

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 28
Nomor 2
Juni 2018



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

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 28 Nomor 2 Tahun 2018

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 Utama – 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. Ir. Chalid Talib, MSc. (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Pemuliaan dan Genetika Ternak)
Dr. Nurhayati (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Budidaya Tanaman)
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)
Ir. Tati Herawati, MAg. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Sistem Usaha Pertanian)
Dr. Wisri Puastuti, SPT., MSi. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)

Mitra Bestari:

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

Penyunting Pelaksana:

Nandi Hendriana, ST, MKom.
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

Pemanfaatan sumber daya genetik ayam lokal di Indonesia meningkat setelah adanya program pemerintah untuk mencapai kedaulatan pangan termasuk produk ternak. Balai Penelitian Ternak telah melepas galur ayam SenSi-1 Agrinak sebagai salah satu galur unggul ayam pedaging lokal. Ayam SenSi-1 Agrinak diseleksi dari rumpun ayam Sentul asal Ciamis, Provinsi Jawa Barat. Pemberian lisensi kepada pengusaha perbanyak bibit swasta diharapkan dapat meningkatkan populasi dan distribusinya. Program BEKERJA dari Kementerian Pertanian diharapkan dapat mempercepat peningkatan populasi dan distribusi ke seluruh peternak pengguna di Indonesia.

Selain ayam SenSi-1 Agrinak, sapi Bali merupakan plasma nutfah asli Indonesia yang banyak dikembangkan di lahan suboptimal, diantaranya di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Kesulitan dalam mengakses modal menjadi salah satu faktor yang menghambat upaya pengembangan sapi Bali dalam skala usaha yang lebih besar. Dalam perkembangan sapi Bali, pola kemitraan telah berdampak positif terhadap pemberdayaan petani.

Dalam pengembangan sapi potong, pemanfaatan inovasi sapi potong oleh petani masih terbatas. Laboratorium lapang diharapkan dapat mempercepat alih teknologi kepada petani dan dapat diadopsi oleh peternak. Untuk keberlanjutan aplikasi teknologi diperlukan juga sarana dan prasarana pendukung serta pemasaran.

Penyakit-penyakit yang bermunculan di peternakan akan mengganggu atau menurunkan produktivitas ternak ruminansia, salah satunya adalah Brucellosis yang bersifat zoonosis. Deteksi awal Brucellosis sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit. Teknik *polymerase chain reaction* (PCR) dan *loop-mediated isothermal amplification* (LAMP) lebih sensitif dan spesifik dibandingkan dengan teknik konvensional untuk mendeteksi *Brucella* sp, tetapi masing-masing teknik mempunyai kelebihan dan kekurangannya.

Untuk mencegah penyakit pada ternak, salah satu senyawa yang dapat digunakan adalah peptida. Ada berbagai peptida yang sekarang ditemukan dan digunakan dalam bidang veteriner dan produksi ternak seperti peptida antimikroba, vaksin peptida, peptida untuk deteksi dengan ELISA dan lain-lain. Aplikasi pemanfaatan peptida di Indonesia terbuka lebar dalam bidang veteriner dan produksi ternak.

Semoga publikasi ini bermanfaat bagi pembaca. Dewan penyunting menyampaikan terima kasih kepada para penulis, mitra bestari dan semua yang terlibat dalam edisi publikasi ini.

Bogor, Juni 2018

Ketua Dewan Penyunting

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 28 Nomor 2 (Juni 2018)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI

Halaman

Phenotypic Characterization and Distribution of SenSi-1 Agrinak Chicken (Karakterisasi Fenotipik dan Penyebaran Ayam SenSi-1 Agrinak) Sofjan Iskandar	051-060
Kemitraan Penggemukan Sapi Bali Berbasis Sumber Daya Lokal di Wilayah Lahan Suboptimal Nusa Tenggara Timur (Partnership Program on Bali Cattle Fattening Based on Local Resources in the Suboptimal Land of Nusa Tenggara Timur) Priyono dan D Priyanto	061-068
Pengembangan Inovasi Sapi Potong melalui Pendekatan Laboratorium Lapang (Development of Beef Cattle Innovation through “Field Laboratory” Approach) Endang Romjali	069-080
Teknik Molekular Amplifikasi DNA untuk Deteksi Brucellosis pada Sapi (DNA Amplification Technique for Detection of Bovine Brucellosis) Susan M Noor	081-088
Aplikasi Peptida untuk Meningkatkan Kesehatan dan Produktivitas Ternak (Application of Peptide for Improving Animal Health and Livestock Productivity) Eni Kusumaningtyas	089-098

Phenotypic Characterization and Distribution of SenSi-1 Agrinak Chicken

(Karakterisasi Fenotipik dan Penyebaran Ayam SenSi-1 Agrinak)

Sofjan Iskandar

*Indonesia Research Institute for Animal Production (IRIAP), PO Box 221, Bogor 16720 Indonesia
sofjaniskandar@yahoo.com*

(Diterima 2 Januari 2018 – Direvisi 28 Mei 2018 – Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRACT

The utilization of local chicken genetic resources in Indonesia is increasing after the government program to achieve food sovereignty including livestock products. In the year of 2017, the Indonesian Research Institute for Animal Production (IRIAP) released SenSi-1 Agrinak chicken breed to be used as commercial meat type of local chicken in Indonesia. This paper describes development and distribution of the SenSi-1 Agrinak. This breed was selected from the native breed of Sentul chicken, originated from Ciamis District of West Java Province. The Sentul male was selected to achieve average live weight of 1 kg/bird at 10 weeks of age, with grey (G) and black spotted white (BSW) plumage color and pea-comb type. After six generations of selection, SenSi-1 Agrinak was released as an improved local meat-type chicken breed. License to private local chicken breeders is expected to increase SenSi-1 Agrinak population and distribution. Collaboration with several Assessment Institutes for Agricultural Technology (AIAT) and implementation of BEKERJA-Ministry of Agriculture program can accelerate population and distribution of SenSi-1 Agrinak chicken to farmers throughout Indonesia.

Key words: SenSi-1 Agrinak chicken, selection, production, distribution

ABSTRAK

Pemanfaatan sumber daya genetik ayam lokal di Indonesia meningkat setelah adanya program pemerintah untuk mencapai kedaulatan pangan termasuk produk ternak. Pada tahun 2017 Balai Penelitian Ternak (Balitnak) telah melepas galur ayam SenSi-1 Agrinak sebagai salah satu galur unggul ayam pedaging lokal. Tujuan dari makalah ini adalah untuk menginformasikan pengembangan dan penyebaran ayam SenSi-1 Agrinak kepada masyarakat. Galur ayam SenSi-1 Agrinak diseleksi dari rumpun ayam Sentul yang berasal dari Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat. Ayam Sentul jantan diseleksi untuk mencapai bobot tubuh rata-rata 1 kg/ekor dengan warna bulu abu dan pucak (putih bercak hitam), serta berjengger kacang. SenSi-1 Agrinak dihasilkan dari proses seleksi selama enam generasi dan dilepas sebagai ayam lokal pedaging unggul. Pemberian lisensi kepada perusahaan perbanyakan bibit swasta diharapkan dapat meningkatkan populasi dan distribusinya. Kerjasama dengan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) dan melalui program BEKERJA Kementerian Pertanian, dapat mempercepat peningkatan populasi dan distribusi ayam SenSi-1 Agrinak ke seluruh peternak pengguna di Indonesia.

Kata kunci: Ayam SenSi-1 Agrinak, seleksi, produksi, distribusi

INTRODUCTION

In the middle of an era of commercial chicken industry in Indonesia, which is dominated by imported grand parent or parent stocks, the local chicken industry has also been lifted. The name of kampung chicken in Indonesia has been popular as a commercial icon, although in the recent days, the name of kampung chicken seemed to be criticized after recognizing that the name kampung chicken is taken from the name of one of the native breeds existing in Indonesia (Sartika & Iskandar 2007). There are more than 30 local-breeds claimed in Indonesia, which several of them have been genetically improved for the commercial commodity in Indonesian chicken industry (Sartika et al. 2017). Local chicken however, has been contributing to national

meat production of about 8.50% or about 284.9 thousand tons or about 12.86% contribution to the whole national chicken meat production (Dirjen PKH 2017).

Sentul-chicken is one of the Indonesian native chicken breeds and has been known in Eastern of West Java Province. It is a specific kind of local chicken as egg and meat type. Hidayat & Sopiyan (2010) recognized that Sentul chicken, which is an Indonesian animal-genetic resource, had a promising potential resource to be a commercial commodity.

Inspiring by FAO's the state of the world animal genetic resources for food and agriculture (FAO 2007) and excellent suggestion in implementing of action for animal genetic resources by Hoffmann & Scherf (2010), the Indonesian Agency for Agricultural

Research and Development (IAARD) through the Indonesian Research Institute for Animal Production (IRIAP) has taken an action to explore local chickens in Indonesia. Eventually, the Sentul chicken was chosen as local breeds to be preserved and improved to support the national local-chicken industry.

The IRIAP has initiated selection for a uniform breed of local chicken. The breed of SenSi-1 Agrinak chicken was the second breed of two breeds that were selected for meat type. The Sentul breed was then chosen to be selected for improved live weight (an average of 1 kg/bird) at 10 weeks old as preferred by market (Wibowo & Sartika 2011; Sejati & Saptana 2013; Rasyid & Kasim 2014). In addition to the specific mark of the breed, the uniform plumage color and the comb type of males were taken into consideration.

The aim of the paper is to inform how the SenSi-1 Agrinak breed was developed and efforts to disseminate and to distribute the breed to the users.

THE ORIGIN OF SENTUL CHICKEN

Ciamis is an autonomy district in West Java Province. Ciamis area is in the Eastern-South of West Java area (Figure 1). The community in Ciamis area mostly inhabited with Sundanese ethnic, keeping Sentul chicken for their own home purposes. The community recognizes the chicken as *kulawu* (grey plumage) chicken, which is different from kampung chicken, which varies in plumage color, comb type, shank color, and body shape (Sulandari et al. 2007; Hidayat & Sopiya 2010).



Figure 1. The location of Ciamis District, West Java Province (inside the circle)

Source: <https://www.google.com/maps/@-6.8246595,107.5256883,8z>

Since year 2004, the Ciamis District of Animal Husbandry Services (DAHS) has tried to promote the existence of Sentul chicken to the community through variety of means, such as body-appearance contest and distribution the chicken to the wider area in Ciamis

District (Hidayat & Sopiya 2010). Ciamis DAHS has started to carry out the preservation program of Sentul chicken through establishment of a small breeding unit for Sentul chicken under the management of Ciamis DAHS District (Suherman 2015).

Back to the time whether the Sentul chicken was really origin Java or not, Sawai et al. (2010) reported that four species of genus *Gallus* inhabited Southeast Asia, they were red jungle fowl (*Gallus g. gallus*), La Fayette's jungle fowl (*Gallus lafayette*), grey jungle fowl (*Gallus sonnerati*), and green jungle fowl (*Gallus various*). Grey jungle fowl, which has body plumage of a grey background color, is distributed spread out from Southwest to Central India. While morphologically distinct of green jungle fowl was limited to Java and its immediate vicinity, Bali and Lombok. Red jungle fowl (*Gallus gallusbankiva*) was found in Indonesia spread out throughout South Sumatra, Java, Bali, and *Gallus galluspadiceus* was spread out from the area of North Sumatra to Southeast Asia (Sulandari et al. 2007).

CHARACTERISTIC OF SENTUL CHICKEN

Original plumage

Sentul chicken has specific plumage of grey color, covering the body surface and/or underneath the prime feather (Sulandari et al. 2007). Although to some extent, the plumage of body surface appears yellow, red or light grey, especially the roosters; they have more colorful plumage than the females do. The body shape of the rooster is more like a medium fighting cock with pea type of comb.

The appearance of adult Sentul chicken which was observed from their limited habitat area in Ciamis District (Hidayat & Sopiya 2010), with varying in plumage color are presented in Figure 2 (the modified photograph from another version collected by Iskandar). Its variation has a name, taken from the color of the plumage, i.e. dark-grey, light-grey, grey, golden, red, and brown plumage. There were six plumage colors identified, but there were no data explaining how much population in each plumage color.

Sartika et al. (2010) reported that the frequency of gen controlling the phenotype characteristics of Sentul chicken, which were raised in the IRIAP facilities (Table 1), revealed that the bird phenotype based on external genetic is not categorized in plumage pattern according to Nishida et al. (1982), as it has genotype ii (colored) of 100%. The basic plumage color of Sentul chicken quite varies from dark to brownish.

Feather sparkling and barring, shank color and comb type vary as it were found in general local chicken. Gen frequency of feather silverish sparkling,



Figure 2. Plumage color in Sentul chicken found in Ciamis District

Source: Iskandar's collection



Figure 3. Sentul chicken owned by a villager in Ciamis District

Source: Iskandar's collection

Table 1. The frequency of controlling gen on the external characteristics of Sentul chicken

Characteristics	Locus	Gen	Genotype/phenotype	Gen frequency (%)
Plumage color	I-i	q^I	I- (white)	0
		q^i	ii (colored)	100
Plumage pattern	E- e^+ -e	q^E	E- (black)	0
		q^{e+}	e^+ - (wild type)	0
		q^e	ee (columbian)	0
			others	100
Feather sparkling	S-s	q^S	S- (silverish)	88.24
		q^s	ss (goldish)	11.76
Feather barring	B-b (sex linked)	q^B	B- (barred)	9.80
		q^b	bb (non-barred)	90.2
Shank color	Id- id	q^{Id}	Id- (yellow/white)	37.25
		q^{id}	idid (black, grey, greenish)	62.75
Comb type	P-p	q^P	P- (pea)	50.98
		q^p	pp (single)	49.02

Source: Sartika et al. (2010)

non-barred with black or grey shank color of Sentul chicken were high, whilst comb type of pea and single types was in about 50:50. Recently, Hirst (2017) mentioned that although the history of the chickens (*Gallus domesticus*) was first domesticated from red jungle fowl (*G. gallus*) in Southeast Asia, this bird was

most likely hybridized with grey jungle fowl (*G. sonneratii*). So, this can be used the indication in the Sentul chicken by having the variation in their plumage color. Even today, we still cannot clearly see if the Sentul came from the single ancestor, as it was recognized by Morejohn (1968) that they could not

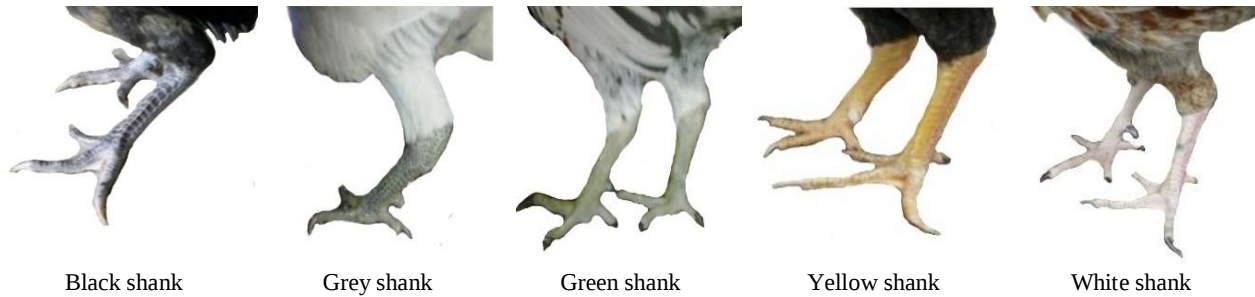


Figure 4. Shank-color of Sentul chicken

Source: Iskandar's collection

differentiate whether it had monophyletic origin from one of the wild species or polyphyletic origin from two or more of the living four species (*G. gallus*, *G. lafayetii*, *G. sonneratii*, and *G. varius*).

However, villagers in Ciamis preferred plumage having dark-grey Sentul (Figure 3) more than the other plumage color variations. Selection which was done by villagers in Ciamis District would eventually change little bit appearance of nowadays Sentul chicken to be more homogenous.

Shank color of Sentul chicken

Shank color of Sentul chicken was found out to consist of five types, which were white, yellow, green, and grey or black (Figure 4). In comparative to other countries' native-chickens, Sarker et al. (2014) reported that one of Bangladesh Desy chicken had four types of shank colors were most frequently observed, i.e. white (39.87%), yellow (37.22%), black (20.04%), and mixed (2.87%). Dana et al. (2010) reported that there were three colors of shank of Ethiopian natives chicken. Jin et al. (2016) stated that the shank-skin color traits had been used to reveal their origin of domestication or genetic relationship in chickens.

Furthermore they stated that the genetic basis of shank skin color could have significant impacts on basic skin color biology and domestic processes. In addition, the shank-skin color could often have economic values when used as an indicator for native-chicken-breed recognition since most of native-chicken had pigmented shank color. However, chickens which had their shank with light color such white and yellow would generally have their skin with light color (white or yellow) and vice versa for dark colors, but there were seemed no superiority reported in body growth of the chicken which had specific color of shank.

The genetic distance of Sentul chicken

It could be the first study of Indonesian local chicken, Nishida et al. (1988) who reported that Indonesian local chicken held about 50% local genes

on the average. This can be interpreted that other 50% genes came from outside of Indonesian archipelago, either from Asia or Europe. However, it might be applied to Sentul chicken from Ciamis District as reported by Sartika et al. (2004), based on the unweighted pair-group method with arithmetic means (UPGMA) method, showed that in Sentul chicken together with Kampung, Black Kedu, and Pelung chicken did not have specific allele, which differentiated one to another breed. Furthermore, Sulandari et al. (2008) reported based on counting genetic distance using DnaSP program, that Sentul chicken paired wisely with other local chickens (Cemani, Kampung, Pelung, Black Kedu, White Kedu, and Gaok), had a close genetic distance (0.014-0.071), showed that they were from the same source of ancestor.

IMPROVING THE SENTUL CHICKEN

Background of the program

As it was driven by the increasing demand of local chicken as mentioned by Purba (2016) who also reported why the local chicken had prospectus business. Their reasons were: (1) Demand for kampung chicken meat was increasing, due to the increase of middle society in Indonesia; (2). The government had a plan to increase people animal protein consumption, through increasing local chicken production; (3) People awareness of healthy food consumption as they know that local-chicken meat was much healthier than exotic-chickens; and (4) The selling price of local-chicken was much higher and stable, motivating the farmers to raise more local-chickens. The purpose of selection of Sentul chicken was aimed to some extent fulfilling the demands.

In addition, improving the productivity of local chicken must be considered carefully as it will change the quality of the meat. Several changes in meat quality have been recently reported because of the intense selection process for performance traits in broiler breeding programs (Gaya et al. 2011; de Paiva et al.

2018). FAO (2009) reported that exotic poultry and cooled chicken meat have a bad image because people believe that they contain preservatives, antibiotics, and chemicals. However, this preservatives and growth promoters issue can be overcome by reduction of those chemicals in the feed. In addition, Jaturasitha et al. (2002) and Sarsenbek et al. (2013) mentioned that the quality of meat of native chicken was better than that of modern broilers chicken. Umayra (2014) also reported that native breeds possessed certain distinctive qualities that included high immunocompetence and better meat quality compared to commercial broiler chickens. Furthermore, by having native breeds of chicken, Indonesian consumers will have many choices for their preferences; it is not only depended on imported chicken.

Research and development strategy in selecting Sentul chicken

As it was reported by Sartika et al. (2010), that dark-grey color of the plumage seemed to dominate plumage color of the Sentul-chicken breed. The research was then continued at the station, based on this variation by selecting dark-grey and grey Sentul chicken as recognition of the population for further selection program without concerning the shank color. Although the shank-skin color could often have economic values when used as an indicator for local-chicken-breed recognition since most of local-chicken had pigmented shank color (Dana et al. 2010), this matter may be the next character that should be included in the breeding program.

Research and development strategy, which has been developed in the IRIAP is presented in Figure 5.

IRIAP as a government research institute for animal production planned short-term program for selecting Sentul chicken for meat type. Based on all information, selection program was started with about 164 females grey and 54 males Sentul chicken of dark grey, grey and light grey plumage color (Iskandar et al. 2012).

The program was then initiated with mating the birds within the same plumage color of Sentul chicken resulted in the first generation with various plumage colors revealed. Iskandar et al. (2012) reported that plumage color variation of males of the first offspring consisted of 45.40% dark-grey, 38.55% black-spotted white, 8.43% black, and 3.61% brown. Whilst the females consisted of 45.19% dark grey, 35.54% black-spotted white, 10.58% black, and 7.69% brown. Comb type of most male chicken dominated by pea type (73.21%) and the rest was single comb type of 26.79%. Therefore, based on the variation of the above phenotypes, the following selection was based on the criteria of the dark-grey Sentul chicken and black-spotted white Sentul chicken, combined with pea type comb for both males of both strains (Figure 6).

According to characteristics of the first offspring reported by Iskandar et al. (2012), the selection criterias were then established to the population by selecting the top 25% live body weight at 10 weeks old of either grey or black spotted white plumage of male population with a pea comb. Whilst the females were selected for only plumage color of grey and black spotted white. The selected populations were two groups, which were grey males-female chicken, and male-female black-spotted white. Each group was mated *interse* and the selection was carried out up to about six years to establish products called grey (G) SenSi-1 Agrinak and black spotted white (BSW)

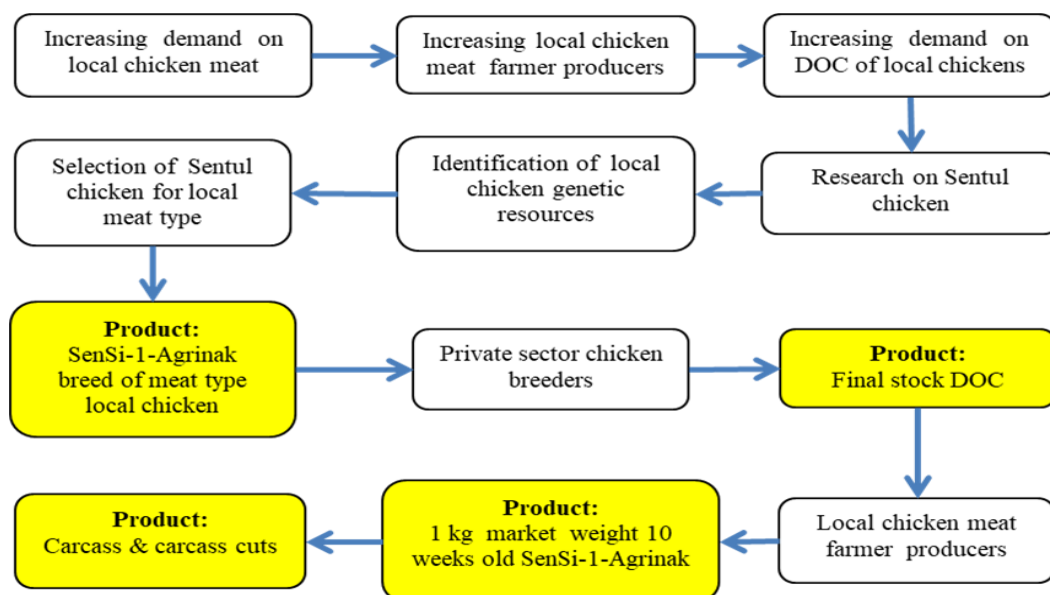


Figure 5. Research and development diagram of Sentul chicken conducted at IRIAP



Figure 6. Pea comb type of SenSi-1 Agrinak

Source: Iskandar's collection



Figure 7. Grey (G) type selected Sentul

Source: Modified version from Hasnelly et al. (2017)



Figure 8. Black spotted white (BSW) selected Sentul

Source: Modified version from Hasnelly et al. (2017)

SenSi-1 Agrinak (Figure 7 and 8). The selection was then continued for six years period by applying the same selection criteria both to G and BSW type of selected Sentul.

Characteristics of SenSi-1 Agrinak

After six generation of selection the IRIAP named the product as SenSi-1 Agrinak breed. The breed was then officially registered at the Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia with the registration Number of 39/kpts/pk.020/1/2017, dated of January the 20th 2017.

Qualitative and quantitative characteristics of SenSi-1 Agrinak were reported by Hasnelly et al. (2017). Performance of SenSi-1 Agrinak chicken was relatively better than their parents. Commercially expected body weight at 10 weeks of age was achieved, whilst their plumages, which were specifically differentiated from other commercial local chicken, makes clear recognition by ordinary chicken consumers.

Hasnelly et al. (2017) reported that when G type SenSi-1 Agrinak was mated *inter-se* the offspring had: (1) Grey feather color of 55.51% in males and 60.77% in females; (2) Yellow shank color of 52.51% in males and 33.33% in females; (3) Pea type comb of 90.98% in males and 89.23% in females; and (4). Ten weeks live weight were 886.38 ± 142.93 g/bird in males and 739.17 ± 118.87 in females. *Inter-se* mating of BSW type SenSi-1 Agrinak had their offspring of: (1) BSW feather color of 75.65% in males and 83.30% in females; (2) Yellow shank color of 51.91% in males and 36.59% in females; (3) Pea type comb of 91.55% in males and 92.28% in females; and (4) Ten weeks live weight were 908.76 ± 130.98 g/bird in males and 750.53 ± 110.56 g/bird in females.

Hasnelly et al. (2017) further reported that the shank color distribution of SenSi-1 Agrinak was found to be five colors. The number of color or the frequency (%), in general was dominated by yellow in the two types of Sensi-1 Agrinak chicken. Black shank was dominated by G type both male and female. Yin et al. (2001) reported that light color of the shank was

completely dominant to dark shank color, although according to Liu & Niu (1994) who stated that the phenotype of chicken shank become more and more complex and the relevant research results differ from each other. However, the variation of the shank color would offer the breeders to further selection based on the preference of the consumers.

Body weight and size of mature males and females SenSi-1 Agrinak both types are presented in Table 2 (Hasnelly et al. 2017). The difference between the two types of SenSi-1 Agrinak was not significant, as expected due to the same selection criteria were applied to both types. The measurement was taken when the birds were assumed to be in the steady phase of growth.

The analysis of the selection response on body live weight of 10 weeks old was reported by Iskandar & Sartika (2015) who found that the average predicted the response of selection based on differential selection for the G and BSW type SenSi-1 Agrinak males were respectively 25.55 and 30.23 g/generation, respectively. While their predicted response based on intensity were 37.41 and 40.94 g/generation, respectively. The response of both types SenSi-1 Agrinak, based on actual response was 43.50 and 38.50 g/generation, respectively. Whilst predicted selection response based on realized response were 55.33 and 55.33 g/generation, respectively for G and BSW type SenSi-1 Agrinak.

DELIVERY STRATEGY OF SENSI-1 AGRINAK

The SenSi-1 Agrinak was promoted to private local chicken breeders, to be able to distribute directly to farmer users, throughout Indonesia. The licensing system was applied to the private breeders to overcome insufficient facilities in IRIAP to multiply the chickens. Table 3 shows the list of licensors and their memorandum of understandings in collaboration with IRIAP. The progress of those collaborations was somehow maintained to fulfill the demands of the national local chicken industry. According to Naryanto (2018, Pers. Com.), who is the owner of PT Sumber Unggas Indonesia, unofficially reported that about 5 million of final stock DOC (a hybrid of SenSi-1 Agrinak and KUB-1 chicken) has been prepared to deliver in 2018.

In addition, the West Java Province Livestock Services has also established the local chicken breeding unit in Majalengka District of West Java Province to preserve and multiply the Sentul chicken (Alam 2005). Recently, the efforts have also been carried out by the Ciamis DAHS by applying long term development program as reported by Isyanto et al. (2017) to Sentul increase the use of Sentul chicken, including possibility the use of SenSi-1 Agrinak by: (1) Making the Sentul chicken production center to anticipate any conflict of interest about land using between Sentul farming and

Table 2. Body live weight and size of 12 months old SenSi-1 Agrinak chicken

Variables	Grey (G) SenSi-1 Agrinak				Black spotted white (BSW) SenSi-1 Agrinak			
	Males		Females		Males		Females	
	Average	CV (%)	Average	CV (%)	Average	CV (%)	Average	CV (%)
Body live weight (g)	3,050	10.60	2,033	12.42	3,191	6.88	2,200	11.58
Beak length (cm)	28.01	18.62	30.78	12.23	36.97	7.47	29.27	10.27
Beak width (cm)	12.82	14.55	16.23	18.54	17.55	8.88	11.72	10.64
Head length (cm)	48.26	11.25	45.28	8.53	51.72	5.76	40.44	9.65
Head width (cm)	32.91	9.14	31.64	4.35	36.21	6.49	28.11	7.48
Neck length (cm)	16.04	9.26	12.50	4.76	15.58	6.19	12.92	6.67
Length of back bone (cm)	24.19	11.98	22.58	4.60	26.94	5.12	19.88	9.78
Chest circumference (cm)	38.92	6.75	32.20	5.25	37.12	4.26	33.92	6.13
Length of sternum (cm)	14.76	10.22	17.78	4.88	22.66	6.61	15.32	8.78
Length of upper thigh (cm)	12.56	7.65	10.24	8.11	12.80	4.78	11.08	6.85
Length of lower thigh (cm)	14.34	8.46	12.08	5.16	15.28	5.67	12.48	6.17
Length shank (cm)	10.68	9.64	7.94	6.88	10.88	9.95	7.96	4.41

Source: Hasnelly et al. (2017)

Table 3. List of IRIAP's cooperators and agreement letters of non-exclusive for license of multiplying SenSi-1 Agrinak

Private-sector cooperators	Memorandum of Understanding
PT Sumber Unggas Indonesia of Bogor West Java	663/HM.230/H.5.2/04/2016, on 25/04/2016
Dedi farm of Sukabumi, West Java	610/HM.230/H.5.2/04/2016, on 19/04/2016
PT ISFIN (Integrated Socio Farming Indonesia) of Gunung Kidul, Yogyakarta	757/HM.230/H.5.2/05/2016, on 27/05/2016
Warso Unggul Gemilang of Bogor, West Java	1091/HM.230/H.5.2/09/2016, on 07/09/2016
Badan Usaha Milik Tiuh (BUMT) of Tulang Bawang Barat, Lampung	570/HM.230/H.5.2/04/2016, on 12/04/2016
DNR farm of Bogor, West Java	2000/HM.230/H.5.2/09/2016, on 09/09/2016

Source: IRIAP Public Services Division (2017)

settlement; (2) Increasing in the number of holdings of Sentul chicken per farmer via credit scheme program; and (3) Improving technical capacity of farmers in raising Sentul chicken.

In 2017-2018, the Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia through the IAARD, has developed distribution program, called "strata". The first stratum has to build the multiplication centers in seven Agricultural Institute for Assessment of Agricultural Technologies (AIAT). The IRIAP has been assigned to guide the activities, consisting building the breeding facilities and to distribute selected breeds, including SenSi-1 Agrinak chicken. The second stratum is establishing the nuclei and plasm system of production of selected local chicken breeds.

Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia has recently developed the program to distribute selected local chicken breed to the poor families, called BEKERJA (poverty alleviation) through distribution of genetically selected local chicken, including SenSi-1 Agrinak. The BEKERJA program covered almost 60,000 poor families spread out in five districts in West Java Province and one district in West Nusatenggara Province. Those six districts are under the responsibility of IAARD.

The BEKERJA program eventually required about three millions day old chicks to be distributed in year 2018. IRIAP's private collaborator like PT Sumber Unggas Indonesia has been then assigned to supply the day old chicks (DOC).

CONCLUSION

SenSi-1 Agrinak chicken is one of the IRIAP research products, which was selected from the native Sentul breed from Ciamis District, West Java Province. The Sentul male was selected for 10 weeks body live weight combined with the phenotypic appearance of plumage color and comb type. The criteria were applied in the selection to have specific breed easily recognized by the users. After six generations of selection, the name SenSi-1 Agrinak was given as an

improved local chicken breed for meat production in Indonesia.

Licensing system to private local chicken breeders was created to accelerate the production and distribution to the farmer local chicken meat producers. Whilst collaboration with AIATs was pursued by running the strata program and BEKERJA program to increase and distribute the population throughout Indonesia.

REFERENCES

- Alam IP. 2005. Resistensi ayam lokal Jawa Barat: Ayam Sentul. Dalam: Subandriyo, Diwyanto K, Inounu I, Setiadi B, Zainuddin D, Priyanti A, Handiwirawan E, penyunting. Prosiding Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal. Semarang, 26 Agustus 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak dan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. hlm. 309-313.
- Dana N, Dessie T, van der Waaij LH, Johan AM, van Arendonk JAM. 2010. Morphological features of native chicken populations of Ethiopia. *Anim Genet Resour.* 46:11-23.
- Dirjen PKH. 2017. Statistik peternakan dan kesehatan hewan. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.
- FAO. 2007. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Rome (Italy): Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2009. Production systems and poultry genetic resources utilized by small producers in areas of West Java and Central Java, Indonesia. GCP/RAS/228/GER Working Paper No. 11. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gaya LG, Mourão GB, Ferraz JBS, Mattos EC, Costa AMMA, Filho TM, Rosa AF, Felício AM, Eler JP. 2011. Estimates of heritability and genetic correlations for meat quality traits in broilers. *Sci Agric.* 68:620-625.

- Hasnelly H, Iskandar S, Sartika T. 2017. Qualitative and quantitative characteristics of Sensi-1 Agrinak chicken. *JITV*. 22:68-79.
- Hidayat C, Sopiya S. 2010. Potensi ayam Sentul sebagai plasma nutfah asli Ciamis Jawa Barat. *Wartazoa*. 20:190-205.
- Hirst KK. 2017. The domestication history of chicken (*Gallus domesticus*): Who gets the credit for taming the wild jungle fowl? Thoughtco [Internet]. [cited 2018 Apr 20]. Available from: <https://www.thoughtco.com/the-domestication-history-of-chickens-170653>
- Hoffmann I, Scherf B. 2010. Implementing the global plan of action for animal genetic resources. *Anim Gen Res*. 47:1-10.
- Iskandar S, Gunawan B, Resnawati H. 2012. Initiation of selection in Sentul native chicken: Ten weeks of growth rate. In: Wina E, Prasetyo LH, Inounu I, Priyanti A, Anggraeni A, Yulistiani D, Sinurat AP, Situmorang P, Wardhana AH, Dharmayanti NLPI, et al., editors. *Technology Innovation in Support of Sustainable Livestock Development and Food Security*. Proceedings International Conference on Livestock Production and Veterinary Technology. Bogor, 1-4 October 2012. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 35-39.
- Iskandar S, Sartika T. 2015. Selection for 10 weeks old body-weight on Sentul chicken. In: *Integrated Approach in Developing Sustainable Tropical Animal Production*. The 6th International Seminar on Tropical Animal Production. Yogyakarta, 20-22 October 2015. Yogyakarta (Indonesia): Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University, Indonesian Society for Sustainable Tropical Animal Production. p. 387-390.
- Isyanto AG, Sudrajat, Iskandar M. 2017. Strategi pengembangan ayam Sentul di Kabupaten Ciamis. *J Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 3:1-12.
- Jaturasitha S, Leangwunta V, Leotaragul A, Phongphaew A, Apichartsrungkoon T, Simasathikul N, Vearasilp T, Worachai L, ter Meulen U. 2002. A Comparative study of Thai native chicken and broiler on productive performance, carcass and meat quality. In: *Conference on International Agricultural Research for Development*. Kassel (Germany): Kassel University Press. p. 1-9.
- Jin S, Lee JH, Seo DW, Cahyadi M, Choi NR, Heo KN, Jo C, Park HB. 2016. A major locus for quantitatively measured shank skin color traits in Korean native chicken. *Asian-Australas J Anim Sci*. 29:11:1555-1561.
- Liu FZ, Niu ZY. 1994. Preliminary study on the genetics of feather color and skin color in Lueyang chicken. *J Yellow Cattle Sci*. 20:29-30.
- Morejohn G V. 1968. Study of plumage of four species of the genus *Gallus*. *Condor*. 70:56-65.
- Nishida T, Hayashi Y, Nozawa K, Hashiguchi T, Mansjoer SS. 1988. Morphological studies on the Indonesian native chicken. *Japan J Zootech*. 59:1047-1058.
- Nishida T, Nozawa K, Hayashi Y, Hashiguchi T, Mansjoer SS. 1982. Body measurement and analysis of external genetic characters of Indonesian native fowl. The origin and phylogeny of Indonesian native livestock. *Res Gr Overseas Sci Surv Rep*. 3:73-83.
- de Paiva JT, Murao GB, Ferraz JBS, Mattos EC, Filho TM, Campos BM, Eler JP, Gaya LG. 2018. Inferences on the effects of selection for feed conversion over meat quality traits in broiler. *Sci Agric*. 75:129-135.
- Purba R. 2016. Ini alasan bisnis ayam Kampung menjanjikan. *Kompasiana* [Internet]. [disitasi 3 Februari 2017]. Tersedia dari: http://www.kompasiana.com/febroni-purba/ini-alasan-bisnis-ayam-kampung-menjanjikan_5751026af17a61d905899be8
- Rasyid TG, Kasim SN. 2014. Analisis pendapatan usaha peternakan ayam buras pedaging di Desa Bungungloe Kecamatan Turatea, Kabupaten Jember. *JIIP*. 1:158-167.
- Sarker NR, Hoque A, Faruque S, Islam N, Bhuiyan FH. 2014. An *ex situ* study on body characteristics and effect of plumage color on body weight of natives chicken (*Gallus domesticus*) in Bangladesh. *Acta Sci Anim Sci*. 36:79-84.
- Sarsenbek A, Wang T, Zhao JK, Jiang W. 2013. Comparison of carcass yields and meat quality between Baicheng-You chickens and Arbor Acres broilers. *Poult Sci*. 92:2776-2782.
- Sartika T, Iskandar S. 2007. Mengenal plasma nutfah ayam Indonesia dan pemanfaatannya. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- Sartika T, Iskandar S, Prasetyo LH, Takahashi H, Mitsuru M. 2004. Kekerabatan genetik ayam Kampung, Pelung, Sentul dan Kedu Hitam dengan menggunakan penanda DNA mikrosatelit: I. Grup pemetaan pada makro *chromosom*. *JITV*. 9:81-86.
- Sartika T, Iskandar S, Tiessnamurti B. 2017. Sumberdaya genetik ayam lokal Indonesia dan prospek pengembangannya. Jakarta (Indonesia): IAARD Press.
- Sartika T, Sopiya S, Iskandar S. 2010. Performans ayam Sentul koleksi *ex situ* di Balai Penelitian Ternak. Dalam: *Pengembangan Peternakan Berkelanjutan: Sistem Produksi Berbasis Ekosistem Lokal*. Prosiding Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan ke-2. Jatinangor, 3-4 November 2010. Jatinangor (Indonesia): Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. hlm. 39-51.
- Sawai H, Kim HL, Kuno K, Suzuki S, Gotoh H, Takada M, Takahata N, Satta YY, Akishinomiya F. 2010. The origin and genetic variation of domestic chickens with special reference to jungle fowls *Gallus g. gallus* and *G. varius*. *PLoS One*. 5:1-11.

- Sejati KW, Saptana. 2013. Analisis manajemen rantai pasok ayam Kampung pedaging: Studi kasus di Provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur. Bogor (Indonesia): Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- Suherman DS. 2015. Disnak Ciamis bangun pembibitan ayam buras Sentul. Harapan Rakyat [Internet]. [disitasi 6 Februari 2018]. Tersedia dari: <http://www.harapanrakyat.com/2015/10/disnak-ciamis-bangun-balai-pembibitan-ayam-buras-sentul/>
- Sulandari S, Zein MSA, Paryanti S, Sartika T, Sidadolog JHP, Astuti M, Widjastuti T, Sujana E, Darana S, Setiawan I, et al. 2007. Keanekaragaman sumber hayati ayam lokal Indonesia: Manfaat dan potensi. Bogor (Indonesia): Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- Sulandari S, Zein MSA, Sartika T. 2008. Molecular characterization of Indonesian indigenous chickens based on mitochondrial DNA Displacement (D)-loop sequences. Hayati. 15:145-154.
- Umay SR. 2014. The uniqueness of immune competence and meat quality of native chickens: A specialized review. World J Pharm Sci. 3:2576-2588.
- Wibowo B, Sartika T. 2011. Analisis kelayakan usaha penggemukan ayam kampung (lokal) di tingkat petani studi kasus kelompok peternak ayam kampung “Barokah” di Ciamis. Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Puastuti P, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH, Dharmayanti NLPI, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif terhadap dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 699-704.
- Yin HG, Zeng ZJ, Pan YM, Zhou KY. 2001. The genetic expression of dark shank in chicken. Sichuan Anim Vet Sci. 28:17-18.

Kemitraan Penggemukan Sapi Bali Berbasis Sumber Daya Lokal di Wilayah Lahan Suboptimal Nusa Tenggara Timur

(Partnership Program on Bali Cattle Fattening Based on Local Resources in the Suboptimal Land of Nusa Tenggara Timur)

Priyono¹ dan D Priyanto²

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Jl. Raya Pajajaran Kav. E-59, Bogor 16128

²Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16720
priyono.spt@gmail.com

(Diterima 17 Januari 2018 – Direvisi 15 Februari 2018 – Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRACT

Bali cattle is one of the Indonesian germplasm that well adapted to suboptimal areas including East Nusa Tenggara (NTT). Difficulties in accessing capital became one of the factors that hamper effort the development of Bali cattle in larger scale. One alternative to access capital is through partnership model of Bali cattle fattening based on local resources. Partnership model of Bali cattle fattening was initiated by village cooperative centre (*pusat koperasi unit desa* = PUSKUD) since 2002 in Kupang District, South Central Timor District, North Central Timor District, and Belu District. Profit sharing in this program is 70% for farmers and 30% for PUSKUD NTT. The partnership program has been performing well and growing rapidly. On the other hand, some problems occurred such as cattle death and forced sale due to lack of feed, especially during dry season. In its development, the partnership model has resulted in empowering farmers through increasing income and employment.

Key words: Partnership, Bali cattle, fattening, local resources, suboptimal area

ABSTRAK

Sapi Bali merupakan plasma nutfah asli Indonesia yang memiliki daya adaptasi yang baik pada lahan suboptimal. Sapi Bali banyak dikembangkan di lahan suboptimal diantaranya Nusa Tenggara Timur (NTT). Kesulitan dalam mengakses modal menjadi salah satu faktor yang menghambat upaya pengembangan sapi Bali dalam skala usaha yang lebih besar. Salah satu alternatif untuk membuka akses permodalan tersebut yaitu dikembangkannya kemitraan penggemukan sapi Bali berbasis sumber daya lokal. Pola kemitraan penggemukan sapi Bali di NTT diinisiasi oleh pusat koperasi unit desa (PUSKUD) sejak tahun 2002 di Kabupaten Kupang, Timor Tengah Selatan, Timor Tengah Utara dan Belu. Sistem kemitraan ini menerapkan pembagian sisa hasil usaha untuk peternak sebesar 70% dan PUSKUD NTT sebesar 30%. Program kemitraan tersebut telah berjalan dengan baik dan mengalami perkembangan yang cukup pesat. Namun, di satu sisi juga masih terjadi kematian sapi dan sapi dijual paksa akibat kendala pakan terutama saat musim kemarau. Dalam perkembangannya, pola kemitraan tersebut telah berdampak positif terhadap pemberdayaan petani, dalam hal peningkatan pendapatan dan penyerapan tenaga kerja.

Kata kunci: Kemitraan, sapi Bali, penggemukan, sumber daya lokal, lahan suboptimal

PENDAHULUAN

Sapi Bali banyak dikembangkan di lahan suboptimal dimana sebagian besar lahan tersebut berupa lahan kering dengan curah hujan yang rendah. Pada beberapa tempat di Indonesia, lahan didominasi lahan kering beriklim kering (BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur 2017). Kondisi ini berdampak pada produktivitas pertanian yang relatif rendah karena lahan hanya ditanami pada musim hujan yang terbatas. Hal ini mendorong petani memelihara sapi potong untuk membantu menambah sumber pendapatan keluarga.

Keragaan sapi ditentukan oleh daya dukung wilayah, terutama ketersediaan pakan hijauan baik berupa rumput, leguminosa, maupun limbah pertanian/perkebunan (Priyanto 2016). Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu wilayah yang sebagian besar lahannya berupa lahan kering dan musim hujan atau bulan basah pendek yaitu sekitar 3-4 bulan, sedangkan bulan kemarau/kering berlangsung panjang, yaitu antara 8-9 bulan (BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur 2017). Namun, NTT dikenal sebagai salah satu sentra ternak sapi potong di Indonesia yang didukung dengan areal lahan luas, namun lahan

pengembalaan banyak yang belum termanfaatkan. Luas area padang pengembalaan di NTT mencapai 832.228 ha berpotensi untuk mendukung pengembangan sapi dengan pola pemeliharaan ekstensif (Priyanto 2016). Pada tahun 2016, populasi sapi di NTT menempati urutan kelima dari populasi sapi potong nasional dengan populasi sebanyak 984.508 ekor (BPS 2017; Ditjen PKH 2017). Hal ini menjadikan perhatian pemerintah daerah untuk tetap mempertahankan tingginya populasi sapi potong di kawasan NTT.

Sapi Bali merupakan bangsa sapi yang dominan di wilayah NTT dan hingga kini telah berkembang cukup pesat. Hal ini karena sapi Bali mampu beradaptasi pada kondisi iklim kering dengan persediaan pakan hijauan yang relatif rendah, namun masih mampu untuk bereproduksi. Jumlah kepemilikan sapi Bali di NTT bervariasi tergantung pada daya dukung fisik wilayah, iklim, tingkat produktivitas ternak, kemampuan tenaga kerja petani dan faktor keamanan (pencurian ternak) (Mullik & Jelantik 2009).

Dalam pengembangan sapi Bali, seringkali dihadapkan dengan kendala kapasitas modal petani yang masih relatif rendah. Kesulitan dalam mengakses modal ini menjadi salah satu faktor yang menghambat upaya pengembangan skala usaha yang lebih besar. Salah satu alternatif untuk membuka akses permodalan bagi petani di NTT adalah dikembangkannya program kemitraan penggemukan sapi Bali berbasis sumber daya lokal. Makalah ini bertujuan untuk menelaah kinerja model kemitraan penggemukan sapi Bali berbasis sumber daya lokal di lahan suboptimal NTT dan dinamika serta perkembangannya sebagai langkah pemberdayaan ekonomi peternak sapi potong.

GAMBARAN UMUM POLA KEMITRAAN

Pola kemitraan usaha pertanian dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yaitu inti plasma, subkontrak, dagang umum, keagenan dan kerja sama

operasional agribisnis. Perbedaan pola kemitraan secara terperinci disajikan pada Tabel 1.

Program kemitraan dilaksanakan agar kedua belah pihak yang bermitra sama-sama memperoleh manfaat. Namun, dalam pelaksanaannya dapat terjadi kondisi dimana manfaat dan/atau kerugian yang harus dihadapi baik oleh pihak inti maupun plasma. Dalam program kemitraan, manfaat yang diperoleh petani diantaranya input produksi, pembinaan dan permodalan dibantu oleh pihak inti, kapabilitas petani dalam penggunaan teknologi baru meningkat, mampu membantu dalam pemasaran produk dan risiko harga cenderung kecil. Sementara itu, kerugian-kerugian diantaranya harga produk tetap sesuai kontrak meskipun harga di pasar sedang meningkat, pihak inti dapat melakukan monopoli harga/produk pada waktu tertentu dan jika terjadi masalah manajemen dan pemasaran akan menghambat pembelian produksi yang dikontrak (Eaton & Shepherd 2001).

Pola kemitraan sapi Bali yang sebagian besar diterapkan di Indonesia termasuk di NTT adalah pola inti plasma melalui mekanisme sistem gaduhan. Program kemitraan ini merupakan upaya pengembangan sapi Bali melalui mekanisme kerja sama vertikal antara pihak inti dengan plasma. Pihak inti adalah perusahaan atau pemilik modal, sedangkan pihak plasma adalah peternak sapi Bali. Pola ini dilandasi dengan kerja sama antara kedua belah pihak untuk berbagi risiko, biaya dan manfaat. Aturan umum kemitraan bagi hasil dalam usaha sapi potong sebagian besar didasarkan pada kepercayaan satu sama lain dengan kesepakatan informal antara investor dan peternak menyangkut permodalan dan bagi hasilnya (Firmansyah et al. 2006). Pola kemitraan ini memberikan kontribusi dan dampak berupa manfaat dan keuntungan yang diperoleh bagi kedua belah pihak.

Dalam pelaksanaan kegiatan, baik pihak inti maupun plasma terikat oleh perjanjian kerja sama yang mengatur hak, kewajiban, jangka waktu kemitraan dan hal-hal yang disepakati oleh kedua belah pihak. Perusahaan inti dalam pelaksanaan kegiatan kemitraan

Tabel 1. Pola kemitraan usaha pertanian

Jenis kemitraan	Pola kemitraan yang diterapkan
Inti plasma	Perusahaan inti melaksanakan pembinaan mulai dari penyediaan sarana produksi, bimbingan teknis, sampai dengan pemasaran hasil produksi pada plasma
Subkontrak	Kelompok mitra (usaha kecil) memproduksi komponen yang diperlukan oleh perusahaan mitra (usaha menengah atau usaha besar) sebagai bagian dari produksinya
Dagang umum	Perusahaan mitra memasarkan hasil produksi kelompok mitra atau kelompok mitra memasok kebutuhan perusahaan mitra
Keagenan	Kelompok mitra mendapatkan hak khusus untuk memasarkan barang dan jasa usaha perusahaan mitra
Kerja sama operasional agribisnis	Kelompok mitra menyediakan lahan, sarana dan tenaga, sedangkan perusahaan mitra menyediakan biaya, modal atau sarana

Sumber: Kementerian Pertanian (1997)

perlu melakukan pembinaan terhadap peternak plasma. Pembinaan tersebut dilakukan melalui peningkatan pengetahuan dan kewirausahaan, membantu permodalan, mengadakan penelitian, pengembangan dan penyaluran teknologi, serta melakukan konsultasi dan temu usaha. Menurut Suryana (2009) dalam mencapai efisiensi usaha yang tinggi diperlukan pengelolaan usaha secara terintegrasi dari hulu hingga hilir melalui pola kemitraan sehingga memberikan keuntungan yang berkelanjutan.

Di NTT, penerapan pola kemitraan antara peternak sapi Bali dengan pihak inti diupayakan agar dilakukan secara seimbang. Pembinaan pihak inti terhadap plasma dilakukan dengan terarah dan konsisten. Melalui pendekatan kemitraan, diperoleh lima manfaat dari kemitraan sapi Bali yaitu: (1) Mampu mengoptimalkan alokasi sumber daya yang terlibat; (2) Meningkatkan efisiensi dan produktivitas ternak; (3) Meningkatkan efisiensi dan harmonisasi pihak yang bermitra; (4) Terjalinnnya kerja sama yang saling menguntungkan dan saling memperkuat; dan (5) Terjaminnya stabilitas dan kontinuitas pendapatan pihak yang bermitra (Saptana & Ashari 2007).

PENGHEMUKAN SAPI BALI BERBASIS SUMBER DAYA LOKAL DI LAHAN SUBOPTIMAL

Sapi Bali telah dikenal sebagai rumpun sapi yang banyak dibudidayakan peternak di Indonesia karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan rumpun sapi lainnya. Sapi Bali mampu beradaptasi dengan baik meskipun dipelihara di wilayah dengan lahan suboptimal yang terbatas ketersediaan pakannya. Bahkan, sapi Bali juga memiliki tingkat fertilitas dan persentase karkas yang cukup baik. Persentase karkas sapi Bali sebesar 50,95-54%, nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan sapi Madura, Peranakan Ongole dan sapi komersial Australia (Matondang & Talib 2015). Berdasarkan keunggulan tersebut, saat ini sapi Bali banyak dipilih untuk dikembangkan pada lahan-lahan suboptimal, salah satunya di Provinsi NTT, yang mencapai 80% dari populasi yang ada (Talib et al. 2003). Sapi Bali sudah banyak menyebar di beberapa wilayah di Indonesia dan dilaporkan mampu memberikan kontribusi sebesar 26,92% untuk pemenuhan daging sapi nasional (Purwantho 2012).

Provinsi NTT telah dikenal sebagai penyuplai ternak ke kawasan konsumen di Pulau Jawa. Oleh karena itu, sapi Bali memiliki peranan yang penting bagi masyarakat di NTT, usaha ternak sapi Bali dapat dikatakan sebagai tumpuan ekonomi penduduk pedesaan karena usahatani tanaman pangan dan lainnya kurang menjanjikan sebagai akibat curah hujan yang rendah dan hari hujan yang pendek.

Sebanyak 59% petani di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Timor Tengah Utara, Provinsi NTT memiliki sapi Bali sebanyak 2,4 ekor/KK (Diwyanto & Priyanti 2008). Hal ini didukung dengan potensi sumber daya lokal dan lahan yang luas untuk pengembangan sapi Bali. Namun demikian, pemeliharaan sapi di NTT ini sebagian besar masih menggunakan sistem usaha tradisional dengan produktivitas relatif rendah. Sapi Bali sebagian besar dipelihara secara ekstensif dengan cara digembalakan pada padang penggembalaan alam. Padang penggembalaan ini, jika dilakukan perbaikan dengan introduksi rumput dan leguminosa unggul, akan meningkatkan kapasitas tampungnya. Namun, jika padang penggembalaan tersebut tidak dikelola dengan baik, akan berdampak pada menurunnya ketersediaan pakan terutama musim kemarau. Hal ini dapat berdampak pada relatif rendahnya produktivitas akibat penurunan angka kelahiran, tingkat kematian pedet yang tinggi dan tingkat pertumbuhan ternak sapi yang rendah. Sapi Bali mempunyai tingkat fertilitas yang baik meskipun kondisi tubuhnya kecil dan kurus, bahkan pada umumnya sapi Bali dapat beranak setiap tahun. Dalam upaya pengembangannya diperlukan pembinaan dan penyuluhan pada peternak untuk meningkatkan kemampuan secara teknis dan manajerial agar peternak mampu mengadopsi upaya peningkatan performans sapi yang dipelihara (Hadi et al. 2002).

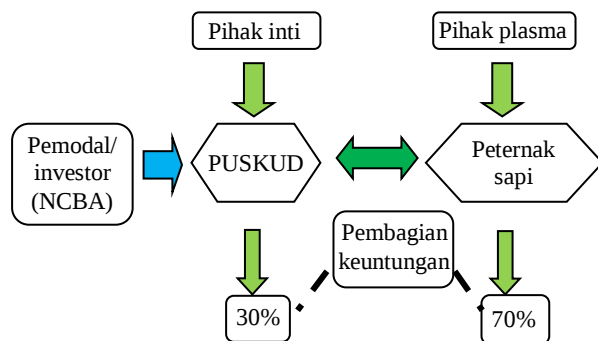
POLA KEMITRAAN PENGHEMUKAN SAPI BALI DI NUSA TENGGARA TIMUR

Pola kemitraan inti plasma

Pola kemitraan penggemukan sapi Bali di NTT diinisiasi oleh Pusat Koperasi Unit Desa (PUSKUD) yang mulai melakukan pengembangan pola kemitraan penggemukan sapi Bali berbasis pakan lokal pada tahun 2002 (Hanifah & Diwyanto 2012). Dalam pola kemitraan ini, PUSKUD berperan sebagai pihak inti dan peternak sebagai pihak plasma sesuai dengan SK Mentan Nomor 93/Kpts/OT.210/3/1997 tentang Pedoman Kemitraan Usaha Pertanian (Kementerian Pertanian 1997). Pola kemitraan ini pada prinsipnya sama dengan pola kemitraan lain (sistem paron) yang berkembang di masyarakat, namun program ini sejak awal dirancang agar petani memperoleh keuntungan yang optimal. Sistem paron telah ada sejak 1970an (Wirdahayati 2010).

Pola kemitraan ini dirintis dengan adanya bantuan hibah modal dari *National Cooperative Business Association* (NCBA), *United State Department of Agricultural* (USDA). Pola kemitraan telah dilakukan mulai tahun 2002 di Kabupaten Kupang, Timor Tengah Utara, Timor Tengah Selatan dan Belu. Pusat koperasi unit desa bermitra dengan investor penyedia kredit

untuk pengadaan sapi bakalan yang akan dibesarkan serta untuk biaya-biaya operasional pendukung lainnya. Petani berperan sebagai pihak plasma yang berkewajiban menyiapkan kandang sederhana dan melakukan pemeliharaan sapi potong sesuai dengan petunjuk teknis yang telah dibuat. Program pengembangan yang dilakukan adalah melalui kegiatan pola penggemukan sapi Bali yang dilakukan oleh peternak dan pihak PUSKUD sebagai pihak inti. Sapi yang telah dipelihara tersebut, saat sudah mencapai bobot hidup tertentu, PUSKUD mencari pembeli yang bersedia membayar dengan harga jual sesuai dengan harga pasar. Dengan meningkatnya skala usaha sapi yang dipelihara dan semakin membaiknya pendapatan akan berpengaruh pada kemampuan pengembalian kredit peternak mengakses terhadap tambahan modal untuk pengembangan usaha (Mayangsari et al. 2014). Pemberian kredit dalam bentuk sapi bakalan mampu mendorong peningkatan produktivitas, perluasan skala usaha dan peningkatan pendapatan (Nalle 2014). Pola kemitraan inti dan plasma di NTT dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola kemitraan inti dan plasma di NTT

Pihak inti (PUSKUD) memiliki staf (karyawan) dalam upaya pembinaan dan bimbingan terhadap peternak yang tergabung dalam plasma (Gambar 1). Kewajiban dan hak PUSKUD meliputi sosialisasi program sistem paron, verifikasi lapangan, menyediakan ternak sapi bakalan dan mengganti akibat kematian dan kehilangan ternak sapi yang dilaporkan peternak dalam 1×24 jam serta berhak menerima sisa hasil usaha (SHU) sebesar 30% (Budiarsana et al. 2013). Sedangkan kewajiban dan hak peternak meliputi pembentukan kelompok ternak, menyediakan sarana dan prasarana untuk kelengkapan penggemukan, memelihara ternak sesuai dengan perjanjian, kewajiban mengganti jika tidak melaporkan kematian atau kehilangan dalam waktu 1×24 jam dan berhak menerima SHU sebesar 70%. Dalam usaha penggemukan sapi potong pola gaduhan perlu dilakukan evaluasi kelayakan usaha sebagai upaya untuk meningkatkan kuantitas usaha (Zulfanita et al. 2009).

Dalam pola kemitraan ini, posisi dan peran inti plasma dituangkan dalam kontrak kerja sama lebih rinci, kemudian disosialisasikan kepada seluruh plasma yang terlibat. Aturan bagi hasil memberikan porsi dari keuntungan bersih sebesar 70% untuk plasma dan 30% adalah hak inti. Pelaksanaan program ini dilakukan dengan transparan, akurat, jujur, adil dan konsisten. Bahkan, agar pelaksanaan kemitraan inti plasma dapat dilakukan dengan baik maka *law enforcement* harus diterapkan dengan baik dan *reward and punishment* agar dilakukan secara tegas (Diwyanto & Priyanti 2008; Hanifah & Diwyanto 2012). Setelah program berjalan lebih dari 10 tahun, kegiatan penggemukan sapi Bali berbasis pakan lokal di NTT ini masih terus berjalan walaupun mengalami pasang surut dalam realisasi pelaksanaannya. Dalam kurun waktu 2002-2014 perkembangan jumlah peternak semakin meningkat. Hal tersebut terlihat pada jumlah koperasi peternak sebanyak 183 unit dengan jumlah anggota sebanyak 4.881 orang. Koperasi peternak tersebut sebesar 47,54% berada di Kabupaten Kupang, 32,24% berada di Kabupaten Timor Tengah Selatan; 13,11% berada di Kabupaten Timor Tengah Utara dan 7,10% berada di Kabupaten Belu.

Mekanisme pelaksanaan dan pengawasan kemitraan plasma inti dilakukan melalui pemberian kuasa penuh dari mitra penyedia dana kepada PUSKUD untuk melakukan kegiatan pengembangan peternakan melalui usaha penggemukan. Lembaga mitra penyedia dana melakukan pengawasan terhadap penggunaan dana supaya modal yang telah diberikan untuk pengembangan penggemukan sapi dapat bertahan lama dan berkelanjutan.

Kinerja dan kendala program kemitraan

Jumlah sapi yang dijual hasil pola kemitraan penggemukan sapi Bali merupakan indikator keberhasilan kinerja dari kegiatan usaha penggemukan. Pusat koperasi unit desa menetapkan tunda potong dengan batasan bobot hidup minimal sebelum sapi dijual sebesar 250 kg. Hal ini memiliki konsekuensi peternak mitra tidak diperbolehkan menjual sapi dengan bobot badan di bawah 250 kg. Program tunda potong melalui penggemukan di Kabupaten Kupang dilaporkan mampu memberikan bobot badan tambahan mencapai 30-50% lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang dipotong di rumah potong hewan (Budiarsana et al. 2013). Oleh karena itu, kemitraan penggemukan tersebut dapat dikembangkan melalui program tunda potong untuk mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi dan pencapaian bobot potong yang optimal.

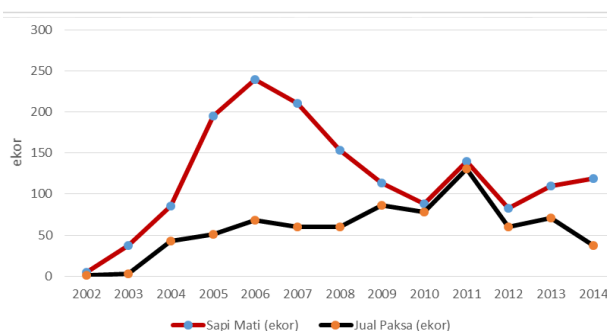
Pola kemitraan inti plasma yang diterapkan di NTT ini sangat berbeda dibandingkan dengan pola kemitraan yang sudah diterapkan di Indonesia. Dalam

pola kemitraan ini, petani berhak memperoleh keuntungan sebesar 70% dari SHU, sedangkan PUSKUD mendapatkan keuntungan 30% dari SHU. Persentase SHU yang diterima peternak plasma lebih besar dari pihak inti, agar dapat memperbaiki kesejahteraan melalui peningkatan pendapatan peternak.

Pendapatan peternak ditentukan oleh harga sapi bakalan dan hasil penggemukan, serta biaya lainnya yang dikeluarkan selama proses produksi (Rusdianto et al. 2015). Sementara itu, jumlah kumulatif SHU dari program kemitraan terlihat meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menunjukkan bahwa usaha pola kemitraan antara peternak dan PUSKUD telah berjalan cukup baik dan mampu memberdayakan peternak di NTT, serta pihak plasma maupun inti patuh pada isi perjanjian dalam melakukan kegiatan kemitraan usaha penggemukan sapi Bali ini.

Hasil SHU yang diterima peternak dalam pengembangan usaha pola penggemukan tersebut dilaporkan mampu dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga peternak. Dengan dukungan pendanaan dari lembaga sumber dana dan adanya aturan yang ringkas, jelas serta mudah dipahami, PUSKUD bersama peternak berusaha meningkatkan kuantitas dan kualitas kegiatan usaha pola gaduhan tersebut.

Dalam perkembangan program kemitraan inti plasma antara petani dan PUSKUD di lapang, karena kondisi tertentu dijumpai adanya sapi yang mati akibat penyakit dan sapi yang dijual paksa. Perkembangan sapi mati dan jual paksa dari tahun 2002-2014 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkembangan sapi mati dan jual paksa tahun 2002-2014

Sumber: PUSKUD (2015) yang diolah

Jumlah sapi mati dalam program kemitraan ini, mengalami peningkatan yang cukup signifikan mulai dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2006. Namun kemudian, mengalami penurunan secara signifikan

setelah tahun tersebut (Gambar 2). Metode pemeliharaan tradisional serta musim hujan singkat (empat bulan sepanjang tahun) ketersediaan hijauan pakan yang terbatas dan belum diadopsinya teknologi dalam usaha penggemukan diduga menjadi penyebab tingginya jumlah kematian sapi.

Kekurangan ketersediaan pakan pada musim kemarau mengakibatkan sapi menjadi kurus dan bahkan terjadi penurunan bobot badan. Efisiensi produksi sapi potong di lahan kering relatif rendah yang ditunjukkan dengan pertambahan bobot badan hariannya yang rendah sebagai akibat minimnya ketersediaan pakan hijauan (Nurdiati et al. 2012). Upaya pemberian pakan tambahan di NTT terkendala beberapa hambatan teknis diantaranya adalah: (1) Ketiadaan sumber bahan pakan tambahan di wilayah pedesaan; (2) Peternak tidak memiliki uang untuk membeli pakan tambahan; dan (3) Peternak tidak memiliki cadangan pakan dalam bentuk awetan (*hay* atau silase). Upaya pencapaian target dalam pola gaduhan sapi potong dapat dilakukan melalui perbaikan pada manajemen produksi, daya dukung hijauan pakan ternak dan pendampingan pada peternak (Ibrahim et al. 2016).

Di satu sisi, hasil inventarisasi jumlah ternak yang mati menurun secara signifikan, mulai tahun 2007 menunjukkan bahwa peternak sudah mulai bisa mengatasi berbagai hambatan dalam tatalaksana pemeliharaan, penanganan penyakit, sampai dengan upaya penyediaan pakan terutama saat musim kemarau. Demikian halnya kasus terjadinya jual paksa sapi potong dan kejadian kematian sapi di NTT adalah akibat faktor teknis seperti ketersediaan pakan dan manajemen pemeliharaan (Puslitbangnak 2007).

Dalam usaha penggemukan tersebut, terkadang dijumpai kondisi dimana peternak harus menjual paksa sapi sebelum mencapai bobot hidup yang dipersyaratkan (minimal 250 kg). Hal ini dilakukan peternak untuk menghindari kerugian yang lebih besar, diantaranya menjual paksa sapi yang sakit, walaupun persentase sapi yang dijual paksa dari tahun 2002-2014 mengalami fluktuasi yang kecil dibandingkan dengan terjadinya jumlah sapi mati. Jumlah sapi yang dijual paksa berdasarkan wilayah terlihat pada (Tabel 2).

Meskipun sapi yang dijual paksa mengalami fluktuasi yang tidak menentu, namun jumlah sapi jual paksa hanya sebesar 1,98% dari seluruh jumlah populasi dari program inti plasma sapi dari tahun 2002-2014. Kabupaten Kupang dan Timor Tengah Selatan jumlah jual paksa relatif lebih tinggi (2,03 dan 2,08%) dibandingkan dengan lokasi di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Belu yang hanya mencapai (0,77 dan 0,91%).

Tabel 2. Jumlah sapi yang dijual paksa berdasarkan wilayah tahun 2002-2014

Kabupaten	Jumlah sapi dijual paksa (ekor)				Jumlah	Persentase dari total populasi (%)
	2002-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014		
Kupang	92	152	205	151	600	2,03
Timor Tengah Selatan	5	32	79	17	133	2,08
Timor Tengah Utara	1	1	5	-	7	0,77
Belu	-	3	6	-	9	0,91
Jumlah	98	188	295	168	749	1,98

Sumber: PUSKUD (2015) yang diolah

DAMPAK KEMITRAAN TERHADAP PEMBERDAYAAN PETERNAK SAPI BALI

Pola kemitraan yang dilakukan PUSKUD melalui sistem bagi hasil pola penggemukan sudah mampu merintis pengembangan usaha yang ditunjukkan berkembangnya koperasi peternak dan mampu menumbuhkan kembangkan kelompok ternak. Pusat koperasi unit desa sebagai sebuah kelembagaan koperasi di daerah telah berupaya memberikan kesempatan pada masyarakat pedesaan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan melalui pola gaduhan penggemukan berbasis sumber daya lokal.

Pemberdayaan yang dilakukan oleh PUSKUD difokuskan pada usaha agribisnis penggemukan sapi Bali sejak tahun 2002. Sapi Bali sudah berkembang di kawasan NTT dan terbukti memiliki kelebihan diantaranya mampu memanfaatkan pakan berkualitas rendah dan memberikan respon yang cukup baik dalam perbaikan pakan (Handiwirawan & Subandriyo 2004). Pola kemitraan tersebut telah terbukti mampu sebagai upaya pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan pendapatan dan penyerapan tenaga kerja keluarga (Djaelani et al. 2009; Sonbait et al. 2011; Suardika et al. 2015).

Dalam mendukung keefektifan program kegiatan dari pola kemitraan, pihak PUSKUD telah menyediakan tenaga pendamping termasuk tenaga medis yang akan memonitor kegiatan penggemukan yang dilakukan pihak plasma (peternak), sehingga mampu terhindar dari kasus yang dapat merugikan peternak (khususnya kematian ternak). Pendampingan tersebut termasuk dalam hal penentuan penjualan sapi berdasarkan target bobot badan optimal dan penentuan waktu jual yang tepat sehingga dicapai harga tinggi.

Pusat koperasi unit desa telah menggunakan pendekatan kelompok untuk memperlancar realisasi pemberdayaan peternak dalam pola kemitraan, meskipun kontrak perjanjian dilakukan secara individu. Dengan demikian, setiap peternak yang mengikuti kegiatan kemitraan ini harus tergabung dalam kelompok. Peran kelompok peternak dalam pengembangan usaha adalah sebagai pionir bagi

intensifikasi dan diversifikasi usaha peternakan, khususnya dalam penggemukan sapi potong yang berwawasan agribisnis kerakyatan dan berdaya saing tinggi (Muhsis 2007).

Program kemitraan penggemukan sapi Bali, telah banyak membantu memberdayakan masyarakat NTT dalam meningkatkan nilai tawar, mulai dari adanya peningkatan pendapatan, peningkatan penguasaan aspek teknis dan aspek ekonomis. Lama penggemukan sapi Bali selama 8-12 bulan dengan menggunakan sumber daya lokal yang tersedia. Peternak hanya memberikan pakan hijauan (lokal) dan belum banyak yang memberikan pakan konsentrat sehingga menyebabkan tingginya variasi lama penggemukan yang dilakukan oleh peternak. Dengan pola kemitraan, peternak di NTT mampu memperoleh keuntungan tunai sebesar 1,6-1,7 juta/ekor/periode dan peternak binaan PUSKUD mampu memperoleh keuntungan mencapai 3-5 kali lipat dibandingkan dengan pola gaduhan dengan pedagang lokal (Budiansana et al. 2013).

Diperlukan pengamatan terhadap sifat-sifat dan parameter produktivitas sapi Bali yang mempunyai nilai ekonomi tinggi sebagai acuan untuk pengembangan model penggemukan sapi bali lebih lanjut (Jan et al. 2015). Pemberdayaan peternak di NTT melalui program ini mampu dilakukan secara sistematis, yang meliputi penyusunan strategi, mekanisme dan tahapan pelaksanaan. Usaha penggemukan sapi Bali dengan pola gaduhan sejak tahun 2002-2014 telah mampu memberdayakan peternak melalui peningkatan pendapatan peternak dan penyerapan tenaga kerja masyarakat berbasis sumber daya lokal di NTT.

KESIMPULAN

Dalam program kemitraan yang menempatkan pusat koperasi unit desa (PUSKUD) sebagai pihak inti dan peternak sebagai pihak plasma, yang telah dilakukan dari tahun 2002-2014 berjalan dengan baik dan telah mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Jumlah peternak yang tergabung dalam kelompok peternak mengalami peningkatan dimana pada akhir tahun 2014 terdapat 4.881 peternak yang

tergabung dalam 183 kelompok ternak. Jumlah sapi Bali dari pengadaan sapi dan penjualan sapi penggemukan tahun 2002-2014 mengalami peningkatan yang cukup tinggi karena minat masyarakat yang tinggi, daya dukung lahan, serta daya dukung pasar yang disiapkan oleh PUSKUD. Dalam perkembangannya, masih terjadi kematian sapi yang dipelihara peternak, maupun sapi yang dijual paksa terutama akibat terbatasnya pakan pada musim kemarau. Jumlah sisa hasil usaha yang diterima petani maupun PUSKUD cenderung meningkat setiap tahun. Program kemitraan penggemukan sapi Bali telah mampu memberdayakan masyarakat dengan adanya peningkatan pendapatan dan penyerapan tenaga kerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PUSKUD NTT dan Alm. Prof. (R) Dr. Ir. Kusuma Diwyanto, MS yang telah membantu menyediakan informasi dan data pendukung untuk penyelesaian makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2017. Statistik Indonesia 2016. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik.
- BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur. 2017. Nusa Tenggara Timur dalam angka 2016. Kupang (Indonesia): Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur.
- Budiarsana IGM, Handiwirawan E, Diwyanto K. 2013. Pemberdayaan peternak melalui kerjasama usaha penggemukan sapi Bali berbasis sumberdaya lokal di Kupang NTT. Dalam: Tiesnamurti B, Sawit MH, Damardjati DS, Thahir R, penyunting. Model pengembangan sistem integrasi tanaman-sapi berbasis inovasi. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 225-250.
- Ditjen PKH. 2017. Statistik peternakan 2016. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.
- Diwyanto K, Priyanti A. 2008. Keberhasilan pemanfaatan sapi Bali berbasis pakan lokal dalam pengembangan usaha sapi potong di Indonesia. *Wartazoa*. 18:34-45.
- Djaelani S, Widiati R, Santosa KA. 2009. Pemberdayaan masyarakat melalui proyek gaduhan sapi potong di Kecamatan Oba Tengah dan Oba Utara, Tidore, Kepulauan Maluku Utara. *Bul Peternakan*. 33:40-48.
- Eaton C, Shepherd AW. 2001. Contract farming partnerships for growth. Rome (Italy): FAO Agricultural Services Bulletin 145.
- Firmansyah C, Kuswaryan S, Rahayu S. 2006. Manfaat finansial pada pola kemitraan usaha pembibitan sapi potong. *J Ilmu Ternak*. 6:75-80.
- Hadi PU, Ilham N, Thahar A, Winarso B, Vincent D, Quirke D. 2002. Improving Indonesia's beef industry. Canberra (AUS): ACIAR.
- Handiwirawan E, Subandriyo. 2004. Potensi dan keragaman sumber daya genetik sapi Bali. *Wartazoa*. 14:107-115.
- Hanifah VW, Diwyanto K. 2012. Pemberdayaan peternak sapi Bali melalui pola kemitraan di lahan kering iklim kering NTT. Dalam: Prosiding Seminar Nasional: Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi. Kupang, 12-14 September 2012. Bogor (Indonesia): BBP2TP.
- Ibrahim JT, Sutawi, Jayus. 2016. Analisis kinerja program pengembangan usaha sapi potong pola gaduhan sistem *revolving*. *Agrise*. 13:163-174.
- Jan R, Sudrana IP, Kasip LM. 2015. Pengamatan sifat-sifat yang mempunyai nilai ekonomi tinggi pada sapi Bali di Kota Mataram. *J Ilmu Teknol Peternakan Indonesia*. 1:53-59.
- Kementerian Pertanian. 1997. Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 93/Kpts/OT.210/3/1997 tentang Pedoman Kemitraan Usaha Pertanian. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian.
- Matondang RH, Talib C. 2015. Model pengembangan sapi Bali dalam usaha integrasi di perkebunan kelapa sawit. *Wartazoa*. 25:147-157.
- Mayangsari D, Prasetyo E, Mukson. 2014. Evaluasi kredit usaha peternakan sapi potong pada kelompok tani ternak. *J Econ Policy*. 7:14-21.
- Muhlis A. 2007. Peran kelompok peternak dan prospek usaha penggemukan sapi potong. Dalam: Darmono, Wina E, Nurhayati, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulanningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T, penyunting. Akselerasi Agribisnis Peternakan Nasional melalui Pengembangan dan Penerapan IPTEK. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 21-22 Agustus 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 17-20.
- Mullik M, Jelantik IGN. 2009. Strategi peningkatan produktivitas sapi Bali pada sistem pemeliharaan ekstensif di daerah lahan kering: Pengalaman Nusa Tenggara Timur. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sapi Bali Berkelanjutan dalam Sistem Peternakan Rakyat. Mataram, 29 Oktober 2009. Mataram (Indonesia): BPTP NTB bekerjasama dengan Universitas Mataram dan Dinas Peternakan Provinsi NTB.
- Nalle MN. 2014. Pengaruh kredit terhadap produktivitas sapi potong di Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur [Tesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Nurdiati K, Handayanta E, Lutojo. 2012. Efisiensi produksi sapi potong pada musim kemarau di peternakan rakyat daerah pertanian lahan kering Kabupaten Gunung Kidul. *J Trop Anim Husb*. 1:52-58.

- Priyanto D. 2016. Strategi pengembalian wilayah Nusa Tenggara Timur sebagai sumber ternak sapi potong. *J Penelitian Pengembangan Pertanian*. 35:167-178.
- Purwantho. 2012. Performans produksi dan reproduksi sapi Bali di Kaki Gunung Rinjani di Pulau Lombok [Tesis]. [Malang (Indonesia)]: Universitas Brawijaya.
- PUSKUD. 2015. Laporan pelaksanaan kegiatan tahun 2002-2014. Kupang (Indonesia): Pusat Koperasi Unit Desa. Nusa Tenggara Timur. *unpublished*
- Puslitbangnak. 2007. Petunjuk teknis penanganan gangguan reproduksi pada sapi potong. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Rusdianto SW, Daryanto HKS, Kuntjoro, Priyanti A. 2015. Pengaruh perubahan harga sapi terhadap permintaan input dan penawaran output usaha penggemukan sapi Bali. *J Informasi Pertanian*. 24:223-232.
- Saptana, Ashari. 2007. Pembangunan pertanian berkelanjutan melalui kemitraan usaha. *J Penelitian Pengembangan Pertanian*. 26:126-130.
- Sonbait LY, Santosa KA, Panjono. 2011. Evaluasi program pengembangan sapi potong gaduhan melalui kelompok lembaga mandiri yang mengakar di masyarakat di Kabupaten Manokwari Papua Barat. *Bul Peternakan*. 35:208-217.
- Suardika P, Ambarwati IGAA, Sudarma IM. 2015. Efektivitas kemitraan usaha ternak sapi potong terhadap pendapatan petani-peternak di Kabupaten Timor Tengah Utara Provinsi Nusa Tenggara Timur. *J Manaj Agribisnis*. 3:155-162.
- Suryana. 2009. Pengembangan usaha ternak sapi potong berorientasi agribisnis dengan pola kemitraan. *J Penelitian Pengembangan Pertanian*. 28:29-37.
- Talib C, Enwistle K, Siregar A, Budiarti-Turner S, Lindsay D. 2003. Survey of population and production dynamics of Bali cattle and existing breeding programs in Indonesia. In: *Proceedings Workshop Strategis to Improve Bali Cattle in Eastern Indonesia*. Canberra (AUS): ACIAR. p. 3-9.
- Wirdahayati RB. 2010. Penerapan teknologi dalam upaya meningkatkan produktivitas sapi potong di NTT. *Wartazoa*. 20:12-20.
- Zulfanita MA, Wiguna, Nurtini S. 2009. Evaluasi kelayakan usaha penggemukan sapi potong gaduhan di Desa Grantung Kecamatan Bayan Kabupaten Purworejo. *Bul Peternakan*. 33:57-63.

Pengembangan Inovasi Sapi Potong melalui Pendekatan Laboratorium Lapang

(Development of Beef Cattle Innovation through “Field Laboratory” Approach)

Endang Romjali

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

(Diterima 28 Februari 2018 – Direvisi 30 Mei 2018 – Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRACT

Economic growth in rural areas can be achieved by increasing the productivity of agricultural businesses. Beef cattle breeding farm is managed by small holder farmers with limited ownership integrated with other agricultural activities. This paper aims to provide information on developing beef cattle innovation at farm level through field laboratory (FL) approach or demonstration plot and direct participation with farmers. The development of cattle farming innovation at farm level is limited, hence it is needed to improve the competitiveness of agricultural businesses. Field laboratory is a model for accelerating technology transfer to farmers. The introduction of innovation in beef cattle through FL can be adopted by farmers resulted in increasing the productivity of beef cattle and added value of livestock businesses. For sustainability of technological application it is required supporting facilities and infrastructure such as institutional that provide production and marketing facilities.

Key words: Innovation, field laboratory, beef cattle

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi di pedesaan dapat dilakukan dengan cara meningkatkan produktivitas usaha pertanian. Usaha pembiakan sapi potong sampai saat ini masih dilakukan oleh petani kecil dengan skala kepemilikan terbatas yang terintegrasi dengan usaha pertanian lainnya. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang peluang pengembangan inovasi pada sapi potong di tingkat petani melalui pendekatan Laboratorium Lapang (LL) atau demplot dan partisipasi langsung dengan peternak. Pengembangan inovasi peternakan sapi di tingkat petani masih terbatas sehingga diperlukan untuk meningkatkan daya saing usaha pertanian. Laboratorium lapang merupakan salah satu model untuk percepatan alih teknologi kepada petani dengan tujuan untuk meyakinkan pihak pengguna (*stakeholder*) bahwa teknologi yang diintroduksi dapat dimanfaatkan dengan baik sesuai dengan lingkungan bio-fisik dan sosial-ekonomi petani setempat. Introduksi inovasi sapi potong melalui LL dapat diadopsi oleh peternak sehingga dapat meningkatkan produktivitas sapi potong dan nilai tambah usaha ternak. Keberlanjutan aplikasi teknologi ini diperlukan juga sarana dan prasarana pendukung seperti kelembagaan yang menyediakan sarana produksi dan pemasaran.

Kata kunci: Inovasi, laboratorium lapang, sapi potong

PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian dilaksanakan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dengan mengutamakan pengembangan usaha pertanian rakyat, kelembagaan usaha milik petani dan usaha kemitraan petani dengan perusahaan besar bidang pertanian yang berbasis pada sumber daya yang meliputi sumber daya manusia, sosial-budaya, alam, kapital dan lingkungan yang tersedia dengan perspektif berkelanjutan (Kementan 2014). Dengan demikian, usaha pertanian rakyat didorong untuk menghasilkan produk bernilai tambah tinggi yang memiliki kemampuan menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dan berwawasan bioindustri. Pembangunan pertanian pedesaan di

Indonesia diharapkan dapat melibatkan partisipasi semua lapisan masyarakat untuk dapat berperan aktif dalam pembangunan. Implementasi dari partisipasi petani antara lain dengan melakukan pemberdayaan petani melalui keikutsertaan dan partisipasinya dalam program-program pemerintah untuk pemberdayaan pertanian.

Salah satu upaya peningkatan pertumbuhan perekonomian di pedesaan antara lain melalui peningkatan produktivitas usaha pertanian di pedesaan sejalan dengan peningkatan nilai tambah dan pendapatan petani. Untuk itu, kegiatan tersebut harus disertai aplikasi inovasi-inovasi pertanian yang berdaya guna dan unggul sesuai spesifik daerah pengembangan.

Program pemerintah untuk pemenuhan tingkat protein hewani masih tertuju utamanya pada peningkatan produktivitas dan populasi sapi potong. Peningkatan produksi sapi potong di Indonesia saat ini masih belum cukup baik, yaitu produksi daging tahun 2016 sebanyak 3,4 juta ton dengan sumbangan dari daging sapi dan kerbau 0,6 juta ton (16,40%). Sedangkan kontribusi daging tertinggi masih disumbang oleh ayam ras pedaging 1,9 juta ton (56,77%). Adapun populasi sapi potong pada tahun 2016 adalah 16 juta ekor dan kerbau 1,4 juta ekor (Ditjen PKH 2017). Sampai saat ini, usaha pengembangbiakan sapi potong (*cow-calf operation/CCO*) yang ada masih dilakukan oleh peternak kecil secara intensif yang umumnya merupakan usaha sampingan, sementara usaha sapi potong secara komersial di Indonesia saat ini umumnya untuk usaha penggemukan.

Hasil inovasi pertanian sudah banyak tersedia baik yang berasal dari perguruan tinggi ataupun lembaga-lembaga penelitian yang ada di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan), menghasilkan inovasi berupa produk dan teknologi untuk pengembangan pertanian melalui hasil-hasil penelitian maupun pengkajian yang telah dilakukan oleh UPT di bawah Balitbangtan. Sebagian teknologi tersebut telah tersebar di tingkat pemangku kepentingan (*stakeholder*), namun pengembangannya ke target area wilayah dan daerah yang lebih luas perlu adanya percepatan.

Inovasi pertanian untuk sapi potong yang telah dihasilkan Balitbangtan dan siap untuk diaplikasikan telah banyak tersedia, namun demikian pada kenyataannya akselerasi pemanfaatan teknologi tersebut belum berjalan dengan baik sesuai yang diharapkan. Terdapat banyak kendala dalam proses alih teknologi kepada petani/pengguna, antara lain: kesiapan petani dalam menerima teknologi baru, metode diseminasi, sarana prasarana pendukung teknologi tersebut dan ketersediaan sumber daya manusia (SDM) sebagai media untuk transfer teknologi.

Pendekatan diseminasi hasil penelitian melalui Laboratorium Lapang (LL) dirancang untuk memperkuat program pembangunan pertanian secara berkelanjutan sebagai media akselerasi penerapan inovasi, promosi/*show window* hasil penelitian (Balitbangtan 2013). Kegiatan LL ini diharapkan selain dapat memberikan solusi pemecahan permasalahan yang dihadapi petani dan pelaku agribisnis, juga untuk menerapkan teknologi pertanian, termasuk untuk memperbaiki teknologi petani saat ini. Desain LL diimplementasikan dalam bentuk unit percontohan yang berskala pengembangan dan berwawasan agribisnis. Skala pengembangan disesuaikan dengan basis komoditas yang diusahakan dengan tujuan untuk meyakinkan pihak pengguna (*stakeholder*) bahwa

teknologi yang diintroduksi itu mampu beradaptasi baik terhadap lingkungan bio-fisik dan sosial-ekonomi petani. Introduksi teknologi sapi potong di lapangan dapat dilakukan pada kelompok peternak dengan membuat percontohan, sehingga diharapkan peternak yang lainnya akan mengikuti contoh tersebut yang bermanfaat dan memberi nilai tambah usaha bagi peternak. Dengan demikian, LL diharapkan dapat meningkatkan kemampuan adopsi teknologi secara optimal yang akan meningkatkan produktivitas, nilai tambah produk dan berujung pada terbangunnya pengembangan agribisnis, baik pada skala komersial di perusahaan maupun pada skala perdesaan, meningkatnya ketersediaan pangan dan kesejahteraan petani dan masyarakat luas di lokasi kajian, serta meningkatkan kesempatan kerja dan daya saing komoditas pertanian.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang peluang pengembangan inovasi sapi potong di masyarakat melalui LL dengan partisipasi langsung peternak dalam rangka meningkatkan efisiensi dan nilai tambah usaha pertanian yang berkelanjutan.

DISEMINASI INOVASI PERTANIAN

Pengembangan inovasi sapi potong di masyarakat atau pengguna teknologi lainnya harus terlebih dahulu dimulai dengan melakukan pengenalan dan diseminasi teknologi, yaitu menyampaikan teknologi dan informasi hasil penelitian/litkaji yang telah dihasilkan guna memecahkan masalah yang berkaitan dengan teknis, sosial-budaya dan ekonomi serta kebutuhan petani, dengan harapan dapat memecahkan masalah dan dapat memenuhi kebutuhan petani/pengguna. Inovasi yang tersedia dan akan dikembangkan oleh petani/pengguna harus disesuaikan dengan keadaan nyata di lapang atau penerima inovasi (Balitbangtan 2011).

Kegiatan diseminasi merupakan suatu proses komunikasi yang secara umum adalah suatu proses penyampaian pesan dari sumber kepada penerima (Berlo 2002). Oleh karena itu, pola komunikasi yang dikembangkan dalam penyuluhan pertanian di Indonesia saat ini tidak lagi komunikasi bentuk *top down* dari pemerintah/peneliti melalui penyuluh kepada petani, namun telah berkembang ke arah pola komunikasi yang partisipatif dan dialogis sehingga diharapkan akan lebih mampu memenuhi kebutuhan petani (Sadono 2009). Tujuan komunikasi ada empat, yaitu: (1) Mengubah sikap; (2) Mengubah opini pendapat atau pandangan; (3) Mengubah perilaku; dan (4) Mengubah masyarakat (Effendy 2000). Aktivitas komunikasi selalu menyentuh seluruh aspek kehidupan manusia, karena komunikasi adalah suatu pernyataan manusia, baik secara perorangan maupun secara kelompok, bersifat umum (tidak bersifat rahasia) dengan menggunakan tanda-tanda, kode-kode atau

lambang-lambang tertentu (Soekartawi 2005). Lebih lanjut dikatakan bahwa komunikasi dapat dikatakan efektif jika dapat menimbulkan dampak: (1) Kognitif, yaitu meningkatnya pengetahuan komunikan; (2) Afektif, yaitu perubahan sikap dan pandangan komunikan, karena hatinya tergerak akibat komunikasi; dan (3) Konatif yaitu perubahan perilaku atau tindakan yang terjadi pada komunikan (Effendy 2001).

Cepat tidaknya adopsi inovasi banyak dipengaruhi oleh cepat tidaknya proses yang terjadi dalam penyebaran/difusi inovasi. Studi adopsi teknologi penting untuk memahami faktor-faktor yang berhubungan dengan penerapan teknologi. Hal tersebut dikarenakan dalam sejarah pertanian, adopsi dan difusi teknologi pertanian adalah komponen penting untuk kemajuan pertanian dan pembangunan pedesaan. Pada kenyataannya, sukses adopsi teknologi berkelanjutan dapat menjadi kekuatan besar dalam meningkatkan kesejahteraan petani (Kuntariningsih & Mariyono 2014).

Sejalan dengan itu, untuk mendukung kegiatan pengembangan inovasi teknologi sapi potong dapat dilakukan melalui pemanfaatan berbagai media dan saluran komunikasi yang sesuai dengan karakteristik sasaran masing-masing. Model introduksi teknologi yang dibangun dapat dilakukan secara visualisasi atau peragaan dari inovasi yang akan dikembangkan dalam bentuk unit percontohan berskala pengembangan berwawasan agribisnis terpadu, antara lain berupa laboratorium lapang (Balitbangtan 2011).

Laboratorium lapang merupakan salah satu sarana Balitbangtan untuk penerapan dan pengembangan inovasi pertanian di suatu wilayah oleh masyarakat pengguna khususnya petani. Tujuan dibentuknya LL yaitu untuk meningkatkan produksi pertanian unggulan di pedesaan menuju pencapaian swasembada berkelanjutan: (1) Peningkatan nilai tambah, daya saing dan ekspor berbagai usaha agribisnis di pedesaan dengan tumbuh dan berkembangnya industri hilir yang berbasis sumberdaya lokal dengan suntikan inovasi pertanian dan manajemen agribisnis; (2) Peningkatan jumlah petani/peternak yang mengadopsi teknologi dalam waktu relatif singkat melalui jalur formal (BPTP, Bakorluh/Bapeluh/BPP dan PPL) maupun non-formal (pemuka agama, petani andalan atau pedagang); dan (3) Membantu fasilitas promosi produk hasil pertanian yang dihasilkan oleh petani (Balitbangtan 2013).

Laboratorium lapang merupakan sarana gelar inovasi pertanian yang terintegrasi dalam suatu kawasan berbasis sumber daya lokal dan ramah lingkungan dengan pendekatan agribisnis. Kegiatan pengembangan LL dapat difokuskan pada kegiatan berbasis agroekosistem atau kegiatan berbasis komoditas unggulan di pedesaan. Pengembangan LL sapi potong

diselenggarakan secara partisipatif dengan perencanaan dari bawah (*bottom up planning*) melalui pemberdayaan masyarakat dan kelembagaan petani. Komoditas utama dan inovasi teknologi yang dipilih untuk dikembangkan ditentukan dan dibangun oleh masyarakat secara musyawarah, berdasarkan potensi pasar, serta berbasis pada sumber daya lokal. Dengan demikian, akselerasi pengembangan inovasi pertanian perlu mempertimbangkan kebutuhan di daerah yang bersifat spesifik lokasi, mempunyai potensi ekonomi yang tinggi dan berbasis agroekosistem atau kegiatan berbasis komoditas unggulan di pedesaan.

PENGEMBANGAN INOVASI SAPI POTONG MELALUI LABORATORIUM LAPANG

Bentuk unit percontohan dan jenis inovasi

Unit percontohan berskala pengembangan berwawasan agribisnis, bersifat holistik dan komprehensif yang di dalamnya meliputi aspek pengembangan, penerapan teknologi pra-produksi, produksi, pra-panen, pascapanen, pemberdayaan petani, penguatan kelembagaan (pemasaran hasil dan pendukung agribisnis), serta mendorong terjadinya kemitraan. Unit percontohan berupa laboratorium lapang untuk mengaplikasikan inovasi sapi potong telah dilakukan di Provinsi Jambi (Romjali et al. 2015). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada potensi peternakan yang berkembang cukup produktif dan merupakan daerah pengembangan tanaman pangan, peternakan, dan perkebunan. Teknologi yang akan diterapkan telah banyak dihasilkan oleh berbagai institusi penelitian (Tabel 1).

Inovasi bangsa sapi potong

Bangsa sapi yang banyak dikembangkan peternak di pedesaan saat ini umumnya adalah sapi lokal (sapi PO, Aceh, Bali, Madura, Pesisir dan lain-lain). Sapi lokal tersebut telah terbukti mampu beradaptasi dengan lingkungan lokal yang sangat baik walaupun dengan input pakan yang tidak optimal. Wilayah Indonesia kaya dengan plasma nutfah sapi potong lokal yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sapi penghasil daging yang sangat potensial namun belum dimanfaatkan secara optimal (Aryogi & Romjali 2006).

Inovasi pakan hijauan

Untuk mendapatkan dukungan pakan dengan kandungan nilai nutrisi yang tinggi, dapat dilakukan penanaman tanaman pakan ternak berupa rumput

Tabel 1. Daftar teknologi untuk mendukung produktivitas sapi potong

Nama teknologi	Uraian teknologi	Sumber
Sapi PO terseleksi	Merupakan sapi PO hasil seleksi ke arah produktivitas yang lebih tinggi	Aryogi et al. (2016)
Teknologi semen cair pada sapi potong	Teknologi semen cair merupakan alternatif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pejantan dan mendukung penyebaran bibit berkualitas.	Affandhy et al. (2016)
Teknologi <i>sexing</i> spermatozoa pada sapi	Pemisahan kromosom X dan Y pada sperma ternak untuk menentukan jenis kelamin ternak yang dilahirkan.	Sianturi et al. (2016)
Hasil samping pengolahan nanas sebagai pakan alternatif	Teknologi pemanfaatan hasil samping pengolahan nanas. Kulit buah dan serat perasan daging buah nanas merupakan sumber energi yang potensial untuk ternak ruminansia dan dapat digunakan untuk menggantikan rumput sebagai pakan dasar	Ginting et al. (2016a)
Pakan leguminosa <i>Indigofera</i> sp	Tanaman <i>Indigofera spicata</i> adalah jenis leguminosa pohon yang selama ini belum dieksplorasi potensinya sebagai hijauan pakan ternak	Ginting et al. (2016b)
Formula pakan ruminansia rendah emisi gas metana	Merupakan pakan komplut dengan penambahan bahan aditif berupa ekstrak tanin	Widiyawati & Puastuti (2015)
Probion	Bahan pakan tambahan ternak dapat langsung digunakan dalam konsetrat atau sebagai imbuhan untuk meningkatkan kualitas pakan seperti jerami padi	Haryanto (2015)
Probiotik Bioplus	Merupakan bahan dari campuran mikroba rumen yang dapat meningkatkan penggunaan dan daya cerna pakan berkualitas rendah	Winugroho et al. (2015)
Probiotik Rater	Sebagai pakan tambahan yang meningkatkan efisiensi daya cerna pakan	Winugroho & Ratnaningsih (2015)
Cassapro	Produk fermentasi berbahan baku onggok untuk meningkatkan kandungan gizi berbagai bahan pakan yang berkualitas rendah	Kompiang (2015)
Ferlawit	Bahan pakan yang berasal dari lumpur sawit fermentasi	Sinurat et al. (2015)
Bioport untuk pakan transportasi	Digunakan pada ternak ruminansia untuk mencegah penurunan bobot badan dan stres selama perjalanan (transportasi)	Winugroho (2015)
Silase kulit buah kakao	Pakan olahan kulit buah kakao dengan fermentasi secara <i>anaerob</i>	Puastuti et al. (2015)
Tongkol jagung fermentasi untuk sapi	Tongkol jagung fermentasi yang diperkaya kandungan nutrisinya untuk pakan ruminansia	Rohaeni et al. (2015)
Aerovak SE 34	Vaksin sapi dan kerbau untuk mencegah penyakit ngorok	Natalia (2015)
Rhinovet	Vaksin untuk mencegah penyakit IBR	Saepulloh (2015)
Felisa Vet ver.1	Deteksi penyakit secara serologis	Subekti & Kusmaningtyas (2015)
Fumelisa Mono Ab	Prototipe kit ELISA untuk mendeteksi fumonisin pada jagung. Membantu mengatasi keracunan fumonisin pada produk pertanian dan pakan ternak	Maryam (2015)
Pengolahan feses sapi	Feses sapi diolah menjadi biogas dan pupuk organik	Muryanto et al. (2011)
Teknologi pengolahan urine	Pengolahan urine sapi menjadi pupuk (biourine)	Umboh et al. (2017)
Kadang kelompok atau dikenal dengan koloni/komunal	Merupakan model kandang dimana dalam suatu ruangan kandang ditempatkan beberapa ekor ternak, secara bebas tanpa diikat	Rasyid & Hartati (2007)

unggul dan leguminosa yang adaptif dengan lingkungan setempat. Hasil pengamatan introduksi beberapa jenis leguminosa di kelompok peternak telah menunjukkan hasil yang baik (Ratnawaty & Fernandes 2009). Jenis rumput yang terbukti dapat tumbuh baik

pada intensitas cahaya rendah/toleran naungan, sangat cepat berkembang dan tumbuh cepat adalah rumput *Stenotaphrum secundatum*, sehingga dapat menjadi pilihan dalam pengembangan integrasi ternak dengan tanaman perkebunan (karet/kelapa sawit). Rumput S.

secundatum memiliki beberapa keunggulan adalah memiliki rhizoma dan stolon yang padat, memiliki perakaran sangat kuat, mampu berkompetisi dengan gulma, tahan pengembalaan berat, toleran pada tingkat naungan sampai 75% dengan tingkat produktivitas berkisar antara 17-41 ton/ha/tahun bahan segar atau 2,2-6,1 ton/ha/tahun bahan kering. Kandungan nutrisi *S. secundatum* adalah protein kasar sekitar 8,6% cukup untuk memenuhi kebutuhan minimal bagi mikroba untuk proses fermentasi dalam rumen, memiliki tingkat pencernaan nutrisi relatif tinggi dan disukai ternak (*palatable*) sehingga sangat baik untuk mendukung produksi ternak (Hutasoit et al. 2016). Jenis rumput yang juga cukup dikenal peternak saat ini adalah rumput Gajah Kerdil (*Penisetum purpureum* cv. Mott). Rumput gajah kerdil merupakan salah satu kultivar rumput Gajah tipe kerdil dengan rasio daun/batang yang tinggi, nilai nutrisi sedang dan tahan terhadap kekeringan serta cocok untuk rumput pengembalaan (Sirait et al. 2016).

Jenis leguminosa yang telah terbukti memiliki produktivitas yang tinggi adalah *Indigofera zollingeriana*. Jenis leguminosa ini cocok sebagai sumber hijauan untuk pakan ruminansia baik sebagai bahan dasar maupun sebagai pakan suplemen sumber protein dan energi. *I. zollingeriana* memiliki produksi sekitar 30 ton BK/ha/tahun, dengan kandungan protein sekitar 21-24% dan tingkat pencernaan 77%. Tanaman ini memiliki daya tahan terhadap kondisi kering, sehingga cocok dikembangkan peternak untuk mengatasi keterbatasan hijauan pakan di wilayah yang memiliki iklim kering (Ginting et al. 2016b).

Pemanfaatan hasil samping pertanian sebagai pakan

Melalui penerapan sistem pertanian terpadu berbasis sapi potong, usaha ternak dan tani dapat dilakukan secara simultan. Efisiensi usaha dapat dilakukan karena memanfaatkan hasil samping dari usaha yang satu untuk digunakan sebagai input bagi usaha yang lain tanpa mengeluarkan biaya yang tinggi.

Beberapa hasil samping tanaman pangan dan perkebunan yang telah banyak diteliti dan dikaji dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak sapi antara lain, jerami padi, jerami jagung/tebon jagung, jerami kedelai, jerami kacang tanah, dedak padi, singkong, daun gamal, daun turi, daun lamtoro, pelepah sawit, buah kakao dan lainnya. Hasil penelitian (Umboh et al. 2017) menunjukkan bahwa kelompok peternak yang telah mencoba mengadopsi teknologi pemanfaatan hasil samping jagung untuk pakan menghasilkan performans sapi dan nilai tambah usaha yang lebih baik.

Inovasi teknologi pengolahan limbah ternak sapi potong

Dalam mendukung konsep pertanian yang berkesinambungan, pada usaha peternakan pengelolaan kotoran sapi dapat dilakukan untuk menghasilkan energi (biogas) yang dapat dimanfaatkan untuk memasak dan penerangan. Menurut Muryanto et al. (2011) bahwa sebanyak 60 kg kotoran/hari dapat menghasilkan sekitar 1,08 m³ biogas yang dapat dimanfaatkan untuk memasak selama tiga jam dan satu jam untuk lampu gas.

Pengelolaan kotoran sapi untuk biogas sudah mulai diperkenalkan ke petani di awal tahun 70an, namun pada saat itu sumber bahan bakar seperti minyak tanah masih murah dan mudah didapatkan sehingga adopsi teknologi tersebut oleh petani masih rendah. Ternak ruminansia seperti sapi dapat menghasilkan kotoran sekitar 20 kg/ekor/hari yang dapat digunakan sebagai bahan produksi biogas (Muryanto et al. 2011). Saat ini, peternak kecil di beberapa daerah telah memanfaatkan kotoran sapi sebagai energi dengan memproduksi biogas. Bahan yang digunakan untuk produksi biogas sudah mulai baik dan lebih tahan seperti dengan menggunakan *fiberglass*, *polyethylene plastic* (plastik keras) atau dengan tembok batu bata (Romjali et al. 2011).

Introduksi teknologi pengolahan limbah (feses sapi) menjadi biogas telah dilakukan melalui LL di Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, berupa demplot dengan membangun alat digester di sekitar kandang salah satu anggota kelompok peternak. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peternak telah mendapatkan manfaat dari inovasi tersebut dengan memanfaatkan biogas untuk memasak dan penerangan. Selanjutnya, peternak telah mengembangkan pemanfaatan biogas tersebut untuk peternak lain disekitarnya (Romjali et al. 2015). Hal yang sama dilaporkan Darmawi (2009), bahwa teknologi pengolahan kotoran sapi menjadi biogas telah dapat diadopsi oleh peternak dengan baik dan peternak telah mendapatkan manfaatnya yaitu dengan menggunakan feses sapi sebanyak 295.440 kg/tahun yang berasal dari 65,5 UT telah menghasilkan biogas sebesar 41,362 m³/tahun (Tabel 2).

Pengamatan terhadap adopsi teknologi biogas pada kelompok peternak Wargi Saluyu, Desa Haurgombong, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, menunjukkan bahwa tingkat adopsi peternak terhadap teknologi biogas dapat dikategorikan ke dalam tingkat adopsi tinggi (93,33%). Hal tersebut dapat terjadi antara lain karena adanya percontohan dan pelatihan dalam menambah pengetahuan, perubahan sikap serta tindakan peternak dalam mengadopsi teknologi biogas (Suciani et al. 2015). Penerapan

Tabel 2. Produksi, peranan dan adopsi biogas di masyarakat

Uraian	Jumlah kepala keluarga		Jumlah/satuan	Rata-rata
	KK	(%)		
Skala ternak sapi	33	100	65,5 UT (1-3,5 UT/kk)	1,98 UT/kk
Limbah ternak sapi	33	100	295.440 kg/tahun	8952,73 kg/kk/tahun
Produksi biogas	33	100	41.362 m ³ /tahun	1253,39 m ³ /kk/tahun
Peranan biogas sebagai pengganti minyak tanah	11	33	3011,25 liter/tahun	273,75 liter/kk/tahun
Nilai minyak tanah	1	33	Rp. 12.948.375/tahun	1.177.125/kk/tahun
Harga minyak tanah	-	-	-	Rp. 4.300/liter
Kayu bakar	33	33	10.028 ikat/tahun	303,88 ikat/kk/tahun
Nilai kayu bakar	33	33	Rp. 43.270.820/tahun	Rp. 1.311.237/kk/tahun
Harga kayu bakar	-	-	-	Rp. 4.315/ikat

Sumber: Darmawi (2009)

teknologi biogas dalam sistem pertanian terpadu dapat menurunkan tingkat polusi yang dihasilkan dari usaha peternakan (ramah lingkungan) sekaligus menghasilkan sumber energi yang dapat menunjang kegiatan usaha di sektor yang lain dalam satu lokasi (Julendra et al. 2013).

Pengolahan kotoran ternak selain dapat menghasilkan energi juga masih terdapat fraksi cair dan padat yang keluar ke *outlet* yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik atau kompos yang berkualitas tinggi dan merupakan salah satu prioritas produk tambahan dalam usaha pengembangbiakan sapi. Kompos memiliki nilai yang sangat positif disamping dapat dimanfaatkan sendiri sebagai pupuk organik, kompos tersebut dapat dijual dan menambah hasil usaha pertanian. Kotoran sapi yang bercampur urine berasal dari kandang komunal yang dikumpulkan setiap tiga bulan ditempatkan di rumah kompos dan diberi dekomposer, selanjutnya setelah proses pematangan selama sekitar 3-4 minggu kompos tersebut sudah siap digunakan. Sampai saat ini, kompos yang dihasilkan sudah banyak digunakan untuk tanaman dan ada juga sebagian yang dijual.

Pemanfaatan kotoran sapi untuk pupuk telah banyak dilakukan oleh peternak. Alasan penggunaan kotoran sapi sebagai pupuk biasanya karena barangnya mudah didapat, relatif murah dan memberikan hasil yang lebih baik (Kasworo & Izzati 2013). Namun, dalam pengolahan kotoran tersebut untuk menjadi pupuk yang siap digunakan, umumnya peternak masih melakukan proses yang sederhana yaitu dengan menumpuk kotoran tersebut di suatu tempat dibiarkan membusuk sendiri tanpa perlakuan khusus kemudian setelah jumlahnya banyak dibawa ke lahan. Beberapa alasan peternak untuk melakukan pengolahan kotoran sapi menjadi pupuk organik adalah faktor kondisi lingkungan, karakteristik inovasi pengelolaan limbah

ternak dan karakteristik peternak (Setiawan et al. 2013).

Pemanfaatan limbah peternakan sapi selain pengelolaan kotoran sapi untuk pupuk, inovasi pengelolaan urine telah banyak dilaporkan. Biourine memiliki nilai ekonomis yang cukup baik dan peternak dapat juga menjualnya sehingga juga akan menambah hasil usaha peternakan yang dikelola. Teknologi pengolahan urine sapi menjadi pupuk (biourine), telah dimanfaatkan oleh kelompok petani (Umboh et al. 2017). Pengolahan biourine sapi dapat dioptimalkan dengan penambahan *starter Ruminococcus bacillus* dan gula merah sehingga mempersingkat proses fermentasi dari tujuh menjadi lima hari (Aritonang et al. 2013).

Inovasi perkandangan

Introduksi model kandang koloni/komunal telah diterima peternak dan dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan sapi potong dengan keuntungan, antara lain: (1) Efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja; (2) Efisiensi pemeliharaan dan memperpendek jarak beranak; (3) Kenyamanan ternak terjaga; (4) Kualitas kompos terjamin (feses dan urine); dan 5) meningkatkan skala usaha (Rasyid & Hartati 2007). Pemeliharaan sapi dengan sistem kandang kelompok adalah dengan menempatkan beberapa sapi betina dalam kandang disatukan dengan pejantan. Dengan demikian, sapi betina dapat dikawini pejantan tepat pada saat sapi tersebut berahi, sehingga perkawinan sapi tidak terlambat dan jarak beranak menjadi pendek dan sesuai dengan fisiologis reproduksinya. Menurut Romjali et al. (2015), hasil pengamatan terhadap adopsi teknologi kandang sapi koloni, menunjukkan bahwa peternak kooperator telah mendapatkan manfaat dengan sistem kandang koloni karena tidak

membutuhkan tenaga kerja yang banyak untuk pembersihan kandang, hanya satu kali dalam tiga bulan kotoran sapi dikeluarkan untuk dijadikan kompos. Selanjutnya, dengan model kandang koloni yang dilengkapi dengan bank pakan di sisi kandang, pakan dapat disimpan sebanyak mungkin dan sapi dapat memanfaatkan pakan secara *ad libitum* (Sumanto et al. 2010), menyatakan bahwa introduksi perkandangan sapi pada kelompok peternak di Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah, umumnya peternak lebih memilih sistem semi intensif (dikandangan pada malam hari) dan hanya 10% dari peternak yang memelihara sapi secara intensif (terus menerus di kandang). Hal tersebut mungkin karena di lokasi tersebut masih tersedia lahan untuk penggembalaan sapi.

Sistem integrasi

Selain inovasi di LL, juga terdapat inovasi model sistem integrasi. Introduksi teknologi pakan kepada kelompok peternak melalui LL dapat disesuaikan dengan potensi ketersediaan sumber pakan setempat. Untuk meningkatkan efisiensi usaha, model integrasi sapi potong dengan subsektor pertanian lainnya merupakan suatu model yang telah terbukti dapat meningkatkan nilai tambah usaha pertanian. Ketersediaan bahan pakan asal hasil samping atau sisa hasil ikutan tanaman pangan maupun perkebunan merupakan peluang bagi pengembangan agribisnis sapi potong melalui penerapan pola integrasi berkelanjutan atau yang dikenal dengan istilah *low external input sustainable agriculture* (LEISA). Model integrasi antara lain dengan memanfaatkan bahan pakan asal hasil samping tanaman pangan dan perkebunan tersebut secara optimal yang diolah untuk dijadikan pakan yang dapat membantu peternak mengatasi permasalahan pakan.

Farizaldi (2013) menyatakan bahwa semakin bertambah umur tanaman kelapa sawit terjadi penurunan produktivitas hijauan makanan ternak didasarkan pada penurunan komposisi botani, kapasitas tampung dan produksi bahan kering hijauan. Oleh karena itu, introduksi tanaman pakan ternak yang memiliki ketahanan terhadap naungan akan sangat mendukung dalam model integrasi sapi-sawit. Introduksi teknologi model integrasi sapi-sawit pada kelompok peternak yang berada di kawasan perkebunan sawit telah banyak dilakukan. Menurut Kristianto (2008) tingkat adopsi teknologi pemanfaatan limbah produksi (pelepah sawit) dan limbah pengolahan (solid) di Kabupaten Paser pada sapi Brahman Cross (BC) pada sistem pemeliharaan intensif dan kandang kelompok relatif lambat. Hal tersebut diduga karena masih tersedianya hijauan pakan ternak di sekitar kebun sawit dan sapi masih dibolehkan untuk digembala di lokasi tersebut. Selain itu, limbah dan sisa

hasil ikutan pabrik kelapa sawit untuk dapat dimanfaatkan peternak selain harus mudah untuk mendapatkannya juga akses menuju lokasi pabrik yang mudah dijangkau, sehingga petani tidak membutuhkan upaya yang lebih banyak untuk mendapatkan limbah industri sawit tersebut.

Konsep usaha pertanian yang terintegrasi ini diharapkan akan terjadi pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien dengan meminimalkan adanya energi yang terbuang yang merupakan konsep pertanian bioindustri dengan menjamin adanya usaha yang berkesinambungan. Dengan demikian, diharapkan penggunaan input yang berasal dari luar lokasi tersebut akan diminimalkan dengan mengoptimalkan potensi yang tersedia. Pendekatan model integrasi tanaman pangan terpadu dengan sapi memiliki potensi yang besar dengan pendekatan teknologi pertanian (Muslim & Nurasa 2008; Suhendrata 2008).

Sistem pemeliharaan intensif dan semi intensif

Model pemeliharaan sapi secara intensif dan semi intensif, sapi akan mudah untuk diamati dan memudahkan untuk memberikan pengobatan jika sapi tersebut terkena penyakit. Untuk sapi yang dikawinkan dengan Inseminasi Buatan (IB), sistem pemeliharaan intensif akan memudahkan dalam deteksi estrus sehingga keberhasilan IB akan lebih tinggi. Saat ini, teknologi IB sudah banyak diadopsi peternak di pedesaan. Keberhasilan pengembangan IB salah satunya dikarenakan adanya percontohan aplikasi langsung pada sapi milik peternak. Dengan mengalami dan mendapatkan manfaat langsung dari hasil IB, petani akan dengan mudah mengadopsi teknologi tersebut (Efendy & Rasyid 2011).

Pendampingan

Pendampingan oleh narasumber diperlukan di LL dalam bentuk penyuluhan, pelatihan kepada petani maupun pemangku kepentingan di daerah sehingga inovasi dapat dengan mudah diadopsi. Pendampingan teknologi sapi potong di LL yang dilaksanakan oleh BPTP NTT dilaporkan oleh Ratnawaty et al. (2016) meliputi: (1) Pelatihan dan penyebaran *leaflet*, brosur dan poster; (2) Demonstrasi teknologi yang dibutuhkan peternak antara lain: perkandangan, kebun hijauan pakan ternak (HPT), benih HPT sampai pemagaran keliling kandang dan kebun HPT, penyediaan serta pemberian pakan tambahan (konsentrat) dari bahan yang tersedia di lokasi; (3) Monitoring kesehatan ternak secara berkala; dan (4) Kinerja kelembagaan kelompok tani.

Pendampingan berupa pelatihan dan demplot untuk mengintroduksi teknologi pengolahan pakan sapi pada kelompok peternak telah dilaporkan Pawere

& Sonbait (2016), dengan membangun kebun HPT, pengolahan hasil samping tanaman pangan (silase dan amoniasi), yang berdampak pada petani dengan membangun sendiri kebun HPT dan dapat membuat pakan silase dan amoniasi.

Sejalan dengan itu, Randu et al. (2017) melalui penyuluhan dan demplot telah meningkatkan pengetahuan anggota kelompok peternak tentang manfaat limbah tanaman pangan (silase daun dan jerami jagung dan fermentasi jerami padi) sebagai sumber pakan alternatif bagi ternak sapi potong, kesadaran untuk memanfaatkan hasil samping tanaman pangan yang selama ini tidak digunakan dan selalu dibakar dan keterampilan dalam membuat, serta menerapkan teknologi silase dan fermentasi untuk hasil samping padi dan jagung.

Introduksi teknologi sapi potong telah dilakukan melalui demplot, penyuluhan, pelatihan (aplikasi) langsung penggunaan teknologi dan pendampingan untuk pengolahan pakan (fermentasi jerami dan silase), pembuatan pupuk organik dan pembuatan gas bio di 19 kelompok ternak dari empat desa di tepian DAS (Desa Jatirejo, Sidorejo, Gulurejo dan Ngentakrejo), Progo, Kulon Progo. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa di empat desa yang berada di tepian DAS Progo tersebut telah terbangun silo dengan baik, telah melakukan pengawetan hijauan pakan dalam bentuk silase dan fermentasi jerami serta telah mengolah limbah ternak sapi menjadi pupuk bokashi. Produksi gas bio telah digunakan oleh masyarakat secara optimal (Utomo & Rasminati 2010).

Selain itu, introduksi teknologi di lapangan perlu dikawal dengan pendampingan teknologi dari peneliti/penyuluh terkait, mengingat dalam praktik di lapangan masih diperlukan adanya modifikasi dalam aplikasi teknologi tersebut sesuai dengan kondisi sumber daya yang tersedia. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa adopsi teknologi tanpa pengawalan dan keterlibatan berbagai pihak terkait tidak dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Hal itu dikarenakan adanya peran utama dari institusi yang berbeda yang dapat menyebabkan terhambatnya proses adopsi dan difusi inovasi (Musyafak & Ibrahim 2005).

Peran stakeholder

Keberhasilan dan keberlanjutan suatu LL sangat ditentukan oleh peran *stakeholders*. Salah satu *stakeholder* yang sangat berperan yaitu pemerintah daerah yang perlu diposisikan secara nyata dan aktif pada setiap tahapan pelaksanaan kegiatan LL. Disamping itu, dukungan dan kreativitas Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) sebagai wakil Balitbangtan di daerah juga sangat menentukan dalam mendorong terjadinya harmonisasi antar pelaku di wilayah.

Pengembangan inovasi sapi potong harus dapat dilakukan dengan dukungan berbagai pihak atau instansi terkait secara berkesinambungan. Winarko & Mahadewi (2013) menyatakan bahwa faktor sosial, ekonomi dan kelembagaan perlu mendapat perhatian lebih baik di tingkat lokal dan nasional dalam rangka meningkatkan dampak diseminasi teknologi pertanian sejalan peningkatan kesejahteraan petani di daerah pedesaan.

Pembangunan kelembagaan

Pelaksanaan kegiatan LL harus meliputi pembangunan kelembagaan yang handal. Peranan kelembagaan dalam pembangunan pertanian telah terbukti secara signifikan dapat meningkatkan akselerasi pembangunan pertanian, seperti kelembagaan yang telah dibangun untuk tanaman pangan (demonstrasi massal/Demas, bimbingan massal/Bimas, Bimas Gotong Royong, Badan Usaha Unit Desa/BUUD, Koperasi Unit Desa/KUD, Insus dan Supra Insus (Suradisastra 2008; Nasrul 2012). Untuk menggerakkan dan memajukan agribisnis, semua lembaga harus berperan secara aktif, sinergis dan saling terkoordinasi agar tidak terjadi tumpang tindih kepentingan dan efisiensi dapat dicapai. Faktor sosial, ekonomi dan kelembagaan perlu mendapat perhatian lebih dari pembuat kebijakan baik di tingkat nasional dan lokal dalam rangka untuk meningkatkan dampak diseminasi teknologi pertanian dalam peningkatan kesejahteraan petani di daerah pedesaan (Wahyuningsih 2007; Winarko & Mahadewi 2013).

Dukungan untuk pembangunan industri sapi potong selain penyiapan inovasi dan model aplikasinya untuk peningkatan produktivitas sapi potong sejalan dengan peningkatan keuntungan usaha, juga perlu dipersiapkan sarana prasarana pendukung lainnya seperti adanya pasar pertanian yang memudahkan akses peternak kecil untuk mendapatkan sarana produksi terutama pakan dan bibit ternak unggul, serta pengembangan kelembagaan lain termasuk perbankan (Widiati 2014).

Monitoring hasil dan pengamatan dampak introduksi teknologi

Hasil keberadaan LL dapat dilihat dari ada tidaknya perubahan pada pengetahuan dan keterampilan petani yang berdampak pada peningkatan performans sapi yang dipelihara, antara lain persentase kebuntingan dan berat lahir meningkat, *calving interval* menjadi pendek, mortalitas anak menurun sehingga populasi ternak dalam kelompok ikut meningkat.

Hasil pengamatan di lokasi LL Tanjung Jabung Barat, umumnya peternak telah dapat mengaplikasikan teknologi pemanfaatan hasil samping pertanian yang

diberikan secara langsung pada ternak dan sebagian peternak melakukan fermentasi terlebih dahulu sebelum diberikan pada sapi (Romjali et al. 2015). Sejalan dengan itu, Wirdahayati (2010), melaporkan hasil pengamatan terhadap peternak yang menerima inovasi di Kabupaten Kediri dan Lamongan, dimana umumnya peternak telah memanfaatkan teknologi yang diintroduksi (penggunaan bibit sapi unggul, IB, perbaikan pakan, penanaman TPT, pengawetan pakan, keswan dan pemanfaatan limbah tanaman untuk pakan), namun baru sekitar 10% yang telah melaksanakan pengolahan kotoran sapi (Tabel 3).

Tabel 3. Adopsi dan penerapan teknologi sapi potong di Jawa Timur (nilai dalam % peternak)

Teknologi	Tingkat adopsi teknologi	
	Kediri (n = 12)	Lamongan (n = 11)
Penggunaan bibit sapi unggul	100	100
Penggunaan IB	100	100
Perbaikan pakan	45	55
Penanaman TPT	64	100
Pengawetan pakan	90	90
Tingkatkan keswan/vaksinasi	9	100
Hasil samping tanaman untuk pakan	100	100
Pengolahan kotoran ternak	10	10

n: Jumlah peternak

Sumber: Wirdahayati (2010)

Selain dilihat dari dampaknya terhadap faktor biologis ternak, untuk menilai keberhasilan diseminasi inovasi dapat dilihat manfaat dan dampak dari inovasi tersebut bagi masyarakat. Dalam penilaian keberhasilan tersebut tentu tidak dapat digeneralisir untuk semua pendekatan diseminasi yang digunakan. Sasaran penerima teknologi dapat dibedakan berdasarkan tahapan seseorang dalam mengadopsi, sehingga dapat dikategorikan, antara lain: (1) Hanya untuk menggugah kesadaran bahwa ada inovasi baru (dapat diamati dari respon sasaran terhadap inovasi itu, apresiasi pengunjung pada suatu acara pertemuan); (2) Untuk meyakinkan bahwa inovasi itu menguntungkan (dampak yang dilihat tentu dari banyaknya sasaran yang sudah mulai mencoba inovasi yang diintroduksi); dan (3) Untuk menggiring sasaran menerapkan inovasi. Untuk kegiatan diseminasi berupa uji coba teknologi (maka indikatornya harus dilihat dari persentase sasaran yang menerapkan inovasi (Jamal et al. 2008). Oleh karena itu, untuk meningkatkan adopsi teknologi, model diseminasi harus dibarengi dengan upaya peningkatan pengetahuan sasaran penerima (misalnya dengan sekolah lapang) dan peningkatan

pendukung lain seperti infrastruktur jalan usaha, dukungan ketersediaan pasar input dan pengawalan teknologi. Inovasi yang memiliki potensi yang besar untuk dapat dikembangkan di lapangan perlu disosialisasikan sesuai spesifik lokasi pengembangan (Suhendrata 2008). Hendayana (2011) menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh nyata terhadap percepatan adopsi adalah tingkat pendidikan responden, jumlah pemilikan sapi, aksesibilitas ke jalan raya dan aksesibilitas ke sumber teknologi. Demikian juga tingkat pendidikan, usia peternak dan pengalaman beternak yang berpengaruh terhadap tingkat pengetahuan peternak tentang manajemen reproduksi sapi (Waris & Wahyuning 2015).

KESIMPULAN

Pengembangan inovasi sapi potong dapat dilakukan melalui model percontohan langsung berupa Laboratorium Lapang (LL) dengan melibatkan kelompok peternak. Beberapa komponen teknologi yang dinilai dapat menghasilkan manfaat secara langsung dapat mudah diadopsi oleh peternak. Inovasi sapi potong yang mendapat respon baik dari peternak adalah model perkandangan koloni dengan penyediaan bank pakan, pemanfaatan hasil samping pertanian (padi dan jagung), serta pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas dan biourine.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan inovasi melalui LL antara lain model/unit percontohan, pendampingan, peran *stakeholder*, pembangunan kelembagaan dan monitoring, serta pengamatan dampak. Untuk menjamin keberlanjutan pemanfaatan inovasi sapi potong diperlukan dukungan lainnya seperti sarana pasarana jalan, pasar sarana produksi pertanian, permodalan dan kelembagaan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandhy L, Widianingrum Y, Lutfi M. 2016. Semen cair pada sapi potong. Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, penyunting. Teknologi peternakan mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 16-17.
- Aritonang M, Setiyo Y, Gunadnya IBP. 2013. Optimalisasi proses fermentasi urine sapi menjadi biourine. Beta E-Journal. 1:1-11.
- Aryogi, Adinata Y, Mariyono, Affandhy L, Anggraeny YN, Pamungkas D, Rasyid A, Lutfi M. 2016. Sapi PO terseleksi. Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, penyunting. Teknologi peternakan

- mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 12.
- Aryogi, Romjali E. 2006. Pengembangan sapi potong lokal sebagai kekayaan plasma nutfah Indonesia. Dalam: Diwyanto K, Subandriyo, Handiwirawan E, Agustina L, Kurniawaty ET, penyunting. PProsiding Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia. Bogor, 20 Desember 2006. Bogor (Indonesia): Direktorat Kerjasama Multilateral, Direktorat Jenderal Kerjasama Perdagangan Internasional, Departemen Perdagangan RI. hlm. 151-167.
- Balitbangtan. 2011. Panduan umum spektrum diseminasi *multi channel* (SDMC). Jakarta (Indonesia): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Balitbangtan. 2013. Pedoman umum laboratorium lapangan inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Berlo DK. 2002. The process of communication: A introductions to theory and practice [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Bogor Agriculture University.
- Darmawi D. 2009. Peranan biogas limbah ternak sapi bantuan PT Petrochina bagi peternak di Kabupaten Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi. J Ilmu-Ilmu Peternakan. XII:191-195.
- Ditjen PKH. 2017. Statistik peternakan dan kesehatan hewan. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.
- Efendy J, Rasyid A. 2011. Faktor-faktor yang mempengaruhi percepatan adopsi inovasi Inseminasi Buatan (IB) pada sapi Madura (studi kasus pada Kelompok Ternak Barokah). Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Pustuti W, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH, Darmayati NLPI, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif Terhadap Dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 314-319.
- Effendy OU. 2000. Ilmu teori dan filsafat komunikasi. Bandung (Indonesia): Citra Aditya Bakti.
- Effendy OU. 2001. Dinamika komunikasi. Bandung (Indonesia): Remaja Rosda karya.
- Farizaldi F. 2013. Produktivitas hijauan makanan ternak pada lahan perkebunan kelapa sawit berbagai kelompok umur di PTPN 6 Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. J Ilmu-Ilmu Peternakan. 14:68-73.
- Ginting SP, Simanihuruk K, Krisnan R. 2016. Kulit nenas sebagai pakan alternatif. Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, penyunting. Teknologi peternakan mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 53-54.
- Ginting SP, Tarigan A, Sirait J, Hutasoit R. 2016. Indigofera Sp, Legum dengan produktivitas tinggi. In: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, penyunting. Teknologi peternakan mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 70.
- Haryanto B. 2015. Probion. Dalm Teknologi inovatif pertanian. Jakarta (Indonesia): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Hendayana R. 2011. Analisis faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi percepatan adopsi teknologi usaha ternak sapi potong di Boyolali, Jawa Tengah. Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Puastuti P, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH, Dharmayanti NLPI, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif terhadap Dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 243-249.
- Hutasoit R, Sirait J, Ginting SP, Tarigan A, Antonius. 2016. *Stenotaphrum secundatum* pakan hijauan ruminansia. Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, Penyunting. Teknologi peternakan mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 69.
- Jamal E, Mardiharini M, Sarwani M. 2008. Proses diseminasi pengelolaan tanaman dan sumberdaya terpadu (PTT) padi: Suatu pembelajaran dan perspektif ke depan. Analisis Kebijakan Pertanian. 6:272-285.
- Julendra H, Febrisiantosa A, Damayanti E, Wahono SK, Karimy MF, Istiqomah L, Herdian H. 2013. Evaluasi penerapan sistem pertanian terpadu berbasis sapi potong di delapan lokasi dengan letak geografis yang berbeda. Dalam: Seminar Nasional & Workshop Peningkatan Pemanfaatan Inovasi dalam Menanggulangi Kemiskinan. Bandung, 30 September - 1 Oktober 2013. Subang (Indonesia): Pusat Penelitian TELIMEK LIPI Bandung & Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna (B2PTTG) LIPI Subang. hlm. 104-111.
- Kasworo A, Izzati M. 2013. Daur ulang kotoran ternak sebagai upaya mendukung peternakan sapi potong yang berkelanjutan di Desa Jagonayan Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan. hlm. 306-311.
- Kementan. 2014. Strategi induk pembangunan pertanian 2015-2045. Pertanian bioindustri berkelanjutan, solusi pembangunan Indonesia masa depan. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian.
- Kompiang IP. 2015. Cassapro. Dalam: Teknologi inovatif pertanian. Jakarta (Indonesia): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

- Kristianto LK. 2008. Evaluasi sistem integrasi sapi-sawit di Kabupaten Paser. Dalam: Mathius IW, Talib C, Martindah E, Mastur, Saptati RA, Kristianto LK, Penyunting. Prosiding Seminar Optimalisasi Hasil Samping Perkebunan Kelapa Sawit dan Industri Olahannya sebagai Pakan Ternak. Tanah Grogot, 19-20 Juli 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak bekerjasama dengan BPTP Kalimantan Timur dan Pemerintah Daerah Kabupaten Paser. hlm. 98-107.
- Kuntariningsih A, Mariyono J. 2014. Adopsi teknologi pertanian untuk pembangunan pedesaan: sebuah kajian sosiologis. *Agriekonomika*. 3:180-191.
- Maryam R. 2015. Fumelisa Mono Ab. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovatif pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 316.
- Muryanto, Hermanwan A, Widagdo M, Muntoha. 2011. Technology engineering of a ready use biogas installation and its application on a small cattle feedlot. In: National Seminar on Science and Technology of Animal Production and Veterinary. Bogor, 7-8 June 2011. Bogor (Indonesia): ICRISCI.
- Muslim C, Nurasa T. 2008. Kebijakan pengembangan ternak sapi potong di wilayah sentra produksi berbasis tanaman pangan (SIPT) di Indonesia. *Socs*. 3:250-255.
- Musyafak A, Ibrahim TM. 2005. Strategi percepatan adopsi dan difusi inovasi pertanian mendukung Prima Tani. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 3:20-37.
- Nasrul W. 2012. Pengembangan kelembagaan pertanian untuk peningkatan kapasitas petani terhadap pembangunan pertanian. *Menara Ilmu*. III:166-174.
- Natalia L. 2015. Aervak SE 34. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovatif pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 307.
- Pawere FR, Sonbait LY. 2016. Alternatif penyediaan pakan dengan penerapan budidaya HMT organik, teknologi pengolahan hijauan dan limbah pertanian pada sentra produksi sapi potong di Kabupaten Manokwari. *J Udayana Mengabdikan*. 15:24-29.
- Puastuti W, Widiawati Y, Yulistiany D. 2015. Silase kulit buah kakao untuk pakan. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovatif pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 304.
- Randu MD, Suek FS, Lapenangga T. 2017. Peningkatan produktivitas ternak sapi potong melalui penerapan teknologi peternakan di kelompok tani Kota Dale-Kelurahan Oesao. *J Pengabdian Masyarakat Peternakan*. 2:44-53.
- Rasyid A, Hartati. 2007. Petunjuk teknis perkandangan sapi potong. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Ratnawaty S, Fernandes PTH. 2009. Perbaikan kualitas pakan sapi melalui introduksi leguminosa herba dalam menunjang program kecukupan daging nasional di Kabupaten Timor Tengah Selatan. Dalam: Sani Y, Natalia L, Brahmantyo B, Puastuti W, Sartika T, Nurhayati, Anggraeni A, Matondang RH, Martindah E, Estuningsih SE, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Kesejahteraan Peternak. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 13-14 Agustus 2009. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 107-112.
- Ratnawaty S, Pohan A, Fernandez PT. 2016. Dukungan teknologi perbibitan dan penggemukan sapi potong melalui sekolah lapang di Nusa Tenggara Timur (Kasus Pulau Timor). Dalam: Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Banjarbaru, 20 Juli 2016. Banjarbaru (Indonesia): BPTP Kalimantan Selatan. hlm. 1241-1250.
- Rohaeni ES, Subhan A, Darmawan A, Amali N. 2015. Tongkol jagung fermentasi untuk sapi potong. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 305.
- Romjali E, Muryanto, Wina E. 2011. Application of livestock waste for biogas and fertilizer in small farms in Indonesia. In: Proceedings of the International Seminar on Sustainable Resource Management of Livestock and Poultry Wastes for Asian Small-scale Farmers. Ho Chi Minh City, 25-29 July, 2011. Ho Chi Minh City (Vietnam): Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region; p. 79-84.
- Romjali E, Tiesnamurti B, Priyanto D, Hasinah H, Purba M. 2015. Pengembangan laboratorium lapang di Provinsi Jambi. Laporan Akhir. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak.
- Sadono D. 2009. Perkembangan pola komunikasi dalam penyuluhan pertanian di Indonesia. *J Jurnal Komunikasi Pembangunan*. 7:43-56.
- Saepulloh M. 2015. Rhinovet. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 312.
- Setiawan A, Benito AK, Yuli AH. 2013. Pengelolaan limbah ternak pada kawasan budidaya ternak sapi potong di Kabupaten Majalengka. *J Ilmu Ternak*. 13:24-30.
- Sianturi GR, Adrianita DK, Triwulaningsih E, Situmorang P. 2016. *Sexing* spermatozoa pada sapi perah. Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, penyunting. Teknologi peternakan mendukung sistem

- pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 18-19.
- Sinurat AP, Tresnawati MB, Darma J. 2015. Ferlawit. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 301.
- Sirait J, Ginting SP, Hutasoit R, Tarigan A, Antonius. 2016. Rumput Gajah Kerdil (*Pennisetum purpureum* cv Mott). Dalam: Tiesnamurti B, Handiwirawan E, Romjali E, Utomo BN, Widiawati Y, Pamungkas FA, Setyawan S, Priyono, Shiddiqie MI, Hidayat IR, Zelvina E, editors. Teknologi peternakan mendukung sistem pertanian bioindustri. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 71-72.
- Soekartawi. 2005. Prinsip dasar komunikasi pertanian. Jakarta (Indonesia): Universitas Indonesia Press.
- Subekti DT, Kusmaningtyas E. 2015. Felisa Vet ver.1. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 315.
- Suciani F, Sulistyati M, Alim S. 2015. Hubungan antara faktor internal dan faktor eksternal dengan tingkat adopsi teknologi biogas pada peternak sapi perah (kasus di Kelompok Peternak Wargi Saluyu Desa Haurngombong Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang). J Unpad [Internet]. 4. Tersedia dari: <http://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/6290/3197>
- Suhendrata T. 2008. Peran inovasi teknologi pertanian dalam peningkatan produktivitas padi sawah untuk mendukung ketahanan pangan. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian. Yogyakarta, 18-19 November 2008. Bogor (Indonesia): Institut Pertanian Bogor. hlm. 1-15.
- Sumanto, Murtiyeni, Juarini E. 2010. Adopsi teknologi pengandangan sapi dan pembuatan pupuk organik pada sistem integrasi sapi dan kakao di lahan marginal Kabupaten Donggola. J Ilmu Ternak Vet. 19:356-364.
- Suradisastira K. 2008. Strategi pemberdayaan kelembagaan petani. Forum Penelitian Agro Ekonomi. 26:82-91.
- Umboh SJK, Kalangi LS, Gijoh HO. 2017. Introduksi teknologi pemanfaatan limbah tanaman jagung dan kotoran ternak sapi untuk meningkatkan pendapatan rumah tangga peternak. Jurnal LPPM Bidang Sains Teknol. 4:1-10.
- Utomo S, Rasminati N. 2010. Introduksi teknologi pengolahan hijauan pakan dan limbah sapi sebagai suatu sistem usaha pertanian terpadu di tepian daerah aliran sungai (DAS) Progo Kecamatan Lendah Kulonprogo. INOTEK. 14:66-67.
- Wahyuningsih S. 2007. Pengembangan agribisnis ditinjau dari kelembagaan. J Pengembangan Agribisnis. 3:9-20.
- Waris BN, Wahyuning DA. 2015. Pengaruh tingkat pendidikan, usia dan lama beternak terhadap pengetahuan manajemen reproduksi ternak sapi potong di Desa Kedungpring Kecamatan Balongpanggang Kabupaten Gresik. J Ternak. 6:3-8.
- Widiati R. 2014. Estimasi finansial usaha sapi potong pembibitan skala rumah tangga yang diinovasi dengan pengembangan teknologi reproduksi. Dalam: Ratriyanto A, Nuhriawangsa AMP, Indreswari R, Hertanto BS, penyunting. Prosiding Seminar Nasional: Pembangunan Peternakan Indonesia Berbasis Riset Inovatif. Surakarta, 22-23 Oktober 2014. Surakarta (Indonesia): Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. hlm. 257-263.
- Widiyawati Y, Puastuti W. 2015. Formula pakan ruminansia rendah emisi gas metana. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 282.
- Winarko B, Mahadewi L. 2013. Tinjauan beberapa model teori dasar adopsi teknologi baru. Media Bisnis. 5:24-34.
- Winugroho. 2015. Bioport untuk pakan transportasi. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., editors. 500 Teknol Inov Pertan. Jakarta (Indonesia): IAARD Press; p. 3002.
- Winugroho M, Ratnaningsih A. 2015. Probiotik Rater. In: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 297.
- Winugroho M, Widiawati Y, Marjati S. 2015. Probiotik Bioplus. Dalam: Jamal E, Istriningsih, Sutater T, Bintari RP, Nugrahani N, Bermawie N, Praptana H, Pratikno S, Hasinah H, Humaedah U, et al., penyunting. 500 Teknologi inovasi pertanian. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. hlm. 295.
- Wirdahayati RB. 2010. Kajian kelayakan dan adopsi inovasi teknologi sapi potong mendukung program PSDS: Kasus Jawa Timur dan Jawa Barat. Dalam: Prasetyo LH, Natalia L, Iskandar S, Puastuti P, Herawati T, Nurhayati, Anggraeni A, Damayanti R, Dharmayanti NLPI, Estuningsih SE, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner Rumah Lingkungan dalam Mendukung Program Swasembada Daging dan Peningkatan Ketahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 3-4 Agustus 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 3-4.

Teknik Molekuler Amplifikasi DNA untuk Deteksi Brucellosis pada Sapi (DNA Amplification Technique for Detection of Bovine Brucellosis)

Susan M Noor

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

(Diterima 20 April 2018 – Direvisi 11 Mei 2018 – Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRACT

Brucellosis is one of cattle diseases which causes a very significant economic loss and categorized as zoonotic disease. Early detection of Brucellosis in livestock is very important to prevent the spread of disease to livestock and humans. The success of Brucellosis control depends on rapid, sensitive and specific detection methods. The aim of this paper is to review several methods of Brucellosis detection in cattle. Currently, the detection of Brucellosis in Indonesia is using serological and isolation methods. The latter method is the gold standard of Brucellosis diagnosis, however, its sensitivity is low. Therefore, molecular techniques with DNA amplification have been developed and applied in many countries both in livestock and humans because they are more sensitive, specific and rapid in detecting *Brucella* sp in blood, milk and semen samples. Various DNA amplification methods for detection of Brucellosis that have been developed including polymerase chain reaction (PCR), finger printing and loop-mediated isothermal amplification (LAMP). Both PCR and LAMP are more sensitive and specific in detecting *Brucella* sp than conventional techniques. PCR technique has advantages in detecting *Brucella* sp species to serotype and biovar levels. In addition, PCR reagents are cheaper and easier to obtain than LAMP even though, LAMP procedure is simpler and faster.

Key words: Brucellosis, cattle, detection, molecular, DNA

ABSTRAK

Brucellosis adalah salah satu penyakit pada sapi yang menyebabkan kerugian ekonomi yang sangat signifikan dan bersifat zoonotik. Deteksi awal Brucellosis pada ternak sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit pada ternak dan manusia. Keberhasilan pengendalian Brucellosis sangat tergantung pada metode deteksi yang cepat, sensitif dan spesifik. Tujuan dari tulisan ini adalah melakukan kajian metode deteksi Brucellosis pada sapi. Deteksi Brucellosis pada sapi di Indonesia saat ini masih menggunakan metode serologis dan isolasi kuman. Metode isolasi merupakan standar baku emas untuk diagnosis Brucellosis namun sensitivitasnya rendah. Oleh karena itu, teknik molekuler dengan amplifikasi DNA telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan di banyak negara baik pada ternak maupun manusia karena lebih sensitif, spesifik dan cepat dalam mendeteksi *Brucella* sp pada sampel darah, susu dan semen. Beberapa metode amplifikasi DNA untuk deteksi Brucellosis pada sapi telah dikembangkan meliputi teknik *polymerase chain reaction* (PCR), *finger printing* dan *loop-mediated isothermal amplification* (LAMP). Teknik PCR dan LAMP lebih sensitif dan spesifik dalam mendeteksi *Brucella* sp dibandingkan dengan teknik konvensional. Teknik PCR mempunyai kelebihan dalam hal mendeteksi spesies *Brucella* sp sampai ke tingkat serotipe dan biovar. Selain itu, reagen PCR lebih murah dan mudah diperoleh dibandingkan dengan LAMP walaupun prosedur LAMP lebih sederhana dan cepat.

Kata kunci: Brucellosis, sapi, deteksi, molekuler, DNA

PENDAHULUAN

Brucellosis pada sapi adalah penyakit reproduksi menular yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Brucella abortus* dan bersifat zoonotik (Seleem et al. 2010; Gupta et al. 2014; Kaltungo et al. 2014). Penyakit ini di Indonesia dikategorikan sebagai salah satu penyakit hewan menular strategis yang mendapat prioritas pengendalian. Untuk itu, diperlukan metode diagnosis yang cepat dan tepat untuk mengidentifikasi dan mengontrol Brucellosis pada sapi. Brucellosis sangat

infeksius pada sapi dan berdampak pada kerugian ekonomi yang sangat signifikan karena mengakibatkan keguguran, sterilitas dan infertilitas, pedet lahir lemah atau lahir mati (*stillbirth*) serta turunnya produksi susu (Gwida et al. 2011; Soleimani et al. 2013; Dhama et al. 2014). Brucellosis sebagai zoonosis juga menjadi ancaman penularan penyakit pada manusia baik secara langsung kontak dengan sapi terinfeksi maupun melalui produk ternak yang terinfeksi (Atluri et al. 2011).

Berbagai metode deteksi untuk diagnosis Brucellosis pada sapi telah digunakan yaitu melalui

isolasi dan identifikasi bakteri, uji serologis dan molekuler (Da Silva Mol et al. 2012). Isolasi dan identifikasi bakteri merupakan metode standar baku emas untuk diagnosis Brucellosis namun sensitivitasnya rendah, butuh waktu lama untuk isolasi dan butuh keahlian pengerjaan serta berisiko terinfeksi untuk pekerjaannya (Kazemi et al. 2008; Taleski 2010; Gomo et al. 2012). Sebaliknya, diagnosis serologis Brucellosis dengan *rose bengal test* (RBT), *complement fixation test* (CFT) atau *enzyme-linked immuno sorbent assay* (ELISA) hanya digunakan untuk uji penyingkapan Brucellosis pada level peternakan (Yu & Nielsen 2010; Pabuccuoglu et al. 2011; Priyadarshini et al. 2013). Kelemahan uji serologis adalah terjadi reaksi silang dengan bakteri lain seperti *Yersinia enterocolitica* sehingga menghasilkan positif palsu. Selain itu, sulit untuk mendeteksi respon antibodi terhadap Brucellosis pada stadium akut (Moussa et al. 2011), serta tidak mampu membedakan antara sapi yang divaksinasi dan sapi yang terinfeksi (Mukherjee et al. 2007; Baddour & Alkhalifa 2008).

Teknik deteksi molekuler melalui amplifikasi DNA seperti *polymerase chain reaction* (PCR) (OIE 2011), *loop-mediated isothermal amplification* (LAMP) (Trangoni et al. 2015), *finger printing*, telah banyak digunakan untuk diagnosis Brucellosis pada hewan dan manusia. Melalui teknik molekuler PCR mampu mengidentifikasi biotipe *B. abortus* secara cepat, sensitif dan spesifik sehingga dapat digunakan untuk identifikasi kekerabatan genotipe isolat *Brucella* sp yang ada di dunia (Habtamu et al. 2013).

Indonesia mencanangkan program pembebasan Brucellosis pada sapi pada tahun 2025, oleh karena itu monitoring penyakit melalui surveilans sangat penting. Untuk itu, sudah saatnya metode molekuler diterapkan untuk mendeteksi Brucellosis terutama untuk deteksi bakteri *Brucella* sp pada semen dan susu sebagai sumber penularan Brucellosis yang sulit untuk dideteksi secara bakteriologi. Hal ini disebabkan oleh jumlah organisme *Brucella* sp dalam sampel susu dan semen biasanya lebih rendah dibandingkan dengan yang ada pada material abortusan, lambung fetus, cairan dan membran fetus (OIE 2009).

TEKNIK AMPLIFIKASI DNA UNTUK DIAGNOSIS BRUCELLOSIS

Teknik deteksi penyakit berbasis amplifikasi DNA telah banyak dikembangkan untuk deteksi dan identifikasi *Brucella* sp dalam usaha mengatasi keterbatasan diagnosis konvensional. Beberapa teknik amplifikasi DNA untuk deteksi Brucellosis pada hewan yang telah diaplikasikan adalah teknik PCR, *real-time-PCR*, LAMP, *finger printing* dan RFLP. Pada kelompok ternak yang terinfeksi Brucellosis, teknik amplifikasi DNA merupakan alat deteksi yang sangat

penting untuk mempercepat diagnosis Brucellosis dalam upaya eradikasi penyakit melalui potong bersyarat.

Polymerase chain reaction standar

Teknik PCR pertama kali dikembangkan dan diaplikasikan untuk diagnosis Brucellosis pada sampel darah manusia di awal tahun 90an (Bricker & Halling 1995; Romero et al. 1995) dan kemudian berkembang untuk deteksi *Brucella* sp pada berbagai jaringan lainnya seperti serum, semen dan cairan sinovial (Bricker 2002).

Teknik PCR merupakan alat diagnosis yang handal untuk mendeteksi DNA bakteri yang sifatnya fastidious yaitu bakteri yang sulit tumbuh dan butuh waktu lama untuk pertumbuhannya seperti *Brucella* sp (Khamesipour et al. 2013). Teknik PCR memungkinkan untuk mendeteksi sejumlah kecil mikroorganisme dalam sampel seperti susu dan semen. Selain itu, prosedur PCR mudah diduplikasi dan distandarisasi, serta dapat meminimalisir risiko infeksi pada pekerja laboratorium dan membutuhkan waktu pengujian cepat sekitar 2-3 jam (Noor et al. 2015).

Standar PCR saat ini telah banyak diaplikasikan untuk deteksi *Brucella* sp sampai ke tingkat genus pada hewan dan untuk deteksi kontaminan produk asal hewan. Sensitivitas dan spesifitas teknik PCR untuk mendeteksi *Brucella* sp dalam sampel dapat dipakai untuk studi epidemiologi dan taksonomi bakteri (Poester et al. 2010). Teknik PCR standar dengan satu pasang primer telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan di banyak negara untuk diagnosis berbagai macam penyakit yang disebabkan oleh bakteri fastidious seperti *Brucella* sp (Huber et al. 2009; Habtamu et al. 2013). Teknik ini sederhana dan efisien untuk deteksi *Brucella*, namun efisiensinya bergantung pada spesifitas primer yang dipakai. Teknik PCR standar pertama kali didesain untuk identifikasi lokus gen yang *highly conserved* pada *Brucella* sp dan kemudian berhasil digunakan untuk skrining Brucellosis pada manusia dan produk makanan yang terkontaminasi bakteri (Bricker 2002).

Berbagai target gen *Brucella* sp dengan berbagai pasangan primer seperti *outer membrane protein* (OMP), 16-23 SRNA, *Brucella cell surface protein* (BCSP), *insertion sequence* (IS) (Baddour & Alkhalifa 2008; Godfroid et al. 2010) telah banyak diteliti dalam pengembangan teknik PCR untuk deteksi *Brucella* sp pada sampel darah, susu dan jaringan limfoglandula. Pasangan primer B4/B5 dari gen BCSP31 dilaporkan sangat sensitif (100%) dan spesifik (98,3%) untuk mendeteksi *Brucella* sp dalam sampel darah dibandingkan dengan metode biakan bakteri (70%). Hasil penelitian Karthik et al. (2014) menunjukkan bahwa teknik PCR standar dengan primer genus

spesifik BCSP31 dan spesies spesifik IS711 dapat mendeteksi Brucellosis dalam sampel darah sapi.

Polymerase chain reaction multipleks

Teknik PCR multipleks banyak diaplikasikan untuk deteksi virus, bakteri dan agen infeksi lainnya. Kelebihan dari teknik PCR multipleks ini adalah dalam satu kali proses reaksi dapat mendeteksi banyak patogen sekaligus. Dalam rangka *trace-back* epidemiologi dan identifikasi *strain Brucella* sp teknik PCR multipleks sangat diperlukan untuk skrining *strain Brucella* sp spesifik dalam rangka pemberantasan Brucellosis (Mayer-Scholl et al. 2010; Kumar et al. 2011). Prosedur PCR multipleks ini lebih kompleks dibandingkan dengan standar PCR, namun mampu untuk membedakan sapi yang divaksinasi dan terinfeksi secara alami serta membedakan Brucellosis stadium akut atau kronis pada manusia (Smirnova et al. 2013).

Teknik PCR multipleks yang dikembangkan pertama kalinya untuk deteksi species *Brucella* adalah *abortus*, *melitensis*, *ovis* dan *suis* (AMOS-PCR) untuk membedakan keempat species *Brucella* tersebut berdasarkan adanya polimorfisme pada lokus spesies-spesifik (Bricker & Halling 1995). Konsistensi AMOS-PCR dalam mendeteksi *Brucella* sp dilaporkan mencapai 50% dibandingkan dengan metode isolasi dan identifikasi bakteri. Selain itu, jika dibandingkan dengan uji *serum agglutination test* (SAT), tingkat deteksi positif AMOS-PCR mencapai 41,18%. Berdasarkan hasil tersebut terbukti bahwa uji AMOS-PCR merupakan metode diagnostik yang cepat, sederhana dan akurat dan juga dapat digunakan untuk identifikasi species *B. abortus* (biovars 1, 2 dan 4), *B. melitensis* (biovars 1, 2 dan 3), *B. ovis* dan *B. suis* (biovar 1). Namun, AMOS-PCR tidak dapat mendeteksi species *B. canis*, *B. neotomae*, *B. pinnipedialis* dan *B. ceti* dan juga beberapa biovars *B. abortus* 3, 5, 6, 7 dan 9, serta *B. suis* biovars 2, 3, 4 dan 5 (López-Goñi et al. 2008; Kang et al. 2011; López-Goñi et al. 2011).

Teknik AMOS-PCR ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Bricker et al. (2003) dengan memasukkan pasangan primer *strain*-spesifik *Brucella* sp untuk mengidentifikasi *strain* vaksin *B. abortus* S19 dan RB51 yang dinamakan dengan teknik *Brucella abortus strain* spesifik (BaSS-PCR). Teknik BaSS-PCR dikembangkan menggunakan tujuh pasang primer yang berbeda yaitu IS711-spesifik, *abortus*-spesifik, 16S rRNA, *eri* dan RB51 yang akan mengamplifikasi empat lokus berbeda yaitu region 16S rRNA (*conserved* gen pada semua bakteri), sekuen IS711 diinsersikan ke gen *alkB* (gen pada semua isolat lokal *B. abortus*) dan sekuen IS711 diinsersikan ke dalam gen *wboA* (gen yang hanya ditemukan pada vaksin RB51) dan *erythriol catabolic operon* (tidak ada pada vaksin S19).

Metode multipleks PCR terbaru yang dikembangkan adalah *Bruce-ladder multiplex-PCR* (Kang et al. 2011) menggunakan 16 pasang primer. *Bruce-ladder* PCR dapat menjadi alat diagnosis yang berguna untuk identifikasi cepat *strain Brucella* sp pada ternak dan manusia, serta dapat diaplikasikan di laboratorium rujukan Brucellosis.

Real-time polymerase chain reaction

Teknik *real-time* PCR mempunyai kelebihan dibandingkan dengan PCR standar yaitu dapat mendeteksi Brucellosis lebih cepat, metode lebih sederhana dan sensitif, tidak memerlukan analisis elektroforesis produk PCR pasca-amplifikasi sehingga mengurangi risiko terjadinya kontaminasi di laboratorium dan mengurangi reaksi positif palsu (Bounaadja et al. 2009; De Santis et al. 2011). Teknik *real-time* PCR dapat untuk membedakan species *B. abortus* dan *B. melitensis* meskipun kedua species tersebut menunjukkan tingkat kemiripan genetik yang tinggi.

Teknik deteksi *real-time* PCR telah banyak dipakai saat ini untuk deteksi *Brucella* pada urine, darah dan preparat jaringan dalam parafin (Redkar et al. 2001; Kattar et al. 2007; Queipo-Ortuño et al. 2008). Wareth et al. (2014) telah berhasil mendeteksi species *B. melitensis* pada susu sapi dan produknya pada hewan sehat di Mesir dengan menggunakan *real-time* PCR.

Teknik *real-time* PCR TaqMan probes terbaru telah diteliti oleh Bounaadja et al. (2009) dan Surucuoglu et al. (2009) untuk deteksi sampel serum pasien dengan klinis Brucellosis yang berbeda-beda menggunakan gen spesifik yaitu IS711 dan BCSP31. Hasil menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas *real-time* PCR sangat tinggi untuk diagnosis Brucellosis dengan manifestasi klinis yang berbeda-beda dan juga hasilnya lebih cepat dibandingkan dengan uji serologis dan PCR standar.

Real-time PCR walaupun merupakan teknik deteksi yang tidak mudah terkontaminasi dan hasilnya lebih cepat, namun, karena *real-time* PCR relatif mahal dibandingkan dengan standar PCR maka penggunaannya di beberapa negara berkembang sangat terbatas (Acharya et al. 2016).

Loop-mediated isothermal amplification (LAMP)

Teknik *loop-mediated isothermal amplification* (LAMP) merupakan metode amplifikasi DNA yang simpel, cepat dan spesifik yang dikembangkan oleh Eiken Chemical Co., Ltd (Notomi et al. 2000). Teknik LAMP ini sangat menjanjikan sebagai alat diagnosis karena banyak keunggulannya dibandingkan dengan

metode amplifikasi gen lainnya seperti PCR atau RT-PCR karena proses amplifikasi dan deteksi gen dapat dilakukan hanya dalam satu suhu (63°C) (Notomi et al. 2000; Nagamine et al. 2002a; Nagamine et al. 2002b; Song et al. 2005). Metode LAMP banyak diaplikasikan untuk mendeteksi berbagai macam patogen seperti *Mycobacterium tuberculosis* (Adhikari 2012), *Salmonella* (Deguo et al. 2008), hepatitis virus B (Moslemi et al. 2009).

Keunggulan metode LAMP adalah: (1) Menggunakan suhu tunggal dan dapat dilakukan dengan penangas air dan atau pelat pemanas (*heating block*) sehingga dapat diaplikasikan di lapang; (2) Prosedur pelaksanaan dan pengamatan hasil mudah dan sederhana; (3) Spesifisitas tinggi karena menggunakan 4 atau 6 primer yang mampu mengenali 6 atau 8 sekuen nukleotida yang berbeda menggunakan enzim Bst polymerase dengan aktivitas perpindahan untai (*strand displacement activity*) yang mencegah terjadinya inhibisi amplifikasi; (4) Proses cepat sekitar 30 sampai 60 menit (4-5 jam untuk PCR, dari awal amplifikasi sampai hasil analisis); dan (5) Sensitivitas sangat tinggi (dapat mengamplifikasi DNA 10^9 hingga 10^{10} kali dalam waktu 15 menit sampai 60 menit).

Amplifikasi dapat dideteksi melalui keberadaan produk amplifikasi. Visualisasi produk LAMP dapat dilakukan dengan melihat adanya endapan putih pada reaksi LAMP positif (presipitat garam magnesium piropospat) (Mori et al. 2001) dengan penambahan *fluorescence detection reagent* (FDR) atau *syber green* dan juga dengan elektroforesis gel dimana hasil visualisasi teknik LAMP seperti anak tangga.

Finger printing

Identifikasi spesies dan subtyping isolat *Brucella* sp sangat penting dilakukan untuk surveilans epidemiologi; investigasi wabah baik di daerah endemis dan non-endemis serta membedakan kasus reinfeksi Brucellosis pada manusia (Al Dahouk et al. 2005). Subtyping isolat *Brucella* sp untuk *trace-back* epidemiologi jika terjadi letupan penyakit merupakan hal yang tidak mudah untuk dilakukan karena sangat sedikit metode tiping yang tersedia. Kesulitan dalam melakukan subtyping *Brucella* sp karena adanya homogenitas genetik dalam genus. Hasil sekuensing genom dari tiga species *Brucella* sp menunjukkan variabilitas pada sekuen DNA.

Beberapa teknik *finger printing* mampu untuk membedakan isolat dalam biovar yang sama dengan spesies tertentu dengan adanya polimorfisme nukleotida tunggal, yang mendeteksi perbedaan nukleotida tunggal dalam urutan DNA anggota suatu spesies. Metode *finger printing* dikembangkan berdasarkan teknik PCR yang mampu untuk diskriminasi antar spesies *Brucella* sp. Salah satu

metode *finger printing* yang telah dikembangkan adalah teknik *Hypervariable Octameric Oligonucleotide Finger Prints (HOOF-Prints)* yang dapat membedakan tipe *strain* dari semua spesies *Brucella* sp sampai biovar. Teknik tersebut dikembangkan berdasarkan 8 sekuen DNA "AGGGCAGT" tandem yang berulang. Teknik *HOOF-Prints* akan sangat berguna sebagai uji konfirmasi karena identifikasi dengan metode konvensional tidak dapat menemukan spesies-spesifik atau alel-biovar spesifik sehingga memberikan kemajuan signifikan dalam epidemiologi Brucellosis untuk membantu eradikasi penyakit.

Restriction fraction length polymorphism (RFLP)

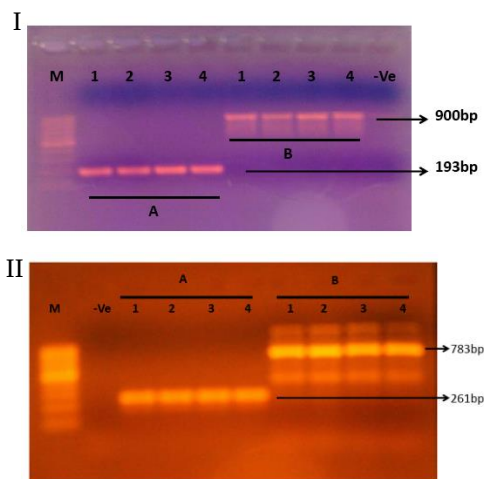
Dengan teknik RFLP membuktikan bahwa adanya polimorfisme di sejumlah gen *Brucella* termasuk *outer membrane protein 2* (omp2), *protein heat shock dnaK*, *ht*r dan *erythrose-1-phosphate gen dehydrogenase* (ery). Adanya polimorfisme DNA pada omp2a, omp2b, omp25 dan omp31 telah terbukti bermanfaat untuk membedakan antar spesies *Brucella* sp dan biovar, termasuk isolat *Brucella* sp pada mamalia laut (De Santis et al. 2011). Hasil PCR-RFLP dapat untuk mengidentifikasi *marker* omp25 *B. melitensis* dalam bentuk tidak adanya situs EcoRV meskipun *B. suis* biovars 3 dan 4 dan *B. canis* masih belum dapat dibedakan dengan teknik ini (Cloeckaert et al. 1995). Gen omp lainnya yang diteliti adalah omp31, yang terdlesi pada *B. abortus* (Bricker 2002), tetapi memiliki *marker* untuk *B. canis*, *B. suis* biovar 2 dan *B. ovis* (García-Yoldi et al. 2006).

APLIKASI TEKNIK AMPLIFIKASI DNA UNTUK DIAGNOSIS BRUCELOSIS PADA SAPI DI INDONESIA

Brucella abortus dalam tubuh sapi akan bereplikasi di dalam kelenjar mammae dan supra-mammae, kelenjar getah bening dan *shedding* bakteri ke susu dan semen sepanjang hidupnya (Wareth et al. 2014). Untuk mencegah penyebaran Brucellosis dari hewan ke manusia diperlukan teknik deteksi Brucellosis yang cepat, sensitif dan spesifik. Deteksi *Brucella* sp dalam susu dan semen sapi secara biakan kuman kurang sensitif untuk menjangkit keberadaan bakteri terutama jika jumlah bakteri yang terkandung dalam sampel sangat rendah. Melalui aplikasi teknik PCR standar dapat mendeteksi *Brucella* secara cepat, sensitif dan spesifik pada sampel susu dan semen. Teknik PCR ini biasa dipakai untuk analisis risiko dalam investigasi *Brucella* sp dalam susu karena kemampuannya dalam mendeteksi DNA *Brucella* dalam sampel susu yang dinyatakan negatif dengan uji ELISA (Wareth et al. 2014).

Beberapa metode deteksi untuk molekuler diagnosis Brucellosis pada sapi telah diuji dan dikaji di Balai Besar Penelitian Veteriner (BB Litvet), yaitu teknik PCR standar untuk deteksi species *B. abortus* pada sampel semen dan susu, teknik LAMP untuk deteksi *Brucella* sp dalam susu dan teknik multipleks BaSS-PCR untuk identifikasi strain spesifik *B. abortus* isolat lokal. Aplikasi teknik PCR di BB Litvet telah terbukti dapat digunakan untuk deteksi bakteri *Brucella* sp pada sampel susu sapi dengan tingkat sensitivitas dan spesifitas masing-masing mencapai 75 dan 100% (Noor et al. 2015). Teknik PCR juga mampu untuk mendeteksi *Brucella* sp pada sampel semen sapi baik pada semen segar maupun semen beku (Noor et al. 2014a).

Visualisasi hasil deteksi *Brucella* sp dengan teknik PCR pada susu dan semen dalam elektroforesis gel tercantum pada Gambar 1.



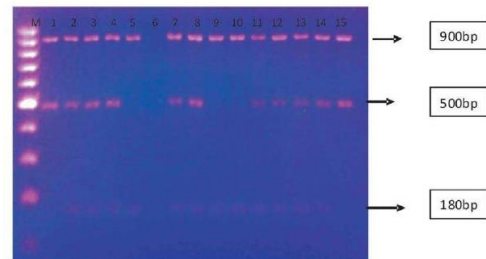
M: Marker; Ve: Kontrol negatif 1, 2, 3 dan 4; I: Sampel susu; II: Sampel semen

Gambar 1. Hasil uji PCR dengan primer OMP (A) dan 16sRNA (B) pada sampel susu dan primer Bruce 1 (A) dan Bruce-6 2 (B) pada sampel semen

Deteksi *Brucella* sp dalam sampel susu dan semen dengan teknik PCR dikerjakan menggunakan pasangan primer *outer membrane protein* (OMP) dan 16SRNA (susu) dan primer Bruc-6 dan Bruc-6 (semen) dan terbukti mampu untuk mendeteksi bakteri *Brucella* sp dengan deteksi DNA limit pada sampel semen sampai dengan konsentrasi 1 pg/ml (Noor et al. 2014b). Hasil uji tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Arasoğlu et al. (2013). Teknik PCR standar mampu mendeteksi keberadaan *Brucella* sp dalam susu lebih akurat dibandingkan dengan metode konvensional melalui isolasi dan identifikasi bakteri. Hasil penelitian serupa dengan dilakukan oleh Dubey et al. (2017) dapat

mendeteksi *Brucella* sp pada sampel susu dengan target gen 16S rRNA dan BCSP 31.

Teknik multipleks BaSS-PCR juga telah diuji dalam mengidentifikasi *B. abortus* strain lapang menggunakan 7 pasangan primer spesifik. Hasil uji menunjukkan bahwa BaSS-PCR mampu mengidentifikasi strain spesifik *Brucella* dengan menggunakan 7 pasangan primer spesifik. Hasil identifikasi BaSS-PCR pada isolat lokal *B. abortus* seperti tampak pada Gambar 2 (Noor et al. 2015).



M: Marker, 1: S19 (vaksin); 2: S99 (referen); 3: CH-PR; 4: BM; 5: *Brucella* spesies; 6: Kontrol negatif; 7: YNT-KP; 8: DK1577; 9: *Brucella* spesies; 10: *Brucella* spesies; 11: CH07-BL; 12: CH04-BL; 13: CH06-BL; 14: CH09-BL; dan 15: S19 (vaksin)

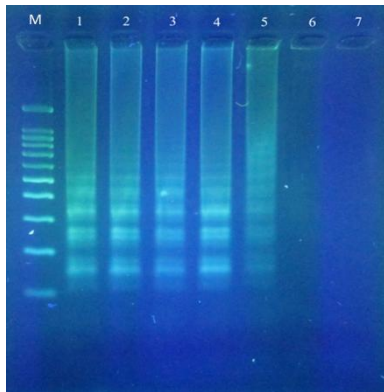
Gambar 2. Hasil identifikasi *B. abortus* strain-spesifik dengan BaSS-PCR

DNA bakteri *B. abortus* galur lapang dengan teknik BaSS-PCR teramplifikasi pada tiga pita DNA yang berbeda (900, 500 dan 180 bp), sedangkan untuk strain vaksin *B. abortus* S19 teramplifikasi pada dua pita (900 dan 500 bp), strain vaksin *B. abortus* RB51 teramplifikasi pada empat pita (900, 500, 300 dan 180 bp). Sementara untuk *Brucella* sp teramplifikasi pada panjang pita 900 dan 180 bp (OIE 2009).

Teknik molekuler lainnya yang telah diuji di BB Litvet untuk deteksi *Brucella* sp pada susu sapi adalah metode LAMP dengan menggunakan primer yang didesain dari hasil *sequencing* *B. abortus* isolat lokal yang diisolasi dari kasus Brucellosis pada sapi di lapang (Noor et al. 2014a). Visualisasi hasil deteksi isolat *Brucella* dengan teknik LAMP seperti tercantum pada Gambar 3.

Kelebihan teknik LAMP dalam mendeteksi Brucellosis lebih sederhana karena hanya memerlukan penangas air atau pelat panas untuk amplifikasinya dibandingkan dengan metode PCR yang memerlukan peralatan *thermocycler* yang cukup mahal dan sulit dibawa ke lapang. Hasil uji teknik LAMP untuk deteksi *Brucella* sp menggunakan target gen 16S rRNA dari isolat lokal *B. abortus* membuktikan kemampuannya untuk mendeteksi *Brucella* sp dalam sampel susu dengan limit deteksi mencapai 0,1 ng/ul susu (Noor et al. 2014b). Hasil uji deteksi limit metode LAMP yang dilaporkan oleh (Ohtsuki et al. 2008) menggunakan gen BCSP31

menunjukkan konsentrasi DNA *Brucella* sp terendah yang dapat dideteksi oleh metode LAMP mencapai 10 fg/µl.



M: Marker; 1: Isolat *B. abortus* S99; 2-4: Isolat lokal *B. abortus*; 5: *B. abortus* S19 (isolat vaksin); 6: Kontrol negatif

Gambar 3. Visualisasi produk LAMP dengan elektroforesis gel

Hasil uji diagnosis Brucellosis pada sapi dengan teknik molekuler menunjukkan bahwa baik PCR maupun LAMP dapat diaplikasikan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *Brucella* sp dalam sampel susu dan semen sapi lebih sensitif dan spesifik dibandingkan dengan teknik konvensional melalui biakan kuman yang sensitivitasnya rendah dan memerlukan waktu lama serta berisiko terkontaminasi ke pekerjaannya. Hanya saja untuk preparasi reagensia, baik teknik PCR maupun LAMP membutuhkan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan teknik konvensional. Namun jika dibandingkan antara kedua teknik PCR dan LAMP, teknik PCR mempunyai kelebihan dalam hal kemudahannya memperoleh reagensia secara komersial dengan harga yang sangat kompetitif karena reagensia untuk teknik LAMP masih sangat mahal dan belum banyak tersedia secara komersial. Sensitivitas dan spesifitas kedua teknik molekuler untuk deteksi tersebut yang cepat, sensitif dan spesifik sehingga akan mempermudah pengambilan kebijakan untuk menentukan metode pengendalian Brucellosis pada sapi melalui program uji dan potong bersyarat sehingga secara langsung dapat mencegah penyebaran Brucellosis pada ternak.

KESIMPULAN

Teknik amplifikasi DNA sangat menjanjikan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi bakteri *Brucella* sp dalam sampel lebih cepat, sensitif dan spesifik sampai tingkat spesies dan biovar dibandingkan dengan metode diagnosis standar. Teknik amplifikasi DNA terbukti sangat potensial digunakan untuk diagnosis Brucellosis dalam rangka menunjang

program pembebasan Brucellosis pada sapi di Indonesia terutama untuk mendeteksi sampel susu dan semen sapi sebagai sumber penularan Brucellosis pada ternak dan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya KP, Kaphle K, Shrestha K, Bastuji BG, Smitsf HL. 2016. Review of Brucellosis in Nepal. *Int J Vet Sci Med.* 4:54-62.
- Adhikari S. 2012. Prevalence of Brucellosis in goats of Dang Districts, Nepal. In: Joshi BR, Singh UM, Paudel KP, Thakuri KC, Shrestha SP, Jha VC, editors. *Vet Safeguarding Anim Hum Environ.* Kathmandu, 28-30 March 2012. Kathmandu (Nepal): Nepal Veterinary Association.
- Arasoglu T, Güllüce M, Özkan H, Adigüzel A, Şahin F. 2013. PCR detection of *Brucella abortus* in cow milk samples collected from Erzurum, Turkey. *Turkish J Med Sci.* 43:501-508.
- Atluri VL, Xavier MN, de Jong MF, den Hartigh AB, Tsolis RM. 2011. Interactions of the human pathogenic *Brucella* species with their hosts. *Annu Rev Microbiol.* 65:523-541.
- Baddour MM, Alkhalifa DH. 2008. Evaluation of 3 PCR techniques for detection of *Brucella* DNA in peripheral human blood. *Egypt J Med Microbiol.* 16:201-209.
- Bounaadja L, Albert D, Chénais B, Hénault S, Zygmunt MS, Poliak S, Garin-Bastuji B. 2009. Real-time PCR for identification of *Brucella* spp: A comparative study of IS711, bcs31 and per target genes. *Vet Microbiol.* 137:156-164.
- Bricker BJ. 2002. PCR as a diagnostic tool for Brucellosis. *Vet Microbiol.* 90:435-446.
- Bricker BJ, Ewalt DR, Olsen SC, Jensen AE. 2003. Evaluation of the *Brucella abortus* species-specific polymerase chain reaction assay, an improved version of the *Brucella* AMOS polymerase chain reaction assay for cattle. *J Vet Diagnostic Investig.* 15:374-378.
- Bricker BJ, Halling SM. 1995. Enhancement of the *Brucella* AMOS PCR assay for differentiation of *Brucella abortus* vaccine strains S19 and RB51. *J Clin Microbiol.* 3:1640-1642.
- Cloekaert A, Verger JM, Grayon M, Gerpinet O. 1995. Restriction site polymorphism of the genes encoding the major 25 kDa and 36 kDa outer-membrane proteins of *Brucella*. *Microbiology.* 141:2111-2121.
- Al Dahouk S, Hagen RM, Nöckler K, Tomaso H, Wittig M, Scholz HC, Vergnaud G, Neubauer H. 2005. Failure of a short-term antibiotic therapy for human Brucellosis using ciprofloxacin: A study on *in vitro* susceptibility of *Brucella* strains. *Chemotherapy.* 51:352-356.

- Deguo K, Toubiana M, Hartati S, Kusumawati A, Dubremetz J, Widada J. 2008. Development of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) as a diagnostic tool of toxoplasmosis. *Vet Parasitol.* 162:327-331.
- Dhama K, Karthik S, Chakraborty S, Tiwari R, Kapoor, Kumar A, Thomas P. 2014. Loop-mediated isothermal amplification of DNA (LAMP): A new diagnostic tool lights the world of diagnosis of animals and human pathogens: A review. *Pak J Biol Sci.* 17:151-166.
- Dubey P, Patel KB, Patel BK, Chauhan HC, Chandel BS, Patel SS, Shirmali MD, Kala JK, Patel MG, Patel AC, et al. 2017. Molecular detection of *Brucella* organism from milk and milk products. *Int J Curr Microbiol App Sci.* 6:1087-1091.
- García-Yoldi D, Marín CM, de Miguel MJ, Muñoz PM, Vizmanos JL, López-Goñi I. 2006. Multiplex PCR assay for the identification and differentiation of all *Brucella* species and the vaccine strains *Brucella abortus* S19 and RB51 and *Brucella melitensis* Rev1. *Clin Chem.* 52:779-781.
- Godfroid J, Nielsen K, Saegerman C. 2010. Diagnosis of Brucellosis in livestock and wildlife. *Croat Med J.* 51:296-305.
- Gomo C, Musari S, De Garine-Wichatitsky M, Caron A, Pfukenyi DM, Van Heerden H. 2012. Detection of *Brucella abortus* in Chiredzi District in Zimbabwe. *Onderstepoort J Vet Res.* 79:417.
- Gupta VK, Nayakwadi S, Kumar A, Gururaj, Pawaiya RS. 2014. Markers for the molecular diagnosis of Brucellosis in animals. *Adv Anim Vet Sci.* 2:31-39.
- Gwida MM, El-Gohary AH, Melzer F, Tomaso H, Rosler U, Wernery V, Wernery R, Elschner MC, Khan I, Eickhoff M, et al. 2011. Comparison of diagnostic tests for the detection of *Brucella* spp in camel sera. *BMC Res Notes.* 4:525.
- Habtmu TT, Rathore R, Dhama K, Karthik K. 2013. Isolation and molecular detection of *Brucella melitensis* from disease outbreak in sheep and *Brucella abortus* from cattle farm by 711 and omp2a gene based PCR. *J Curr Res.* 5:1920-1925.
- Huber B, Scholz HC, Lucero N, Busse HJ. 2009. Development of a PCR assay for typing and subtyping of *Brucella* species. *Int J Med Microbiol.* 299:563-573.
- Kaltungo BY, Saidu SNA, Sackey AKB, Kazeem HM. 2014. A review on diagnostic techniques for Brucellosis. *African J Biotech.* 13:1-10.
- Kang S Il, Her M, Kim JW, Kim JY, Ko KY, Ha YM, Jung SC. 2011. Advanced multiplex PCR assay for differentiation of *Brucella* species. *Appl Environ Microbiol.* 77:6726-6728.
- Karthik K, Rathore R, Thomas P, Elamurugan A, Arun TR, Dhama K. 2014. Serological and molecular detection of *Brucella abortus* from cattle by RBPT, STAT and PCR and sample suitability of whole blood for PCR. *Asian J Anim Vet Adv.* 9:262-269.
- Kattar MM, Zalloua PA, Araj GF, Samaha-Kfoury J, Shbaklo H, Kanj SS, Khalife S, Deeb M. 2007. Development and evaluation of real-time polymerase chain reaction assays on whole blood and paraffin-embedded tissues for rapid diagnosis of human Brucellosis. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 59:23-32.
- Kazemi B, Yousefi Namin SA, Bandepour M, Kafilzadeh F, Gachkar L, Mahmoudinejad F, Samarghandi A, Mardani M. 2008. Detection of *Brucella* by peripheral blood PCR and comparison with culture and serological methods in suspected cases. *Iran J Public Heal.* 37:96-102.
- Khamesipour F, Doosti A, Taheri H. 2013. Molecular detection of *Brucella* spp in the semen, testis and blood samples of cattle and sheep. *J Pure Appl Microbiol.* 7:495-500.
- Kumar S, Tuteja U, Sarika K, Singh DK, Kumar A, Kumar O. 2011. Rapid multiplex PCR assay for the simultaneous detection of the *Brucella* genus, *B. abortus*, *B. melitensis*, and *B. suis*. *J Microbiol Biotechnol.* 21:89-92.
- López-Goñi I, García-Yoldi D, Marín CM, de Miguel MJ, Barquero-Calvo E, Guzmán-Verri C, Albert D, Garin-Bastuji B. 2011. New Bruce-ladder multiplex PCR assay for the biovar typing of *Brucella suis* and the discrimination of *Brucella suis* and *Brucella canis*. *Vet Microbiol.* 154:152-155.
- López-Goñi I, García-Yoldi D, Marín CM, De Miguel MJ, Muñoz PM, Blasco JM, Jacques I, Grayon M, Cloeckaert A, Ferreira AC, et al. 2008. Evaluation of a multiplex PCR assay (Bruce-ladder) for molecular typing of all *Brucella* species, including the vaccine strains. *J Clin Microbiol.* 46:3484-3487.
- Mayer-Scholl A, Draeger A, Göllner C, Scholz HC, Nöckler K. 2010. Advancement of a multiplex PCR for the differentiation of all currently described *Brucella* species. *J Microbiol Methods.* 80:112-114.
- Mori Y, Nagamine K, Tomita N, Notomi T. 2001. Detection of loop-mediated isothermal amplification reaction by turbidity derived from magnesium pyrophosphate formation. *Biochem Biophys Res Commun.* 289:150-154.
- Moussa IM, Omnia ME, Amin AS, Ashgan MH, Selim SA. 2011. Evaluation of the currently used polymerase chain reaction assays for molecular detection of *Brucella* species. *African J Microbiol Res.* 5:1511-1520.
- Mukherjee F, Jain E, Patel V, Nair M. 2007. Multiple genus-specific markers in PCR assays improve the specificity and sensitivity of diagnosis of Brucellosis in field animals. *J Med Microbiol.* 56:1309-1316.
- Nagamine K, Hase T, Notomi T. 2002. Accelerated reaction by loop-mediated isothermal amplification using loop primers. *Mol Cell Probes.* 16:223-229.

- Nagamine K, Kuzuhara Y, Notomi T. 2002. Isolation of single-stranded DNA from loop-mediated isothermal amplification products. *Biochem Biophys Res Commun*. 2002:1195-1198.
- Noor SM, Sudarmono PP, Kusumawati A, Karuniawati A. 2014a. Identifikasi *Brucella abortus* isolat lokal dengan *Brucella abortus strain specific-polymerase chain reaction*. *J Vet*. 15:306-311.
- Noor SM, Sudarmono PP, Kusumawati A, Karuniawati A. 2014b. Karakterisasi molekuler *Brucella abortus* untuk pengembangan metode diagnostik *loop-mediated isothermal amplification* Brucellosis [Disertasi]. [Jakarta (Indonesia)]: Universitas Indonesia.
- Noor SM, Sudarmono PP, Kusumawati A, Karuniawati A. 2015. Deteksi Brucellosis pada susu sapi dengan uji *polymerase chain reaction* (PCR). *J Kedokteran Hewan*. 9:64-66.
- Notomi T, Okayama H, Masubuchi H, Yonekawa T, Watanabe K, Amino N, Hase T. 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res*. 28:E63.
- Ohtsuki R, Kawamoto K, Kato Y, Shah MM, Ezaki T, Makino SI. 2008. Rapid detection of *Brucella* spp by the loop-mediated isothermal amplification method. *J Appl Microbiol*. 104:1815-1823.
- OIE. 2009. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. 5th ed. Paris (France): Office International des Épidémiologies.
- OIE. 2011. Office International des Épidémiologies. 6th ed. Paris (France): Office International des Épidémiologies.
- Pabuccuoglu O, Ecemis TES, Coskun A, Akcali S, Sanlidag T. 2011. Evaluation of serological tests for diagnosis of Brucellosis. *Jpn J Infect Dis*. 64:272-276.
- Poester FP, Nielsen K, Samartino LE, Yu WL. 2010. Diagnosis of Brucellosis. *Open Vet Sci J*. 4:46.
- Priyadarshini A, Sarangi LN, Palai TK, Panda HK, Mishra R, Behera PC. 2013. Brucellosis in cattle and occupationally exposed human beings: A serosurvey in Odisha, India. *J Pure Appl Microbiol*. 7:3255-3260.
- Queipo-Ortuño MI, Colmenero JD, Reguera JM, García-Ordoñez MA, Pachón ME, Gonzalez M, Morata P. 2008. Rapid diagnosis of human Brucellosis by SYBR green I-based real-time PCR assay and melting curve analysis in serum samples. *Clin Microbiol Infect*. 11:713-718.
- Redkar R, Rose S, Bricker B, DeVecchio V. 2001. Real-time detection of *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, and *Brucella suis*. *Mol Cell Probes*. 15:43-52.
- Romero C, Gamazo C, Pardo M, Lopez-Goni I. 1995. Specific detection of *Brucella* DNA by PCR. *J Clin Microbiol*. 33:615-617.
- De Santis R, Ciammaruconi A, Pomponi A, Fillo S, Lista F. 2011. *Brucella*: Molecular diagnostic techniques in response to bioterrorism threat. *J Bioterr Biodef*. 2011:1-8.
- Seleem MN, Boyleb SM, Sriranganathan N. 2010. Brucellosis: A re-emerging zoonosis. *Vet Microb*. 140:392-398.
- Da Silva Mol JP, Franca SA, da Paixao TA, Santos RL. 2012. Laboratorial diagnosis of animal brucellosis. *Rev Bras Cienc Vet*. 19:117-126.
- Smirnova AE, Varsin A V, Sandybaev TN, Klotchenko AS, Plotnikova AM, Chervyakova VO, Ransyzbay RA, Kiselev IO. 2013. Current methods of human and animal Brucellosis diagnostics. *Adv Infect Dis*. 3:177-184.
- Soleimani M, Shams S, Majidzadeh-A K. 2013. Developing a real-time quantitative loop-mediated isothermal amplification assay as a rapid and accurate method for detection of Brucellosis. *J Appl Microbiol*. 115:828-834.
- Song T, Toma C, Nakasone N, Iwanaga M. 2005. Sensitive and rapid detection of *Shigella* and enteroinvasive *Escherichia coli* by a loop-mediated isothermal amplification method. *FEMS Microbiol Lett*. 243:259-263.
- Surucuoglu S, El S, Ural S, Gazi H, Kurutepe S, Taskiran P, Yurtsever SG. 2009. Evaluation of real-time PCR method for rapid diagnosis of Brucellosis with different clinical manifestations. *Polish J Microbiol*. 58:15-18.
- Taleski V. 2010. An overview of introducing various laboratory tests for diagnosis of human Brucellosis in the Republic of Macedonia. *Maced J Med Sci*. 3:239-245.
- Trangoni MD, Giffre AK, Ceron Cucchi ME, Caimi KC, Ruybal P, Zumarraga MJ, Cravero SL. 2015. LAMP technology: Rapid identification of *Brucella* and *Mycobacterium avium* subsp paratuberculosis. *Braz J Microbiol*. 46:619-626.
- Wareth G, Melzer F, Elschner MC, Neubauer H, Roesler U. 2014. Detection of *Brucella melitensis* in bovine milk and milk products from apparently healthy animals in Egypt by real-time PCR. *J Infect Dev Ctries*. 8:1339-1343.
- Yu WL, Nielsen K. 2010. Review of detection of *Brucella* sp by polymerase chain reaction. *Croat Med J*. 51:306-313.

Aplikasi Peptida untuk Meningkatkan Kesehatan dan Produktivitas Ternak (Application of Peptide for Improving Animal Health and Livestock Productivity)

Eni Kusumaningtyas

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

(Diterima 2 Januari 2018 – Direvisi 22 Mei 2018 – Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRACT

The use of antibiotics as growth promoter has been banned in Indonesia. One potential alternative antibiotic is peptide compounds. Peptides composed of several amino acid monomers that bind through peptide or amide bonds. Peptides are found in natural or synthetic forms that can be used to improve animal health and livestock productivity. This paper discusses the application of peptides in animal health and livestock productivity and the possibility of their utilization in Indonesia. Antimicrobial peptides are used to overcome bacterial infections, especially that are resistant to antibiotics and to preserve semen. Peptide vaccine can be used to replace conventional vaccines, especially for malignant viruses such as foot and mouth disease virus (FMD). Other peptides are used for infectious diseases and diabetes diagnostic tool in animals, medical treatment and animal reproduction system. Some peptides can be isolated from venom and have several benefits as an alternative fiber sutures for surgery and pain relief. Peptide-based drugs are metabolized faster than other small molecules, therefore, reducing the risk of contamination in livestock products.

Key words: Peptide, animal health, livestock production

ABSTRAK

Penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan sudah dilarang di Indonesia. Salah satu alternatif antibiotik yang potensial adalah senyawa peptida. Peptida adalah senyawa yang tersusun dari beberapa monomer asam amino yang saling berikatan melalui ikatan peptida atau amida. Peptida terdapat dalam bentuk alami atau sintetik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak. Makalah ini membahas aplikasi peptida di bidang kesehatan dan produktivitas ternak dan kemungkinan pemanfaatannya di Indonesia. Peptida antimikroba digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri terutama yang resisten terhadap antibiotik dan digunakan dalam penyimpanan semen pada inseminasi buatan. Vaksin peptida dapat digunakan untuk mengganti vaksin konvensional terutama untuk virus yang sangat ganas seperti virus penyakit mulut dan kuku (PMK). Peptida lain digunakan sebagai perangkat diagnosis penyakit infeksius dan diabetes pada hewan, pengobatan dan sistem reproduksi ternak. Beberapa peptida dapat diisolasi dari bisa hewan dan memiliki beberapa manfaat sebagai pengganti serat jahitan pada pembedahan dan pereda nyeri. Obat berbasis peptida dimetabolisme lebih cepat jika dibandingkan dengan molekul-molekul kecil lainnya, sehingga mengurangi risiko kontaminasi pada produk ternak.

Kata kunci: Peptida, kesehatan hewan, produksi ternak

PENDAHULUAN

Pemakaian dosis subterapi antibiotik dalam pakan ternak untuk pencegahan penyakit dan peningkatan performans produksi biasa digunakan dalam peternakan modern (Cheng et al. 2014). Antibiotik juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi pakan untuk memacu pertumbuhan ternak dan meningkatkan kualitas produk ternak, tetapi penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan sudah dilarang di Indonesia dan beberapa negara karena dapat memicu resistensi antibiotik pada bakteri patogen. Kondisi tersebut meningkatkan ketertarikan untuk mencari mikromolekul yang aman dan berdaya kerja tinggi untuk mengatasi masalah resistensi antibiotik.

Para peneliti telah berusaha mencari alternatif pengganti antibiotika dan mereka menemukan peptida bioaktif sebagai bahan pengganti yang sangat potensial. Selain tuntutan ketersediaan senyawa baru untuk mengatasi resistensi bakteri patogen, vaksin hewan juga menjadi perhatian terutama untuk agen penyakit hewan yang sangat virulen dan kontagius.

Peptida didefinisikan sebagai senyawa alami yang tersusun dari beberapa monomer asam amino yang tergabung dan saling berikatan melalui ikatan peptida atau amida. Beberapa peptida secara biologi aktif dan berguna untuk meningkatkan status kesehatan manusia dan hewan yang biasa disebut sebagai peptida bioaktif.

Meskipun beberapa peptida bebas sudah tersedia secara alamiah, kebanyakan peptida bioaktif masih terikat dalam protein asal dan dilepaskan melalui proses enzimatis atau hidrolisis (Sanchez & Vasquez 2017).

Peptida dikenal sebagai bahan yang selektif dan efektif sekaligus relatif lebih aman dan dapat ditoleransi oleh tubuh (Fosgerau & Hoffmann 2015) karena berasal dari protein sehingga tidak dianggap sebagai benda asing sebagaimana obat kimia. Selain itu, peptida dapat dimetabolisme lebih cepat daripada senyawa organik sehingga dapat mengurangi risiko kontaminasi residu pada produk hewan seperti susu, telur dan daging. Pada hewan yang diberikan pengobatan kimia lebih berisiko meninggalkan residu pada produknya yang disebabkan oleh senyawa obat yang sulit dimetabolisme atau didegradasi oleh tubuh. Saat ini, kemajuan teknologi dan metode analisis yang ada memfasilitasi penemuan dan identifikasi peptida baru yang berpotensi untuk pengobatan. Teknologi dan metode tersebut memungkinkan modifikasi peptida yang telah ada secara alamiah atau membuat varian peptida yang sepenuhnya tiruan atau sintesis dengan aktivitas yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

Selain aplikasi untuk meningkatkan kesehatan hewan, peptida juga digunakan untuk memperbaiki performans hewan seperti meningkatkan bobot badan dan meningkatkan kerja enzim pencernaan. Selain sebagai obat, peptida bioaktif mempunyai fungsi lain yaitu merangsang sistem imunitas dan penyembuhan luka (Fosgerau & Hoffmann 2015). Beberapa peptida sintesis atau yang telah mengalami modifikasi menunjukkan aktivitas yang jauh lebih tinggi daripada peptida dalam bentuk alamiahnya. Sebagai contoh, buserelin merupakan modifikasi hormon peptida yang mempunyai aktivitas jauh lebih tinggi daripada hormon alamiahnya (Mergler 2016).

Pasar protein dan peptida untuk terapi meningkat dan tumbuh pesat secara signifikan. Craik et al. (2013) melaporkan bahwa pasar untuk peptida dan protein untuk pengobatan diperkirakan lebih dari US \$40 milyar per tahun atau sekitar 10% dari pasar farmasi. Angka tersebut diperkirakan masih akan terus bertambah. Saat ini, lebih dari 60 peptida sudah memperoleh izin beredar di Amerika Serikat, Eropa dan Jepang. Lebih dari 150 peptida sedang dalam tahap pengembangan klinis dan 260 peptida telah diuji secara klinis pada manusia (Lau & Dunn 2018).

Makalah ini menampilkan peptida bioaktif yang telah ada dan telah diuji atau diaplikasikan untuk mendukung kesehatan dan produksi ternak. Selain itu, disampaikan juga peptida alamiah yang telah dimodifikasi untuk meningkatkan aktivitasnya, serta kemungkinan aplikasi peptida di Indonesia.

PEPTIDA SEBAGAI BAHAN ANTIMIKROBA

Peptida antimikroba (*antimicrobial peptides/AMPs*) biasanya tersusun dari 12-50 asam amino dan mempunyai struktur amfipatik (Lai & Gallo 2009). Peptida antimikroba biasanya bermuatan positif dan hidrofobik yang memungkinkan untuk berinteraksi dengan muatan negatif pada permukaan membran sel bakteri. Selanjutnya, peptida menyisip dan membentuk pori yang berakibat pada kerusakan membran dan kematian sel bakteri (Bechinger & Gorr 2017).

Kusumaningtyas (2013) melaporkan beberapa peptida antimikroba yang berasal dari susu dan fungsinya untuk meningkatkan status kesehatan hewan. Hidrolisis protein susu menghasilkan peptida antimikroba diantaranya adalah casecidin dan isracidin. Peptida casecidin 15 (YQEPVLGPVRGPFPI) dilaporkan dapat menghambat *Escherichia coli* DPC6053 dengan *minimum inhibitory concentration* (MIC) 0,5 mg/ml, *E. coli* DH5α (MIC 0,4 mg/ml) dan *Enterobacter sakazakii* (MIC >1 mg/ml), sedangkan peptida isracidin (RPKHPIKHQGLPQEVNLNLLRF) dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* DPC6025 dan *E. coli* DH5α dengan MIC 0,2 mg/ml serta *E. sakazakii* (MIC 0,5 mg/ml) (Birkemo et al. 2009).

Peptida antimikroba baik yang alami maupun hasil sintesis mempunyai spektrum aktivitas yang luas untuk melawan bakteri Gram positif dan negatif, jamur serta virus. Beberapa peptida menunjukkan kemampuan untuk menghambat *Staphylococcus aureus* resisten terhadap metisilin dan *Pseudomonas aeruginosa* yang resisten berbagai antibiotik (Wang et al. 2016). Kedua bakteri tersebut menjadi rentan karena aktivitas peptida secara langsung pada membran.

Peptida antimikroba yang telah dikenal mempunyai aktivitas antibakteri adalah cecropin dan magainin. Cecropin sintesis menunjukkan aktivitas penghambatan yang kuat terhadap bakteri *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus megatherium* dan *Microsporum luteus* (Andreu et al. 1985). Peptida tersebut awalnya diisolasi dari kulit katak Afrika, *Xenopus laevis*. Peptida sintetik dari magainin 2 menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif seperti *E. coli*, *S. aureus* dan *Klebsiella pneumoniae* (Zasloff 2002). Selain itu ada peptida *Hylaranin* hasil isolasi dari katak oriental *Hylarana latouchii* yang menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat terhadap *E. coli* dan *S. aureus* (Lin et al. 2014).

Aplikasi peptida antimikroba menunjukkan perbaikan performans dan kesehatan hewan. Campuran peptida antimikroba yang terdiri dari rekombinan peptida defensin dari babi dan peptida antibakteri larva

lalat (1:1) pada pakan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan imunitas anak babi yang baru disapih (Ren et al. 2015). Mereka juga menemukan bahwa peptida antimikroba dapat meningkatkan proliferasi sel T dan menurunkan persentase sel apoptosis. Dosis optimum peptida adalah 500 mg/kg pakan basal selama empat minggu atau 1.000 mg/kg pakan basal selama dua minggu.

Diet suplemen berupa peptida rekombinan β -defensin 2 (rpBD2) yang berasal dari sel imunitas babi memacu pertumbuhan dan memperbaiki morfologi usus, mengurangi kejadian diare dan potensi keberadaan bakteri patogen pada sekum babi yang baru disapih. Pemberian 5 g/kg diet basal rpBD2 sebagai pakan imbuhan yang dapat berfungsi sebagai obat pada anak babi dapat meningkatkan bobot badan, peningkatan rata-rata bobot badan harian, asupan rata-rata harian dan ketinggian vili usus duabelas jari dan usus besar (Peng et al. 2016). Pada babi dewasa, peptida telah digunakan untuk meningkatkan performans dan kesehatan (Tabel 1).

Walaupun sebagian besar penggunaan peptida antimikroba pada anak babi (Tabel 1), aplikasi peptida antimikroba pada ayam pedaging juga menunjukkan perbaikan performans dibandingkan dengan kontrol. Kelebihan antimikroba yang berasal dari peptida adalah meningkatkan bakteri baik pada rumen seperti *Fibrobacter*, mengurangi potensi kolonisasi bakteri patogen dan meningkatkan keanekaragaman mikroflora rumen. Penggunaan rekombinan defensin dan peptida antibakteri lalat 3 g/300-600 g konsentrat pada kambing Juvenil dapat meningkatkan bobot badan, bobot badan harian dan aktivitas enzim pectinase, xylanase dan lipase (Liu et al. 2017).

Pada ayam pedaging, peptida P-5 telah digunakan dalam dua fase pertumbuhan yaitu *starter* (umur 0-21 hari) dan *finisher* (umur 22-35 hari). Suplementasi dengan peptida antimikroba A3 sebanyak 60 mg/kg

pakan meningkatkan performans pertumbuhan, retensi nutrisi, morfologi intestinal dan mengurangi bakteri koliform usus. Perolehan bobot badan dan retensi bahan kering ayam pedaging (umur 0-35 hari) lebih tinggi daripada perlakuan tanpa penambahan peptida. Tinggi vili usus duabelas jari, usus besar, serta tinggi dan luas vili (VH:CD) usus duabelas jari, usus halus dan usus besar lebih tinggi pada unggas yang diberi 60 mg peptida antimikroba P-5/kg pakan dibandingkan dengan unggas tanpa penambahan peptida (Choi et al. 2013).

Perkembangan peptida antimikroba dan obat dari sumber protein yang berbeda merupakan salah satu bentuk kemajuan di bidang farmasi, terutama dalam upaya pencarian alternatif pengganti antibiotika dan obat-obat kimia. Sebagai contoh, peptida protegrin (peptida yang berasal dari neutrophil babi) digunakan untuk mengatasi *mucositis* (Zaiou & Gallo 2002), polymixin digunakan untuk aplikasi topikal. Selain itu, ada peptida bermuatan positif antibiotik dan peptida siklik bermuatan positif gramicidin S telah digunakan di industri pangan dan farmasi.

APLIKASI PEPTIDA PADA TEKNOLOGI INSEMINASI BUATAN

Peptida untuk preservasi semen

Kehadiran bakteri kontaminan pada larutan penyangga semen dapat menyebabkan penurunan motilitas dan viabilitas sperma, reaksi akrosom yang terlalu cepat maupun aglutinasi sperma (Morrell & Wallgren 2014). Oleh karena itu, senyawa yang bersifat antimikroba merupakan faktor penting dalam proses penyimpanan semen. Larutan penyangga semen merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan bakteri, terutama ketika antibiotik yang ditambahkan

Tabel 1. Beberapa penelitian tentang aplikasi peptida antimikroba pada nutrisi ternak

Peptida antimikroba dan dosis	Hewan	Pengaruh
AMP-A3; 60 atau 90 mg/kg	Anak babi	Peningkatan performans, total pencernaan nutrisi, morfologi dan mikroflora usus
AMP-P5, 40 atau 60 mg/kg	Anak babi	Perbaikan performans dan pencernaan nutrisi total serta mengurangi populasi <i>coliform</i>
Sintetik AMP-A 360 mg/kg atau sintetik AMP P-5 60 mg/kg	Anak babi	Peningkatan performans dan mengurangi kejadian diare pada anak babi lepas sapih
Campuran AMP (terutama tersusun dari peptida antibakteri lactoferrin, defensin tanaman dan khamir aktif) 400 mg/kg	Anak babi	Perbaikan efisiensi pakan, fungsi imun dan kapasitas antioksidan serta mengurangi kerusakan organ
Campuran lactoferrin, cecropin, defensin dan plectasin	Babi dewasa	Perbaikan performans, pengurangan insiden diare dan peningkatan kelangsungan hidup
Sublacin 5,76 mg/l	Ayam pedaging	Penurunan IL-1 β , IL-6, TNF α , penurunan necrotic enteritis yang dipicu oleh <i>Clostridium perfringens</i>

Sumber: Wang et al. (2015); Xiao et al. (2015)

sudah kehilangan aktivitasnya terhadap bakteri kontaminan.

Upaya pencarian peptida aktif telah dilakukan terutama untuk mengantisipasi resistensi mikroba yang dapat merusak semen. Peptida antimikroba untuk preservasi semen pada awalnya merupakan peptida bermuatan positif yang mempunyai aktivitas antimikroba tinggi tetapi toksik terhadap sperma. Selanjutnya dilakukan modifikasi untuk mencari peptida dengan aktivitas antimikroba tinggi tetapi tidak toksik dan merusak sperma. Schulze et al. (2015) melaporkan ditemukannya peptida sintetik magainin yang merupakan derivat peptida siklik, telah dicobakan untuk preservasi semen babi. Lebih lanjut, Schulze et al. (2016) menambahkan bahwa berdasarkan penelitian tentang selektivitas peptida terhadap bakteri target, stabilitas proteolitik, resistensi termodinamik dan mekanisme, termasuk di dalamnya interaksi dengan antibiotik konvensional telah mengarahkan pada kesimpulan bahwa peptida siklik merupakan kandidat yang sangat potensial sebagai antimikroba dalam penyimpanan semen.

Selain magainin, peptida siklik yang lain adalah peptida c-WFW. Peptida siklik c-WFW yang ditambahkan pada semen babi hutan terbukti dapat mempertahankan fertilitas dan kualitas sperma yang akan digunakan untuk inseminasi buatan. Peptida tersebut juga dinilai mampu menekan pertumbuhan bakteri dan bekerja sinergis dengan antibakteri gentamicin (Speck et al. 2014). Dosis c-WFW sebesar 4 μ M dapat mempertahankan kecepatan pergerakan dan kelangsungan hidup sperma pada inkubasi pada suhu 38°C secara *in vitro*. Selain itu, pengujian secara *in vivo* menunjukkan bahwa keberadaan peptida c-WFW tidak berpengaruh negatif terhadap kualitas sperma (Schulze et al. 2014).

Peran peptida dalam peningkatan fertilitas sperma

Fertilitas sperma didefinisikan sebagai kemampuan untuk membuahi sel telur sehingga menyebabkan kebuntingan, yang biasanya ditentukan berdasarkan motilitas dan normalitas bentuk sperma. Penurunan fertilitas berpengaruh negatif secara ekonomi dalam industri peternakan. Beberapa usaha dilakukan untuk meningkatkan fertilitas sperma. Saat ini, beberapa peptida telah diuji untuk meningkatkan kemampuan fertilisasi sperma. Penambahan rekombinan *heparin binding protein* (rHPB) pada saat sebelum penyimpanan semen menggunakan metode kryopreservasi konvensional dapat meningkatkan fertilitas sperma sapi pada kondisi hangat dan lembap (Alvarez-Gallardo et al. 2013). Fertilitas sperma akan menurun ketika digunakan di daerah tropis yang bersuhu hangat dengan kelembapan tinggi.

Molekul kimia heparin menyerupai *glycosaminoglycans* (GAGs) yang disekresikan dalam saluran reproduksi sapi betina (Alvarez-Gallardo et al. 2013). Heparin dan GAGs pada saluran reproduksi sapi betina akan berikatan dengan protein pada permukaan sperma sapi jantan. Ikatan tersebut selanjutnya menginduksi kapasitas sperma. Sapi jantan dengan fertilitas tinggi memproduksi ejakulat mempunyai afinitas ikatan yang kuat terhadap heparin (Marks & Ax 1985). Penguatan ikatan heparin dengan protein pada permukaan sperma pada akhirnya juga akan meningkatkan kapasitas sperma. Kapasitas berperan pada pelepasan enzim hidrolitik akrosin yang memungkinkan sperma membuahi ovum.

PENGUNAAN PEPTIDA DALAM TEKNOLOGI VAKSIN

Strategi vaksinasi telah terbukti sangat efektif untuk menurunkan mortalitas dan morbiditas akibat penyakit infeksius selama beberapa dekade. Meskipun demikian, vaksin konvensional masih memiliki beberapa kelemahan seperti ikut sertanya berbagai bahan antigenik dan tidak diperlukan yang kemungkinan berkontribusi terhadap penurunan proteksi vaksin dan respon imunitas. Selain itu, bahan antigenik tersebut juga dapat memicu reaksi alergi dan respon reaktogenik. Penggunaan vaksin menggunakan fragmen peptida pendek yang hanya mengandung materi antigenik target merupakan alternatif strategi untuk dapat meningkatkan respon imun terhadap molekul target tanpa menimbulkan reaksi alergi dari bahan lain yang tidak diinginkan (Li et al. 2014).

Sehubungan dengan vaksin peptida, identifikasi terhadap sekuen antigen target diperlukan agar selanjutnya dapat dibuat peptida sintesis dari antigen tersebut untuk imunisasi (WHO 2014). Salah satu contoh vaksin peptida adalah vaksin penyakit mulut dan kuku (PMK). Penyakit mulut dan kuku dapat dikontrol melalui pemotongan hewan yang terinfeksi atau yang terekspose penyakit tersebut. Cara lain adalah pencegahan melalui vaksinasi. Mengingat virus PMK sangat menular dan berbahaya maka pembuatan vaksin menggunakan kultur virus sangat berisiko. Oleh karena itu, vaksin peptida yang berasal dari bagian antigenik virus dapat menjadi solusi.

Wang et al. (2002) mendesain vaksin peptida sintesis untuk virus PMK dengan optimasi sisi imunogenisitas dan antigen reaksi silang sel T dan B. Vaksin tersebut melindungi 20 dari 21 babi yang diimunisasi dan kemudian diuji tantang virus infeksius PMK01 Taiwan. Vaksinasi dilakukan menggunakan peptida dengan dosis 12.5 μ g dan adjuvant yang tidak menimbulkan lesi. Vaksin tersebut terus dikembangkan untuk memperoleh vaksin yang lebih aman dan protektif. Zhang et al. (2014) mendesain vaksin baru

dengan nama peptida PB yang mengandung sekuen pada posisi 129-169 V P1 dan 346-370. Vaksin peptida baru tersebut menunjukkan imunogenisitas dan imunoproteksi terhadap virus PMK. Kelinci yang divaksinasi dengan dua kali dosis 50 µg peptida sintetik PB memberikan proteksi 100% terhadap infeksi virus PMK, sedangkan 1 dosis 100 µg memberikan proteksi 60% pada sapi.

Produksi massal untuk peptida vaksin PMK dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi rekayasa genetik dan kloning. Vaksin hasil rekayasa ini bukan hanya lebih aman tetapi juga memberikan proteksi yang lebih tinggi. Lee et al. (2017) mengganti gen yang mengode protein struktural vaksin PMK dengan gen sintetik yang diinginkan. Selanjutnya, virus kimera tersebut siap diperbanyak dalam kultur sel.

PEPTIDA UNTUK DIAGNOSIS

Peptida untuk ELISA virus influenza H5N1

Enzyme-linked Immunosorbent assay (ELISA) adalah teknik biokimia digunakan dalam imunologi terutama untuk mendeteksi kehadiran antibodi atau antigen dalam sampel. Metode ELISA peptida dapat menganalisis dan memilah sampai pada level sekuen asam amino, seperti pemetaan epitop atau menentukan sisi interaksi protein, sehingga mampu menampilkan informasi yang lebih mendalam dibandingkan dengan ELISA konvensional. ELISA peptida telah digunakan untuk mendeteksi biomarker antibodi spesifik pada diagnosis beberapa penyakit.

Penggunaan peptida juga dilakukan untuk mendeteksi virus H5N1. ELISA peptida dilakukan menggunakan epitop antigenik dan sangat *conserved* pada hemagglutinin H5, yaitu sekuen CNTQCNTTP. Prabakaran et al. (2009) melaporkan epitop imunogenik yang mengandung sekuen CNTKCQTP. Antibodi terhadap epitop tersebut terdeteksi pada sampel yang berasal dari hewan yang telah diimunisasi menggunakan virus H5N1 menggunakan metode *epitope-blocking* ELISA. Meskipun demikian, *epitope-blocking* ELISA dalam aplikasinya dinilai masih mahal dan sulit. Selanjutnya, Velumani et al. (2011) mengembangkan ELISA peptida yang baru untuk deteksi virus H5N1 menggunakan peptida yang tersusun dari sekuen asam amino CNTKCQTPMGAINSS. Peptida sintesis sebagai antigen dapat mendeteksi antibodi pada serum hewan yang terinfeksi virus H5N1 dengan lebih mudah, lebih murah dan berguna terutama untuk daerah pedalaman. ELISA peptida telah diuji menggunakan berbagai *clade* virus H5N1 dan menunjukkan hasil deteksi yang lebih baik dan lebih spesifik daripada *hemagglutinin inhibition* (HI), *dot blot* dan *immunofluorescence assay*

(IFA) yang menggunakan rekombinan protein HA1 sebagai antigen diagnostik (Velumani et al. 2011).

Peptida sintesis juga digunakan dalam ELISA untuk mendeteksi PMK. Peptida digunakan untuk mendeteksi antibodi terhadap protein non-struktural (*nonstructural proteins/NSPs*) virus PMK. Yang et al. (2010) mengembangkan ELISA menggunakan peptida sintesis untuk melapisi antigen dan menghasilkan metode yang spesifik, dapat diulang (*reproducible*), stabil, mudah dan dapat digunakan untuk membedakan virus PMK pada babi yang diimunisasi dan yang terinfeksi secara alami. Oem et al. (2005) melaporkan bahwa peptida CELHEKVSSHPIFKQ memberikan hasil yang sensitif untuk metode ELISA.

Peptida C untuk diagnosis diabetes pada hewan

Uji peptida C untuk diferensial diagnosis pada hewan terkena diabetes telah tersedia dalam dekade terakhir, meskipun masih terbatas beberapa spesies (Rosenfield et al. 2017). Peptida C telah digunakan secara luas untuk mengukur fungsi sel beta pankreas. Peptida tersebut diproduksi sama banyak dengan jumlah insulin endogen tetapi disekresikan dalam waktu yang lebih lama dan konstan. Uji peptida C mampu mendeteksi konsentrasi peptida C yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai dasar untuk diagnosis dan manajemen diabetes (Leighton et al. 2017).

Pada diabetes melitus, produksi dan sekresi insulin endogen akan berkurang karena kerusakan pada sel beta pankreas yang mengakibatkan penurunan konsentrasi peptida C dalam plasma. Tóth et al. (2010) menggunakan *human double antibody radioimmunoassay* (RIA) untuk mendeteksi dan mengetahui konsentrasi peptida C dalam serum kuda serta menganalisis fungsi pankreas melalui beberapa stimulasi. Hasil deteksi tersebut menggambarkan adanya hubungan konsentrasi peptida C dengan fungsi pankreas. Tingkat penurunan konsentrasi peptida C menggambarkan tingkat kerusakan pada sel beta pankreas (Ghorbani & Shafiee-Nick 2015). Rosenfield et al. (2017) melaporkan bahwa peneliti telah berhasil membuat klon dan ekspresi gen pro-insulin pada anjing dan menggunakannya sebagai diagnosis standar untuk uji pro-insulin pada anjing. Protein hasil ekspresi tersebut dapat digunakan sebagai *marker* untuk mengidentifikasi disfungsi sel beta pada anjing. Protein pro-insulin pada penelitian tersebut adalah peptida C.

Pengukuran konsentrasi peptida C menghasilkan deteksi fungsi sel beta yang lebih baik daripada pengukuran insulin. Peptida C lebih lambat mengalami degradasi daripada insulin dengan waktu paruh 20-30 menit, sementara waktu paruh insulin 3-5 menit. Fakta tersebut menghasilkan stabilitas uji peptida C yang lebih baik karena dapat mengantisipasi fluktuasi respon

sel beta dalam rentang waktu yang lebih lama. Sebagian insulin disekresi oleh pankreas dan dimetabolisme dalam hati, sedangkan peptida C dibersihkan dalam sirkulasi perifer. Pembersihan atau degradasi peptida C terjadi pada kecepatan yang konstan, sedangkan degradasi insulin bervariasi membuat pengukuran menjadi kurang konsisten (Leighton et al. 2017).

Peptida untuk deteksi Tuberculosis

Tuberculosis (TB) pada sapi masih merupakan penyakit yang banyak menimbulkan kerugian di peternakan. Tuberculosis pada sapi disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium bovis* atau *M. caprae*. Bakteri tersebut dapat ditularkan ke manusia (zoonosis). Penularan patogen tersebut terjadi terutama disebabkan oleh kontak dengan sapi terinfeksi atau mengonsumsi produk ternak yang terkontaminasi seperti susu tanpa pasteurisasi (Müller et al. 2013).

Diagnosis TB dilakukan berdasarkan pengujian *smear sputum* menggunakan mikroskop (Shen et al. 2009). Metode tersebut mempunyai banyak kelemahan dan keterbatasan seperti sensitivitas yang bervariasi dan memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, diperlukan metode diagnosis lain yang murah dan dapat mendeteksi serta membedakan infeksi *M. bovis* dengan patogen lain serta *Mycobacteria* yang berasal dari lingkungan.

Selama infeksi, *Mycobacterium* melepaskan protein dan peptida spesifik ke dalam peredaran darah (Pollock et al. 2013). Protein atau peptida tersebut dapat dijadikan penanda biologi yang sangat berguna untuk deteksi infeksi TB sapi subklinis (Lamont et al. 2014). Saat ini, telah teridentifikasi tiga peptida yaitu MB1895c, MB2515c dan Pks5 pada serum sapi yang dikembangkan untuk *indirect* ELISA untuk mendeteksi peptida spesifik *M. bovis* dalam serum. Deteksi terhadap keberadaan peptida tersebut dapat membedakan sampel serum sapi positif TB (bTB), terekspose bTB dan serum negatif.

Whelan et al. (2010) menggunakan peptida sintesis Rv3615c (Mb3645c) sebagai bahan uji antigen pada kulit untuk TB sapi dan membedakan hewan yang terinfeksi dengan yang divaksinasi (DIVA). Penggunaan peptida tersebut terbukti meningkatkan respon tes kulit dan memberikan hasil yang lebih sensitif dibandingkan dengan penggunaan protein ESAT-6, CFP-10 dan MPB83.

HORMON SINTETIS PEPTIDA

Sejumlah analog *luteinizing hormone-releasing hormone* (LHRH) telah digunakan dalam regulasi reproduksi hewan. Selain itu, *gonadotrophin-releasing*

hormone (GnRh) desiorelin, leuprolide dan buserelin merupakan peptida sintesis yang paling sering diresepkan sebagai pengobatan veteriner dan pembibitan ternak (Mergler 2016). Buserelin digunakan untuk menginduksi ovulasi pada sapi, kuda dan kelinci untuk meningkatkan keberhasilan konsepsi dan memperbaiki fungsi ovarium. Studi terhadap buserelin menunjukkan bahwa tidak ditemukan efek samping pada kardiovaskuler, urinasi dan ginjal, glukosa darah, serta sistem saraf pusat atau motilitas otot polos setelah pemberian buserelin (EMA 2009).

Gonadotrophin-releasing hormone sintesis mempunyai waktu paruh 3-10 kali lebih lambat daripada GnRH alamiah. GnRH sintesis juga lebih resisten terhadap degradasi enzim sehingga dapat meningkatkan viabilitasnya dengan mengganti glisin menjadi asam amino hidrofobik pada rantai asam aminonya (Lahlou et al. 2000). Eksperimen pada sapi perah Holstein-Friesian yang diberi perlakuan dengan 50 µg fertirelin dapat mengurangi biaya tanpa mempengaruhi efisiensi sinkronisasi waktu ovulasi untuk inseminasi buatan (Yamada et al. 2002).

GnRH sintesis ini mempunyai aktivitas yang jauh lebih tinggi daripada hormon alamiahnya. Sebagai contoh, aktivitas buserelin menunjukkan 100-200 kali lebih tinggi daripada aktivitas GnRH. Peptida sintesis fertirelin 2,5-10 kali lebih aktif daripada peptida alamiahnya (Mergler 2016). Pemberian buserelin asetat 0,084 mg secara intravena pada saat inseminasi buatan dapat meningkatkan keberhasilan kebuntingan pada sapi silangan *Bos indicus* yang mengikuti program *fixed time artificial insemination* (FTAI) (Demeterco et al. 2014).

Hormon sintesis peptida lain adalah analog vasopressin. *Anti-diuretic hormone* vasopressin disintesis dalam hipotalamus dan dilepaskan oleh lobus posterior kelenjar pituitari. Hormon tersebut bertugas untuk mempertahankan keseimbangan air dalam tubuh (Medeiros et al. 2014). Vasopressin mempunyai waktu paruh yang pendek sehingga dibuat peptida hasil modifikasi yang analog dengan vasopressin. Hormon sintesis yang analog dengan vasopressin tersebut adalah desmopressin (DDAVP: *Deamino-8-D arginine vasopressin*). Penggantian asam amino D arginin menjadi L-arginin pada vasopressin hingga menjadi desmopressin menyebabkan peningkatan aktivitas antidiuretik tetapi menurunkan aktivitas vasokonstriksi. Kemampuan mengurangi vasokonstriksi tersebut membuat desmopressin juga berguna untuk hewan yang menderita penyakit *von-willebrand* melalui mekanisme kontrol terhadap pendarahan kapiler (Borchers 2015). *Von Willebrand* merupakan suatu kelainan yang menyebabkan darah sulit membeku. Desmopressin merupakan pilihan yang direkomendasikan untuk pengobatan kucing yang

menderita polyuria karena diabetes insipidus sentralis (Campbell & Bredhauer 2008).

OBAT-OBATAN BERBASIS PEPTIDA

Peptida sintesis sebagai terapi atau diagnosis mulai banyak digunakan pada pengobatan manusia. Beberapa digunakan untuk pengobatan hewan. Obat berbasis peptida sangat potensial untuk dikembangkan dan digunakan pada hewan dalam rangka pengembangan produksi pangan. Biasanya peptida yang diperlukan hanya sedikit tetapi diperlukan peptida yang mempunyai aktivitas yang sangat tinggi. Peptida lebih mudah didegradasi tubuh daripada molekul lain sehingga kontaminasi atau residu dapat dikurangi.

Saat ini, teknik pembedahan juga mulai menggunakan peptida. Berawal dengan ditemukannya pelapis luka yang terbuat dari peptida yang membentuk serat dan kemudian berhasil digunakan dalam pembedahan. Keberhasilan tersebut dapat menjadikan serat tersebut sebagai salah satu pilihan selain proses penjahitan secara konvensional. Keuntungan peptida adalah sebagai perekat biologi yang mudah untuk didegradasi. Komponen tersebut diekstraksi dari hewan besar dan protease serin dari bisa ular *Crotalus durissus terrificus* (Barbosa et al. 2007). Peptida lain yang juga terbuat dari bisa ular digunakan untuk analgesik. Peptida yang diproduksi dari bisa ular kobra tersebut dalam dosis kecil mempunyai aktivitas analgesik yang jauh lebih tinggi daripada morfin. Perbedaan yang merupakan keunggulan peptida dari bisa tersebut adalah tidak menimbulkan ketergantungan sebagaimana morfin (Utkin 2015).

BIOAVAILABILITAS PEPTIDA

Meskipun beberapa peptida sangat bagus untuk pengobatan pada beberapa aplikasi, tetapi juga mempunyai sejumlah keterbatasan. Peptida yang diberikan secara oral dapat menjadi inaktif apabila peptida tersebut terdegradasi oleh enzim protease di sepanjang saluran pencernaan atau ketidakmampuannya melewati epitel. Beberapa peptida alami dipecah oleh enzim pencernaan yang secara efektif memecah ikatan peptida yang membuat peptida inaktif (Lau & Dunn 2018). Peptida tersebut juga cenderung lipofilik dengan gugus fungsional positif yang dapat mengurangi kemampuan absorpsinya (Bruno et al. 2013).

Sebagian besar peptida biasanya mempunyai ukuran molekul yang lebih besar dibandingkan dengan obat-obatan kimia yang mengakibatkan kesulitan untuk melewati membran kapiler. Kondisi tersebut akan mempengaruhi farmakokinetik dan farmakodinamik yang dapat menyebabkan penurunan bioavailabilitas dan kemampuannya untuk mempertahankan bentuk

aktifnya. Bahkan, setelah peptida telah masuk ke dalam sirkulasi, peptida mempunyai waktu paruh yang pendek karena dimetabolisme dengan cepat dan dikeluarkan kembali dari tubuh melalui filtrasi glomerulus ginjal, degradasi enzim, proses sistem imun dan endositosis (Otvost & Wade 2014). Para peneliti berusaha mencari pemecahan masalah bioavailabilitas peptida tersebut seperti transformasi struktur protein atau peptida, penggunaan inhibitor enzim, polimer *mucoadhesif* dan pemicu permeabilitas (Muheem et al. 2016).

Dulal (2010) melaporkan beberapa cara untuk meningkatkan bioavailabilitas peptida. Pertama, pemberian obat secara lokal pada area target tanpa melibatkan sistem sirkulasi. Cara tersebut dapat menurunkan degradasi peptida oleh sistem imun dan protease. Kedua, adalah *entrapment* dan enkapsulasi. Metode tersebut telah digunakan secara luas untuk memasukkan obat ke pasien, yaitu hidrogel dan nanokapsul atau *microsphere*. Selain itu, ada *lipid drug delivery system* seperti liposom dan mikroemulsi. Contoh pemanfaatan metode tersebut untuk meningkatkan viabilitas peptida adalah enkapsulasi peptida dari *whey* dalam nanoliposom turunan lecithin kedelai (Mohan et al. 2016). Teknik mikroemulsi *water-in-oil* (w/o) telah dicobakan pada peptida yang diberikan secara oral untuk meningkatkan penyerapan dalam usus (Liu et al. 2013). Teknik tersebut diharapkan dapat melindungi peptida dari hidrolisis enzim dan dapat mengatasi masalah barrier absorpsi.

KEMUNGKINAN APLIKASI PEPTIDA DI INDONESIA

Aplikasi peptida di Indonesia belum populer, terutama dalam bidang veteriner, sehingga produksi dan pengembangan masih terbuka luas, mengingat Indonesia mempunyai sumber peptida bioaktif yang melimpah. Penelitian kerjasama multidisiplin diperlukan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pertimbangan lain adalah strategi untuk mengurangi biaya produksi peptida sangat penting selain aktivitas dan bioavailabilitas. Karena produksi peptida murni masih mahal terutama untuk produksi ternak, maka penggunaan hidrolisat peptida tanpa pemurnian dapat menjadi pilihan. Contohnya, hidrolisat kasein sapi biasa digunakan oleh olahragawan sebagai minuman suplemen untuk membentuk otot (Manninen 2009). Selain itu, penggunaan enzim mikroba dalam produksi peptida juga dapat menekan biaya produksi dibandingkan dengan penggunaan enzim yang lain seperti enzim pencernaan seperti trypsin, pepsin dan kimotripsin.

Metode hidrolisis dalam rangka produksi peptida disesuaikan dengan sifat fisikokimia sumber protein. Sebagai contoh, protein dari bulu dan batang bulu

mengandung protein keratin yang biasanya dapat dihidrolisis menggunakan asam, basa atau enzim keratinase. Protein susu, daging atau bagian dari tanaman biasanya dihidrolisis menggunakan enzim tripsin, pepsin ataupun enzim yang berasal dari mikroba (Hou et al. 2017). Apabila peptida yang diproduksi dari sumber protein yang berbeda mempunyai aktivitas yang sama, pilihan untuk pengembangan adalah yang mempunyai sumber protein yang melimpah dengan biaya hidrolisis yang rendah. Peptida bioaktif diprediksi dapat menjadi obat masa depan dengan peningkatan aktivitas fisiologi pada manusia dan hewan menggunakan teknologi molekuler dan bioinformatika yang telah tersedia. Hal tersebut juga membuka kemungkinan aplikasi yang lebih luas di Indonesia.

KESIMPULAN

Peptida alamiah atau sintetis dapat digunakan di bidang veteriner dan produksi ternak. Aplikasi peptida sebagai antimikroba, vaksin, alat diagnosis, hormon sintetis atau pengobatan. Beberapa peptida sintetis dapat mempunyai aktivitas yang jauh lebih tinggi dengan biaya produksi yang lebih murah daripada peptida alamiahnya karena dapat dimodifikasi sesuai keperluan dan targetnya. Aplikasi peptida di Indonesia masih belum populer terutama di bidang veteriner dan produksi ternak. Kondisi tersebut membuka peluang yang luas untuk pengembangan peptida di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez-Gallardo H, Kjelland ME, Moreno JF, Welsh TH, Randel RD, Lammoglia MA, Pérez-Martínez M, Lara-Sagahón AV, Esperón-Sumano AE, Romo S. 2013. Gamete therapeutics: Recombinant protein adsorption by sperm for increasing fertility via artificial insemination. *PLoS One*. 8:e65083.
- Andreu D, Merrifield RB, Steiner H, Boman HG. 1985. N-Terminal analogues of cecropin A: Synthesis, antibacterial activity, and conformational properties. *Biochemistry*. 24:1683-1688.
- Barbosa MDS, Gregh SLA, Passanezi E. 2007. Fibrin adhesive derived from snake venom in periodontal surgery. *J Periodontol*. 78:2026-2031.
- Bechinger B, Gorr SU. 2017. Antimicrobial peptides: Mechanism of action and resistance. *J Dent Res*. 96:254-260.
- Birkemo GA, O'Sullivan O, Ross RP, Hill C. 2009. Antimicrobial activity of two peptides casecidin 15 and 17, found naturally in bovine colostrum. *J Appl Microbiol*. 106:233-240.
- Borchers A. 2015. Hemostatic drug in small animal critical care medicine. Silverstein DC, Hopper K, editors. New York (US): Elsevier.
- Bruno BJ, Miller GD, Lim CS. 2013. Basics and recent advances in peptide and protein drug delivery. *Ther Deliv*. 4:1443-1467.
- Campbell FE, Bredhauer B. 2008. Trauma-induced central diabetes insipidus in a cat. *Aust Vet J*. 86:102-105.
- Cheng G, Hao H, Xie S, Wang X, Dai M, Huang L, Yuan Z. 2014. Antibiotic alternatives: The substitution of antibiotics in animal husbandry? *Front Microbiol*. 5:1-15.
- Choi SC, Ingale SL, Kim JS, Park YK, Kwon IK, Chae BJ. 2013. Effects of dietary supplementation with an antimicrobial peptide-P5 on growth performance, nutrient retention, excreta and intestinal microflora and intestinal morphology of broilers. *Anim Feed Sci Technol*. 185:78-84.
- Craik DJ, Fairlie DP, Liras S, Price D. 2013. The future of peptide-based drugs. *Chem Biol Drug Des*. 81:136-147.
- Demeterco D, Henry DD, Mercadante VRG, Lamb GC, Gaievski FR, Weiss B, Turbay GN, Segui MS, Weiss RR, Bertol MAF, Kozicki LE. 2014. The effects of intramuscular or intravenous injections of gonadotropin releasing hormone at fixed-time artificial insemination on pregnancy rates of bos indicus beef cows. *Brazilian Arch Biol Technol*. 57:361-366.
- Dulal P. 2010. Protein or peptide drugs: Application, problems and solutions. *Biotechnol Soc Nepal*. 2010:1-5.
- EMA. 2009. Buserelin: Summary report. London (UK): The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products.
- Fosgerau K, Hoffmann T. 2015. Peptide therapeutics: Current status and future directions. *Drug Discov Today*. 20:122-128.
- Ghorbani A, Shafiee-Nick. 2015. Pathological consequences of C-peptide deficiency in insulin-dependent diabetes mellitus. *World J Diabetes*. 6:145-150.
- Hou Y, Wu Z, Dai Z, Wang G, Wu G. 2017. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *J Anim Sci Biotechnol*. 8:1-13.
- Kusumaningtyas E. 2013. Peran peptida susu sebagai antimikroba untuk meningkatkan kesehatan. *Wartazoa*. 23:63-75.
- Lahlou N, Carel JC, Chaussain JL, Roger M. 2000. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of GnRH agonists: Clinical implications in pediatrics. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 1:1723-1737.
- Lai Y, Gallo RL. 2009. AMPed up immunity: How antimicrobial peptides have multiple roles in immune defense. *Trends Immunol*. 30:131-141.

- Lamont EA, Janagama HK, Ribeiro-Lima J, Vulchanova L, Seth M, Yang M, Kurmi K, Waters WR, Thacker T, Sreevatsan S. 2014. Circulating *Mycobacterium bovis* peptides and host response proteins as biomarkers for unambiguous detection of subclinical infection. *J Clin Microbiol.* 52:536-543.
- Lau JL, Dunn MK. 2018. Therapeutic peptides: Historical perspectives, current development trends, and future directions. *Bioorg Med Chem.* 26:2700-2707.
- Lee S, Lee Y, Kim R, Park J, Park M, Ko M, Chu J, Lee K, Kim S, Tark D, et al. 2017. Rapid engineering of foot and mouth disease vaccine and challenge viruses. *J Virol.* 91:e00155-17.
- Leighton E, Sainsbury CAR, Jones GC. 2017. A practical review of C-peptide testing in diabetes. *Diabetes Ther.* 8:475-487.
- Li W, Joshi M, Singhanian S, Ramsey K, Murthy A. 2014. Peptide vaccine: Progress and challenges. *Vaccines.* 2:515-536.
- Lin Y, Hu N, Lyu P, Ma J, Wang L, Zhou M, Guo S, Chen T, Shaw C. 2014. Hylaranins: Prototypes of a new class of amphibian antimicrobial peptide from the skin secretion of the oriental broad-folded frog, *Hylarana latouchii*. *Amino Acids.* 46:901-909.
- Liu D, Kobayashi T, Russo S, Li F, Plevy SE, Gambling TM, Carson JL, Mumper RJ. 2013. *In vitro* and *in vivo* evaluation of a water-in-oil microemulsion system for enhanced peptide intestinal delivery. *AAPS J.* 15:288-298.
- Liu Q, Yao S, Chen Y, Gao S, Yang Y, Deng J, Ren Z, Shen L, Cui H, Hu Y, et al. 2017. Use of antimicrobial peptides as a feed additive for juvenile goats. *Sci Rep.* 7:1-11.
- Manninen AH. 2009. Protein hydrolysates in sports nutrition. *Nutr Metab (Lond).* 6:1-5.
- Marks JL, Ax RL. 1985. Relationship of nonreturn rates of dairy bulls to binding affinity of heparin to sperm. *J Dairy Sci.* 28:2078-2082.
- Medeiros LKG, Corneiro RS, Alves AS, Mendes RS, Neto PIN. 2014. Diabetes insipidus in cat. *Acta Sci Vet.* 42:1-4.
- Mergler M. 2016. Peptides in veterinary medicine. In: *Veterinary peptides* bachem. Bachem Group.
- Mohan A, McClements DJ, Udenigwe CC. 2016. Encapsulation of bioactive whey peptides in soy lecithin-derived nanoliposomes: Influence of peptide molecular weight. *Food Chem.* 213:143-148.
- Morrell J, Wallgren M. 2014. Alternatives to antibiotics in semen extenders: A review. *Pathogens.* 3:934-946.
- Muheem A, Shakeel F, Jahangir MA, Anwar M, Mallick N, Jain GK, Warsi MH, Ahmad FJ. 2016. A review on the strategies for oral delivery of proteins and peptides and their clinical perspectives. *Saudi Pharm J.* 24:413-428.
- Müller B, Dürr S, Alonso S, Hattendorf J, Laisse CJM, Parsons SDC, van Helden PD, Zinsstag J. 2013. Zoonotic *Mycobacterium bovis*-induced tuberculosis in humans. *Emerg Infect Dis.* 19:899-908.
- Oem JK, Yeh M, Kye SJ, Lee KN, Park JH, Kim YJ, Song HJ. 2005. Development of synthetic peptide ELISA based on non-structural protein 2C of foot and mouth disease virus. *J Vet Sci.* 6:317-325.
- Otvost JL, Wade JD. 2014. Current challenges in peptide-based drug discovery. *Front Chem.* 2:1-4.
- Peng Z, Wang A, Xie L, Song W, Wang J, Yin Z, Zhou D, Li F. 2016. Use of recombinant porcine β -defensin 2 as a medicated feed additive for weaned piglets. *Nat Sci Reports.* 6:1-8.
- Pollock NR, Macovei L, Kanunfre K, Dhiman R, Restrepo BI, Zarate I, Pino PA, Mora-Guzman F, Fujiwara RT, Michel G, et al. 2013. Validation of *Mycobacterium tuberculosis* Rv1681 protein as a diagnostic marker of active pulmonary tuberculosis. *J Clin Microbiol.* 51:1367-1373.
- Prabakaran M, Ho HT, Prabhu N, Velumani S, Szyport M, He F, Chan KP, Chen LM, Matsuoka Y, Donis RO, Kwang J. 2009. Development of epitope-blocking ELISA for universal detection of antibodies to human H5N1 influenza viruses. *PLoS One.* 93:127-134.
- Ren ZH, Yuan W, Deng HD, Deng JL, Dan QX, Jin HT, Tian CL, Peng X, Liang Z, Gao S, et al. 2015. Effects of antibacterial peptide on cellular immunity in weaned piglets. *J Anim Sci.* 93:127-134.
- Rosenfield DA, Nichi M, Pizzutto CS. 2017. C-peptide for diagnostics and therapy: A veterinary medicine point of view. *Pesq Vet Bras.* 37:36-40.
- Sanchez A, Vasquez A. 2017. Bioactive peptides: A review. *Food Qual Saf.* 1:29-46.
- Schulze M, Dathe M, Waberski D, Müller K. 2016. Liquid storage of boar semen: Current and future perspectives on the use of cationic antimicrobial peptides to replace antibiotics in semen extenders. *Theriogenology.* 85:39-46.
- Schulze M, Grobbel M, Müller K, Junkes C, Dathe M, Rüdiger K, Jung M. 2015. Challenges and limits using antimicrobial peptides in boar semen preservation. *Reprod Domest Anim.* 50:5-10.
- Schulze M, Junkes C, Mueller P, Speck S, Ruediger K, Dathe M, Mueller K. 2014. Effects of cationic antimicrobial peptides on liquid-preserved boar spermatozoa. *PLoS One.* 9:e100490.
- Shen G, Behera D, Bhalla M, Nadas A, Laal S. 2009. Peptide-based antibody detection for tuberculosis diagnosis. *Clin Vaccine Immunol.* 16:49-54.
- Speck S, Courtiol A, Junkes C, Dathe M, Müller K, Schulze M. 2014. Cationic synthetic peptides: Assessment of their antimicrobial potency in liquid preserved boar semen. *PLoS One.* 9:e105949.

- Tóth F, Frank N, Martin-Jiménez T, Elliott SB, Geor RJ, Boston RC. 2010. Measurement of C-peptide concentrations and responses to somatostatin, glucose infusion, and insulin resistance in horses. *Equine Vet J*. 42:149-155.
- Utkin YN. 2015. Animal venom studies: Current benefits and future developments. *World J Biol Chem*. 6:28-33.
- Velumani S, Ho HT, He F, Musthaq S, Prabakaran M, Kwang J. 2011. A novel peptide ELISA for universal detection of antibodies to human H5N1 influenza viruses. *PLoS One*. 6:e20737.
- Wang CY, Chang TY, Walfield AM, Ye J, Shen M, Chen SP, Li MC, Lin YL, Jong MH, Yang PC, et al. 2002. Effective synthetic peptide vaccine for foot-and-mouth disease in swine. *Vaccine*. 20:2603-2610.
- Wang S, Zeng X, Yang Q, Qiao S. 2016. Antimicrobial peptides as potential alternatives to antibiotics in food animal industry. *Int J Mol Sci*. 17:1-12.
- Wang S, Zeng XF, Wang QW, Zhu JL, Peng Q, Hou CL, Thacker P, Qiao SY. 2015. The antimicrobial peptide sublancin ameliorates necrotic enteritis induced by *Clostridium perfringens* in broilers. *J Anim Sci*. 93:4750-4760.
- Whelan AO, Clifford D, Upadhyay B, Breadon EL, McNair J, Hewinson GR, Vordermeier MH. 2010. Development of a skin test for bovine tuberculosis for differentiating infected from vaccinated animals. *J Clin Microbiol*. 48:317-381.
- WHO. 2014. Synthetic peptide vaccine [Internet]. Geneva (Switzerland): World Health Organization. Available from: http://www.who.int/biologicals/vaccines/synthetic_peptide_vaccines/en/
- Xiao H, Shao F, Wu M, Ren W, Xiong X, Tan B, Yin Y. 2015. The application of antimicrobial peptides as growth and health promoters for swine. *J Anim Sci Biotechnol*. 6:1-6.
- Yamada K, Nakao T, Nakada K, Matsuda G. 2002. Influence of GnRH analogue (fertiorelin acetate) doses on synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*. 74:27-34.
- Yang J, Yang S, Yang Y, Zhi A, Zhao D, Zhi Y, Xing G, Deng R, Chai S, Zhang G. 2010. Development of synthetic peptide ELISA assay for the detection of foot-and-mouth disease virus nonstructural protein antibodies. *Agric Sci China*. 9:1677-1683.
- Zaiou M, Gallo RL. 2002. Cathelicidins, essential gene-encoded mammalian antibiotics. *J Mol Med*. 80:549-561.
- Zasloff M. 2002. Antimicrobial peptides of multicellular organisms. *Nature*. 415:389-395.
- Zhang Z, Pan L, Ding Y, Zhou P, Lv J, Chen H, Fang Y, Liu X, Chang H, Zhang J, et al. 2014. Efficacy of synthetic peptide candidate vaccines against serotype-A foot-and-mouth disease virus in cattle. *Appl Microbiol Biotechnol*. 3:1389-1398.

PEDOMAN BAGI PENULIS

KETENTUAN UMUM

Naskah yang dikirim belum pernah diterbitkan dan dalam waktu yang bersamaan tidak disampaikan kepada media publikasi lain. Perlu menandatangani surat pernyataan tentang keaslian naskah (*ethical statement*) dan hak publikasi (*copyright transfer*) sebagaimana terlampir atau dapat diunduh di <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/wartazoa/index>.

RUANG LINGKUP

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

PENGIRIMAN NASKAH

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

TATA CARA PENULISAN NASKAH

1. **Judul** ditulis singkat, jelas, spesifik dan informatif yang mencerminkan isi naskah serta tidak lebih dari 15 kata.
2. **Nama** penulis tanpa gelar dan lembaga/institusi ditulis lengkap di bawah judul, disertai dengan alamat lengkap dan alamat e-mail penulis korespondensi.
3. **Abstrak** ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris dan merupakan intisari naskah, masing-masing tidak lebih dari 125-250 kata yang dituangkan dalam satu paragraf dengan jarak satu spasi.
4. **Kata kunci** (*key words*) dalam bahasa Indonesia dan Inggris, boleh kata tunggal dan majemuk, serta terdiri atas tiga sampai dengan lima kata.
5. **Pendahuluan** terdiri dari latar belakang, permasalahan atau rumusan masalah, serta tujuan dan manfaat ulasan (*review*).
6. **Isi pokok bahasan** menyajikan dan membahas secara jelas pokok bahasan dengan mengacu kepada tujuan penulisan.
7. **Kesimpulan** merupakan substansi pokok bahasan yang menjawab permasalahan serta tujuan penulisan dan bukan merupakan tulisan ulang atau ringkasan dari pembahasan.
8. **Saran** (apabila ada) dapat berisi rekomendasi, tindak lanjut atau implikasi kebijakan atas kesimpulan yang diperoleh.
9. **Ucapan terima kasih** (apabila ada).
10. **Daftar pustaka:**
 - a. Penulisan menggunakan Program Mendeley
 - b. Minimal 25 acuan, diutamakan menggunakan pustaka 10 tahun terakhir dan minimal 80% pustaka primer. Sitasi hasil penulisan sendiri paling banyak 30% dari total acuan.
 - c. Pustaka dari internet hanya diperbolehkan dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan seperti jurnal, instansi pemerintah atau swasta.
 - d. Nama pengarang disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan.
11. **Tabel:**
 - a. Huruf standar yang digunakan adalah *Times New Roman* dengan jarak satu spasi dan *font* 11.
 - b. Judul adalah kalimat singkat, jelas, dapat dimengerti tanpa harus membaca naskah.
 - c. Setiap kolom dari tabel harus memiliki tajuk (*heading*). Unit harus dipisahkan dari judul dengan koma dalam kurung atau di bawahnya.
 - d. Keterangan tabel ditulis di bawah tabel dengan jarak 1 spasi dan *font* 11. Sumber data dituliskan di bawah tabel atau di dalam tabel pada tajuk sendiri.
 - e. Garis pemisah dibuat dalam bentuk horisontal.

Contoh tabel:

Tabel 1. Komposisi kimia susu kambing, sapi dan kerbau organik

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

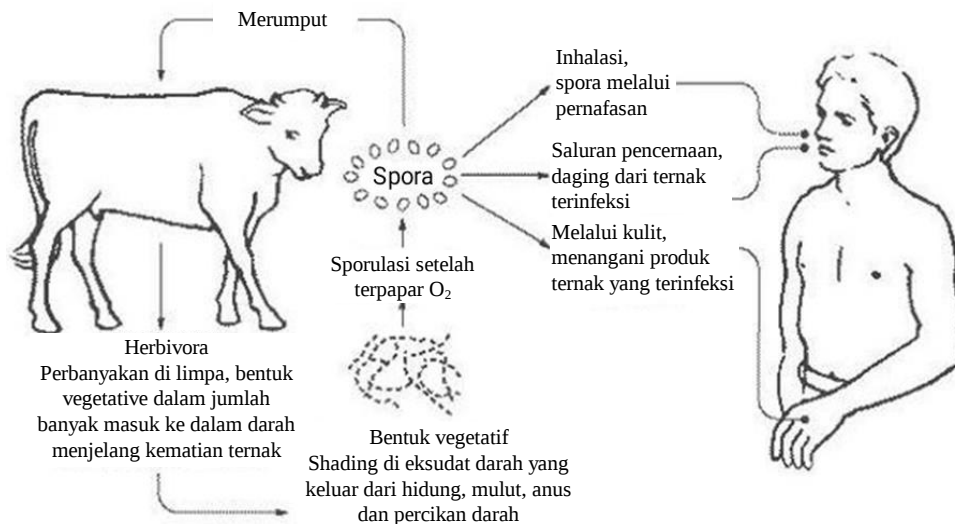
td: Data tidak tersedia; BKLT: Berat kering tanpa lemak

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

12. **Gambar/grafik:**

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

Contoh gambar:



Gambar 1. Penularan penyakit antraks pada ternak dan manusia

Sumber: Qureshi (2012) yang dimodifikasi

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

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

15. **Penulisan pustaka dalam teks:**

- Penulisan pustaka menggunakan Program Mendeley (<http://www.mendeley.com>) dengan gaya sitasi mengikuti Council of Science Editor (CSE) edisi ke-7 tahun 2006.
- Pustaka harus ditulis nama penulis terlebih dahulu, diikuti tahun, contoh: Martindah (2017) atau (Martindah 2017).
- Bila ada dua nama penulis dalam satu makalah, maka nama penulis harus ditulis semua, contoh: Putra & Indriastuti (2011) atau (Putra & Indriastuti 2011).
- Bila ada lebih dari dua nama penulis dalam satu makalah, maka harus ditambah et al. (huruf tegak dan diberi titik di belakang huruf), contoh: Wina et al. (2017) atau (Wina et al. 2017) dan di dalam daftar pustaka ditulis lengkap hingga penulis kesepuluh, serta diakhiri dengan et al.
- Bila ada lebih dari satu pustaka untuk satu pernyataan, maka harus ditulis urutan dari tahun yang tertua dan urutan alfabet nama penulis bila tahunnya sama, contohnya: (Sumanto 2012; Gunawan & Talib 2016; Wina et al. 2017).
- Pustaka dalam pustaka seperti contoh: Teleni dalam Widiawati (2012) tidak diperkenankan.
- Bila suatu pernyataan diperoleh dari komunikasi pribadi, perlu dicantumkan "nama orang yang dihubungi" dan diikuti dengan (komunikasi pribadi) di belakangnya.
- Memuat nama penulis yang dirujuk dalam naskah.
- Jika penulis yang sama menulis lebih dari satu artikel dalam tahun yang sama dapat dibubuhi huruf kecil.
- Disusun secara alfabetis dan tahun penerbitan menurut nama penulis.

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

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

Buku:

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

Jurnal:

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

Artikel dalam Buku:

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

Wina E. 2012. Saponins: Effect on rumen microbial ecosystem and metabolism in the rumen. In: Patra AK, editor. Dietary phytochemicals and microbes. Dordrecht (Germany): Springer. p. 311-350.

Internet:

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

Prosiding:

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

Skripsi/Tesis/Disertasi:

Roza E. 2013. Pengaruh penggunaan daun singkong sebagai pakan suplemen terhadap performans, produksi dan gejala reproduksi ternak kerbau yang dipelihara secara tradisional [Tesis]. [Padang (Indonesia)]: Universitas Andalas.

Jurnal elektronik:

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



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

ETHICAL STATEMENT

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

Name :
Institution :
Title :

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

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

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

....., 2018

Submitted by:

Co-author(s):

Name	Signature



COPYRIGHT TRANSFER

Title : _____

Author(s) : 1. _____
2. _____
3. _____

Institution : 1. _____
2. _____
3. _____

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

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

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

_____, _____ 2018
Approved by,
(Author or first author)

Co-author(s):

Name	Signature

Registered in:

