mendapat perhatian awal. Kemudian, daya dukung lahan, kondisi agroekosistem, sumberdaya alam, ketersediaan teknologi tepatguna, SDM dan dukungan lembaga pemerintah merupakan hal yang memperkuat upaya pengembangan ternak. Ketersediaan hijauan pakan ternak di PPK merupakan tema utama yang menjadi peluang untuk perkembangan ternak. Hijauan merupakan bahan pakan utama dalam kegiatan usaha ternak dimana hampir 80% dari total biaya adalah untuk biaya pakan (Yusdja & Ilham 2004).

Sistem produksi hijauan pakan umumnya tidak dibudidayakan secara khusus untuk dihasilkan dalam kawasan yang luas, sehingga peternak selalu memiliki masalah dengan penyediaan hijauan pakan. Masalah dan kendala dalam pengembangan ternak sebagian besar dihadapi oleh peternak rakyat kecil. Peternak rakyat pada umumnya mempunyai ciri-ciri berupa rendahnya tingkat keterampilan, kecilnya modal usaha, belum sempurnanya cara penggunaan pakan sehingga produksinya rendah, hasil produksi yang berasal dari peternakan masih di bawah hasil produksi dari perusahaan.

Unsur mikro maupun makro dalam pemanfaatan keunggulan secara komparatif dan spesifik di PPK dapat berpengaruh nyata terhadap perkembangan ternak dan secara finansial layak untuk dikembangkan di PPK dengan dukungan agroekosistem yang cukup baik. Komponen mikro dalam pengembangan ternak di PPK terluar adalah perkembangan aspek produksi ternak cukup baik, perkembangan harga dan biaya produksi seimbang, pola usaha yang dilakukan oleh sumber daya di lokasi dan distribusi serta dukungan kelembagaan sangat mendukung dalam perkembangan ekonomi, sosial dan budaya. Sedangkan faktor makro adalah peningkatan nilai ekonomi pada masyarakat, dukungan SDM, investasi, pajak atau pungutan serta kelancaran perdagangan daerah dilindungi oleh undang-undang yang berlaku.

Pengelolaan PPK terluar selama ini belum optimal, karena terkendala oleh (1) Ukuran pulau yang relatif kecil dan lokasi yang terisolir/terpisah dengan pulau induknya (*mainland island*), sehingga penyediaan sarana dan prasarana menjadi mahal; (2) Terbatasnya ketersediaan sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan seperti air tawar, vegetasi, tanah, satwa dan

lain sebagainya; (3) Kesulitan/ketidakmampuan untuk mencapai skala ekonomi yang menguntungkan; (4) Kapasitas kelembagaan pengelola pulau kecil yang rendah; dan (5) Regulasi pemanfaatan pulau-pulau yang belum jelas sehingga terjadi berbagai kegiatan *illegal fishing*, jalur *illegal logging*, *illegal trading* dan *illegal trafficking* (Direktorat Wilayah Pertahanan 2010).

Untuk menanggulangi permasalahan di PPK terluar maka pemerintah menggunakan strategi pertahanan berbasis defensif aktif, mengutamakan upaya kerjasama terkait sengketa wilayah di PPK terluar tanpa tindakan agresif. Strategi tersebut juga berarti bahwa sektor ekonomi diposisikan sebagai salah satu pendukung utama, sehingga segala aktivitas pemerintahan harus mengarah pada kesejahteraan rakyat dan peningkatan ekonomi negara.

Pemanfaatan lahan-lahan suboptimal untuk budidaya tanaman pakan ternak atau dijadikan padang penggembalaan merupakan salah satu opsi yang perlu didukung. Selain itu, pengembangan teknologi untuk mendukung industri pakan ternak berbasis bahan baku lokal perlu lebih diintensifkan, sehingga sasaran yang hendak dicapai dalam peningkatan ketersediaan pakan ternak berbasis bahan baku lokal yang secara ekonomi terjangkau dan menguntungkan bagi peternak lokal/domestik sehingga mampu memenuhi kebutuhan gizi ternak dan juga meningkatkan kesejahteraan peternak (Lakitan 2013).

Daya dukung tanaman pakan

Keanekaragaman jenis hijauan pakan ternak dan ketersediaan pakan ternak merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan perkembangan ternak karena pakan merupakan komponen terbesar dalam biaya produksi usaha peternakan dan berpengaruh langsung terhadap produksi dan kesehatan ternak. Pada umumnya, peternak di pedesaan masih bertumpu pada cara-cara tradisional dengan mengandalkan rumput lapang sebagai sumber utama pakan ternak dengan jumlah sangat terbatas dan kualitas yang rendah. Jumlah peternak di Indonesia yang hanya mengandalkan dari rerumputan liar yang diperoleh dari berbagai tempat sebagai sumber pakan, sebanyak 86,67%. Sedangkan petani-ternak yang sengaja menanam rumput untuk hijauan pakan pada pematang sawah hanya 6,67%. Selain rerumputan liar, para peternak menanam pepohonan yang daunnya disukai ternak (Widarti & Sukaenih 2015).

Sumber pakan yang paling dominan di Pulau Jemaja adalah bahan pakan yang bersumber dari limbah perkebunan dan pertanian antara lain bungkil sawit, lumpur kelapa sawit, pelepah kelapa sawit, jerami padi, jerami jagung, jerami kacang tanah, daun ubijalar, daun singkong, jerami kedelai dan kulit buah

kakao (Sitindaon 2013). Keadaan ini merupakan potensi dan peluang yang sangat baik untuk pengembangan sapi potong di areal lahan perkebunan dengan sistem integrasi, yaitu pemanfaatan rumput alam yang dianggap sebagai gulma bagi tanaman kelapa sawit dan juga pemanfaatan limbah kelapa sawit (misalnya daun tanpa lidi, pelepah, solid, bungkil, serat perasan dan tandan kosong) dapat dijadikan sumber pakan ternak, karena saat ini usaha peternakan menghadapi kendala antara lain ketersediaan pakan murah dan berkualitas secara kontinyu.

Di Pulau Singkil, Provinsi Aceh, sumber pakan berasal dari limbah pertanian. Namun kini ketersediaan lahan sebagai sumber pakan ternak semakin berkurang akibat alih fungsi lahan untuk non-pertanian. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan alternatif adalah salah satu solusi untuk menanggulangi kekurangan pakan ternak. Beberapa limbah pertanian yang digunakan antara lain jerami jagung, jerami kacang kedelai, jerami kacang tanah, jerami padi, jerami kacang hijau dan pucuk ubi jalar (Mariyono & Krishna 2009; Samadi et al. 2010). Usaha ternak yang menerapkan pola-pola tersebut mampu bertahan bahkan saat krisis sekalipun. Perkembangan populasi sapi potong di ketiga pulau tersebut belum sesuai dengan harapan. Penyebabnya adalah masalah sosial budaya penduduk dan masih kurangnya tenaga yang tersedia di perdesaan.

Vegetasi di Kecamatan Jemaja Timur, Kabupaten Anambas, Kepulauan Riau, Aceh Singkil dan Pulau Naduk Bangka Belitung bervariasi (Tabel 1). Jenis tanaman pakan di ketiga PPK terluar menunjukkan bahwa Pulau Jemaja yang berada di Kepulauan Anambas Riau memiliki banyak jenis tanaman pakan yang dapat dimanfaatkan untuk hijauan dibandingkan dengan Pulau Singkil, Aceh, maupun Pulau Naduk, Bangka Belitung. Hal ini menunjukkan bahwa Pulau Jemaja Timur layak untuk dijadikan lokasi pengembangan ternak ruminansia (sapi potong). Di pulau tersebut juga ditemukan padang penggembalaan alam, dengan jenis rumput beragam yang disukai ternak antara lain rumput pahitan (*Paspalum conjugatum*), rumput jampang (*Eleusine indica*), rumput karpet (*Axonopus compressus*), rumput pangola (*Digitaria decumbens*), rumput setaria (*Setaria sphacelata*), rumput lamuran (*Polytrias amuara*), jajahean (*Panicum repens*), rumput teki (*Cyperus rotundus*), rumput padangan (*Chloris gayana*), rumput kakawatan (*Cynodon plectostachyus*) dan rumput bermuda (*Cynodon dactylon*). Jenis-jenis rumput alam ini tumbuh baik di PPK yang terpengaruh oleh air laut. Ibemesin (2010) mengatakan bahwa tanaman rumput *P. conjugatum* mempunyai toleransi salinitas 14%, sedangkan menurut Rumondang et al. (2016) tanaman

P. conjugatum dapat tumbuh pada tanah yang mempunyai kadar Al tinggi yang dapat toksik umumnya bagi tanaman. Selain itu, tanaman *P. conjugatum* dan *Ottlochloa nodosa* dan *Digitaria* sp dapat tumbuh di bawah pohon pinus yang mempunyai intensitas cahaya sekitar 15,43-16,540 lux (Destaranti et al. 2017). Namun, kandungan protein kasar jenis rumput lapang umumnya rendah berkisar antara 6-8% (Widarti & Sukaenih 2015).

Menurut Ugiansky (2010), Uva et al. (2010), Vare & Kukkonen (2005), Cook (2007) dan Mannatje (2017) mengatakan bahwa tanaman seperti *Paspalum* sp, *Digitaria* sp, *Brachiaria* sp, *Cyperus* sp, *Setaria* sp, *O. nodosa* dapat dijumpai pada berbagai tempat tumbuh pada berbagai agroklimate. Seperti ditemukan di lahan pertanian, hutan terbuka, padang rumput, pinggir jalan, hutan lembab, pesisir, tepi rawa, sepanjang anak sungai, sungai tergenang musiman, daerah berpasir, daerah sekitar gurun, daerah kering yang ekstrim dan pinggir pantai. Hal ini jelas menunjukkan bahwa tanaman tersebut mudah tumbuh pada berbagai kondisi yang berbeda.

Pengambilan cuplikan kuadran 1x1 m² dan perhitungan rumus Voisin dengan metode Hall et al. (1964) menggunakan *proper use factor* (PUF) 40% untuk setiap jenis ternak sapi berdasarkan bobot badan diperoleh kapasitas tampung padang penggembalaan pada masing-masing lokasi pengamatan. Hasil rumput di Pulau Jemaja 1,48 kg/m², Pulau Aceh singkil 1,2 kg/m² dan pulau Naduk 0,25 kg/m², dimana bahan kering rumput lapang 35,41% sehingga dapat dihitung untuk Pulau Jemaja dihasilkan 0,52 kg/m² atau 5.200 ton/ha, Aceh Singkil. 0,42 kg/m² atau 4.200 ton/ha dan Pulau Naduk 0,08 kg/m² atau 800 ton/ha. Dengan demikian, untuk kebutuhan ternak lokal dengan bobot badan ukuran kecil 200 kg, ukuran medium bobot badan 300 kg dan ukuran bobot besar 400 kg dapat dilihat pada Tabel 2. Daya tampung ternak per satuan ternak per hektar per tahun masih perlu ditingkatkan melalui introduksi tanaman pakan ternak unggul yang toleran terhadap lahan suboptimal. Prawiradiputra et al. (2012) mengatakan bahwa tanaman pakan ternak yang toleran terhadap lahan suboptimal antara lain rumput *Pennisetum purpureum* cv Afrika dan Hawaii, *Vetiver zizanioides*, star grass, *C. dactylon* (Girinting), *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizhanta*, *Brachiaria decumbens*, *Desmodium decumbens*, *Paspalum dilatatum* (rawa), *Paspalum atratum*, *Setaria splendida*, *Setaria anceps*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* cv Hamil, *Panicum maximum* cv Purple guinea. Tanaman leguminosa antara lain *Gliricidia sepium*, *Indigofera* sp, *Lablab purpureus*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria javanica*, *Calopogonium muconoides*, *Leucaena leucocephala* dan *Sesbania* sp.

Tabel.1. Jenis vegetasi di pulau-pulau kecil terluar untuk mendukung karantina dan pengembangan ternak

Jenis tanaman pakan	Lokasi pengamatan			Keterangan
	Pulau Jemaja	Pulau Singkil	Pulau Naduk	
Rumput				
<i>Paspalum conjugatum</i>	√	√	X	Disukai ternak
<i>Panicum repens</i>	√	√	X	Disukai ternak
<i>Brachiaria</i> sp	√	X	X	Disukai ternak
<i>Digitaria</i> spp	√	X	X	Disukai ternak
<i>Axonopus compressus</i>	√	X	X	Disukai ternak
<i>Andropogon aciculatus</i>	√	X	X	Disukai ternak
<i>Cynodon</i> sp	√	√	√	Disukai ternak
<i>Vetiver</i> sp	√	√	√	Kurang disukai ternak
<i>Imperata cylindrica</i>	√	X	√	Disukai ternak
<i>Leersia hexandra</i>	√	√	√	Kurang disukai ternak
Leguminosa				
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	√	X	X	Disukai ternak
<i>Gliricidia sepium</i>	√	X	X	Disukai ternak
Vegetasi lain				
<i>Cyperus rotundus</i>	√	X	X	Disukai ternak
<i>Cycas rumpii</i>	√	X	X	Tidak disukai
<i>Ochtocharis bomensi</i>	√	√	X	Tidak disukai
<i>Melastoma</i> sp	√	√	X	Tidak disukai
<i>Fimbristylis annua</i>	√	√	√	Tidak Disukai
<i>Casuarina</i> sp	√	X	X	Tidak Disukai
<i>Asytasia genetica</i>	√	√	X	Disukai ternak
<i>Calamus</i> sp	√	X	X	Tidak Disukai
<i>Eleocharis dulcis</i>	X	√	√	Disukai ternak
<i>Rhodomys tustomentosa</i>	√	√	√	Disukai ternak

√: Ada; X: Tidak ada

Sumber: Sutedi et al. (2015)**Tabel 2.** Daya tampung ternak sapi lokal berdasarkan bobot badan di tiga lokasi

Lokasi	Ukuran ternak sapi lokal		
	Ternak ukuran bobot badan 200 kg (anak) (ST/ha)	Ternak ukuran bobot badan 300 kg (muda) (ST/ha)	Ternak ukuran bobot badan 400 kg (dewasa) (ST/ha)
Pulau Jemaja Riau, Jemaja timur	2,40	1,60	1,20
Pulau Aceh Singkil	1,94	1,29	0,97
Pulau Naduk	0,37	0,25	0,18

Sumber: Sutedi et al. (2015)



Paspalum conjugatum



Panicum repens



Digitaria spp



Andropogon aciculatus



Leersia hexandra



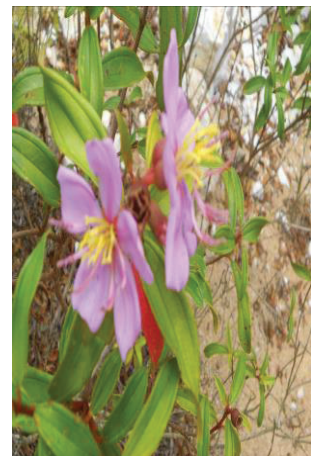
Alysicarpus vaginalis



Gliricidia sepium



Cyperus rotundus



Melastoma sp



Fimbristylis sp



Casuarina sp



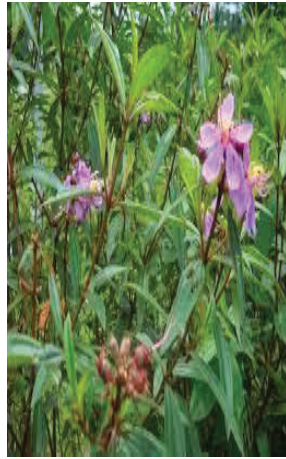
Rhodomyr tustomentosa

Gambar 2. Jenis vegetasi yang dominan di Pulau Jemaja, Kepulauan Anambas

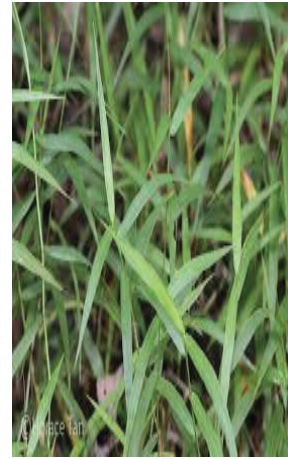
Sumber: Dokumentasi pribadi



Paspalum conjugatum



Melastoma sp



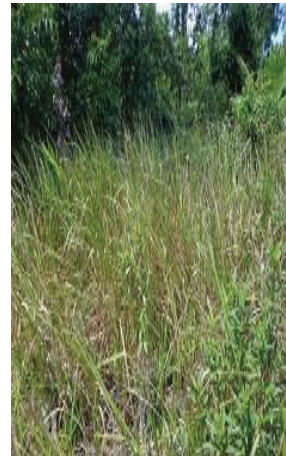
Ottochloa sp

Gambar 3. Jenis vegetasi yang dominan di Kepulauan Singkil, Aceh

Sumber: Dokumentasi pribadi



Vetiver sp



Imperata cylindrica



Eleocharis dulcis



Rhodomyr tustomentosa



Ottochloa nodosa



Ottochloa sp

Gambar 4. Jenis vegetasi yang dominan di Pulau Naduk, Bangka Belitung

Sumber: Dokumentasi pribadi

KESIMPULAN

Pulau-pulau kecil terluar di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai pulau karantina dan pengembangan ternak sapi, terutama untuk pembiakan, baik untuk diusahakan maupun untuk transit ternak sebelum dikirim ke pulau-pulau lainnya. Dari tiga pulau yang dipersiapkan untuk menjadi lokasi pengembangan peternakan di pulau-pulau kecil atau sebagai pulau karantina, hanya dua pulau yang layak yakni Pulau Jemaja dan Pulau Singkil, dilihat dari kriteria ketersediaan SDA (air tawar dan ketersediaan sumber pakan), bebas penyakit menular, ketersediaan sumber daya alam, ketersediaan akses pasar dan transportasi darat, laut serta udara. Ketersediaan hijauan pakan ternak di pulau-pulau kecil tersebut dapat meningkatkan populasi ternak sapi yang ada di peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaqi R. 2006. Analisis keberadaan 92 pulau-pulau terluar di Indonesia dalam mendukung Pengembangan konsep tol laut. *J Pendidikan Geografi*. 16:184-197.
- BPS. 2013. Jumlah rumah tangga usaha peternakan di Provinsi Aceh. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.
- Budiharta S, Purnomo PD. 2007. Keunggulan komparatif pemanfaatan pulau-pulau kecil dalam surveillance dan monitoring kesehatan hewan. Dalam: Workshop Pemanfaatan Pulau-Pulau Kecil untuk Pengembangan Usaha Ternak Sapi Potong. Bogor, 11 September 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Cook BG. 2007. Setaria NSW Deptment of Primary Industries - Setaria Agnote DPI-293. Pasture Australia. A collaboration between AWI, GRDC, MLA, RIRDC and Dairy Australia [Internet]. Available from: <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/index.htm>
- Destaranti, Sulistyani N, Yani E. 2017. Struktur dan vegetasi tumbuhan bawah pada tegakan pinus di RPH Kalirajut dan RPH Baturaden Banyumas. *Scripta Biol*. 4:155-160.
- Direktorat Wilayah Pertahanan. 2010. Optimalisasi pengelolaan 12 pulau-pulau kecil terluar yang berbatasan dengan negara tetangga guna memperkuat batas maritim NKRI. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertahanan.
- Ditjen Pembangunan Daerah Tertinggal. 2017. Potensi daerah tertinggal di Kabupaten Aceh Singkil. Direktorat Jenderal Pembangunan Daerah Tertinggal [Internet]. [cited 1 January 2018]. Available from: <http://ditjenpdt.kemendesa.go.id/potensi/district/6-kabupaten-aceh-singkil>
- Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. 2004. Kebijakan dan strategi nasional pengelolaan pulau-pulau kecil. Mawardi I, Retraubun AS, penyunting. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Fauzi A. 2003. Penilaian potensi ekonomi sumberdaya pulau-pulau kecil. Denpasar (Indonesia): Seminar Potensi Investasi Pulau-Pulau Kecil.
- Hall EAA, Specht RI, Eardly. 1964. Regeneration of the vegetaion on koonamore vegetation reserve 1926-1962. *Aust J Bot*. 12:205-264.
- Ibemesin RI. 2010. Effect of sallinity and wytych farm crud oil on *Paspalum conjugatum bergius* (sour grass). *J Biol Sci*. 10:122-130.
- Inounu I. 2007. Pemanfaatan pulau-pulau kecil untuk pengembangan usaha ternak sapi potong. Dalam: Workshop Pemanfaatan Pulau-Pulau Kecil untuk Pengembangan Usaha Ternak Sapi Potong. Bogor, 11 September 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Inounu I, Martindah E, Saptati RA, Priyanti A. 2007. Potensi ekosistem pulau-pulau kecil dan terluar untuk pengembangan usaha sapi potong. *Wartazoa*. 17:156-164.
- Jaelani LM. 2004. Pulau-pulau terluar. Dalam: Pertemuan Ilmiah Tahunan I. Surabaya, 13 Oktober 2004. Surabaya (Indonesia): Teknik Geodesi, ITS: hlm. 58-63.
- Kusumo ATS. 2010. Optimalisasi pengelolaan dan pemberdayaan pulau-pulau terluar dalam rangka mempertahankan keutuhan Negara Kesatuan Republik Indonesia. *J Dinamika Hukum*. 10:328-337.
- Lakitan B. 2013. Kebijakan sistem inovasi dalam membangun pusat unggulan peternakan. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Forum Komunikasi Industri Peternakan. Bogor, 13-19 September 2013. Bogor (Indonesia): Pusat Penelitian Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Lupoyo MAL. 2014. Analisis kualitas daging sapi berdasarkan standar ASUH (Aman, sehat, utuh, halal) pada tempat pemotongan hewan di Kota Gorontalo Tahun 2013 [Tesis]. [Gorontalo (Indonesia)]: Universitas Negeri Gorontalo.
- Mannatje LT. 2017. *Ottochloa nodosa*. FAO [Internet]. [cited 1 January 2018]. Available from: <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gbase/data/pf000491.htm>
- Mariyono, Krishna NH. 2009. Pemanfaatann dan keterbatasan hasil ikutan pertanian serta strategi pemberian pakan berbasis limbah pertanian untuk sapi potong. *Wartazoa*. 19:31-42.
- Nugroho SP. 2000. Strategi pengembangan sumber daya air di pulau-pulau kecil secara optimal dan berkelanjutan. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Ekosistem Pantai dan Pulau-Pulau Kecil dalam Konteks Negara Kepulauan. Yogyakarta (Indonesia): Universitas Gadjah Mada. hlm. 171-175.

- Pelitawati S. 2006. Analisis potensi sumberdaya lahan untuk pengembangan sapi potong di Kabupaten Bangka [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Prawiradiputra BR, Sutedi E, Sajimin, Fanindi A. 2012. Hijauan pakan ternak untuk lahan sub-optimal. Jakarta (Indonesia): IAARD Press.
- Rumondang J, Setiadi Y, Hilwan I. 2016. Uji adaptabilitas *Paspalum conjugatum* Berg, *Setaria splendida* stapf, dan *Vetiveria zizanoides* (L) Nash, pada toksisitas almunium. J Silvikultur Trop. 7:211-216.
- Samadi, Usman Y, Delima M. 2010. Kajian potensi limbah pertanian sebagai pakan ternak ruminansia di Kabupaten Aceh Besar. Agripet. 10:644.
- Siregar CN. 2008. Analisis potensi daerah pulau-pulau terpencil dalam rangka meningkatkan ketahanan, keamanan nasional, dan keutuhan wilayah NKRI di Nunukan, Kalimantan Timur. J Sosioteknologi. 13:345-368.
- Sitindaon SH. 2013. Inventarisasi potensi bahan pakan ternak ruminansia di Provinsi Riau. J Peternakan. 10:18-23.
- Sutedi E, Talaohu SA, Herdiawan I, Handiwirawan E, Suratman, Affandhy I, Nasution SH. 2015. Daya dukung tanaman pakan ternak adaftif di pulau-pulau terluar wilayah Indonesia bagian Barat. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. (*unpublished*)
- Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Affandhy L, Herdiawan I, Sutedi E, Suratman, Talaohu SA, Nasution SH, Mulyana A, Herindra LD. 2016. Identifikasi pulau-pulau kecil sebagai pulau karantina atau pulau untuk budidaya sapi potong di Provinsi Kepulauan Riau. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Tim Redaksi. 2004. Pulau-pulau terluar Indonesia. Jakarta (Indonesia): Buletin Dishidros TNIAL Edisi 1/III.
- Trisnadi G. 2015. Pulau karantina (sapi) pilhan atau keharusan. Membangun kesehatan hewan untuk kesehatan manusia [Internet]. [disitasi 1 Januari 2018]. Tersedia dari: <https://karyadrh.blogspot.co.id/2015/01/pulau-karantina-sapi-pilihan-atau.html>
- Ugiansky R. 2010. Plant guide for Florida paspalum (*Paspalum floridanum*). Beltsville (US): USDA NRCS National Plant Materials Center.
- Uva R, Neal J, Tomaso JD. 2010. Grass and grass-like weeds. Georgia Turf [Internet]. Available from: <http://caes2.caes.uga.edu/commodities/turfgrass/georgiaturf/WeedMngt/GrassWeed.html>
- Vare H, Kukkonen I. 2005. Seven new species of *Cyperus* (*Cyperaceae*) section *Arrenarri* and one new combination and typication. Ann Bot Fenn. 42:473-483.
- Widarti A, Sukaenih. 2015. Keragaman jenis pakan ternak dan ketersediaannya di wilayah sekitar Taman Nasional Gunung Halimun Salak. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 1:1565-1569.
- Yusdja Y, Ilham N. 2004. Tinjauan kebijakan pengembangan agribisnis sapi potong. J Analisis Kebijakan Pertanian. 2:167-182.

***Giardia intestinalis* assemblage E sebagai Zoonosis Baru pada Ternak**

(*Giardia intestinalis* assemblage E as an Emerging Zoonosis in Livestock)

April H Wardhana

Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. RE Martadinata No. 30, Bogor 16114
wardhana24id@yahoo.com

(Diterima 2 November 2017 – Direvisi 13 November 2017 – Disetujui 24 November 2017)

ABSTRACT

Giardia intestinalis is a gastrointestinal parasite causing giardiasis that infects animals and humans. Giardiasis generates diarrhea, malabsorption, decreased body weight and milk production, dehydration, and mortality especially in young animals. This paper describes *G. intestinalis* assemblage E in humans and livestock, including molecular identification and disease distribution. The incidence of giardiasis in humans and livestock has been reported in some countries, particularly in young host living under poor sanitation and hygiene. Based on genotype, the parasite is divided into eight assemblages (A-H) and some infect specific hosts. At the moment, assemblage E is known as genotype that infects animal. This statement is controversial since assemblage E was also detected in humans who contacted with animals. This condition assumes that assemblage E is an emerging zoonosis that needs special attention.

Key words: *Giardia intestinalis*, livestock, humans, zoonotic, assemblage E

ABSTRAK

Giardia intestinalis adalah parasit saluran pencernaan penyebab giardiasis yang menginfeksi berbagai jenis hewan dan manusia yang mengakibatkan diare cair, malabsorpsi, penurunan bobot badan, penurunan produksi susu, dehidrasi dan dapat berakhir kematian, terutama pada ternak muda. Makalah ini menguraikan tentang *G. intestinalis* assemblage E pada manusia dan ternak termasuk hasil identifikasi secara molekuler dan penyebarannya. Kejadian giardiasis pada manusia dan ternak telah dilaporkan di beberapa negara, terutama menginfeksi inang muda yang hidup di lingkungan dengan tingkat sanitasi serta higienitas yang rendah. Berdasarkan genotipe, parasit ini terbagi menjadi delapan assemblage (A-H) dan beberapa diantaranya hanya menginfeksi jenis inang tertentu. Sampai saat ini, assemblage E diketahui sebagai genotipe yang menginfeksi ternak. Pendapat ini menjadi kontroversial karena terdeteksinya assemblage E pada manusia yang kontak dengan hewan. Kondisi ini memunculkan anggapan bahwa assemblage E berpotensi sebagai zoonosis baru yang perlu mendapat perhatian khusus.

Kata kunci: *Giardia intestinalis*, ternak, manusia, zoonosis, assemblage E

PENDAHULUAN

Giardia adalah genus protozoa berflagela yang mampu menginfeksi saluran pencernaan semua kelas vertebrata dan bersifat non-invasif. Parasit ini memiliki siklus hidup dan metabolisme yang sederhana sehingga dapat berkembang cepat dalam tubuh inang dan menginfeksi inang walaupun hanya dengan 10 kista per oral (Rodríguez-Morales et al. 2017). Daya tahan hidup *Giardia* tergantung pada nutrisi inang seperti purin, pirimidin, sistein dan kolesterol. *Giardia* berkembang biak di dalam tubuh inang secara aseksual, pada permukaan saluran pencernaan dengan merusak vili-vili usus, mengakibatkan diare cair yang bersifat akut atau kronis, malabsorpsi, penurunan bobot badan, penurunan produksi susu, dehidrasi dan dapat berakhir kematian, terutama pada ternak muda (Einarsson et al. 2016).

Protozoa *Giardia* pertama kali ditemukan oleh Van Leeuwenhoek dalam bentuk tropozoit pada tahun 1681 (Abdel-Moein & Saeed 2016). *Giardia* dikenal sebagai parasit patogen baru sekitar tahun 70an setelah terjadinya wabah diare di beberapa negara. Umumnya parasit ini banyak mengkontaminasi air terutama apabila tingkat sanitasi rendah (Escobedo et al. 2015). *Giardia* juga menyerang binatang liar (Reboredo-Fernández et al. 2017), anjing (Arroyo-Salgado et al. 2013), sapi (Fayer et al. 2012), kuda (Santín et al. 2013), kambing dan domba (Wang et al. 2016; Eligio-García et al. 2017).

Melalui teknologi molekuler, *Giardia intestinalis* dapat dipetakan hingga ke tingkat genotipe (assemblage). Eligio-García et al. (2017) melaporkan adanya delapan assemblage *G. intestinalis* (assemblage A-H) dalam suatu populasi. Assemblage A dan B umumnya menyerang manusia dan bersifat zoonosis,

serta ditemukan sekitar lebih dari 99% kasus giardiasis pada manusia (Ryan & Cacciò 2013). Menurut O'Handley (2002) ternak sapi, terutama pedet merupakan sumber penularan giardiasis yang signifikan terkait dengan genotipe zoonosis (*assemblage* A dan B). Beberapa *assemblage* lain dilaporkan hanya terbatas menginfeksi hewan-hewan tertentu, namun *assemblage* E yang selama ini diyakini hanya menginfeksi ternak sapi, kambing, domba, babi dan kerbau (Ankarklev et al. 2010), ternyata ditemukan pula pada beberapa kasus diare pada manusia. Makalah ini mejabarkan tentang parasit *G. intestinalis* pada ternak termasuk identifikasi secara molekuler, distribusi penyakit pada ternak dan manusia, serta potensinya sebagai zoonosis baru yang perlu diwaspadai.

MORFOLOGI DAN PATOGENESIS *Giardia intestinalis*

Berdasarkan morfologi, terdapat enam spesies *Giardia*, beberapa diantaranya hanya menginfeksi hewan tertentu, antara lain *Giardia agilis* pada hewan amfibi, *Giardia ardeae* dan *Giardia psittaci* pada hewan burung, *Giardia muris* dan *Giardia microti* pada hewan pengerat dan *G. intestinalis* yang menyerang hampir seluruh hewan mamalia dan satu-satunya spesies yang menginfeksi manusia (Sulaiman et al. 2003; Thompson 2004). Berdasarkan studi fenotipik and genetik, parasit ini dibagi menjadi sebelas spesies (Thompson & Monis 2004; Foronda et al. 2008). *G. intestinalis* memiliki beberapa sinonim antara lain *Giardia lamblia*, *Giardia duodenalis* atau *Lamblia intestinalis* (Reboredo-Fernández et al. 2017).

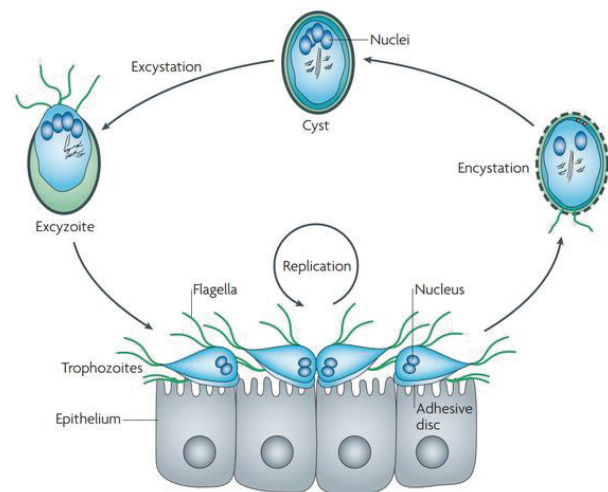
Morfologi *G. intestinalis* dibagi menjadi dua, yaitu stadium trophozoit dan kista. Stadium trophozoit sangat peka terhadap lingkungan luar dan mudah mati, sebaliknya stadium kista mampu hidup berminggu-minggu hingga berbulan-bulan pada kondisi lingkungan darat dan air. Kista juga tahan terhadap bahan kimia seperti klorin dan tahan pada air panas dan air dingin. Oleh sebab itu, kista merupakan stadium infeksi dalam rantai penularan giardiasis baik pada manusia maupun hewan (Patton 2016). Morfologi stadium trophozoit sangat khas, berbentuk bilateral simetris seperti buah jambu monyet yang membulat pada bagian anterior dan meruncing di bagian posterior. Panjang trophozoit berkisar 10-20 mikron dengan diameter sekitar 7-10 mikron (Ivanov 2010), permukaan cembung (konveks) pada bagian dorsal dan pipih dibagian ventral.

Trophozoit *G. intestinalis* memiliki sepasang inti yang terletak di bagian anterior, berbentuk oval dengan kariosom di tengah atau butir-butir kromatin di daerah plasma. Bagian ventral terdapat batil isap berbentuk seperti cakram cekung dan berfungsi untuk melekatkan

diri pada permukaan sel-sel epitel saluran pencernaan inang. Trophozoit juga dilengkapi dengan parabasal, yaitu dua bagian batang yang agak melengkung dan melintang dibagian posterior batil isap. Parasit ini tidak memiliki mitokondria, *peroxisome*, *hydrogenisomes* atau organel selular lainnya yang umumnya digunakan dalam metabolisme energi. Trophozoit bergerak dengan menggunakan delapan flagela (Gandahusada et al. 2006; Maulanisa 2009).

Morfologi stadium kista *G. intestinalis* lebih sederhana dibandingkan dengan trophozoit, yaitu berbentuk oval dengan ukuran panjang 8-12 mikron dengan lebar 7-10 mikron serta memiliki dinding relatif tipis tetapi sangat kuat. Sitoplasma kista terlihat seperti butiran halus dilengkapi dengan dua inti jika masih muda dan menjadi empat inti apabila telah dewasa dan inti-inti tersebut terletak di salah satu kutub kista (Maulanisa 2009; Ivanov 2010). Infeksi *G. intestinalis* pada inang dapat melalui air, makanan atau secara langsung melalui fekal-oral (Herbowo 2003; Winkworth et al. 2008). *Giardia intestinalis* hidup dalam usus kecil (duodenum dan bagian proksimal jejunum), serta sebagian kecil hidup di saluran dan kandung empedu (Faubert 2000).

Secara singkat, siklus hidup *G. intestinalis* dan mekanisme pembelahan parasit ini setelah termakan oleh inang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidup *G. intestinalis* pada saluran pencernaan inang pasca-tertelannya kista parasit ini

Sumber: Ankarklev et al. (2010)

Siklus hidup *G. intestinalis* dimulai saat kista dewasa (berisi empat inti) termakan oleh inang, terjadi proses ekskistasi (*excystation*) di duodenum (keluarnya parasit motil menjadi dua trophozoit). Ekskistasi terjadi setelah kista terpapar oleh asam lambung dan enzim pankreas ketika melewati lambung dan usus halus,

kemudian sitoplasma membelah dan flagela tumbuh dari bagian aksonema sehingga terbentuklah dua trophozoit. Selanjutnya, trophozoit bergerak cepat di antara vili-vili usus dan dengan batil isapnya, trophozoit akan melekat pada epitel usus yang menyebabkan vili usus rusak sehingga mengganggu penyerapan (absorpsi). Multiplikasi trophozoit (terbelah secara longitudinal) akan menghasilkan selaput pembatas (sawar) antara sel epitel usus dengan lumen usus, yang mengakibatkan terjadinya malabsorpsi parah. Lebih lanjut *G. intestinalis* mampu menghisap asam empedu sehingga mengurangi jumlah asam empedu dan memperburuk kejadian malabsorpsi (Maulanisa 2009; Ankarklev et al. 2010).

Trophozoit yang tidak melekat pada mukosa usus akan mengikuti pergerakan peristaltik menuju usus besar dan kemudian terjadi proses enkistasi (*encystation*) dalam perjalanan ke kolon yang diinduksi oleh pejian terhadap empedu dan peningkatan pH. Setelah enkistasi, kista bercampur dengan feses dan dikeluarkan dari tubuh (Ankarklev et al. 2010).

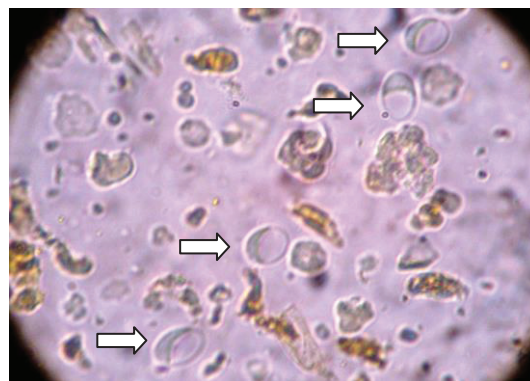
GEJALA KLINIS DAN DIAGNOSIS

Ternak yang terinfeksi giardiasis menunjukkan manifestasi klinis berupa diare cair disertai lendir baik bersifat akut maupun kronik. Penegakan diagnosis giardiasis adalah ditemukannya stadium trophozoit di dalam feses encer dan cairan duodenum, termasuk ditemukannya stadium kista dalam feses padat (Herbowo 2003). Meskipun perlekatan *G. intestinalis* pada sel epitel usus halus tidak menimbulkan gejala klinis, tetapi menyebabkan iritasi saluran pencernaan. Perubahan histopatologi yang terjadi pada mukosa saluran pencernaan adalah terjadinya atrofi vili-vili usus, kerusakan eritrosit dan hiperplasia kript (Faubert 2000; Maulanisa 2009).

Metode diagnosis giardiasis yang banyak digunakan adalah metode konvensional uji apung dengan zink sulfat dan diamati di bawah mikroskop (Zajac et al. 2002). Rajurkar et al. (2012) mengembangkan metode sederhana untuk deteksi stadium trophozoit, yaitu menggunakan pewarnaan larutan *methylene blue* 1%. Matsubayashi et al. (2005) menggunakan metode apung dengan gula untuk deteksi stadium kista dari feses, sedangkan Wang et al. (2017) menggunakan pewarnaan *Lugol's iodine*. Pemeriksaan sederhana dengan metode apung gula sangat efektif untuk membedakan *Giardia* spp dengan parasit yang lain. Sampel yang positif menunjukkan bentuk bulan sabit didalam lingkaran dan berwarna hijau (Gambar 2).

Penggunaan teknik *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) untuk penegakan diagnosis giardiasis jarang dipakai terutama berbasis IgG anti-*Giardia*. Hal ini disebabkan konsentrasi antibodi cenderung

meningkat pada daerah endemik sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan diagnosis (Herbowo 2003), namun teknik ELISA berbasis IgM anti-*Giardia* sering dilakukan. Teknik deteksi *immunofluorescent assay test* (IFAT) lebih sensitif untuk mendeteksi kista *G. intestinalis* yang dikeluarkan bersama feses, namun tidak mampu membedakan spesies dan genotipe karena morfologinya yang hampir sama (O'Handley 2002).

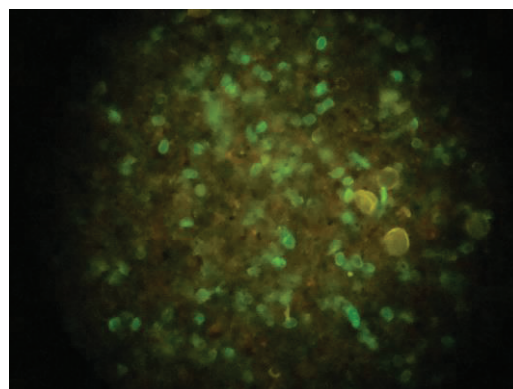


Sampel positif *G. intestinalis* akan menunjukkan bentuk bulan sabit di dalam lingkaran berwarna hijau (tanda panah-pembesaran 400 kali); Kista diisolasi dari feses sapi di daerah Tangerang

Gambar 2. Kista *G. intestinalis* dengan pemeriksaan metode apung gula

Sumber: Dokumentasi pribadi

Sampel positif kista *Giardia* yang diuji dengan IFAT akan memancarkan warna hijau (Gambar 3). Teknik *flow cytometry* dapat juga digunakan untuk mendeteksi kista *Giardia* dengan pewarnaan *immunofluorescent* tetapi belum memberikan hasil yang optimal (Koehler et al. 2014).



Kista diisolasi dari feses sapi di daerah Tangerang

Gambar 3. Kista *G. intestinalis* memancarkan warna hijau pada sampel yang positif

Sumber: Dokumentasi pribadi

Teknik *polymerase chain reaction* (PCR) memiliki sensitivitas dan spesifitas yang tinggi, cepat dan akurat untuk mendeteksi *Giardia* spp pada sampel alam dalam jumlah banyak dan mampu membedakan genotipe *Giardia* spp serta melacak sumber kontaminasi (Thompson 2004). Shin et al. (2016) menggunakan teknik *multiplex-touchdown* PCR untuk mendeteksi *G. intestinalis* dan beberapa protozoa gastrointestinal lainnya seperti *Cryptosporidium parvum* dan *Cyclospora cayentanensis* menggunakan primer dari gen spesifik, yaitu *cryptosporidium oocyst wall protein* (cwop), *glutamate dehydrogenase* (gdh) dan 18S ribosomal RNA (18S rRNA).

Beberapa primer telah digunakan untuk mendeteksi parasit ini antara lain *small sub unit* (SSU) rDNA, β -Giardin, *triose phosphate isomerase* (tpi), gdh (Foronda et al. 2008; Almeida et al. 2010; Yang et al. 2014). Ramírez et al. (2015) membandingkan beberapa jenis primer DNA untuk mendeteksi *Giardia* dari feses dan primer SSU rDNA lebih sensitif dibandingkan dengan primer lainnya. Metode molekular lain (qPCR) juga dilaporkan mampu meningkatkan deteksi sampel yang positif antara 5,8-31,5% (Mejia et al. 2013).

PENCEGAHAN DAN PENGOBATAN

Pencegahan giardiasis pada ternak masih belum efektif, langkah pencegahan pada anjing dan kucing dapat dilakukan melalui pemberian vaksinasi ekstrak trophozoit (Olson et al. 2000). Infeksi *Giardia* mampu menstimulasi kekebalan humoral, tetapi antibodi yang dihasilkan hanya berlangsung beberapa bulan saja. Pengamatan yang dilakukan pada pedet setelah 100 hari pascainfeksi *Giardia* menunjukkan bahwa antibodi yang dihasilkan tidak protektif (O'Handley et al. 2003).

Pengobatan giardiasis dapat dilakukan dengan pemberian preparat benzimidazoles yang mampu mengeliminasi infeksi *G. intestinalis* pada pedet (Ivanov 2010). Pengobatan pada pedet dengan fenbendazole menunjukkan adanya perbaikan *microvilli* mukosa usus pada hari ketujuh pasca-pengobatan (O'Handley et al. 2001). Pengobatan giardiasis pada anjing dan kucing yang terinfeksi *Giardia* dengan benzimidazoles, seperti fenbendazole dilaporkan efektif (Ivanov 2010).

GENOTIPE *Giardia* spp

Genotipe *G. intestinalis* di dunia dikelompokkan menjadi delapan kluster atau lebih yang dikenal dengan sebutan *assemblage*, yaitu *assemblage* A dan B yang bersifat zoonosis dan banyak menginfeksi hewan domestik atau hewan liar dan manusia. *Assemblage* C dan D terbatas menginfeksi anjing, *assemblage* E menginfeksi ternak, *assemblage* F menginfeksi kucing,

assemblage G menginfeksi tikus dan *assemblage* H hanya menginfeksi mamalia laut (Caccio 2015; Hassanien & Mahmoud 2017). Genotipe-genotipe tersebut tidak berkorelasi positif dengan struktur distribusi *Giardia* spp secara geografis, namun memiliki hubungan yang erat dengan faktor epidemiologi sosial ekonomi. Berbagai studi melaporkan bahwa kasus giardiasis umumnya banyak ditemukan di daerah perdesaan dengan tingkat sanitasi dan higienitas yang rendah (Hassanien & Mahmoud 2017; Sinambela et al. 2017).

Assemblage G. intestinalis memiliki *sub-assemblage* atau dikenal juga sebagai subgrup. *Assemblage* A dibagi menjadi empat *sub-assemblage*, yaitu AI, AII, AIII dan AIV. *Sub-assemblage* AI dan AII umumnya ditemukan pada manusia, sedangkan sub-AI, AIII dan AIV ditemukan pada hewan dan diantara *sub-assemblage* tersebut, hanya AI yang bersifat zoonosis. *Sub-assemblage* AIII banyak dideteksi pada hewan liar berkuku.

Assemblage B terbagi menjadi empat *sub-assemblage*, yaitu BI, BII, BIII dan BIV. *Sub-assemblage* BIII dan BIV diketahui hanya menginfeksi manusia, sedangkan *sub-assemblage* BI dan BII menginfeksi hewan. Hanya *sub-assemblage* BIII yang dilaporkan sebagai *sub-assemblage* yang bersifat zoonosis (Hooshyar et al. 2017).

GIARDIA PADA HEWAN

Angka prevalensi giardiasis pada berbagai hewan adalah sebagai berikut kucing dan anjing 0,44-39%, ruminansia kecil 1-53%, sapi 9-73%, babi 1-38% dan kuda 0,5-20% (Patton 2016). Kejadian giardiasis pada pedet atau hewan muda dilaporkan lebih tinggi dan dapat mencapai 100%. Umumnya *G. intestinalis* dapat dideteksi pada pedet umur 3-4 minggu (O'Handley et al. 2003; Becher et al. 2004; Geurden et al. 2012). Penularan penyakit pada sekumpulan ternak di lokasi sangat cepat, kematian pedet semakin tinggi pada beberapa kasus apabila terjadi infeksi campuran antara *G. intestinalis* dan *Cryptosporidium parvum* (Matsuura et al. 2017).

Wang et al. (2017) melaporkan bahwa Yak (sejenis sapi) di Tibet merupakan inang yang sangat sesuai untuk perkembangbiakan *G. intestinalis assemblage* E. Kejadian giardiasis pada anjing, kucing dan kuda dilaporkan oleh Feng & Xiao (2011), sementara itu Matsubayashi et al. (2005) juga melaporkan bahwa 89 spesies hewan di salah satu kebun binatang di Jepang yang di uji dengan *immunofluorescent assay test* (IFAT) menunjukkan itik Mandarin (*Aix galericulata*) dan unggas *ruby shelducks* (*Tadorna ferruginea*) positif terinfeksi *Giardia* spp.

Giardiasis dilaporkan juga pada peternakan sapi perah baru dengan sistem pemeliharaan intensif di New

Zealand (Winkworth et al. 2008). Sebanyak 40 isolat *Giardia* telah berhasil diisolasi dari pedet dan 30 isolat dari manusia. Hasil analisis genetik dengan marka β -giardin menunjukkan bahwa hanya *assemblage A* dan *B* yang ditemukan pada manusia dan pedet, sehingga diasumsikan bahwa pedet diduga berperan sebagai reservoir *G. intestinalis* untuk penularan ke peternak di daerah tersebut, walaupun tidak terdeteksi adanya *assemblage E*.

Studi giardiasis yang cukup intensif dilaporkan oleh Geurden et al. (2012) yang menguji 2.072 peternakan di empat negara Eropa dengan uji ELISA antibodi monoklonal dan analisis genotipe. Sekitar 89,9% peternakan dinyatakan terinfeksi *G. intestinalis* dan dari 2.072 sampel yang diperiksa, 942 diantaranya positif giardiasis terutama pada ternak berumur di bawah delapan minggu. Berdasarkan uji genotipe, *assemblage E* merupakan infeksi yang dominan pada ternak tersebut. Sekitar 32% sampel yang positif merupakan campuran antara *assemblage A* dan *E*. Menurut Castro-Hermida et al. (2015) bahwa *assemblage E* paling sering ditemukan di permukaan air yang diikuti oleh *assemblage A* sehingga ternak berpotensi untuk terinfeksi dua jenis *assemblage* tersebut melalui air.

Giardiasis dilaporkan juga menyerang hewan liar. Reboredo-Fernández et al. (2017) berhasil mengisolasi *G. intestinalis* dari hewan liar kadal di Spanyol. Sebanyak 16,1% (5/31) kadal liar menunjukkan hasil positif terinfeksi *G. intestinalis* pada feses. Hasil genotipe, terdeteksi tiga *assemblage*, yaitu dua sampel golongan *assemblage A* subtipe 2, dua sampel golongan *assemblage B* dan satu sampel golongan *assemblage E* yang biasanya terdapat pada ternak. Hasil ini mengindikasikan bahwa lingkungan tersebut telah terkontaminasi oleh kista *Giardia* spp sehingga parasit termakan oleh hewan liar. Laporan Ras-Norynska & Sokol (2015) juga menyatakan bahwa *Giardia* spp berhasil diisolasi dari 76 kadal, 15 kura-kura dan 10 ular. Hewan reptil yang terinfeksi *G. intestinalis* diduga karena memakan lalat atau insekta lain (vektor mekanik) (Coon et al. 2007; Zhao et al. 2014).

GIARDIA PADA MANUSIA

Giardiasis pada manusia sebagai salah satu penyakit diare nonviral penting yang telah menginfeksi 280 juta orang di dunia dengan kejadian 500.000 kasus per tahun (Ivanov 2010; Halliez & Buret 2013; Ryan & Cacciò 2013). Stadium kista *G. intestinalis* merupakan stadium yang infeksiif dan mampu bertahan berbulan-bulan di lingkungan darat, air dan tahan terhadap desinfektan klorin Rodríguez-Morales et al. (2017). Badan Kesehatan Dunia (*World Health Organization/WHO*) memasukkan giardiasis ke dalam golongan

penyakit *Neglected Diseases Initiative* pada tahun 2004 karena sifatnya yang mudah menular, bersifat patogen dan memiliki dampak sosial ekonomi yang luas (Savioli et al. 2006; Rodríguez-Morales et al. 2017).

Kasus giardiasis yang menyerang peternak sapi perah di India dilaporkan oleh Khan et al. (2011) berdasarkan hasil pengujian parasitologi, ELISA dan PCR dengan primer β -giardin. Hasil uji menunjukkan 27,4% (14/51) peternak sapi perah positif terinfeksi *G. intestinalis assemblage A* dan *B*. Beberapa pedet sapi perah yang belum dan sudah masa sapih juga menunjukkan hasil yang positif terhadap *G. intestinalis assemblage A* dan *E*. Studi ini membuktikan adanya penularan *G. intestinalis assemblage A* pada manusia ke ternak atau sebaliknya. *Assemblage A* adalah salah satu genotipe yang tersebar luas di berbagai jenis hewan, termasuk ternak (Fantinatti et al. 2016).

Penelitian di Bangladesh telah menginvestigasi kasus giardiasis pada 623 pedet dan 125 anak kandang dengan prevalensi 22 dan 11,2% masing-masing, dengan rata-rata jumlah kista *G. intestinalis* yang cukup tinggi per gram feses (Ehsan et al. 2015). Studi ini juga melakukan pengujian pada 24 sumber air yang digunakan oleh penduduk di daerah tersebut dan hasilnya menunjukkan bahwa 58,33% (14/24) sumber air terkontaminasi oleh kista *G. intestinalis*.

Kasus giardiasis pada manusia banyak didominasi oleh balita dan anak-anak. Studi giardiasis pada balita di Jatinegara, Jakarta yang dilakukan oleh Maulanisa (2009) pada 489 balita menunjukkan bahwa 19 (3,9%) balita terinfeksi *G. intestinalis* dan 41 (8,3%) balita menderita infeksi campuran antara *Blastocystis hominis* dan *G. intestinalis*. Kendati demikian, kejadian giardiasis maupun infeksi campuran ini tidak memiliki korelasi yang positif dengan kejadian diare yang menyerang balita di daerah Jatinegara.

Kejadian giardiasis di Mesir dilaporkan oleh Foronda et al. (2008) berdasarkan analisis PCR dengan marka genetik tpi. Hasil menunjukkan sekitar 34,6% (18/52) orang dewasa positif giardiasis dari tiga *assemblage*, yaitu *A* (5%), *B* (80%) dan *E* (15%). Penemuan *assemblage E* pada feses peternak tersebut merupakan laporan pertama di Mesir. Lebih lanjut, Foronda et al. (2008) juga merangkum prevalensi giardiasis pada manusia di beberapa negara berdasarkan hasil pengujian secara morfologis, yaitu Maroko 11,7%, Sierra Leone 29%, Afrika Selatan 17,3%, Albania 23-47% dan Amerika sekitar 20%. Prevalensi giardiasis ini diduga akan lebih tinggi jika hasil uji tersebut dikonfirmasi dengan analisis molekuler.

Hasil studi prevalensi giardiasis pada pasien di Rumah Sakit Al-Diwanyia, Iraq dimana di daerah tersebut terdapat kasus giardiasis pada peternak sapi menunjukkan 54% pasien positif giardiasis dengan presentase tertinggi ditemukan pada pasien umur 2-4 tahun (Al-Difaie 2016). Prevalensi giardiasis pada sapi

di daerah tersebut mencapai 70% dengan kasus terbanyak pada pedet umur kurang dari enam bulan. Hasil analisis molekuler, genotipe isolat *G. intestinalis* pada manusia dan sapi termasuk dalam *assemblage* A dan B. Studi genotipe oleh Rayani et al. (2017) pada pasien di salah satu rumah sakit di Iran, terisolasi 40 isolat *G. intestinalis* dari feses pasien yang mengalami gangguan pencernaan (diare). Data sekuensing menunjukkan bahwa sebanyak 80% dari sampel yang diuji termasuk dalam golongan *assemblage* A dan 20% sisanya termasuk golongan *assemblage* B.

Investigasi giardiasis dan kecacingan pada anak sekolah dasar (SD) dilaporkan oleh Sinambela et al. (2017) di perkampungan kumuh Bagan Deli, Belawan, Medan dengan hasil menunjukkan 13,6% (15/110) pelajar SD di kawasan tersebut positif terinfeksi *G. intestinalis* dan 6,4% (7/110) terinfeksi dua parasit sekaligus, cacing dan *G. intestinalis*. Kasus giardiasis terbanyak (80%) ditemukan pada umur 6-9 tahun, sedangkan selebihnya terjadi pada anak berumur 10-13 tahun. Studi ini juga membuktikan bahwa terdapat korelasi positif yang nyata antara kasus giardiasis dengan rendahnya tingkat higienitas lingkungan. Anak-anak yang memiliki kebiasaan menggigit kuku jari memiliki risiko lebih besar terinfeksi *G. intestinalis* (Bello et al. 2011).

ASSEMBLAGE E BERPOTENSI SEBAGAI ZOONOSIS

Studi giardiasis pada manusia yang disebabkan oleh spesies *Giardia* pada ternak *assemblage* E belum banyak dilaporkan karena terbatasnya gen multilokus untuk analisis genetik. Kementerian Kesehatan Kairo pada tahun 2002 melaporkan adanya spesies *Giardia* pada ternak *assemblage* E yang berpotensi sebagai zoonosis di daerah Gharbia, dimana 2/3 dari penduduk bermukim di perdesaan dengan riwayat kontak dengan ternak (Ministry of Health and Population 2002). Data tersebut didukung oleh laporan dari Foronda et al. (2008) yang menyatakan bahwa 15% dari 52 feses orang dewasa di Mesir yang diuji genotipenya menggunakan marka tpi masuk ke dalam kelompok *assemblage* E. Namun, saat itu belum dikonfirmasi apakah *assemblage* E bersifat zoonosis, karena analisisnya tidak menyertakan sampel dari ternak.

Pemisahan *assemblage* A dan B telah dikonfirmasi sebagai agen zoonosis, sebaliknya pemisahan *assemblage* A dan E masih belum banyak dipelajari sehingga para peneliti berkesimpulan bahwa *assemblage* E hanya terbatas menginfeksi ternak, sapi, kambing atau domba (Fantinatti et al. 2016; Wang et al. 2016). Hasil studi lapang telah mendeteksi *G. intestinalis assemblage* E pada sampel-sampel yang berasal dari manusia sehingga menimbulkan hipotesis bahwa *G. intestinalis assemblage* E diduga berpotensi sebagai agen zoonosis baru dan ternak berperan sebagai reservoir.

Investigasi giardiasis oleh Abdel-Moein & Saeed (2016) pada anak-anak dengan gejala diare maupun tanpa diare di 40 perdesaan di Mesir dan 46 feses sampel sapi diketahui bahwa 62,5% sampel feses anak positif *G. intestinalis assemblage* E dengan distribusi gejala klinis diare 42% dan tanpa diare 81%. Prevalensi giardiasis pada pedet mencapai 14,3%. Analisis sekuensing DNA dengan konfirmasi data *GenBank* terbukti bahwa urutan DNA *G. intestinalis assemblage* E pada anak-anak tersebut 100% identik dengan urutan DNA *G. intestinalis assemblage* E pada sapi, domba, pedet dan non-human primata (Tabel 1) (Abeywardena et al. 2014; Du et al. 2015). Studi ini mengindikasikan bahwa pedet adalah reservoir yang efektif untuk penyebaran giardiasis pada manusia.

Studi giardiasis pada manusia di Mesir oleh Hassanien & Mahmoud (2017) pada anak-anak penderita gangguan pencernaan di rumah sakit di Kota Sohag menunjukkan bahwa 25,5% (12/47) anak positif terinfeksi *G. intestinalis assemblage* E dan memiliki riwayat kontak dengan hewan di perdesaan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa infeksi *G. intestinalis assemblage* E tidak hanya terbatas pada ternak, tetapi mampu menembus barrier spesies lain termasuk menginfeksi anak-anak. Pernyataan ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian yang telah mendeteksi *assemblage* E pada kelinci, kucing, anjing dan non-human primata (Johnston et al. 2010; Feng & Xiao 2011).

Studi di Brasil oleh Fantinatti et al. (2016) pada 89 sampel feses anak umur 10 bulan hingga 4 tahun dan 35 sampel feses orang dewasa berdasarkan hasil analisis β -giardin (β gia) dan *gdh* menunjukkan bahwa 44 (49,40%) anak-anak positif terinfeksi *G. intestinalis*

Tabel 1. Perbandingan data sekuensing *assemblage* E berdasarkan marka genetik tpi antara isolat *G. intestinalis* dari manusia dengan hewan (sapi, domba, pedet dan non-human primata) yang terdaftar di dalam *GenBank*

Sumber sampel <i>assemblage</i> E	Tingkat identik (%)	Spesies hewan	Negara	Sumber
Manusia - Mesir	100	Domba	Swedia	Lebbad et al. (2010)
	100	Sapi	Mesir	Helmy et al. (2014)
	100	Pedet	Sri Lanka	Abeywardena et al. (2014)
	100	Non-human primata	Tionggok	Du et al. (2015)

Sumber: Abdel-Moein & Saeed (2016) yang dimodifikasi

dan negatif pada semua sampel yang berasal dari orang dewasa. Distribusi *assemblage G. intestinalis* pada sampel yang positif menunjukkan, 29 sampel (65,91%) tergolong pada *assemblage A* dan 15 sampel lainnya (34,09%) tergolong pada *assemblage E*. Studi ini kembali mendukung pemikiran adanya potensi penularan giardiasis dari ternak ke manusia atau sebaliknya.

Studi terbaru kasus giardiasis pada manusia dilaporkan oleh Zahedi et al. (2017) di daerah perdesaan dan urban di Queensland, Australia. Sejumlah 88 sampel positif giardiasis secara mikroskopis dan setelah dianalisis molekular dengan marka genetik *gdh* dan *tpi* menunjukkan 44 sampel (50%) termasuk ke dalam golongan *assemblage A* dan 34 sampel (38,6%) adalah *assemblage B*. Infeksi campuran antara *assemblage A* dan *B* juga ditemukan pada empat sampel (4,5%). Selain itu juga ditemukan *assemblage E* pada enam sampel (6,8%) dengan jumlah parasit bervariasi antara 13,8-68,3×10⁶ kista per gram feses. Hasil studi tersebut mengindikasikan adanya transmisi genotipe tersebut dari ternak ke manusia sehingga berpotensi sebagai agen yang bersifat zoonosis.

Studi epidemiologi, patogenitas dan patogenesis sangat diperlukan untuk mendukung konfirmasi *G. intestinalis assemblage E* bersifat zoonosis. Fan et al. (2017) menyatakan bahwa informasi molekular epidemiologi dengan menggunakan marka spesifik yang mampu membedakan genotipe *Giardia* dari beberapa wilayah merupakan dasar untuk mengkonfirmasi potensi *G. intestinalis assemblage E* sebagai zoonosis baru. Studi genotipe dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan bervariasi pada beberapa jenis spesies hewan/ternak akan semakin memperkuat konfirmasi tentang potensi *assemblage E* sebagai agen zoonosis yang perlu diwaspadai karena dapat berpotensi sebagai *anthropozoonosis* (menular antar manusia). Industri peternakan dalam hal ini juga berperan sebagai reservoir giardiasis yang akan membawa dampak negatif untuk kesehatan manusia.

KESIMPULAN

Parasit gastrointestinal *G. intestinalis* berpotensi sebagai zoonosis baru yang berdampak pada kesehatan ternak dan manusia. Prevalensi giardiasis pada pedet mencapai 90% melalui pemeriksaan feses secara regular, maka harus diantisipasi karena menyebabkan tingginya angka kematian. Hewan liar, rodensia dan kadal serta vektor mekanik lalat dan serangga merupakan hewan karier yang dapat meningkatkan kejadian giardiasis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Moein KA, Saeed H. 2016. The zoonotic potential of *Giardia intestinalis assemblage E* in rural settings. *Parasitol Res.* 115:3197-3202.
- Abeywardena H, Jex AR, Koehler A V, Rajapakse RP, Udayawarna K, Haydon SR, Stevens MA, Gasser RB. 2014. First molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* from bovines (*Bos taurus* and *Bubalus bubalis*) in Sri Lanka: Unexpected absence of *C. parvum* from pre-weaned calves. *Parasitol Vectors.* 21:1-10.
- Al-Difaie RS. 2016. Molecular study to detect genotyping of *Giardia lamblia* from human and cattle feces in Al-Qadisiya Governorate, Iraq. *Ibn Al-Haitham J Pure Appl Sci.* 29:1-12.
- Almeida A, Pozio E, Cacciò SM. 2010. Genotyping of *Giardia duodenalis* cysts by new real-time PCR assays for detection of mixed infections in human samples. *Appl Environ Microbiol.* 76:1895-1901.
- Ankarklev J, Jerlström-Hultqvist J, Ringqvist E, Troell K, Svärd SG. 2010. Behind the smile: Cell biology and disease mechanisms of *Giardia* species. *Nat Rev Microbiol.* 8:413-422.
- Arroyo-Salgado B, Buelvas-Montes Y, Villalba-Vizcaino V, Salomón-Arzuza O. 2013. Genetic profiling of *Giardia intestinalis* by polimerase chain in human and dogs samples of Colombian Caribbean Coast. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 32:424-427.
- Becher KA, Roberston ID, Fraser PM, Palmer DG, Thompson RC. 2004. Molecular epidemiology of *Giardia* and *Cryptosporidium* infections in dairy calves originating from three sources in Western Australia. *Vet Parasitol.* 123:1-9.
- Bello J, Nunez FA, Gonzalez OM, Fernandez R, Almirall P, Escobedo AA. 2011. Risk factors for *Giardia* infection among hospitalized children in Cuba. *Ann Trop Med Parasitol.* 105:57-64.
- Caccio SM. 2015. Giardiasis: A zoonotic infection or not? In : Sing A, editor. *Zoonoses: Infections affecting humans and animals.* Berlin (Germany): Springer.
- Castro-Hermida JA, González-Warleta M, Mezo M. 2015. *Cryptosporidium* spp and *Giardia duodenalis* as pathogenic contaminants of water in Galicia, Spain: The need for safe drinking water. *Int J Hyg Environ Health.* 218:132-138.
- Coon DB, Weaver J, Tamang L, Graczyk TK. 2007. Synanthropic flies as vectors of *Cryptosporidium* and *Giardia* among livestock and wildlife in a multispecies agricultural complex. *Vect Born Zoo Dis.* 7:643-652.

- Du SZ, Zhao GH, Shao JF, Fang YQ, Tian GR, Zhang LX, Wang RJ, Wang HY, Qi M, Yu SK. 2015. *Cryptosporidium* spp, *Giardia intestinalis*, and *Enterocytozoon bieneusi* in captive non-human primates in Qinling mountains. Korean J Parasitol. 53:395-402.
- Ehsan AM, Guerden T, Casaert S, Parvin SM, Islam TM, Ahmed UM, Levecke B, Vercruysse J, Claerebout E. 2015. Assessment of zoonotic transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium* between cattle and humans in rural villages in Bangladesh. PLoS One. 10:e0118239.
- Einarsson E, Ma'ayeh S, Svärd SG. 2016. An up-date on *Giardia* and giardiasis. Curr Opin Microbiol. 34:47-52.
- Eligio-García L, Pontifez-Pablo E, Pérez-Gutiérrez S, Jiménez-Cardoso E. 2017. Anti-giardial Effect of kramacyne in experimental giardiasis. eCAM [Internet]. 2017. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2017/6832789/>
- Escobedo AA, Arencibia R, Vega RL, Rodríguez-Morales AJ, Almirall P, Alfonso M. 2015. A bibliometric study of international scientific productivity in giardiasis covering the period 1971-2010. J Infect Dev Ctries. 9:76-86.
- Fan Y, Wang T, Koehler AV, Hu M, Gasser RB. 2017. Molecular investigation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in pre and post-weaned calves in Hubei Province, China. Parasit Vectors. 10:519-525.
- Fantinatti M, Bello AR, Fernandes O, Da-Cruz AM. 2016. Identification of *Giardia lamblia* Assemblage E in humans points to a new anthroponotic cycle. J Infect Dis. 214:1256-1259.
- Faubert G. 2000. Immune response to *Giardia intestinalis*. Clin Microbiol. 13:35-54.
- Fayer R, Santin M, MacArisin D. 2012. Detection of concurrent infection of dairy cattle with *Blastocystis*, *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Enterocytozoon* by molecular and microscopic methods. Parasitol Res. 111:1349-1355.
- Feng Y, Xiao L. 2011. Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. Clin Microbiol Rev. 24:110-140.
- Foronda P, Bargues MD, Abreu-Acosta N, Periago MV, Valero MA, Valladares B, Mas-Coma S. 2008. Identification of genotypes of *Giardia intestinalis* of human isolates in Egypt. Parasitol Res. 103:1177-1181.
- Gandahasuda S, Herry DI, Pribadi W. 2006. Parasitology kedokteran. 6th ed. Jakarta (Indonesia): FKUI.
- Geurden T, Vanderstichel R, Pohle H, Ehsan A, von Samson-Himmelstjerna G, Morgan ER, Camuset P, Capelli G, Vercruysse J, Claerebout E. 2012. A multicentre prevalence study in Europe on *Giardia duodenalis* in calves, with molecular identification and risk factor analysis. Vet Parasitol. 190:383-390.
- Halliez MCM, Buret AG. 2013. Extra-intestinal and long term consequences of *Giardia duodenalis* infections. World J Gastroenterol. 19:8974-8985.
- Hassanien AA, Mahmoud WGM. 2017. Detection of *Giardia lamblia* assemblage E using nested PCR among children in Sohag City, Egypt. Int J Agr Sci Vet Med. 5:22-27.
- Helmy YA, Klotz C, Wilking H, Krücken J, Nöckler K, Von Samson-Himmelstjerna G, Zessin KH, Aebischer T. 2014. Epidemiology of *Giardia duodenalis* infection in ruminant livestock and children in the Ismailia Province of Egypt: Insights by genetic characterization. Parasit Vectors. 7:1-11.
- Herbowo AF. 2003. Diare akibat infeksi parasit. Sari Pediatri. 4:198-203.
- Hooshyar H, Ghafarinasab S, Arbabi M, Delavari M, Rasti S. 2017. Genetic variation of *Giardia lamblia* isolates from foo-handlers in Kashan, Central Iran. Iran J Parasitol. 12:83-89.
- Ivanov I. 2010. *Giardia* and giardiasis. Bulg J Vet Med. 13:65-80.
- Johnston AR, Gillespie TR, Rwego IB, McLachlan TL, Kent AD, Goldberg TL. 2010. Molecular epidemiology of cross-species *Giardia duodenalis* transmission in Western Uganda. PLoS Negl Trop Dis. 4:e683.
- Khan SM, Debnath C, Pramanik AK, Xiao L, Nozaki T, Ganguly S. 2011. Molecular evidence for zoonotic transmission of *Giardia duodenalis* among dairy farm workers in West Bengal, India. Vet Parasitol. 178:342-345.
- Koehler AV, Jex AR, Haydon SR, Stevens MA, Gasser RB. 2014. *Giardia*/giardiasis - A perspective on diagnostic and analytical tools. Biotechnol Adv. 32:280-289.
- Lebbad M, Mattsson JG, Christensson B, Ljungström B, Backhans A, Andersson JO, Svärd SG. 2010. From mouse to moose: Multilocus genotyping of *Giardia* isolates from various animal species. Vet Parasitol. 168:231-239.
- Matsubayashi M, Takami K, Kimata I, Nakanishi T, Tani H, Sasai K, Baba E. 2005. Survey of *Cryptosporidium* spp and *Giardia* spp infections in various animals at a zoo in Japan. J Zoo Wildl Med. 36:331-335.
- Matsuura Y, Matsubayashi M, Nukata S, Shibahara T, Ayukawa O, Kondo Y, Matsuo T, Uni S, Furuya M, Tani H, et al. 2017. Report of fatal mixed infection with *Cryptosporidium parvum* and *Giardia intestinalis* in neonatal calves. Acta Parasitol. 62:214-220.
- Maulanisa SC. 2009. Infeksi campur *Blastocystis hominis* dan *Giardia lamblia* di Kecamatan Jatinegara dengan kejadian diare [Skripsi]. [Jakarta (Indonesia)]: Universitas Indonesia.
- Mejia R, Vicuña Y, Broncano N, Sandoval C, Vaca M, Chico M, Cooper PJ, Nutman TB. 2013. A novel, multi-parallel, real-time polymerase chain reaction approach for eight gastrointestinal parasites provides improved

- diagnostic capabilities to resource-limited at-risk populations. *Am J Trop Med Hyg.* 88:1041-1047.
- Ministry of Health and Population. 2002. Official report of fever hospital administration. Cairo (Egypt): Ministry of Health and Population.
- O'Handley RM. 2002. *Giardia* in farm animals. In: *Giardia: The cosmopolitan parasite*. Wallingford (UK): CAB International.
- O'Handley RM, Buret AG, McAllister TA, Jelinski M, Olson ME. 2001. Giardiasis in dairy calves: Effects of fenbendazole treatment on intestinal structure and function. *Int J Parasitol.* 31:73-79.
- O'Handley RM, Ceri H, Anette C, Olson ME. 2003. Passive immunity and serological immune response in dairy calves associated with natural *Giardia duodenalis* infections. *Vet Parasitol.* 113:89-98.
- Olson ME, Ceri H, Morck DW. 2000. *Giardia* vaccination. *Parasitol Today.* 16:213-217.
- Patton S. 2016. Overview of giardiasis - Digestive system. Kenilworth (US): Merck Veterinary Manual.
- Rajurkar MN, Lall N, Basak S, Mallick SK. 2012. A simple method for demonstrating the *Giardia lamblia* trophozoite. *J Clin Diagnostic Res.* 6:1492-1494.
- Ramírez JD, Heredia RD, Hernández C, León CM, Moncada LI, Reyes P, Pinilla AE, Lopez MC. 2015. Molecular diagnosis and genotype analysis of *Giardia duodenalis* in asymptomatic children from a rural area in central Colombia. *Infect Genet Evol.* 32:208-213.
- Ras-Norynska M, Sokol R. 2015. Internal parasites of reptiles. *Ann Parasitol.* 61:115-117.
- Rayani M, Hatam G, Unyah NZ, Ashrafmansoni A, Abdullah WO, Hamat RA. 2017. Phylogenetic analysis of *Giardia lamblia* human genotype in Fars Province, Southern Iran. *Iran J Parasitol.* 12:522-533.
- Reboredo-Fernández A, Ares-Mazás E, Galán P, Cacciò SM, Gómez-Couso H. 2017. Detection of zoonotic and livestock-specific assemblages of *Giardia intestinalis* in free-living wild lizards. *Rev Bras Parasitol Vet.* 26:395-399.
- Rodríguez-Morales AJ, Trujillo AM, Sánchez-Duque JA, Escobedo AA. 2017. Introductory chapter: Giardiasis - Still a globally relevant protozoan and zoonotic disease. InTech [Internet]. 2017. Available from: <https://www.intechopen.com/books/howtoreference/current-topics-in-giardiasis/introductory-chapter-giardiasis-still-a-globally-relevant-protozoan-and-zoonotic-disease>
- Ryan U, Cacciò SM. 2013. Zoonotic potential of *Giardia*. *Int J Parasitol.* 43:943-956.
- Santín M, Cortés Vecino JA, Fayer R. 2013. A large scale molecular study of *Giardia duodenalis* in horses from Colombia. *Vet Parasitol.* 196:31-36.
- Savioli L, Smith H, Thompson A. 2006. *Giardia* and *Cryptosporidium* join the "Neglected Diseases Initiative". *Trends Parasitol.* 22:203-208.
- Shin JH, Lee SE, Kim TS, Ma DW, Chai JY, Shin EH. 2016. Multiplex-touchdown pcr to simultaneously detect *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, and *Cyclospora cayetanensis*, the major causes of traveler's diarrhea. *Korean J Parasitol.* 54:631-636.
- Sinambela AH, Depari AA, Gani EH. 2017. The relationship between hygiene with soil-transmitted helminthiasis and giardiasis on the elementary school children in the slums area of Bagan Deli, District of Medan Belawan. *Int J ChemTech Res.* 10:317-323.
- Sulaiman IM, Fayer R, Bern C, Gilman RH, Trout JM, Schantz PM, Das P, Lal AA, Xiao L. 2003. Triosephosphate isomerase gene characterization and potential zoonotic transmission of *Giardia duodenalis*. *Emerg Infect Dis.* 9:1444-1452.
- Thompson RCA. 2004. The zoonotic significance and molecular epidemiology of *Giardia* and giardiasis. *Vet Parasitol.* 126:15-35.
- Thompson RCA, Monis PT. 2004. Variation in *Giardia*: Implications for taxonomy and epidemiology. *Adv Parasitol.* 58:69-137.
- Wang G, Wang GP, Li XP, Ma LQ, Karanis G, Christodoulou-Vafeiadou E, Karanis P. 2017. Detection of *Giardia duodenalis* assemblage E infections at the Tibetan Plateau area: Yaks are suitable hosts. *Acta Trop.* 169:157-162.
- Wang H, Qi M, Zhang K, Li J, Huang J, Ning C, Zhang L. 2016. Prevalence and genotyping of *Giardia duodenalis* isolated from sheep in Henan Province, central China. *Infect Genet Evol.* 39:330-335.
- Winkworth CL, Learmonth JJ, Matthaei CD, Townsend CR. 2008. Molecular characterization of *Giardia* isolates from calves and humans in a region in which dairy farming has recently intensified. *Appl Environ Microbiol.* 74:5100-5105.
- Yang R, Jacobson C, Gardner G, Carmichael I, Campbell AJ, Ryan U. 2014. Development of a quantitative PCR, qPCR for *Giardia* and analysis of the prevalence, cyst shedding and genotypes of *Giardia* present in sheep across four states in Australia. *Exp Parasitol.* 137:46-52.
- Zahedi A, Field D, Ryan U. 2017. Molecular typing of *Giardia duodenalis* in humans in Queensland - First report of assemblage E. *Parasitology.* 2017:1-8.
- Zajac AM, Johnson J, King SE. 2002. Evaluation of the importance of centrifugation as a component of zinc sulfate fecal flotation examinations. *J Am Anim Hosp Assoc.* 38:221-224.
- Zhao Z, Dong H, Wang R, Zhao W, Chen G, Li S, Qi M, Zhang S, Jian F, Zhao J, et al. 2014. Genotyping and subtyping *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* carried by flies on dairy farms in Henan, China. *Parasit Vectors.* 7:190-195.

INDEKS SUBJEK

- Peternakan 1, 187
 - Produksi 1
 - Daya saing 1
 - ASEAN 1
- Strategi pemuliaan 15
 - Kebijakan 15
 - Pendekatan partisipatif 15
 - Peternak kecil 15
 - Upaya khusus 23
- Sapi induk 23
 - Bunting 23
 - Hatching* 35
 - Assisted hatching* 35
 - Implantasi 35
 - Fertilisasi *in vitro* 35, 159
 - Embrio 35
- Ayam KUB 45
 - Peluang pengembangan 45
 - Dukungan teknologi 45
 - Kalimantan Selatan 45
- Sapi betina produktif 53
 - Perusahaan daerah 53
 - Pemotongan 53
- Gangguan kesehatan akibat pakan 67
- Fermentasi rumen 67
 - Stimulator mekanis rumen 67
 - Lama ruminasi 67
- Ternak 81, 197
 - Rhizopus* sp 81
 - Imbuhan pakan 81
- Kambing 89
 - Gen myostatin 89
 - Mutasi 89
 - Otot ganda 89
- Dadiah 95
 - Susu kerbau 95
 - Susu sapi 95
- Sapi 105
 - Gen leptin 105
 - Hormon leptin 105
 - Polimorfisme 105
- Produktivitas 105, 177
- Unggas 117
 - Saponin 117
 - Fungsi 117
 - Imbuhan pakan 117
- Peternakan organik 125
 - Susu organik 125
 - Kualitas susu 125
 - Keamanan pangan 125
- Antraks 135
 - Faktor risiko 135
 - Sikap 135
 - Pengetahuan 135
 - Pengendalian 135
- Produksi susu 145
 - Kualitas susu 145
 - Daun ubi kayu 145
 - Daun torbangun 145
 - Daun katuk 145
- Ovarium 159
 - Rumah potong hewan 159
 - Oosit 159
- Ruminansia 167
 - Hijauan 167
 - Rumput gajah mini 167
- Babi lokal 177
 - Bioteknologi reproduksi 177
 - Genetika molekuler 177
- Hijauan pakan 187
 - Pulau-pulau kecil terluar 187
 - Karantina 187
- Giardia intestinalis* 197
 - Manusia 197
 - Zoonosis 197
 - Assemblage* E 197

SUBJECT INDEX

- Livestock 1, 187
 - Production 1
 - Competitiveness 1
 - ASEAN 1
- Breeding plan 15
 - Policy 15
 - Participatory approach 15
 - Smallholder 15
 - Special efforts 23
- Cows 23
 - Pregnant 23
 - Hatching 35
 - Assisted hatching 35
 - Implantation 35
 - In vitro* fertilization 35, 159
 - Embryo 35
- KUB chicken 45
 - Development opportunities 45
 - Technology support 45
 - South Kalimantan 45
- Productive cow 53
 - Local state enterprise 53
 - Slaughter 53
- Nutritional related diseases 67
- Rumen fermentation 67
 - Rumen mechanical stimulator 67
 - Rumination time 67
- Livestock 81, 197
 - Rhizopus* sp 81
 - Feed additive 81
- Goat 89
 - Myostatin gene 89
 - Mutation 89
 - Double muscle 89
- Dadih* 95
 - Buffalo milk 95
 - Cow milk 95
- Cattle 105
 - Leptin gene 105
 - Leptin hormone 105
 - Polymorphism 105
 - Productivity 105, 177
- Poultry 117
 - Saponin 117
 - Function 117
 - Feed additive 117
- Organic farming 125
 - Organic milk 125
 - Milk quality 125
 - Food safety 125
- Anthrax 135
 - Risk factors 135
 - Attitude 135
 - Knowledge 135
 - Control 135
- Milk production 145
 - Milk quality 145
 - Cassava leaf 145
 - Torbangun* leaf 145
 - Katuk* leaf 145
- Ovary 159
 - Abattoir 159
 - Oocyte 159
- Ruminant 167
 - Forage 167
 - Dwarf elephant grass 167
- Local pig 177
 - Reproduction biotechnology 177
 - Molecular genetic 177
- Forage 187
 - Outermost islands 187
 - Quarantine 187
- Giardia intestinalis* 197
 - Humans 197
 - Zoonotic 197
 - Assemblage E 197

INDEKS PENULIS (*AUTHOR INDEX*) WARTAZOA VOLUME 27

A Jayanegara 125	I Wientarsih 95, 145
April H Wardhana 197	Ismeth Inounu 23, 53
Arie Febretrisiana 35, 159	J Takahashi 67
Aron Batubara 89	Juniar Sirait 167
Atien Priyanti 1, 53	Luis Iniguez 15
B Tangendjaja 117	MB Sudarwanto 95, 125, 145
Bayu Dewantoro Putro Soewandi 177	N Ilham 53
Chandra Utami Wirawati 95, 145	N Nurmeiliasari 67
DA Astuti 67	R Indriastuti 105
DW Lukman 95, 145	R Priyanto 67
Dwi Endrawati 81	Salundik 67
E Handiwirawan 187	SIW Rakhmani 117
E Kusumaningtyas 81	Suryana 45
Elizabeth Wina 117	T Pasaribu 117
Endang Sutedi 187	T Purnawarman 125
Eny Martindah 135	Tjeppy D Soedjana 1
FA Pamungkas 35, 159	Veronica Wanniatie 125
I Herdiawan 187	Widya Pintaka Bayu Putra 105

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 27 Tahun 2017, 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. Sofjan Iskandar, MSc. | : Pakan dan Nutrisi Ternak – Balai Penelitian Ternak |
| 7. Prof. Dr. Drh. Tuty Laswardi Yusuf, MS | : Reproduksi Ternak – Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor |
| 8. Prof. Dr. Subandriyo, MSc. | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Puslitbang Peternakan |
| 9. Prof. Dr. Ismeth Inounu, MS | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Puslitbang Peternakan |
| 10. Prof. Dr. Ir. Panca Dewi Manu Hara Karti Soewondo, MSi. | : Ilmu dan Teknologi Tumbuhan Pakan dan Pastura – Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor |
| 11. Prof. Dr. Ir. Sumiati, MS | : Ilmu Nutrisi Unggas – Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor |
| 12. Prof. Dr. Drh. Imam Mustofa, MKes. | : Reproduksi Veteriner – Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga |
| 13. Dr. Ir. Rochadi Tawaf, MS | : Ekonomi dan Kebijakan Peternakan – Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran |
| 14. Dr. Achmad Farajallah | : Zoologi – Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor |
| 15. Dr. Yoyok Budi Pramono, Spt., MP | : Ilmu Pangan – Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro |
| 16. Dr. Bess Tiesnamurti, MSc. | : Pemuliaan dan Genetika Ternak – Puslitbang Peternakan |

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 dan hak publikasi.

RUANG LINGKUP

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

PENGIRIMAN NASKAH

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

TATA CARA PENULISAN NASKAH

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

Contoh tabel:

Tabel 1. Respons kambing terhadap berbagai bentuk fisik pakan komplit

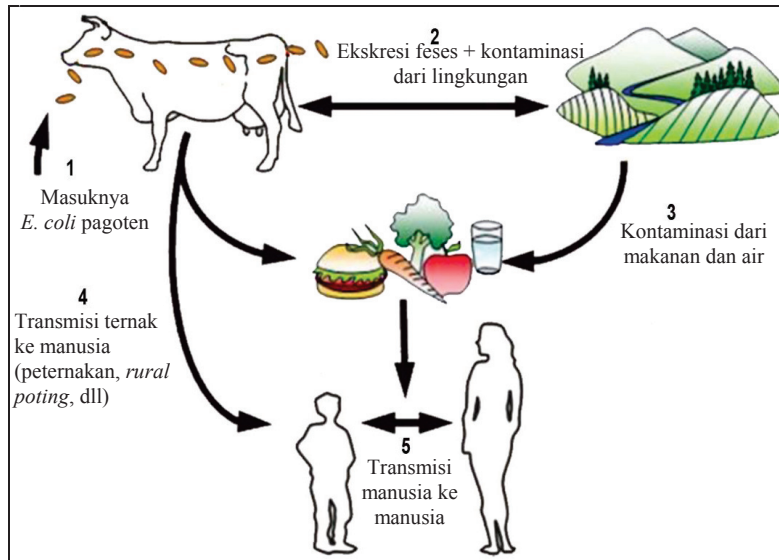
Bentuk pakan komplit	Genotipe kambing	Umur (bulan)	Konsumsi (% BB)	PBBH (g)	NKR ^{a)}	Kecernaan (%)	Sumber
Pelet	Jamunapari	24-27	3,0-4,0	154-192	5,2-8,4	65	Srivastava & Sharma (1998)
Cacah ^{b)}	Alpine	9-36	4,4	102	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Cacah	Nubian	9-36	4,1	85	11,0	tt	Galina et al. (1995)
Tepung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

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

12. **Gambar dan grafik:**

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

Contoh gambar dan grafik:



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

Sumber: Scieh (2001) yang dimodifikasi

13. **Satuan pengukuran:** dipergunakan sistem internasional (SI).

14. **Penulisan angka desimal:** untuk bahasa Indonesia dipisahkan dengan koma (,), untuk bahasa Inggris dengan titik (.).

15. **Penulisan pustaka dalam teks:**

- Penulisan pustaka mengacu pada Council of Science Editor (CSE) edisi ke-7 tahun 2006.
- Pustaka harus ditulis nama penulis terlebih dahulu, diikuti tahun, contoh: Diwyanto (2007) atau (Diwyanto 2007).
- Bila ada dua nama penulis dalam satu makalah, maka nama penulis harus ditulis semua, contoh: Albenzio & Santilo 2011.
- Bila ada lebih dari dua nama penulis dalam satu makalah, maka harus ditambah et al. (huruf tegak dan diberi titik di belakang huruf), contoh: Jayanegara et al. (2012) atau (Jayanegara et al. 2012), dan di dalam daftar pustaka ditulis hingga penulis kesepuluh serta diakhiri dengan et al..
- Bila ada lebih dari satu pustaka untuk satu pernyataan, maka harus ditulis urutan dari tahun yang tertua dan urutan alfabet nama penulis bila tahunnya sama, contohnya: (Diwyanto et al. 2007; Jayanegara et al. 2012; Wina 2012).
- Pustaka dalam pustaka seperti contoh: Teleni dalam Widiawati (2012) tidak diperkenankan.
- Bila suatu pernyataan diperoleh dari komunikasi pribadi, perlu dicantumkan "nama orang yang dihubungi" dan diikuti dengan (komunikasi pribadi) di belakangnya.
- Memuat nama penulis yang dirujuk dalam naskah.
- Jika penulis yang sama menulis lebih dari satu artikel dalam tahun yang sama dapat dibubuhi huruf kecil.
- Disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan menurut nama penulis.

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

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

Buku:

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

Jurnal:

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

Artikel dalam Buku:

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

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

Internet:

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

Prosiding:

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

Skripsi/Tesis/Disertasi:

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

Laporan:

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

Jurnal elektronik:

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

Registered in:

