

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi Kemenristekdikti
Keputusan Menteri Ristek/BRIN
No. 85/M/KPT/2020

WARTAZOA

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

Volume 31
Nomor 2
Maret 2021



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

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 31 Nomor 2 Tahun 2021

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi

SK Menteri Kementerian Riset dan Teknologi No. 85/M/KPT/2020

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 Redaksi:

Ketua:

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

Wakil Ketua:

drh. Rini Damayanti, M.Sc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Patologi dan Toksikologi)
Dr. drh. Eny Martindah, M.Sc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Parasitologi dan Epidemiologi)
Ir. Juniar Sirait, M.Si. (Peneliti Ahli Madya – Loka Penelitian Kambing Potong – Pakan dan Nutrisi Ternak)

Anggota:

Dr. Ir. Atien Priyanti S.P., M.Sc. (Peneliti Ahli Utama – Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)
drh. Indrawati Sendow, M.Sc. (Peneliti Ahli Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Virologi)
Dr. Ir. Bess Tiesnamurti, M.Sc. (Peneliti Ahli Utama – Puslitbangnak – Pemuliaan dan Genetika Ternak)
Ir. Mariyono, M.Si. (Peneliti Ahli Madya – Loka Penelitian Sapi Potong – Pakan dan Nutrisi Ternak)
Dr. drh. Susan Maphiliandawati Noor, M.V.Sc. (Peneliti Ahli Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Bakteriologi)
Dr. Wisri Puastuti, S.Pt., M.Si. (Peneliti Ahli Madya – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)

Mitra Bestari:

Prof. (Riset) Dr. Ir. Tjeppy D Soedjana, M.Sc. (Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)
Prof. Dr. Ir. Budi Santoso, M.P. (Universitas Papua – Nutrisi Ruminansia)
Prof. Dr. Gono Semiadi (LIPI – Pengelolaan Satwa Liar)
Prof. Dr. agr. Asep Gunawan, S.Pt., M.Sc. (Institut Pertanian Bogor – Pemuliaan dan Genetika Ternak)
Dr. Drs. Ali Husni, M.Si. (BB Biogen – Bioteknologi Pertanian)

Penyunting Pelaksana:

Nandi Hendriana, S.T., M.Kom.
Ivoni Christyani Sembiring, S.Sos.
Pringgo Pandu Kusumo, A.Md.
Muhamad Indra Fauzy, A.Md.

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

Terbitan Wartazoa volume 31, nomor 2 menampilkan 3 makalah yang berhubungan dengan potensi pakan ternak, yaitu biomassa lignoselulosa (LCB), dedak padi dan daun kelor, satu makalah tentang potensi biawak (Famili Varanidae) dan terakhir adalah makalah tentang penyakit hewan yaitu *Lumpy Skin Disease* (LSD).

Nutrisi LCB yang berupa sisa tanaman dan limbah agroindustri merupakan sumber daya terbarukan yang tersedia melimpah dan berperan sentral dalam sistem pakan berkelanjutan untuk ruminansia. Bahan-bahan tersebut merupakan sumber serat yang potensial untuk mendukung fungsi rumen dan suplai energi yang optimal. Namun LCB memiliki kendala nutrisi penting yang membatasi pemanfaatannya sebagai pakan ternak. Edisi ini membahas bagaimana mengatasi kendala tersebut, serta potensi dan tantangan proses *pretreatment* dalam peningkatan kualitas nutrisi LCB.

Dedak padi merupakan bahan pakan hasil ikutan pada proses penggilingan padi yang banyak digunakan sebagai bahan pakan sumber energi dalam ransum ayam karena mengandung nutrisi seperti minyak, protein, karbohidrat, senyawa-senyawa bioaktif yang memiliki efek positif bagi performa dan kesehatan ternak ayam. Senyawa-senyawa bioaktif pada dedak padi serta manfaatnya dalam rangka untuk menghasilkan pakan fungsional untuk ternak ayam diuraikan pada edisi kali ini.

Daun kelor merupakan bahan pakan ternak yang potensial karena mengandung senyawa bioaktif, fitosterol dan isoflavon yang bersifat estrogenik. Daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pakan *aphrodisiac*. Bagi ternak jantan akan merangsang birahi dan pada betina dapat meningkatkan produksi susu. Kandungan fitosterol dan isoflavon dapat meningkatkan produksi susu induk yang berdampak pada menurunnya angka mortalitas dan peningkatan pertambahan bobot badan harian (PBBH) anak kelinci.

Selain membahas tentang berbagai potensi bahan untuk pakan ternak, Wartazoa edisi kali ini juga membahas tentang pemanfaatan biawak (Varanidae) sebagai hewan peliharaan eksotik, maupun untuk konsumsi dan obat. Selain itu, penanganan dan pemeliharaan biawak harus dilakukan dengan tepat untuk mencegah penyebaran penyakit zoonosis, dengan menerapkan *Good Hygienic Practices* (GHP) dengan proses pemasakan daging reptil sebelum dikonsumsi dan implementasi konsep *One Health* untuk pencegahan penularan penyakit yang bersifat zoonosis.

Penyakit *Lumpy Skin Disease* (LSD) menyebabkan kerugian ekonomi bagi peternak dengan gejala klinis spesifik berupa nodul pada kulit. Virus ini hanya menginfeksi sapi dan kerbau rawa dengan tingkat mortalitas rendah, namun tingkat morbiditasnya tinggi. Hingga saat ini, LSD belum pernah dilaporkan ada di Indonesia, sehingga antisipasi terhadap masuknya LSD perlu diwaspadai. Cara penyebaran penyakit, epidemiologi, diagnosis, faktor risiko serta pengendalian LSD perlu disosialisasikan pada praktisi dokter hewan dan paramedis lapangan sehingga penanganan dapat dilakukan lebih dini oleh seluruh pemangku kepentingan.

Semoga Wartazoa edisi Tahun 2021, volume 31 nomor 2 ini dapat menambah wawasan para pembacanya.

Bogor, Juni 2021

Ketua Dewan Redaksi

WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 31 Nomor 2 (Juni 2021)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

DAFTAR ISI

Halaman

Processing Technologies of Lignocellulosic Biomass: Potentials and Constraints for Ruminant Feed Production (Teknologi Proses Biomasa Lignoselulosa: Potensi dan Kendala untuk Produksi Pakan Ruminansia) Simon Petrus Ginting	55-66
Potensi Senyawa Bioaktif Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> , Lam) untuk Peningkatan Kinerja Reproduksi Ternak Kelinci (The Potential of Bioactive Compounds in Moringa Leaf to Improve Rabbit Reproductive Performance) Setiasih, H Soetanto dan AM Abdurrahman	67-74
Manfaat Senyawa Bioaktif Dedak Padi untuk Pakan Fungsional Ternak Ayam (Beneficial Effect of Bioactive Compounds in Rice Bran for Chicken's Functional Feed) Cecep Hidayat, E Wina dan S Sopiya	75-84
<i>Lumpy Skin Disease</i> : Suatu Ancaman Penyakit <i>Emerging</i> bagi Status Kesehatan Hewan Nasional (Lumpy Skin Disease: An Emerging Disease Threat for National Animal Health Status) Indrawati Sendow, NS Assadah, A Ratnawati, NPLI Dharmayanti dan M Saepulloh	85-96
Organisme Patogen pada Famili Varanidae dan Potensinya sebagai Penyakit Zoonosis (Pathogenic Organisms in Varanidae Family and Their Potential as Zoonotic Diseases) Syaiful Rizal dan RA Rahmawati	97-107

Processing Technologies of Lignocellulosic Biomass: Potentials and Constraints for Ruminant Feed Production

(Teknologi Proses Biomasa Lignoselulosa: Potensi dan Kendala untuk Produksi Pakan Ruminansia)

Simon Petrus Ginting

Loka Penelitian Kambing Potong Sungai Putih, Sumatera Utara
Kontributor utama: simonginting04@gmail.com

(Diterima 29 April 2021 – Direvisi 20 Mei 2021 – Disetujui 10 Juni 2021)

ABSTRACT

Lignocellulosic biomass (LCB) such as crop residues and agro-industrial wastes are renewable resources and available abundantly. It could play central role in sustainable feeding system of ruminant production. These materials are potential source of fiber to support optimum rumen function and energy supply. However, the LCB has important nutritional constraints that limit its utilization as feed for ruminants. This review is intended to discuss nutritional constraints of LCB as ruminant feed and the potentials and challenges of processes in upgrading the nutritional quality of LCB. The main polymer compounds in LCB are cellulose (30 to 60%), hemicellulose (20 to 40%) and lignin (15-25%) and its inter linkages make the energy contained in the LCB is less extractable by the ruminant digestive system. Physical, chemical and biological processing technologies have been well known as alternative means to upgrade the nutritive values of LCB. Recently, novel processing technologies of LCB such as ionic liquid, organosolv, sonication, and new screened rot white fungi (*Ceriporiopsis subvermispora*) and some older technologies using alkaline and acids have been studied and developed particularly for the purpose of biofuel production in the bio refinery industry. Processing technologies have different properties in degrading the lignin, degrading and solubilizing the cellulose and hemicellulose that all relate to the nutritive quality of LCB. Advantages of processed LCB in ruminant animals were indicated by increase in diet digestibility, intake, rumen fermentation and gain. It is concluded that numerous processing technologies are available to upgrade the nutritional quality of LCB, but there are obstacles to use some of these techniques for wide application in ruminant production system.

Key words: Lignocellulosic biomass, processing technology, feed, ruminants

ABSTRAK

Biomasa lignoselulosa seperti hasil sisa tanaman dan industri agro merupakan sumberdaya terbarukan dan tersedia dalam jumlah besar, sehingga dapat berperan penting dalam sistem pakan berkelanjutan untuk mendukung produksi ruminansia. Biomasa tersebut merupakan sumber serat potensial untuk menjamin rumen berfungsi secara optimal. Namun demikian, materi tersebut memiliki beberapa kendala nutrisi yang membatasi penggunaannya seperti tingkat pencernaan dan konsumsi yang rendah serta kandungan nutrisi penting seperti nitrogen yang juga rendah. Senyawa polimer utama dalam biomasa lignoselulosa selulosa (30 – 60%, hemiselulosa (20 – 40%) dan lignin (15-25%). Ikatan kimiawi yang terbentuk antar unsur polimer tersebut mengakibatkan energi yang dikandung kurang dapat dimanfaatkan oleh sistem cerna ternak ruminansia. Teknologi proses secara fisik, kimiawi maupun biologis telah banyak dikembangkan sebagai upaya meningkatkan kualitas nutrisi biomasa lignoselulosa. Beberapa teknologi proses yang lebih dulu diteliti seperti larutan amonia cair dan amonia dengan tekanan tinggi dan hidrogen peroksida merupakan teknologi proses yang menjanjikan. Akhir-akhir ini, berbagai teknologi proses baru telah diteliti terutama bertujuan untuk memproduksi bahan bakar, seperti penggunaan ion cair, pelarut organik dan inorganik (organosolv), sonikasi, iradiasi gelombang mikro, sinar gama, tekanan hidrostatik, maupun penggunaan strain baru jamur putih (*Ceriporiopsis subvermispora*). Penggunaan teknologi proses biomasa dalam produksi pakan telah berhasil meningkatkan pencernaan dan konsumsi pakan, tingkat fermentasi rumen dan pertambahan bobot badan pada ternak ruminansia. Berbagai teknologi proses ini menghasilkan pengaruh yang bervariasi dalam mendegradasi lignin, mendegradasi dan melarutkan selulosa dan hemiselulosa yang semuanya terkait dengan kualitas nutrisi biomasa. Disimpulkan bahwa sejumlah teknologi proses yang tersedia dapat meningkatkan kualitas nutrisi biomasa lignoselulosa, namun terdapat pula berbagai kendala teknis maupun ekonomis dalam penerapannya secara luas di dalam sistem produksi ternak ruminansia.

Kata kunci: Biomasa lignoselulosa, teknologi proses, pakan, ruminansia

INTRODUCTION

In ruminant feeding system crop residues are important feed resources in many regions in the world. Quantitatively, it is estimated that there are about 150 billion metric ton of lignocellulosic biomass (LCB) produced from the agricultural practices globally (Guerriero et al. 2016). In Indonesia, for example it is estimated that there are at least 300 million metric ton of biomass production annually of LCB from the plantation crops and its mill processing such as oil palm fronds, palm oil empty bunch, palm press fiber, oil palm trunks, cocoa pod husk and sugar cane (Widiawati et al. 2019). Meanwhile, there is approximately 82 million ton of rice straw produced in 2019 calculated based on rice/straw conversion ratio of 1/1.5 (Makarim et al. 2007) and rice production of 54.6 million ton (BPS 2020). LCB are renewable resources and can play central role in developing a sustainable feeding system for ruminant animal production by converting it into feeds to generate high quality food for human. Less utilization of arable land to produce feed for livestock can be expected by maximizing the utilization of LCB as ruminant feed (Van Zanten et al. 2019). It is estimated that globally 40% of the total cropland is used to produce feeds for livestock and about 30% of the global cropland is allocated to cereals intended for livestock feed that could be consumed directly as human food (Musacat et al. 2019). To mitigate the competition of food and feed for limited resources, ruminant should be directed to use more non-edible feedstuffs and renewable biomass as a significant component of its feeding system. This approach would also potentially reduce wastes to minimize environmental pollution. However, the cell wall of LCB become more lignified as the plant matures resulted in low digestibility and intake. Providing unprocessed LCB to ruminants causes low production rate mainly due to low available energy for metabolic activities. The processing of this LCB is an important step to make these materials become more digestible so that more energy could be extracted metabolically from it to support production. The current widely adopted processing of LCB as feed for ruminants is mainly the physical process such as chopping and shredding. These processes are relatively simple and requires less capital to operate. However, it did not provide changes in the chemical structure of the LCB cell wall components. This review will discuss nutritional constraints of LCB as ruminant feed and effects of several conventional and recent developed processing technologies on LCB. The responses of ruminants on the processed LCB are presented and the potential of these processing technologies in the Indonesia ruminant production setting is discussed.

NUTRITIONAL CONSTRAINTS OF LIGNOCELLULOSIC BIOMASS (LCB)

Most of LCB mainly composed of heterogenous complex polymer of carbohydrates (cellulose and hemicellulose) and polymer of phenylpropanoid unit (lignin). In cereal crop residues such as rice straw, wheat straw, corn stover, corn cobs the lignin content ranges from 9 to 22%, cellulose and hemicellulose contents range from 32 to 59% and from 24 to 35%, respectively (Kumar & Sharma 2017; Huang et al. 2016). Relatively high lignin content (21.6%) was found in sugar cane bagasse with cellulose and hemicellulose contents of 42.9 and 27.6%, respectively (de Morales Rocha et al. 2015). Biomass such as oil palm fronds, oil palm empty bunch, oil palm trunks and palm pressed fibre contained relatively high lignin ranging from 15 to 28% (Intasit et al. 2019; Rizal et al. 2018; Zakaria et al. 2014; Hashim et al. 2011; Hassim et al. 2012). In LCB the major part of these three components is cellulose, but although lignin comprises the least amount, it negatively affects the utilization of cellulose and hemicellulose as important energy sources for ruminant animal production. As ruminant feed, the LCB have only 4-6 % average crude protein and 1.5-2.6 Mcal ME/kg DM (Akram & Firincioglu 2019) with potential intake at 1.0-1.2% of body weight. The caloric values of LCB materials from oil palm plantation and industry are limited to support ruminant production (Ginting et al. 2018). In several cereal straws, the digestibility is less than 50% (Mahesh & Mohini 2013) and closely correlate to the contents and compositions of its major constituents. The LCB do not only differ greatly in the amount of lignin, cellulose and hemicellulose, but could also vary in the degree of polymerization, compositions of the building unit of the lignin and degree of crystallinity of the cellulose structure (Behera et al. 2014). Therefore, delignification of LCB is a critical process in optimizing the utilization of such material for animal feeds. Furthermore, purified lignin could be used as antioxidant feed additive in ruminants as shown in cattle by Wang et al. (2017) or for other valuable industrial products such as adhesives, surfactants and absorbents (Talaiekhozani & Rezaei 2020).

PROCESSING TECHNOLOGIES OF LCB FOR RUMINANT FEED PRODUCTION

Due to the limited nutritional capacity of LCB to support high ruminant productivity processing technologies are required to make the most of its huge quantitative potentials. Pretreated LCB will further mechanically processed by ruminants through chewing and ruminating activities. Processing technologies could act as important preparatory processes for

maximal chewing and rumination and further extensive digestion in the rumen to extract the metabolic energy contained in the LCB to support ruminant production. Processing technologies are commonly classified into mechanical, physical, chemical, and biological treatment that alters the physical and chemical properties of the LCB. The main purpose is to break the linkages between lignin, cellulose and hemicellulose and to disrupt the crystallinity of the cellulose or increase the porosity of the cellulose and hemicellulose (Behera et al. 2014; Kucharska et al. 2018). All of these structural and chemical alterations will enhance the access of enzymes secreted by the rumen microorganisms and increase the cellulose and hemicellulose fermentability. It is important to note that ideally, any processing technologies should keep the cellulose and hemicellulose to be conserved as much as possible for ruminal fermentation to maximize the yield of volatile fatty acids and ATP for the synthesis of microbial protein in the rumen.

Various classical and the emerging technological processes of LCB are now available to fractionate, solubilize, hydrolyze and separate cellulose, hemicellulose, and lignin components. Recent technological processes have been researched and developed mainly in the bio-refinery production of biofuel (Aditiya et al. 2016; Kumar & Sharma 2017; Panahi et al. 2020). Principally, all these processing technologies are compatible with the intention of LCB utilization for ruminant production.

MECHANICAL AND PHYSICAL-BASED PROCESSES OF LCB

Mechanical process aims to process LCB into smaller particle size to facilitate chewing and ruminating process that enhance the surface area of digesta particles and more accessible to the rumen microorganisms. Reduced particle size will also reduce sorting by the animals and enhance feed intake. Grinding of LCB could be performed using hammer or roller type of grinders. The hammer type-grinder crush the material by repeated blows of hammers. The roller type of grinder uses cylindrical roller in opposing pairs to crush the materials. This method usually resulted in very small (0.2 mm) particle size materials (Kumar & Sharma 2017). As an animal feed the very small particle size LCB are lacking of physical characteristic crucial for optimum rumen function (Adesogan et al. 2019). Therefore, grinding and milling process would be most suitable for production of pellet feed although this process is expensive since it requires a lot of energy that limits its application for ruminant feed production.

Chopping is a mechanical process that yield coarser (>10 cm) particles (Kumar & Sharma 2017).

The advantage of this mechanical process is that it only reduces the length of LCB particles and not its diameter so the effective fiber-properties of the chopped LCB is maintained. It may also increase the rate of passage through the rumen that subsequently increase the feed intake by animals, and still have physical properties required for optimal rumen fermentation, and less energy is required to perform the process (Adesogan et al. 2019). However, chopping could reduce the digestibility of the LCB due to the increased rate of passage of the chopped LCB along the gastrointestinal tract of the ruminants. Shredding is another mechanical process that not only reduce the length of LCB particle but also crush or tear the material and cause greater physical damages to LCB (Adesogan et al. 2019). Shredding process would increase the digestibility of the LCB by facilitating efficient chewing and rumination and further digestion in the rumen. It is suitable to pretreat the relatively hard LCB such as oil palm frond, oil palm trunk, oil palm empty bunch. The energy required for shredding increases with higher moisture content, larger initial particle size and smaller final particle size (Montgomery & Bochman 2014). Chopping and shredding may aid ruminants to chew and ruminate feed particle more efficiently.

Steam explosion is one of the physical process that has been studied extensively for upgrading the LCB for ruminant feeds (Mokomele et al. 2018; Rusli et al. 2019; Wu et al. (2020). This method typically proceed by rapidly heating the LCB at relatively high temperatures (160-260°C) and by high-pressure steam (0.7-4.8 MPa) and terminated by explosive decompression (Kumar & Sharma 2017). Hemicellulose is hydrolyzed and acid is generated during the process. Removal of hemicellulose is the disadvantage of this method intended for animal feed production. There are more recent physical processing technologies that have been studied including microwave irradiation, ultrasound, gamma ray, electron beam, pulse electric field, high hydrostatic pressure and high pressure homogenization. in the bio-refinery system (Kumar & Sharma 2017; Kucharska et al. 2018). The mode of actions of these physical processings vary but it has common impact on disruption of the lignocellulosic matrix resulting that cellulose and hemicellulose are more readily exposed to hydrolytic enzymes. Sonication (ultrasound) process for example altering the morphology of the LCB by forming cavitation bubbles that ruptures cellulose and hemicellulose fraction by ultrasound waves (Karunanithy et al. 2011; Kucharska et al. 2018). Pulse electric field method disrupts the cell wall membrane by generating pores to increase the penetration of hydrolytic enzymes into the cell wall matrix (Kumar & Sharma 2017). Currently, the cost effectiveness of these technologies is the most limiting factor for widely

commercial application and it seems that information on the utilization of these emerging technology of LCB for of animal feed production is unavailable.

RESPONSE OF RUMINANTS TO MECHANICALLY AND PHYSICALLY PROCESSED LCBs

Combination of chopping with pressure on oil palm fronds fed to goats resulted in improvement in feed degradability and ruminal VFA concentration (Rusli et al. 2019). It was suggested that the beneficial effects of chopping process on LCBs was greater when they had low digestibility (Malik et al. 2015) and that nitrogen can be a limiting factor for optimum improvement effect of reducing particle size of LCB with very poor digestibility. Steam explosion method has been studied extensively in ruminants. In vitro study using rumen liquid from dairy cow on sugar cane bagasse pretreated by steam explosion showed increased DM digestibility by 54% (Mokomele et al. 2018). Other study in dairy cow (Wang et al. 2020) showed that the NDF and ADF digestibility of corn stover pretreated by steam explosion increased by 26.1 and 27.1%, respectively and methane production decreased by 9.5%. Using steam explosion process on oil palm empty bunch increase metabolizable energy by 13.5% when fed to steer (Wu et al. 2020). In the same study, increased total ruminal VFA concentration by 17.3% was also detected when oil palm fronds were pretreated by steam explosion.

CHEMICAL-BASED PROCESS OF LCBs

Chemical treatments of LCBs have been explored extensively in attempting to upgrade their nutritive quality for ruminants using various chemicals as hydrolyzing agent such the alkaline, mineral acids, organic acid and oxidizing agents. Alkaline treatment is probably one of the most studied processes that have been studied in converting LCB into ruminant feeds. The alkaline processes employ various chemical agents such as sodium hydroxide, calcium hydroxide, potassium hydroxide, aqueous ammonia, and ammonium hydroxide (Agbor et al. 2011; Behera et al. 2014). The effects of alkaline process on the LCB main components is shown in Table 1. The effect of alkaline agents including swelling the LCB leading to increased specific area, degrading the side chain of ester and glycosides, degrading, dissolving, removing and altering the structure of lignin, reducing the crystallinity of the cellulose and solvate the hemicellulose. It is shown that alkaline agents are capable of removing lignin by 30 to 80%, depending on the alkaline agents and substrates used. Although some

hemicellulose was removed, most of the cellulose was retained by the alkaline treatments. Alkaline process is effective in swelling and increasing the internal surface area of cellulose, breaking the linkages between the lignin and the polysaccharide and solubilizing the lignin (Balan 2014).

The effect of acids and oxidative treatments on the main components of various type of LCB are presented in Table 2. It is shown that significant amount of lignin (19-81%) could be removed by these chemical processes depending on the chemical agents and substrates used. Most of the cellulose are retained while hemicellulose is partially retained. Sulfuric acid (H_2SO_4) has been a conventional acid treatment of LCB. Diluted sulfuric acid is preferred than the concentrated one since the former is less corrosive, generate less inhibitory products and environmentally friendly process (Behera et al. 2014). The specific surface area of oil palm fronds treated with diluted acid (H_2SO_4) at 121°C for 30 minutes increased from 2.23 to 5.57 m^2/g (Kristiani et al. (2013). The increase in specific surface area of the LCB materials is due to hydrolysis of the cellulose and hemicellulose and dissolving of the lignin by the acid. This change in the morphological surface is indicative of decreasing crystallinity of cellulose molecules. Organic acids produce less degradation products than mineral acids (Balan 2014). Organic acids such as oxalic acid (Lee et al. 2011) and malic acid have been carried out as alternative treatment to overcome the disadvantages of sulfuric acid (Kumar & Sharma 2017). Most of acid treatment also hydrolyze hemicellulose, particularly the xylan. Combination of organic solvents in inorganic acids (Organosolv) is a process that is mainly used to extract lignin by disrupting the linkage between the lignin and the hemicelluloses. The common organic acids used include ethanol and methanol (Kumar & Sharma 2017), oxalic and salicylic (Behera et al. 2014), while the common inorganic acids are chloric and sulfuric acids. The organosolv process usually proceed at high temperature (150-200°C). Other recent chemical treatment is the ionic liquids such as imidazolium salt that could dissolve lignin by disrupting the hydrogen bonding of the lignocellulosic complexes (Kucharka et al. 2018). It is inexpensive process and can be conducted under low and mild temperature and selectively depolymerize the lignin. It is attractive for industrial scale because it is not volatile making it is environmentally friendly treatment (Kucharska et al. 2018), but to the author's knowledge this type of processing has not been studied for animal feed purposes.

Oxidative process uses oxidizing agents to degrade the lignin in LCB, but it also dissolves some hemicellulose and the amorphous cellulose, but not the crystalline cellulose (Kucharska et al. 2018). Hydrogen

peroxide is the most commonly used oxidizing agent that generates hydroxyl radical to degrade the lignin into acids (Kumar & Sharma 2017). This hydrolyzing agent is very mild and does not pollute the biomass (Kucharska et al. 2018). Oxidative process of corn stover using hydrogen peroxide resulting in lignin removal by 81.6%, while 95% of glucan and 70% of

xylan were retained (Saha & Cotta 2014). Ozonolysis is a process that uses ozon as strong oxidizing agents that oxidize lignin into acids, but also degrade the hemicellulose and cause the swelling of biomass. Cellulose is not affected by ozonolysis due to its linear structure, but this process is expensive (Kucharska et al. 2018).

Table 1. Effects of alkaline-based process on the main polymer components of several LCBs potentially used as feed for ruminants

Processing technology	Procedures	LCB	Results
Aqueous ammonia soaking (AAS)	Biomass is soaked in 15% aqueous ammonia, biomass/ammonia ratio 1/5, for 12 h at 40 to 80°C	Oil palm empty fruit bunch	Removed lignin by 36 to 43% ¹
Aqueous ammonia soaking (AAS)	Soaked in aqueous ammonia at concentrations 5 to 20% at a solid to liquid ratio of 1:10, 120°C for 60 min	Rice straw	Removed lignin by 55 to 69% ²
Ammonia fiber explosion (AFEX)	Aqueous ammonia with ratio of (1/1-2); at 60-90°C, at pressure > 3 MPa, 15 minutes	Corn stover	30% lignin is removed ³
Sodium hydroxide	4% NaOH at 150°C, for 30 minutes, 500 g substrate/2.5 L solution	Oil palm empty fruit bunch	30% lignin and 28% hemicellulose were removed ⁴
Alkaline hydrogen peroxide (AHP)	Process in 2% H ₂ O ₂ solution (v/v), pH 11.5, 35°C, 24 h, 10%, w/v	Corn stover	81.6% lignin was removed, 95% glucan and 70% Xylan were retained ⁶
Sodium hydroxide	NaOH 1N, for 30 minutes	Sugar cane bagasse	Lignin content decreased by 59.1% ⁵
Lime processing	5 g biomass/2 g Ca(OH) ₂	Corn cob	34% lignins were removed ⁷ .

¹Latif et al. (2018); ²Swain & Krishnan (2015); ³Uppugundla et al. (2014); ⁴Barlianti et al.(2015); ⁵Saha & Cotta (2014); ⁶Maryana et al.(2014); ⁷Mafa et al.(2020)

Table 2. Effects of acid-based process on the main polymer components of several LCBs potentially used as feed for ruminants

Processing technology	Procedures	LCB	Results
Ionic liquid	Processing with (1-ethyl-3- methylimidazolium-diethyl phosphate) and (1-ethyl-3-methylimidazolium acetate), (70–100°C) for 4 h	Oil palm fronds	Lignin content decreased by 19.6-68.8% ¹
Organosolv	Substrate was mixed with citric acid with 1:16 (w/w) ratio	Coffee pulp	Lignin content decreased by 19.6-68.8% ²
Organic acid	Solution of 30 g/l of oxalic acid in a 500-l reactor for 20 min at room temperature. The solid:liquid ratio during impregnation was 1:6	Corn cob	13.5% lignin was removed, glucan was retain, and 75.7% xylan was removed ³
Mineral acid	H ₂ SO ₄ (0.5–1.5%), for 120 minutes, at 25°C; 6% biomass /solvent ratio	Cocoa pod	Lignin content decreased by 46% ⁴
Mineral acid	1% H ₂ SO ₄ ; at 25°C, for 18-24 hours	Wheat straw	50% delignification, partial dissolution of hemicellulose ⁵

¹Tan et al. (2011); ²Lini et al. (2018); ³Lee et al. (2011); ⁴Nazir et al. (2016); ⁵Kucharska et al. (2018)

RESPONSES OF RUMINANTS TO CHEMICALLY-BASED PROCESSED LCB

Recent *in vitro* and *in vivo* studies have evaluated the effect of chemical process of LCB in ruminant. Carperson et al. (2018) treated corn stover with calcium hydroxide to replace partially (15-30%) forages in diet of dairy cow and found no negative effects in milk production and compositions. Using lime (CaO) as alkaline treatment on wheat straw and fed to steers at the rate of 25% DM in diet, Shreck et al. (2015) found increased average daily gain by 5.6% and did not affect feed intake so that feed efficiency was improved by 6.2%. Ahmadi et al. (2016) combined sodium hydroxide and calcium hydroxide as alkaline processing treatment on sugar cane bagasse and found that the *in situ* degradability of NDF at 24 and 48 h incubations were increased by 1.9 and 1.58 fold, respectively. Urea as alkaline processing treatment has additional advantage that it also supply nitrogen to the LCB that could be converted by the microorganisms in the rumen into their protein cell. Recent study by Laconi & Jayanegara (2015) indicated that using urea-treated cocoa pod husk at 35% of DM diet of steer resulted in increased OM intake, OM digestibility and body weight gain by 73.3, 7.2 and 105.2%, respectively. It is suspected that the combination effects of increase in feed intake and digestibility would have provide significantly more metabolizable energy to support the growth. Ammonia Fiber Explosion (AFEX) is one of alkaline processing treatments that have potential for application in ruminant feeding system based on LCB. In this process, liquid anhydrous ammonia is pressurized to the LCB.

The process operate at mild temperature (60-100°C) at high pressure (250-300 psi) for 5 to 30 minutes (Latief et al. 2018). Significant increase in *in vitro* true digestibility (69%) of sugar cane bagasse treated by AFEX was reported by (Mokomele et al. 2018). Mor et al. (2018) studied the effects of inclusion of AFEX treated wheat straw in lactating cows and buffaloes. In lactating cow, they indicated that including AFEX-treated wheat straw in diet DM at 48.5% resulted in increased intake by 42% and milk energy content by 18%, while in buffaloes with similar rate of inclusion no effects on intake and milk production and decrease in BW loss by 42% were recorded. In goat, when concentrate was replaced by AFEX- treated wheat straw with the inclusion rate of 50% of diet (DM), the average daily gain (ADG) was attained at 55.6 g with feed conversion ratio (FCR) of 9.9 and no effects were detected on rumen fermentation and blood metabolites (Mor et al. 2019). Falls et al. (2017) combine of oxidative lime process with pressure on corn stover and found considerable improvement (60%) in the *in vitro* neutral detergent fiber (NDF)

digestibility (49.3% in untreated vs. 79% in treated stover) and 40% improvement in total digestible nutrient (TDN) (51.0% in untreated vs 72.6% in treated corn stover).

BIOLOGICAL-BASED PROCESS OF LCB

The purpose of biological processing treatment on LCB is to increase its DM digestibility when offered to ruminants. The increase in LCB DM digestibility is related to the cleavage of linkages between lignin and cellulose and hemicellulose catalyzed by lignase secreted by microorganisms. Microorganisms like white and brown-rot fungi have been used to pretreat LCB since they produce effective lignin degrading enzymes such as peroxidases and laccases (Balan 2014). Degradation of main components of LCB varied considerably due to type LCB, species of microorganisms and incubation time (Table 3). *Phanerochaete chrysosporium* is capable of degrading lignin but it also extensively degrades cellulose in wheat straw, oil palm press fiber and maize stalk. *Pleurotus ostreatus* degrade lignin significantly compared to hemicellulose in oil palm frond but it degrade more cellulose and hemicellulose in cocoa pod husk. *Ganoderma lucidum* is a good candidate for pretreating oil palm empty bunch since it can degrade lignin significantly and very less degrade polysaccharides. When evaluating the effectiveness of bioconversion process, it is critical to evaluate the ratio of the amount of lignin degraded per total cellulose and hemicellulose loss. For the purpose of animal feed production, the upgrading effects of biological pretreatment on LCB should be expressed by its strong degradation of lignin or breaking the linkages between the lignin and the polysaccharides with minimum degradation of the polysaccharides (cellulose and hemicellulose). The cellulose or hemicellulose should be conserved during the biological processing to fully utilized by ruminant through microbial fermentation in the rumen.

The composition of the constituents that build the lignin and its structure have been reported to be important factor that affect on its degradability by biological processing treatment (Van Kuijk et al. 2015). The time of incubation required to obtain maximum loss of lignin is also important since it may affect the palatability and voluntary intake of substrates when fed to ruminant animals. Mustabi et al. (2018) studied the fermentation of cocoa pod using several isolates of white rot fungi and concluded that *Lentinus torulosus* had the highest lignolytic activity and less cellulolytic and hemicellulolytic activities compared to *Coprinus comatus* and *Corilopsis polyzona*.

Table 3. Effects of biological-based process on the main polymer components of several LCBs potentially used as feed for ruminant

Fungi	Substrate	Component of LCB Degraded/Loss (%)		Incubation (days)	
		Lignin	Cellulose	Hemi cellulose	
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ¹⁾	PPF	22.8	15.1	-	7
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ²⁾	Maize stalk	6.8	9.4	14.1	10
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ³⁾	Wheat straw	47.6	59.2	67.2	30
<i>Phlebia floridensis</i> ³⁾	Rice straw	6.2	4.7	5.8	20
<i>Phlebia floridensis</i> ³⁾	Rice straw	39.4	52.0	50.9	60
<i>Phlebia floridensis</i> ⁴⁾	Wheat straw	30.6	-	-	30
<i>Phlebia brevispora</i> ³⁾	Rice straw	20.0	12.8	8.7	60
<i>Phlebia fascicularia</i> ³⁾	Rice straw	19.6	10.3	21.0	60
<i>Pleurotus ostreatus</i> ⁵⁾	OPF	7.24	-	1.39	90
<i>Pleurotus pulmonarius</i> ⁶⁾	Sorghum stalk	31.9	-	5.8	30
<i>Ganoderma lucidum</i> ⁷⁾	OPEFB	31.5	2.1	14.1	48
<i>Lentinus torulosus</i> ⁸⁾	Cocoa pod	1.4-12.3	-	-	15-30
<i>Crinipellis sp.</i> ⁹⁾	Wheat straw	12.6	10.3	28.9	10

¹⁾Fariani et al. 2015; ²⁾Tao et al. 2016; ³⁾Sharma & Arora 2014; ⁴⁾Arora et al. 2011; ⁵⁾Metri et al. 2018; ⁶⁾Jonathan et al. 2012; ⁷⁾Nazratul et al. 2019; ⁸⁾Mustabi et al. 2018; ⁹⁾Shrivastava et al. 2014; PPF: Palm press fiber; OPF: Oil palm fronds; OPEFB: Oil palm empty fruit bunch.

When evaluating the biological process of LCB for animal feed production it is important to consider the potential effect of this processing on the dry matter loss during the process which can range from 11 to 42% (Mahesh & Mohini 2013). The rate of DM loss during the process is associated with the incubation period and the maximum incubation period of 6-8 days for animal feed production has been recommended (Owen et al. 2012).

RESPONSE OF RUMINANTS TO BIOLOGICAL BASED PROCESSED LCBs

Studies in goats (Chanjula et al. 2018) showed a slight increase (5.5%) in DM intake and digestibility when oil palm frond pretreated with *Lentinussajor-caju* was included at 30% of diet (DM). Inclusion of rice straw pretreated with *Pleurotus ostreatus* in diet of lactating goats to replace *Trifolium alexandrinum* as forage by 25 or 45% resulted in no effect on feed intake, DM digestibility, but milk fat content were higher in rice straw diet (Kholif et al. 2014). Other study showed no effects on feed intake, milk production and ruminal fermentation in dairy cows fed sugar cane bagasse pretreated with *Pleurotus sajor-caju* (Sirisan et al. 2019). Increase rate of digestion of

cellulose and hemicellulose by almost 100% was found in sheep fed diet containing 17% maize stalk pretreated with *Phanerochaete chrysosporium* in a total mixed ration (Tao et al. 2016). These studies indicate that increase in DM or OM digestibilities are the most common effects of biologically pretreated LCBs and this is related to the increase the bioavailability of cellulose and hemicellulose. Further increase in feed efficiency of utilization would be expected. As reviewed by Van Kuijk et al. (2015) most studies in biologically processing treatment have focused on single substrate inoculated with single fungal species and suggested that co-cultures of fungal species might provide better results as compared to monoculture. Tao et al. (2016) used co-cultured *Phanerochaete chrysosporium* and *Aspergillus niger* or *Phanerochaete chrysosporium* and *Trichoderma viride* and found increase loss of lignin after incubation for 10 days, but unfortunately increased loss of cellulose and hemicellulose was also found. Nayan et al. (2018) recently screen a number of white rot fungi species and found that *Ceriporiopsis subvermisporea* strains show an overall high potential to improve the in vitro ruminal degradability of wheat straw, followed by *Lentinula edodes* and *Pleurotus eryngii* strains.

PROSPECTS OF LCB PROCESSING TECHNOLOGIES IN INDONESIA RUMINANT PRODUCTION SYSTEM

Ruminant production system in Indonesia is typically traditional farming system operated under integrated crop-livestock system. The dominant crops involve in this mixed system are cereal crops such as rice and maize and legume crops. LCB in the form of straw, stalk, stover are produced from this system. In drier part of Indonesia or during long dry season these crop residues are becoming more important as fodder for ruminants. Currently, there is considerable attention and effort to expand the ruminant production through integration with plantation crop such as oil palm, cacao and sugar cane where huge amount of biomass are produced (Table 4). Combining these biomasses with those from food crop residues produced by smallholder farms generate great amount of LCB that could be used to feed ruminant animals in Indonesia. However, most of the LCB from the oil palm industry are lack of energy contain to support the production of ruminants (Ginting et al. 2018). Studies of Puastuti et al. (2010) in sheep and of Puastuti & Yulistiani (2011) in goats indicated that pretreated cocoa pod in diets increase ADG. The potential application of processing technologies to support ruminant production indicated by the fact that differences of crop residue nutritive quality as low as 3 to 5% unit in organic matter digestibility can have a significant effect on livestock productivity (Blümmel et al. 2013). Thus, there is potential for applying selective processing technologies that fit to the existing ruminant production setting for upgrading feed resources from LCB.

The improvement of LCB nutritive quality through processing technologies would influence the trade-off of crop residue uses (feed, mulching for soil fertility) that are common in the mixed crop-livestock system (Valbuena et al. 2015). Assessing the specific properties of those processing technologies to indicate their potential and constraints would be a worthy tool to make recommendation of their prospective application in specific ruminant production system. The properties of the processing technologies are assessed from technical, economical or environmental perspectives. Advantages properties of the processing

technologies such as delignification capacity, minimum degradation of cellulose and hemicellulose, avoiding of negative effect on the palatability, avoiding of toxic compound generation, cost effectivity, technical simplicity and environmental friendly are the properties related to the animal feed production.

Physical process such as chopping and shredding are relatively simple and less expensive and so should be suited for small scale and industrial ruminant production. Except for production of pellet feed, ball-milled process is extremely expensive due to high energy consumption. Nutritionally, there is limitation due to fine particles produced that can escape more easily from the rumen before being digested (Falls et al. 2017). Most chemical processings are relatively costly, less safe and potentially cause environmental pollution. AFEX are preferred since they removed most the lignin (Rizal et al. 2018). AFEX technologies is effective on straw, stover and stalk of cereal crops and sugar cane (Balan 2014). The AFEX processing also produces only solid product that make it a prospective option (Blümmel et al. 2014). The aqueous ammonia soaking (AAS) could be a prospective treatment for oil palm processing residues such as oil palm empty bunch and oil palm mesocarp that contain high level of lignin. The urea processing is seemed to be the most adaptive processing technology for the mix crop- livestock smallholders. It is cheaper compared to other alkaline treatment, and it is easily applied at either farm or industrial levels with no potential for environmental pollution. Ammonia and urea treatments have technical advantages (easy to perform and safe), economic advantages (less costly) and nutritional advantages (extra crude protein). The common method used is using 4 kg of urea per 100 kg straw soaked in 60-100 L of water for 1-2 weeks (Schiere 2010). Processing treatment using hydrogen peroxide could be prospective in industrial ruminant production since it operates in mild condition and does not pollute the biomass (Kucharska et al. 2018). Biological treatment using solid state fermentation method require much less energy and infrastructures to operate, and environmentally safe and could be a potentially prospective processing technology for small scale and industrial ruminant production.

Table 4. The potential of biomass from plantation crops in main regions of Indonesia

Region	Biomass production, t DM/year	Main crops
Sumatera	274,633,807	Oil palm, cacao, sugar cane
Kalimantan	22,726,190	Oil palm, cacao
Sulawesi	3,602,733	Cacao
Java	2,067,509	Sugar cane

Source: Calculated from Widiawati et al. (2019)

However, Kuijk et al. (2015) suggested that biological processing treatment would have greater potential application at industrial scale when there are fungal strain that have been selected with improved genetic potential for use under optimal cultivation and harvesting conditions. Although productivity of ruminant animals could be improved significantly by processing technologies on LCB, the large adoption of processing technologies in the Indonesia production system are rare. This may associate with the typical smallholder ruminant production system where little direct benefit would be expected from higher animal productivity through technology uptake. However, the increasing demand of meat for growing population will encourage a more intensive ruminant production system either under integrated crop-animal production or the feedlot industry systems. As production system become more intensive and less land is available for forage production the processing technologies to optimaize the use of LCB as feed for ruminants is becoming more prospective.

CONCLUSION

There are many recent and novel processing technologies that have been developed to process LCB originally designed for the purpose of biofuel production. Principally, these technologies are compatible for production of LCB-based ruminant feeds. Ruminant animals have responded positively to the pretreated LCB when included in diet at various levels as indicated by the increased DM and OM digestibility of diet and better rate of gain or milk production. Selection for the appropriate technologies for animal feed production need to consider the economic, technical and environmental aspects. Currently, acids treatment seem to be the least prospective for animal feed production at present due to the economic and environment point of view. In ruminant production system, among the alkaline based-processings, the urea treatment still remains the most prospective chemical processing technology for smallholders, while for intensive and industrial ruminant production system the AFEX processing technologies is considered to be prospective.

REFERENCES

- Adesogan AT, Arriola KG, Jiang Y, Oyeade A, Paula EM, Pech-Cervantes AA, Romero JJ, Ferraretto LF, Vyas D. 2019. Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. *J Dairy Sci.* 102:5726-5755.
- Aditya HB, Mahlia TMI, Chong WT, Nur H, Sebayang. AH. 2016. Second generation biothermal production: A critical review. *Renew Sustain Energy Rev.* 66:631-653.
- Agbor VB, Cicek N, Sparling R, Berlin A, Levin DB. 2011. Biomass pretreatment: Fundamentals toward application. *Biotechnol Adv.* 2:675-685.
- Ahmadi F, Zamiri MJ, Khorvash M, Ziaee E, Polikarpov I. 2016. Pre-treatment of sugarcane bagasse with a combination of sodium hydroxide and lime for improving the ruminal degradability: optimization of process parameters using response surface methodology. *J Appl Anim Res.* 44:287-296.
- Akram MZ, Firincioglu SY. 2019. The use of agricultural crop residues as alternatives to conventional feedstuffs for ruminants: A Review. *Eurasian J Agric Res.* 3:58-66.
- Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World agriculture toward 2030/2050 the revision 2012. Food Agricultural Organization United Nations. 146. doi: 10.1016/S0264.8377(03)00047-4.
- Arora DS, Sharma RK, Chandra P. 2011. Bidelignification of wheat straw and its effect on *in vitro* digestibility and antioxidant properties. *Int Biodeterioration Biodegradation.* 65:352-358.
- Balan V. 2014. Current challenges in commercially producing biofuel from lignocellulosic biomass. *ISRN Biotechnology.* Article ID 463074. doi: 10.1155/2014/463074.
- Barlianti V, Hendarsyah DH, Abimanyu.H. 2015. Effects of alkaline pretreatments on properties of lignocellulosic oil palm waste. *Proced Chem.* 16:195-201.
- Behera S, Dahnum, Arora R, Nandhagopal N, Kumar S. 2014. Important of chemical for bioconversion of lignocellulosic biomass. *Renew Sustain Energy Rev.* 36:1-106.
- Bhat SM, Shilpa. 2015. Lignocellulosic feestock conversion, inhibitor detoxification and cellulosic hydrolysis-a review. *Biofuels.* doi: 10.1080/17597269.2014.1003702.
- Blümmel M, Homann-Kee TS, Valbuena D, Duncan AJ, Herrero M. 2013. Biomass in crop livestock system in the context of the livestock revolution. *Secheresse.* 24:330-339. doi: 10.1684/sec.2013.0403.
- Blümmel M, Steele B, Dale BE. 2014. Opportunities from second generation biofuel technologies for upgrading lignocellulosic biomass for livestock feed. *CAB Reviews.* Vol. 9 No. 041.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2019. Jakarta (Indonesia): Badan Pusat Statistik. 333 hlm.
- Casperson BA, Wertz-Lutz AE, Dunn JL, Donkin SS. 2018. Inclusion of calcium hydroxide- treated corn stover as a partial forage replacement in diets for lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 101:2027–2036.
- Chanjula P, Petcharat V, Cherdthong A. 2018. Rumen characteristics and feed utilization in goats fed with

- biologically treated oil palm fronds as roughage in a total mixed ration. *South Afr J Anim Sci.* 48:1049-1056.
- De Moraes Rocha GJ, Nascimento VM, Goncalves AR, Silva VFN, Martin C. 2015. Influence of mixed sugarcane bagasse samples evaluated by elemental and physical chemical composition. *Ind Crops Prod.* 64:52–58.
- Fariani A, Abrar A, Muslim G, Warly L. 2015. Supplementation of fermented palm press fibre on digestibility of rice straw and rumen bacteria profile. *Pak J Nutr.* 14:80-83.
- Falls M, Meysing D, Liang C, Karim MN, Carstens G, Tedeschi LO, Holtzaple MT. 2017. Development of highly digestible animal feed from lignocellulosic biomass Part 2: Oxidative lime pretreatment (OLP) and shock treatment of corn stover. *Transl Anim Sci.* 1:215–220.
- Financia R, Moniruzzamana M, Uemuraa Y. 2016. Enhanced enzymatic delignification of oil palm biomass with ionic liquid pretreatment. *Biochem Engineering J.* 110:1-7.
- Ginting SP, Simanihuruk K, Tarigan A, Pond KR. 2018. Nutritional support for small ruminant development based on oil palm by-products. *Wartazoa.* 28:189-198.
- Guerriero G, Hausman J-F, Strauss J, Ertan H, Siddiqui KS. 2016. Lignocellulosic biomass: Biosynthesis, degradation and industrial utilization. *Eng Life Sci.* 16:1-16.
- Guilherme AA, Dantas PVF, Soares JCJ, dos Santos ES, Fernandes FAN, de Macedo GR. 2017. Pretreatment and enzyme hydrolysis of sugar cane bagasse aiming at the enhancement of the yield of glucose and xylose. *Braz J Chem Eng.* 34:934-947.
- Hashim R, Nadhari WNAW, Sulaiman O, Kawamura F, Hizioglu, Sato SM, Sugimoto T, Seng TG, Tanaka R. 2011. Characterization of raw materials and manufactured binderless particle board from oil palm biomass. *Materials Design.* 32:246-254.
- Hassim HA, Lourenco M, Goh YM, Baars JJP, Flevez V. 2012. Rumen degradation of oil palm fronds is improved through pre-digestion with white rot fungi but not through supplementation with yeast or enzymes. *Can J Anim Sci.* 92:79-87.
- Huang YF, Chiueh PT, Lo SL. 2016. A review on microwave pyrolysis of lignocellulosic biomass. *Sustain Environ Res.* 26:103-109.
- Ichwan M, Son TW. 2011. Study on organosolv pulping methods of oil palm biomass. In: *International Seminar on Chemistry.* p. 364-370.
- Intasit R, Yeesang J, Cheirsilp B. 2019. Biological pretreatment of empty fruit bunch (EFB) using oleaginous *Aspergillus tubingensis* TSIP9. *J Water Environ Technol.* 17:244–250.
- Jonathan SG, Okorie AN, Garuba EO, Babayemi OJ. 2012. Bioconversion of sorghum stalk and rice straw into value added ruminant feed using *Pleurotus pulmonarius*. *Nat Sci.* 10:10-16.
- Karunanithy V, Muthukumarappan K. 2011. Optimizing extrusion pretreatment and big blustem parameters for enzymatic hydrolysis to produce biofuel using response surface methodology. *Int J Agric Biol Eng.* 4:61-74.
- Kholif AE, Khattab HM, El-Shewy AA, Salem AZM, Kholif AM, El-Sayed MM, Gado HM, Mariezcurrena MD. 2014. Nutrient digestibility, ruminal fermentation activities, serum parameters and milk production and composition of lactating goats fed diets containing rice straw treated with *Pleurotus ostreatus*. *Asian Australas J Anim Sci.* 3:357-364.
- Kristiani A, Abimanyu H, Setiawan AH, Sudiarmanto, Aulia F. 2013. Effect of pretreatment process by using diluted acid to characteristic of oil palm's frond. *Energy Procedia.* 32:183-189.
- Kucharska K, Rybarczyk P, Holowacz I, Lukajtis R, Glinka M, Kaminski M. 2018. Pretreatment of lignocellulosic materials as substrate for fermentation processes. *Molecules.* 23:2937-2968.
- Kumar AK, Sharma S. 2017. Recent updates on different methods of pretreatment of lignocellulosic feedstocks: A review. *Bioresour Bioprocess.* 4:7-26.
- Laconi EB, Jayanegara A. 2015. Improving nutritional quality of cocoa pod (*Theobroma cacao*) through chemical and biological treatments for ruminant feeding: *in vitro* and *in vivo* evaluation. *Asian Australas J Anim Sci.* 28:343-350.
- Latif AB, Harun S, Sajab MS, Markom M, Jahim JM. 2018. Ammonia-based pretreatment for lignocellulosic biomass conversion-An overview. *J Eng Sci Technol.* 13:1595-1620.
- Lee J, Jeffries TW. 2011. Efficiencies of acid catalysts in the hydrolysis of lignocellulosic biomass over a range of combined severity factors. *Biosour Technol.* 102:5884-5890.
- Lee JC, Houtman J, Kim H, Choi I, Jeffries TW. 2011. Scale-up study of oxalic acid pretreatment of agricultural lignocellulosic biomass for the production of bioethanol. *Biores Technol.* 102:7451-7456.
- Lini FZ, Widjaja T, Hendrianie N, Altway A, Nurkhamidah S, Tansil Y. 2018. The effect of organosolv pretreatment on optimization of hydrolysis process to produce the reducing sugar. *MATEC Web of Conferences* 154, 01022. The 2nd International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development. 7 p.
- Lucas M, Hanson SK, Wagner GL, Kimball DB, Rector KD. 2012. Evidence for room temperature delignification of wood using hydrogen peroxide and manganese acetate as catalyst. *Bioresour Technol.* 11:174-180.

- Mafa MS, Malgas S, Bhattacharya A, Rashmuse K, Pletschke BI. 2020. The effects of alkaline pretreatment on agricultural biomass (corn cob and sweet sorghum bagasse) and their hydrolysis by a termite-derived enzyme cocktail. *Agronomy*. 10:1211. doi: 10.3390/agronomy10081211.
- Mahesh MS, Mohini M. 2013. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. *Afr J Biotechnol*. 12:4221-4231.
- Makarim AK, Sumarno, Suyanto. 2007. *Jerami padi: pengelolaan dan pemanfaatan*. Bogor (Indonesia): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. 52 p.
- Malik K, Tokkas J, Anand RC, Kumari. 2015. Pretreated rice straw as an improved fodder for ruminants-An overview. *J Appl Nat Sci*. 7:514-520.
- Maryana R, Ma'rifatun D, Wheni A, Satriyo KW, Rizal WA. 2014. Alkaline pretreatment on sugarcane bagasse for bioethanol production. *Energy Procedia* 47:250-254.
- Metri Y, Warly L, Suyitman. 2018. Biodegradation of lignin by white rot fungi (*Pleurotus ostreatus*) to decrease the fibre components in the palm midrib. *Pak J Nut*. 17:71-75.
- Mor P, Bals B, AK Tyagi, Tyagi FN, Kumar S, Bringi V, Vande Haar M. 2018. Effect of ammonia fiber expansion on the available energy content of wheat straw fed to lactating cattle and buffalo in India. *J Dairy Sci*. 101:7990-8003
- Mor P, Bals B, Kumar S, Tyagi N, Reen JK, Tyagi B, Choudhury PK, Tyagi AK. 2019. Influence of replacing concentrate mixture with AFEX pellets on rumen fermentation, blood metabolites and acetamide content in the rumen of crossbred (Alpine x Beetle) female goats. *Small Rumin Res*. 170:109-115.
- Mottet A, de Haan C, Falcucci A, Tempio G, Opio C, Gerber P. 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*. doi: 10.1016/j.gfs.2017.01.001.
- Muscat A, de Olde EM, de Boer IJM, Ripoll-Bosc R. 2019. The battle for biomass: A systematic review of food-feed-fuel competition. *Global Food Security*. doi: 10.1016/j.gfs.2019.10033.
- Mustabi J, Wedawati, Armayanti AK. 2018. Improving quality and digestibility of cocoa pod with white rot fungi. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Science* 157. doi:10.1088/1755-1315/157/1/012002.
- Mokomele T, da Costa Sousa L, Bals B, Balan V, Goosen N, Dale BE, Grogens JF. 2018. Using steam explosion or AFEX to produce animal feed in a biorefinery based on sugarcane residues. *Biofuel Bioproduct Biorefining*. 12:978-996.
- Montgomery LFR, Bochmann G. 2014. pretreatment of feedstock for enhanced biogas production. Baxter D, editor. *IEA Bioenergy*. 24 p.
- Nayan N, Sonnenberg ASM, Hendriks WH, Cone JW. 2018. Screening of white-rot fungi for bioprocessing of wheat straw into ruminant feed. *J Appl Microbiol*. doi: 10.1111/jam.13894.
- Nazir N, Novelina, E. Juita, C. Amelia, Fatli R. 2016. Optimization of pre-treatment process of cocoa pod husk using various chemical solvents. *Int J Adv Sci Eng Information Technol*. 6:403-409.
- Nazratul N, Rakib FMY, Zailan MRM, Yaakub H. 2019. Nutritive composition of oil palm empty fruit bunch fibers treated with mycelia culture of *Lingzhi* (*Ganoderma lucidum*) as a potential ruminant feedstuff. *Mal J Anim Sci*. 22:35-46.
- Nitsos R, Rova U. 2017. Organosolv fractionation of softwood biomass for biofuel and biorefinary application. *Energies*. 11:50.
- Owen H, Smith T, Makkar HPS. 2012. Success and failure with animal nutrition practices and technologies in developing countries. A synthesis of an FAO e-conference. *Anim Feed Sci Technol*. 174:211-226.
- Panahi HKS, Dehghani M, Aghbashlo M, Karimi K, Tabatabaei M. 2020. Conversion of residues from agro-food industry into bioethanol in Iran: An undervalued biofuel additive to phase out MTBE in gasoline. *Renewable Energy*. 145:699-710.
- Puastuti W, Yulistiani D, Mathius IW, Giyai F, Dihansih E. 2010. Ransum berbasis kulit buah kakao yang disuplementasi Zn organik: respon pertumbuhan pada domba. *JITV*. 16:269-277.
- Puastuti W, Yulistiani D. 2011. Utilization of urea and fish meal in cocoa pod silage based rations to increase the growth of Etawah crossbred goats. In: Ali A, Kamil KA, Alimon AR, Orskov, Zentek J, Tanuwirya UH, editors. *Proceeding 2nd International Seminar AINI Feed Safety Health Food*. Bandung, July 6-7th, 2011. Bandung (Indonesia): Padjadjaran University. p. 463-469.
- Rizal NA, Ibrahim MF, Zakaria M, Bahrin EK, Abd Aziz S, Hassan M. 2018. Combination of superheated steam with laccase pretreatment together with size reduction to enhance enzymatic hydrolysis of oil palm biomass. *Molecules*. 23:811-817.
- Rusli ND, Azmi MA, Mat K, Hasnita CH, Wan-Zahari M, Azhar M, Zamri-Saad K, Hassim HA. 2019. The effect of physical and biological pre-treatments of oil palm frondson in vitro ruminal degradability. *Pertanika J Trop Agric Sci*. 42:791-805.
- Saha BC, Cotta MA. 2014. Alkaline peroxide pretreatment of corn stover for enzymatic saccharification and ethanol production. *Industrial Biotechnol*. 10:34-41.
- Schiere JB. 2010. Cereal straw as ruminant feeds: Problem and prospects revisited. *Anim Nutr Feed Technol*. 10S:127-153.
- Sharma RK, Arora DS. 2014. Bioprocessing of wheat and paddy straw for their nutritional up-grading. *Bioprocess Biosyst Eng*. 37:1437-1445.

- Shreck AL, Nuttelman BL, Harding JL, Griffin WA, Erickson GE., Klopfenstein TJ, Cecava MJ. 2015. Digestibility and performance of steers fed low-quality cropresidues treated with calcium oxide to partially replace corn in distillers grains finishing diets. *J Anim Sci.* 93:661–671.
- Sirisan V, Pattarajinda V, Duanyai S. 2019. Effect of feeding sugarcane bagasse treated with alkali and white rot fungi on dairy cow performance, blood metabolite and ruminant fermentation. *Indian J Anim Res.* doi: 10.18805/ijar.B-1084.
- Swain MR, Krishnan C. 2015. Improved conversion of rice straw to ethanol and xylitol by combination of moderate temperature ammonia pretreatment and sequencing fermentation using *Candida tropicalis*. *Industr Crops Prod.* 77:1039-1046.
- Talaiekhosani A, Rezania S. 2020. A critical review on the various pretreatment technologies of lignocellulosic materials. *J Env Treatment Tech.* 8:925-935.
- Tan,H.T, Lee KT, Mohamed AR. 2011. pretreatment of lignocellulosic palm biomass using a solvent-ionic liquid [BMIM] Cl for glucose recovery: An optimization study using respons surface methodology. *Carbohydr Polym.* 83:1862-1868.
- Tao L, Zhang LX, Tu Y, Zhang NF, Si BW, Ma T, Diao QY. 2016. Improving thr in situ ruminal degradability of maize stalk using inoculant in dorper x thin-tailebhan crossed ewes. *Small Rumin Res.* 144:119-125.
- Uppugundla N, da Costa Sousa L, Chundawat SPS, Yu, Simmons XB, Singh S, Gao X, Kumar R, Wyman C.E, Dale BE, Balan V. 2014. A comparative study of ethanol production using dilute acid, ionic liquid and AFEX™ pretreated corn stover. *Biotechnol Biofuels.* 7:72-85.
- Valbuena D, Sabine HT, Erenstein O, Teufel N, Duncan A, Abdoulaye T, Swain B, Kekonnen K, Germaine I, Gérard B. 2015. Identifying determinants, pressure and trade-off of crop residue use in mixed smallholder farms in Sub-Saharan Africa and South Asia. *Q Agric Syst.* 134:107-118.
- Van Kuijk SJA, Sonnenberg ASM, Baars JJP, Hendricks WH, Cone JW.2015. Fungal treated lignocellulosic biomass as ruminant feed ingredient: A Review. *Biotechnol Adv.* 33:191-202.
- Van Zanten HHE, van Ittersum MK, De Boer IJM. 2019. The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security.* 21:18-22.
- Wang K, Nan X, Tong J, Zha G, Jiang L, Xiong B. 2020. Steam explosion pretreatment changes ruminal fermentation in vitro of corn stover by shifting archaeal and bacterial community structure. *Front Microbiol.* 11:1-10.
- Wang Y, McAllister TA, Lora JH. 2017. Effect of purified lignin on in vitro rumen metabolism and growth performance of fee lot cattle. *Asian-Austral J Anim Sci.* 30:392-399.
- Widiawati Y, Matondang RH, Rahayu CT, Hidayat IR, Ramadhan BA, Fauzi MI. 2019. Bahan pakan ruminansia berbasis produk samping/biomassa industri perkebunan. Bogor (Indonesia): IPB Press. 226 p.
- Wu H, Zhou Z, Yang Y, Meng Q. 2020. Effect of steam explosion of oil palm frond and empty fruit bunch on nutrient composition and ruminal fermentation characteristics. *Trop Anim Health Prod.* 52:1223–1228.
- Yulistiani D, Puastuti W. 2012. Produk samping pertanian untuk pakan dan prediksi emisi gas metana pada ruminansia. Dalam: Potensi bahan pakan lokal untuk menurunkan gas metana ternak ruminansia. Jakarta (Indonesia): IAARD Press.
- Zakaria MR, Hirata S, Hassan MA. 2014. Combine pretreatment using alkaline hydrothermal and ball milling to enhance enzymatic hydrolysis of oil palm mesocarp fibre. *Bioresour Technol.* 169:236-243.

Potensi Senyawa Bioaktif Daun Kelor (*Moringa oleifera*, Lam) untuk Peningkatan Kinerja Reproduksi Ternak Kelinci

(The Potential of Bioactive Compound Moringa Leaf to Improve Rabbit Reproductive Performance)

Setiasih¹, AM Abdurrahman¹ dan H Soetanto²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur

²Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Kontributor utama: setiasihchaidar@gmail.com

(Diterima 29 Maret 2021 – Direvisi 11 Mei 2021 – Disetujui 11 Juni 2021)

ABSTRACT

Moringa leaf is a potential animal feed material because it has a complete nutrient content as well as many bioactive compounds. Among its bioactive compounds are phytosterols and isoflavones. This paper aims to describe the importance of moringa leaf as feed supplementation to improve rabbit reproductive performance. The bioactive compounds in moringa leaf have an important role to trigger reproductive hormones. Phytosterols have a chemical structure similar to that of cholesterol that can be used as precursors of steroid hormones (testosterone, estradiol and progesterone). Isoflavones are one of the flavonoid compounds, also have estrogenic activity and are able to bind with estrogen receptors i.e. ER- α and ER- β . Because of these bioactive compounds, moringa leaves are potential to be utilized as feed supplements as aphrodisiac for bucks, stimulating estrous, and increasing litter size and milk production of does, reduce mortality and increase weaning weight and average daily gain of bunnies.

Key words: Moringa oleifera, phytosterols, isoflavones, reproduction, rabbit

ABSTRAK

Daun kelor merupakan bahan pakan ternak yang potensial karena memiliki kandungan nutrisi lengkap serta banyak senyawa bioaktif. Diantara kandungan senyawa bioaktifnya adalah *fitosterol* dan *isoflavan*. Makalah ini bertujuan untuk menguraikan penting daun moringa sebagai suplemen pakan untuk meningkatkan performa reproduksi kelinci. Senyawa bioaktif dalam daun moringa tersebut memiliki peran penting sebagai pemicu bagi hormon-hormon reproduksi. *Fitosterol* memiliki struktur kimia mirip dengan kolesterol yang dapat digunakan sebagai prekursor hormon-hormon steroid (testosteron, estradiol dan progesteron). *Isoflavan* adalah golongan senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas estrogenik, mampu berikatan dengan reseptor estrogen yaitu ER- α dan ER- β . Daun kelor yang mengandung fitosterol dan isoflavan dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pakan *aphrodisiac* bagi kelinci jantan, akan meningkatkan estrus, *litter size* anak, dan meningkatkan produksi susu pada induk kelinci, menurunkan angka mortalitas dan meningkatkan bobot sapih dan pertambahan bobot badan harian (PBBH) anak kelinci.

Kata kunci: Kelor, fitosterol, isoflavan, reproduksi, kelinci

PENDAHULUAN

Kelinci merupakan salah satu ternak yang dibudidayakan di Indonesia sebagai hewan kesayangan, hewan coba dan sumber protein hewani bagi manusia. Perkembangan populasi kelinci menurut data Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan tahun 2018 dan 2019 meningkat 0,58% dan 1,34% dari tahun sebelumnya (Dirjen PKH 2020). Salah satu penyebab rendahnya perkembangan populasi adalah rendahnya *litter size* dan masih tingginya angka mortalitas anak Tarsono et al. (2009) melaporkan, bahwa angka *litter size* induk kelinci sekitar 3-4 ekor. Hal ini bisa dipengaruhi oleh

kualitas pakan yang sangat berdampak terhadap kinerja reproduksi kelinci.

Kelinci membutuhkan pakan dalam jumlah dan kualitas yang memadai sehingga akan dicapai kinerja reproduksi yang optimal. Smith & Akinbamijo (2000) melaporkan, bahwa pengaruh faktor nutrisi pada kinerja reproduksi disebabkan oleh banyak hal seperti kecukupan energi, protein, vitamin A, vitamin E, selenium, cooper dan seng serta faktor lain seperti adanya fitoestrogen. Reproduksi merupakan keseluruhan proses yang meliputi perkembangan sistem reproduksi mulai dari perkembangan sel gonad sampai dengan terbentuknya anak. Hormon merupakan suatu substansi yang penting terlibat dalam sistem

reproduksi, keberadaannya sangat diperlukan dalam segala aspek pengaturan tubuh, selain pengaturan yang dilakukan oleh syaraf.

Salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja reproduksi kelinci dapat dilakukan melalui pemberian pakan alternatif yang memiliki kandungan nutrisi tinggi dan memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder misalnya fitoestrogen yang dapat mengefektifkan fungsi-fungsi reproduksi dalam tubuh ternak. Fitoestrogen merupakan golongan senyawa bioaktif alami yang terdapat pada tanaman yang memiliki struktur dan fungsi yang sama dengan estradiol pada mamalia. Jenis fitoestrogen antara lain isoflavan, lignan dan coumestrol. Fitosterol juga disebut sebagai fitoestrogen karena strukturnya yang mirip dengan kolesterol yang berguna sebagai prekursor estradiol (Ryokkynen 2006). Isoflavan dihidrolisis oleh mikroflora di dalam usus menjadi p-ethyl-phenol dan equol yang selanjutnya dapat berinteraksi dengan reseptor dalam nukleus yaitu ER α dan ER β melalui jalur genomik dan nongenomik (Potocka et al. 2013).

Pengaruh penggunaan fitoestrogen masih menjadi kontroversi hingga saat ini karena bisa memberikan dampak yang berbeda-beda. Banyak hasil publikasi tentang pengaruh pemberian fitoestrogen terhadap reproduksi, namun hanya menggunakan hewan laboratorium atau hewan percobaan terutama kelompok rodensia saja. Selain itu hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan pengaruh yang bervariasi. Respon biologis fitoestrogen pada hewan bergantung pada faktor-faktor seperti jenis ternak, umur, jenis kelamin, dosis, cara pemberian, dan metabolisme (Ryokkynen 2006) maupun fase reproduksi (Pawiroharsono 2001). Bagian-bagian dari tanaman kelor telah dilaporkan memiliki kandungan fitoestrogen yaitu isoflavan maupun fitosterol.

Pengaruh pemberian kelor pada reproduksi hewan coba yaitu tikus dan ternak kelinci jantan antara lain meliputi fungsi *aphrodisiac* dan meningkatkan fungsi kelenjar prostat (Fahey 2005). Bagian tanaman kelor yang termasuk abortifisien adalah bunga, akar, kulit batang, dan *gum*; *aphrodisiac* adalah akar dan kulit batang, pengontrol kelahiran adalah kulit batang, pelancar laktasi adalah daun dan peningkatan fungsi prostat adalah minyak dari biji kelor. Karya tulis ini akan menguraikan tentang potensi isoflavan dan fitosterol daun kelor untuk meningkatkan kinerja reproduksi kelinci yaitu *litter size*, bobot sapih dan daya hidup (*viability*) anak.

PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DAUN KELOR TERHADAP REPRODUKSI KELINCI

Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan tentang pengaruh pemberian daun maupun bagian lain

dari tanaman kelor (*Moringa oleifera*, Lam) terhadap reproduksi (Tabel 1). Pemberian daun kelor telah dilaporkan memiliki efek pelancar susu (*galactagogue*) (Fahey 2005) yaitu meningkatkan produksi air susu pada manusia (Estrella et al. 2000) dan pada tikus wistar (Mutiarra et al. 2013). Olla et al. (2012) melaporkan bahwa pemberian daun kelor memberi pengaruh yang lebih baik pada fertilitas dan *litter size* kelinci dari pada yang diberi pakan *Cajanus cajan* maupun *Centrosema pubescen*. Nath et al. (1992) melaporkan pemberian ekstrak etanol 90% atau ekstrak air daun kelor bersifat anti fertilitas yang dapat menghalangi implantasi dan menimbulkan abortus pada dosis 175 mg/kg (BB). Sifat antifertilitas juga dilaporkan terjadi pada akar dan kulit batang kelor (Raj et al. 2011) serta pada biji kelor (Musa-Azara et al. 2014). Pengaruh *abortifisien* daun kelor tidak ditemukan pada pemberian daun kelor segar atau kering dalam bentuk tepung daun. Pemberian daun kelor segar sebanyak 2 % bobot badan tidak berpengaruh pada kinerja reproduksi induk kelinci (Odeyinka et al. 2008). Ayodele et al. (2014) melaporkan, bahwa suplementasi 20% tepung daun kelor pada ransum kelinci berpengaruh terbaik pada parameter penampilan reproduksi yaitu *litter size*, berat lahir anak sekelahiran dan produksi susu yang diinterpretasikan dari berat sapih dan mortalitas anak.

Pengaruh pemberian daun kelor dalam bentuk ekstrak maupun segar atau tepung daun kelor kering dapat meningkatkan kinerja reproduksi kelinci jantan yaitu tingkat libido maupun kualitas sperma. Peningkatan kinerja reproduksi pada kelinci jantan ini dipengaruhi oleh fitosterol dan isoflavan daun kelor yang dapat meningkatkan kadar testosteron (Zyood & Shawakfa 2006).

Banyak penelitian yang melaporkan tidak adanya pengaruh pemberian daun kelor atau ekstrak daun kelor pada *litter size* kelinci, hal ini kemungkinan karena tidak adanya pengaruh fitosterol atau isoflavan daun kelor dalam stimulasi FSH maupun LH yang merupakan hormon protein. Lilibeth & Glorina (2010) melaporkan bahwa pemberian tepung daun kelor berpengaruh pada ketebalan dinding epiderma uterus tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar hormon LH dan FSH pada hewan coba tikus. Setiasih (2018) melaporkan pemberian ekstrak kelor dengan berbagai jenis pelarut sampai dosis setara 20% dalam pakan konsentrat tidak berpengaruh nyata pada kadar FSH dan berpengaruh nyata pada LH pada 2 jam setelah kelinci kawin. Muelas et al. (2007) mengamati bahwa hormon FSH merupakan hormon yang bekerja pada pembentukan folikel pada ovarium. Kadar FSH dalam darah berhubungan dengan laju ovulasi dan *litter size*. LH pada kelinci betina akan dikeluarkan bila terjadi rangsangan berupa kopulasi dan kadar LH tertinggi pada 2 jam setelah kopulasi/kawin (Lebas et al. 1986).

Tabel 1. Hasil-hasil penelitian pengaruh pemberian pakan daun kelor pada reproduksi ternak kelinci

Ternak/hewan coba	Perlakuan	Hasil penelitian	Referensi
Kelinci jantan	Substitusi tepung daun kelor sampai 15% dalam pakan	Tidak berpengaruh pada morfometri testis maupun kualitas sperma	Abu et al. (2013)
Kelinci jantan	Ekstrak air daun kelor 100 g tepung daun kelor/l air sebagai air minum	Meningkatkan kekebalan, sintesis protein serum dan kinerja reproduksi kelinci (konsentrasi dan motilitas sperma, skor libido).	Iwuji et al. (2016)
Kelinci betina	Daun kelor sebagai pakan, 2% bobot badan	Dapat mengganti hijauan <i>Centrosema pubescens</i> sampai 100% (2% bobot badan) tanpa mempengaruhi performa reproduksi induk	Odeyinka et al. (2008)
Kelinci betina	Daun kelor sebagai pakan, 2% bobot badan	Pemberian daun kelor <i>ad-libitum</i> dengan penambahan konsentrat 2% dari BB dapat meningkatkan fertilitas dan litter size kelinci dibanding <i>Cajanus cajan</i> atau <i>Centrosema pubescens</i> .	Olla et al. (2012)
Kelinci betina	Substitusi <i>M. oleifera</i> dan <i>M. stenopetala</i>	Tidak berpengaruh terhadap tampilan reproduksi yaitu lama bunting, litter size saat lahir dan sapih, <i>litter weight</i> saat lahir dan sapih, <i>parturition weight</i> , total produksi susu dan PBBH anak.	Odeyinka et al. (2013)
Kelinci betina	Tepung daun kelor sebagai pakan	Penggunaan 4,8% tepung daun kelor tidak menghasilkan efek negatif pada performan reproduksi terbaik <i>pada litter size</i> , mortalitas anak sampai sapih, bobot lahir dan bobot sapih.	Alemede et al. (2014)
Kelinci betina	Tepung daun kelor sebagai pakan	Tidak berbeda nyata pada <i>litter size</i> , <i>litter weight</i> terbaik pada level 10% konsentrat, dan produksi susu yg diinterpretasikan pada bobot sapih terbaik.	Ayodele et al. (2014)
Kelinci betina	Ekstrak daun kelor dengan pelarut berbeda pada pakan	Pemberian ekstrak daun kelor etanol dengan dosis 0,54 % atau setara 10% tepung daun kelor dalam konsentrat dapat meningkatkan produksi susu, bobot sapih, dan menurunkan mortalitas anak tidak berbeda nyata pada litter size	Setiasih et al. (2019)
Kelinci betina	Tepung daun kelor + lada hitam	Pemberian 6% tepung daun kelor + 700 g lada hitam dalam konsentrat meningkatkan <i>litter weight</i> saat sapih, total produksi susu dan menurunkan mortalitas anak	Mohammed et al. (2019)

KANDUNGAN BIOAKTIF DAUN KELOR

Senyawa bioaktif ditemukan pada hampir semua bagian tanaman kelor yaitu pada akar, batang, daun, polong, kulit polong, gum, biji dan minyak biji. Jenis senyawa bioaktif pada bagian-bagian tanaman kelor adalah jenis flavonoid, fenolik, steroid, glikosida, triterpenoid, saponin dan alkaloid.

Mutiara et al. (2013) melaporkan bahwa kandungan senyawa fitosterol dalam tepung daun kelor dipengaruhi oleh proses pengolahan. Kandungan senyawa fitosterol pada tepung daun kelor tertinggi didapatkan pada tepung daun kelor yang mendapatkan perlakuan awal *blanching* kukus yaitu mengandung kampesterol 348,05 ppm,

stigmasterol 2410 ppm dan β -sitosterol 3321,17 ppm. Karthivashan et al. (2015) melaporkan adanya senyawa flavonoid pada ekstrak air daun kelor yaitu quercetin dan kaempferol akan tetapi tidak ada senyawa isoflavon, sedangkan senyawa isoflavon 2,6,5'-trimethyl-8-3'-dimethoxyisoflavone dari ekstrak etanol heksan dari daun kelor.

Kandungan fitoestrogen pada daun kelor berbeda dengan yang terkandung pada kedelai dan daun katuk. Pada kedelai mempunyai fitoestrogen utama berupa isoflavon jenis genistin (Pawiroharsono 2001) dan pada daun katuk mengandung senyawa mirip estradiol yaitu androstan-17-one,3-ethyl-3-hydroxy-5alpha (C₂₁H₂₄O₂)

Tabel 2. Senyawa bioaktif pada daun kelor

Senyawa bioaktif	Referensi
Nitril glukosida, niazirin, niazirin – nitrile glycosides, 4- (4-O-acetyl- α -L-rhamnosyloksi) benzil isothiocyanat, niamiziminin A dan B.	Makkar et al. (2007)
Quercetin-3-O glucoside, quercetin-3-O (6'' malonylglucoside), kaempferol-3-O (6''malonyl-glucoside), 3- caffeoylguinic, 5-caffeoylguinic acid.	Wadhwa et al. (2013)
Fenolik (flavonoid, anthocianin, proanthocianin dan cinnamat)	Makkar et al. (2007)
4-(alpha-l-rhamnopyranosyloxy) - benzylglucosinolate dan tiga isomer monoacetil dari glucosinolat.	Bennett et al. (2003)
B-Sitosterol, stigmasterol, kampesterol	Mutiara et al. (2013)
B-Sitosterol, stigmasterol, kampesterol, lanosterol	Setiasih (2018)
Daidzein, formononetin, biochianina, glycitein	Setiasih (2018)
Quercetin dan kaemferol	Karthivashan et al. (2015)
Daidzein, formononetin, genistein, ginisten, dan daidzin	
Genistein	Leone et al. (2015)

yang berfungsi sebagai prekursor hormon-hormon steroid, dan bersama dengan senyawa yang lain dapat memodulasi hormon-hormon laktogenesis dan laktasi (Suprayogi et al. 2012).

Fitosterol dan isoflavon merupakan senyawa bioaktif yang memiliki sifat estrogenik, sehingga dikaitkan dengan peran daun kelor dalam mempengaruhi proses reproduksi ternak. Fitosterol dilaporkan terdapat pada minyak biji kelor dengan kandungan β -sitosterol merupakan komponen fitosterol terbesar (43,65 – 50,07%) dibanding stigmasterol (16,87 – 19%) dan kampesterol (15,13 – 16%) (Anwar et al. 2007).

Leone et al. (2015) melaporkan bahwa pada tepung daun kelor tidak ditemukan isoflavon daidzein dan apigenin, tetapi ditemukan genistein dengan kadar 0,118 mg/g dan epicatechin 5,68 mg/g. Jenis-jenis flavonoid yang lain seperti kaemferol, myricetin, quercetin dan rutin ada dalam daun kelor dalam jumlah yang lebih banyak. Karthivashan et al. (2015) melaporkan adanya isoflavon berupa daidzein, formononetin, genistein, ginisten, dan daidzin pada tepung daun kelor yang berfungsi sebagai antioksidan dan meningkatkan penampilan produksi ayam pedaging.

MANFAAT ISOFLAVON DAN FITOSTEROL PADA REPRODUKSI KELINCI

Isoflavon mendapat perhatian dalam bidang kesehatan ternak karena dapat memacu pertumbuhan ternak jantan, memacu perkembangan kelenjar mammae dan laktasi serta meningkatkan performa produksi unggas petelur (Zhang et al. 2010). Pada manusia isoflavon penting untuk pencegahan osteoporosis,

simtom menopause, arteriosclerosis, penyakit hati dan kanker (Garritano et al. 2005; Richard 2004).

Daidzein merupakan senyawa isoflavon glikon seperti genistein dan isoprunitin. Garritano et al. (2005) menerangkan bahwa melalui pengujian aktivitas estrogenik secara *in vitro*, mengukur kemampuannya berinteraksi dengan reseptor estradiol yaitu ER α dan ER β dengan menggunakan rekombinan *Saccharomyces cerevisiae* maka diketahui bahwa kemampuan estrogenik daidzein di bawah genistein. Pawiroharsono (2001) menyebutkan bahwa daidzein merupakan isoflavon yang memiliki kemampuan aktivitas estrogenik lebih tinggi dari pada isoflavon yang lain. Aktivitas estrogenik terkait dengan struktur isoflavon yang dapat ditransformasikan menjadi equol, dimana equol mempunyai struktur seperti hormon estrogen.

Biochanin A (5,7-dihidroksi-4-methoxyisoflavone) adalah fitoestrogen, yang banyak ditemukan di semanggi merah (Jalaludeen et al. 2016) dan biji buncis 1420–3080 mg/100 g (Jukanti et al. 2012) yang telah dipelajari secara ekstensif untuk aktivitas farmakologi yaitu berkhasiat sebagai antikanker, anti-inflamasi, saraf, dan efek antioksidan. Biochanin A juga memiliki *chelating* logam dan efek antioksidan yang lebih baik dari pada beberapa isoflavon lainnya. Pemberian biochanin A sebanyak 20 mg/kgBB/hari dapat mencegah hepatotoksitas arsenik pada penyakit hati kronis tikus (Jalaludeen et al. 2016).

Zhang et al. (2010) mempelajari struktur dan sifat senyawa alami antioksidan termasuk daidzein, genistein dan turunannya yaitu 4'-O-metil, formononetin dan biochanin A. Analisis menggunakan metode *Density Functional Theory* (DFT) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang ditemukan melalui TEAC Assay adalah dalam urutan

sebagai berikut: genistein> daidzein> biochanin A> formononetin.

Iqbal et al. (2013) melaporkan bahwa formononetin positif dapat mempengaruhi respon imun dan meningkatkan pertumbuhan broiler tergantung pada usia dan dosis yang diberikan. Pemberian formononetin dapat memperbaiki konversi pakan dan pemberian dosis 10 mg/kg pakan secara signifikan meningkatkan kualitas daging, selain itu formononetin adalah senyawa isoflavon yang memiliki respon terhadap estrogen reseptor (Ji et al. 2006).

Fitosterol memiliki struktur kimia yang mirip dengan kolesterol. Semua hormon steroid disintesis dari kolesterol. Wu et al. (2005) menyatakan bahwa konsumsi fitosterol meningkatkan konsentrasi estradiol, estron, dan *sex hormone binding globulin* (SHBG) pada serum darah, sedangkan Zyood & Shawakfa (2006) menyatakan bahwa sitosterol melalui metabolisme mampu diubah menjadi pregnolon dan dehidroepiandrosteron yang merupakan prekursor hormon-hormon steroid seperti estradiol, progesteron dan testosteron.

DAUN KELOR SEBAGAI GALAKTOGOGUM HERBA

Galaktogogum adalah obat atau bahan-bahan lain yang diyakini membantu dalam inisiasi, pemeliharaan, atau augmentasi produksi susu (Rajagopal et al. 2016; Wadhwa et al. 2013). Obat-obatan yang berfungsi sebagai galaktogogum seperti *chlorpromazine*, *metoclopramide*, *oxytocin*, *domperidone*, *sulpiride*, *growth hormone*, *medroxyprogesterone* dan *thyrotrophin releasing hormone* (Zuppa et al. 2010).

Hormon-hormon tertentu seperti; oksitosin, somatotropin, thyrotrophin melepaskan hormon juga dimanfaatkan sebagai galaktogogum. Hormon ini menyebabkan kontraksi dari sel-sel mioepitel yang mengelilingi alveoli dan saluran menyebabkan ejeksi susu (Westfall 2003). Efek samping dari hormon ini relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan galaktogogum kimia yang berupa obat-obatan farmasi. Adanya efek samping penggunaan galaktogogum kimia menyebabkan orang berpaling pada pendekatan alternatif melalui pemanfaatan produk-produk herbal yang memiliki khasiat galaktogogum yang aman. Penggunaan tanaman herbal dan produknya diyakini mampu meningkatkan produksi susu dan telah memiliki sejarah panjang di beberapa negara di dunia sebagai obat tradisional untuk meningkatkan produksi susu. Antonette et al. (2002) melaporkan bahwa efek daun kelor sebagai pelancar susu sama dengan domperidone dan metaclopramide. Penggunaan galaktogogum herba diyakini lebih aman karena lebih sedikit menimbulkan efek samping (Tabares et al. 2014).

Sánchez (2006) melaporkan, bahwa pemberian pakan daun kelor 2-3 kg bahan kering perhari dapat meningkatkan secara nyata pada konsumsi BK, pencernaan nutrisi dan produksi susu sapi perah yang diberi pakan basal hay *Brachiaria brizantha* pada iklim tropis kering tanpa mempengaruhi komposisi susu (lemak, protein kasar, total padatan) dan karakteristik organoleptik susu. Setiasih et al. (2019) melaporkan bahwa penambahan ekstrak daun kelor dengan pelarut etanol yang mengandung fitosterol dan isoflavon dengan 0,54% atau setara 10% tepung daun kelor dalam konsentrat lebih potensial sebagai galaktogogum pada induk kelinci dari pada pelarut heksan atau campuran heksan dan etanol (50:50). Peningkatan produksi susu induk kelinci yang diberi ekstrak etanol 0,54% setara 10% tepung daun kelor dalam konsentrat juga diikuti oleh kenaikan jumlah sel epitel susu sampai 300%, dan jumlah alveoli aktif 63 % dan diameter alveolus 50%.

Senyawa galaktogogum berhubungan dengan kerja hormon, sehingga diduga bahwa senyawa-senyawa fitohormon yang ada dalam daun *Moringa oleifera* berperan dalam meningkatkan produksi susu. Menurut Tabares et al. (2014) pengaruh galaktogogum herba pada produksi susu adalah melalui mekanisme aksi estrogenik. Potocka et al. (2013), melaporkan bahwa fitoestrogen berupa isoflavon genistin dihidrolisis oleh mikroflora di dalam usus menjadi p-ethyl-phenol dan daidzein menjadi equol yang selanjutnya dapat berinteraksi dengan reseptor dalam nukleus yaitu ER α dan ER β melalui jalur genomik dan non genomik.

Xinmei et al. (2015) melaporkan bahwa suplementasi sejumlah fitosterol selama tahap awal laktasi pada sapi dapat meningkatkan produksi susu dan komposisi susu, dan meningkatkan kadar lemak susu, kadar laktoprotein dan padatan non-lemak, sementara jumlah sel somatik dan urea nitrogen susu mengalami penurunan, serta dapat menyeimbangkan asupan energi dan protein, dan meningkatkan kinerja susu sapi perah. Berdasarkan laporan Santell et al. (1997) bahwa pemberian isoflavon genistein maupun hormon estradiol pada tikus yang di ovariektomi menyebabkan adanya peningkatan kadar prolaktin dalam darah. Hal ini meyakinkan bahwa ada hubungan antara fitoestrogen dan estradiol yang diberikan mempengaruhi sekresi hormon prolaktin yang berdampak pada produksi susu.

Produksi susu merupakan hasil dari mekanisme dalam sel mioepitel (endositosis) dan mekanisme pelepasan (eksositosis) (Tucker 2000) yang berhubungan dengan hormon oksitosin dan prolaktin. Hormon oksitosin yang dikeluarkan oleh hypothalamus mendorong kontraksi dalam sel mioepitel sehingga susu dapat disekresikan, sedangkan prolaktin berfungsi memelihara produksi susu (laktogenesis) (Lollivier et

al. 2006). Kleden et al. (2017) melaporkan adanya peningkatan kadar hormon prolaktin darah pada kelinci laktasi yang diberi tambahan pakan tepung daun kelor.

Aktifitas estrogenik senyawa fitosterol dapat meningkatkan hormon estradiol dan progesteron. Progesteron merangsang pembentukan sel sekretori kelenjar mammae sedangkan estradiol merangsang hipofisa posterior untuk melepaskan oksitosin yang berfungsi untuk pelepasan susu dan merangsang hipofisa anterior untuk mengeluarkan prolaktin dan *growth hormone* yang berfungsi merangsang pertumbuhan kelenjar mammae dan produksi susu (Suprayogi et al. 2012).

Daun kelor dapat diberikan dalam bentuk segar maupun dalam bentuk kering berupa tepung daun kelor yang dicampur dalam konsentrat/pellet baik pada kelinci jantan maupun betina. Pemberian pakan daun kelor segar dapat diberikan 2 % dari bobot badan dalam bahan kering. Pemberian tepung daun kelor dilaporkan bagus dalam meningkatkan kinerja reproduksi adalah pada level 10 - 20 % dari konsentrat/pellet. Walaupun tidak ada laporan kasus aborsi dari pemberian pakan kelor segar atau tepung daun kelor sampai 20% dalam konsentrat tetapi perlu dipertimbangkan pemberian daun kelor dalam jumlah banyak dan terus-menerus pada kelinci bunting. Penggunaan pakan daun kelor sangat dianjurkan pada kelinci laktasi karena dapat meningkatkan produksi susu.

KESIMPULAN

Suplementasi daun kelor dalam pakan ternak bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan untuk memacu kerja hormon-hormon reproduksi. Kandungan senyawa bioaktif terutama isoflavon dan fitosterol pada daun kelor merupakan prekursor hormon steroid (estrogen, progesteron dan testosteron). Pemberian pakan daun kelor pada kelinci jantan sebanyak 15% dari pakan, atau pemberian air minum dari ekstrak air daun kelor yang direbus (100 g/L air) dapat meningkatkan performa reproduksi yaitu peningkatan libido dan kualitas sperma. Pemberian tepung daun kelor segar sebanyak 2% dari bobot badan tidak berpengaruh negatif pada reproduksi ternak betina. Pemberian tepung daun kelor dapat dicampur dalam konsentrat diberikan pada 10% konsentrat akan meningkatkan produksi susu induk yang berefek pada peningkatan bobot sapih dan menurunkan mortalitas anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu AH, Ahemen T, Ikpechukmu P. 2013. The testicular morphometry and sperm quality of rabbit bucks fed graded levels of *Moringa oleifera* leaf meal (Molm). *Agrosearch*. 13:49-56.
- Antonette ME, Hernandez A, Benjamin G. 2002. A comparative study on the efficacy of the different galactagogues among mothers with lactational insufficiency. *Philippine J Pediatrics*. 51:88-92.
- Alemede IC, Onyeji EA, Tsado DN, ShiwoyaEL. 2014. Reproductive response of rabbits dose to diets containing varying levels of horseradish (*Moringa oleifera*) leaf meal. *J Biol Agric Healthcare*. 4:62-68.
- Anwar F, Latif S, Asraf M, Gilani AH. 2007. *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicine uses. *Phytother Res*. 21:17-25.
- Ayodele AE, Adeola JR, Mayowa AT. 2014. Reproductive performance of rabbit does fed graded levels of *Moringa oleifera* leaf meal based diet. *Int J Sci*. 3:49-53.
- Bennett RN, Mellon FA, Foidl N, Pratt DU, Pont MS, Perkins L, Kroon PA. 2003. Profiling glucosinolates and phenolic in vegetative and reproductive tissue of the multipurpose tree. *Moringa oleifera* L (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *J Agric Food Chem*. 51:3546-3553.
- [Dirjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2020. Populasi kelinci menurut propinsi 2015–2019. [Diakses pada 28 Desember 2020]. Available from: <https://www.pertanian.go.id/home/index.php?show=repo&fileNum=419>.
- Estrella MCP, Jacinto Blas V MD, MantaringMD, David GZ, Michelle A, TaupM.D. 2000. A double-blind, randomized controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of patern infants. *Philippine J Pediatry*. 49:3-6.
- Fahey JW. 2005. *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties part 1 [Internet]. [Diakses pada 28 Desember 2020]. Available from: <http://www.TFLJournal.org/article.php/20051201124931586>.
- Garritano S, Pinto B, Giachi I, Pistelli L, Reali D. 2005. Assessment of estrogenic activity of flavonoids from Mediterranean plants using an in vitro short-term test. *Phytomedicine* 12:143-147. doi: 10.1016/j.phymed.2004.01.004.
- Iqbal MF, Khan RNA, Hashim MM, Ahmad T, Mian AA, Ishaq K, Rehman A. 2013. Formononetin influences growth and immune responses in broilers. *Pak J Zool*. 45:1015–1020.
- Iwuji, TC, Obiejezie, NR, Ogbuewu IP, Etuk IF, Ahiwe EU, Kadurumba OE, Ezea J. 2016. Reproductive and haemato-biochemical influence of aqueous extracts of *Moringa oleifera* leaves on adult New Zealand Rabbit Bucks. *Int J Life Sci Technol*. 9:74-80.
- Jalaludeen AM, Ha WT, Lee R, Kim JH, Do JT, Park C, Heo YT, Lee WY, Song H. 2016. Biochanin a ameliorates arsenic-induced hepato- and hematotoxicity in rats. *Molecules*. 21:1–15.

- Ji ZN, Zhao WY, Liao GR, Choi RC, Lo CK, Dong TTX, Tsim KWK. 2006. In vitro estrogenic activity of formononetin by two bioassay systems. *Gynecol Endocrinol*. 22:578–584.
- Jukanti A, Gaur PM, Gowda CL, Chibbar R. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *Br J Nutr*. 108:S11–26. doi: 10.1017/S0007114512000797.
- Karthivashan G, Arulselvan P, Alimon AR, Ismail IS, Fakurazi S. 2015. Competing role of bioactive constituents in *Moringa oleifera* extract and conventional nutrition feed on the performance of Cobb 500 broilers. *BioMed Res Int*. 4:112–120.
- Kleden MM, Soetanto H, Kusmartono, Kuswanto. 2017. Concentration of progesterone and prolactin hormones and milk production of New Zealand White rabbits doe fed moringa leaves meal. *Mediterranean J Soc*. 8:79–86.
- Lebas F, Coudert P, Rouvier R, de Rochambeau H. 1986. The rabbit. husbandry, health and production. Rome (Italy): Food and Agricultural Organization of United Nations. p. 21–65.
- Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. 2015. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. *Int J Molec Sci*. 16:791–835.
- Lilibeth AC, Glorina LP. 2010. Effects *Moringa oleifera* lam (Moringaceae) on the reproduction of male mice (*Mus musculus*). *J Med Plant Res*. 4:115–121.
- Lollivier VP, Marnet G, Delpal S, Rainteau D, Archard C, Rabot A, Bousquet MO. 2006. Oxytocin stimulates secretory processes in lactating rabbit mammary epithelial cells. *J Physiol*. 570:125–140.
- Makkar HPS, Francis G, Becker K. 2007. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*. 1:1371–1391. doi: 10.1017/S175173110700029.
- Mohammed AA, Iyeghe-Erakpotobor GT, Zahraddeen D, Barje PP, Samuel FU. 2019. Growth and reproductive performance of rabbit does fed *Moringa oleifera* leaf meal based diets supplemented with garlic, ginger or black pepper. *J Anim Prod Res*. 31:74–87.
- Muelas R, Cano P, Garcia ML, Esquifino A, Argente MJ. 2007. Influence of FSH, LH, and prolactin on the components of litter size in rabbit does. Xicato G, Trocino A, Lukefahr SD, editors. Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, 10–13 June 2008. Castanet-Tolosan (France): World Rabbit Science Association. p. 405–410.
- Musa-Azara SI, Jibrin M, Ari MM, Hassan DI, Ogah DM. 2014. Effects of *Moringa oleifera* Linn seed administration on sperm production rate and gonadal sperm reserve in rabbits. *Br Biotechnol J*. 4:801–805. doi: 10.9734/BBJ/2014/7782.
- Mutiara KT, Harijono, Estiasih T, Wahyuni ES. 2013. Effect lactagogue *Moringa* leaves (*Moringa oleifera* Lam) powder in rats white female Wistar. *J Basic Appl Sci Res*. 3:430–434.
- Nath D, Sethi N, Singh RK, Jain AK. 1992. Commonly used Indian abortifacient plants with special reference to their teratologic effect in rats. *J Ethnopharmacol*. 36:147–154.
- Odeyinka SM, Oyedele OJ, Adeleke TO, Odedire JA. 2008. Reproductive performance of rabbits fed *Moringa oleifera* as a replacement for *Centrosema pubescens*. Xicato G, Trocino A, Lukefahr SD, editors. Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, 10–13 June 2008. Castanet-Tolosan (France): World Rabbit Science Association. p. 411–415.
- Odeyinka SM. 2013. Reproductive performance of rabbits fed *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetalaleave*. Proceedings of Water, Food, Energy and Innovation for a Suitable World, ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings. Tampa, November 3–6, 2013. Florida (USA).
- Olla SI, Williams OS, Obamajure IA, Okunlola AM. 2012. Sexual receptivity and conception rate of rabbit does fed selected perennial forages In Ile-Ife, Nigeria. Proceedings 10th World Rabbit Congress. Sharm El Seikh, September 3–6, 2012. Sharm El Sheikh (Egypt). p. 291–295.
- Pawiroharsono S. 2001. Prospek dan manfaat isoflavon untuk kesehatan [Internet]. [disitasi 12 Pebruari 2016]. Tersedia dari: <https://www.scribd.com/doc/117479146/Prospek-Dan-Manfaat-Isoflavon-Untuk-Kesehatan>.
- Potocka WB, Mannelli C, Boruszewska D, Lowalczyk-Zieba I, Wasniewski T, Skarzynski DJ. 2013. Diverse effects of phytoestrogens on the reproductive performance: Cow as a model. *Int J Endocrinol*. 2013:1–15.
- Raj A, Singh A, Sharma A, Singh N, Kumar P, Bhatia V. 2011. Antifertility activity of medicinal plants on reproductive system of female rat. *Int J Bio-Engineering Sci Technol*. 2:44–50.
- Rajagopal PL, Premaletha K, Sreejith KR. 2016. A comprehensive review on safe galactogogues. *World J Pharmaceutical Res*. 5:1629–1640.
- Ryokkynen A. 2006. Effects of phytoestrogens on reproduction and weight regulation of mammals [Dissertations]. [Joensuu (Finland)]: University of Eastern Finland.
- Santell RC, Chang YC, Nair MG, Helferich WG. 1997. Dietary genistein exerts estrogenic effects upon the uterus, mammary gland and the hypothalamic/pituitary axis in rats. *J Nutr*. 127:263–269.
- Setiasih. 2018. Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*, LAM) pada pakan terhadap

- perkembangan organ reproduksi, mekanisme hormon dan kinerja reproduksi induk kelinci [Disertasi]. [Malang (Indonesia)]: Universitas Brawijaya.
- Setiasih, Wahjuningsih S, Winarsih S, Soetanto H. 2019. The effects of adding *Moringa oleifera* leaves extract on rabbit does' milk production and mammary gland histology. Russ J Agric Socio-Econom Sci. 92:296-304.
- Sánchez NR. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential fodder species for ruminants in Nicaragua [Dissertation]. [Uppsala (Sweden)]: University of Agricultural Sciences Uppsala.
- Smith OB, Akinbamijo OO. 2000. Micronutrients and reproduction in farm animals. Anim Reprod Sci. 60–61:549–560.
- Suprayogi A, Kusharto CM, Astuti DA. 2012. Produksi fraksi ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynous*) sebagai bahan *feed additive* dalam peningkatan kualitas kesehatan daging domba. Laporan Akhir Penelitian DIKTI. hlm. 10-15.
- Tabares FP, Jaramillo JVB, Tatiana Ruiz-Cortés Z. 2014. Pharmacological overview of galactogogues. Vet Medic Int. 2014:1-20.
- Tarsono, Najamudin, Mustaring, Duma Y, Supriono, 2009. Performa litter kelinci induk lokal yang diberi pakan hijauan ubi jalar disuplementasi sejumlah konsentrat berbeda. J Agroland. 16:78-84.
- Tucker HA. 2000. Hormones, mammary growth and lactation. J Dairy Sci. 83:874-884.
- Wadhwa S, Panwar MS, Saini N, Rawat S, Singhal S. 2013. A review on commercial, traditional uses, phytoconstituents and pharmacological activity of *Moringa oleifera*. Global J Trad Med Sys. 2:1-13.
- Westfall RE. 2003. Herbal healing in pregnancy: women's experiences. J Herb Pharmacother. 3:17-39.
- Wu WH, Liu LY, Chung CJ, Jou HJ, Wang J. 2005. Estrogenic effect of yam ingestion in healthy post menopausal women. J Am Col Nutr. 24:235-243.
- Xinmei X, Ning X, Jianbin H. 2015. Physiological function of phytosterol and its application. Anim Husb Feed Sci. 7:67–69.
- Zhang JF, Peng DB, Lu R, Gao H, Zhou Z. 2010. Structure, electronic properties, and radical scavenging mechanisms of daidzein, genistein, formononetin, and biochanin A: A density functional study. J Molec Structure: Theochem. 955:1–6.
- Zuppa A, Sindico A, Orchi P, Carducci C, Cardiello V, Romagnoli C, Catenazzi P. 2010. Safety and efficacy of galactogogues: Substances that induce. Maintain and increase breast milk production. J Pharm Pharmaceut Sci. 13:162-174.
- Zyood TAI, Shawakfa K. 2006. Phytosterol. Jordan (Jordan): University of Science of Technology. p. 25-32.

Manfaat Senyawa Bioaktif Dedak Padi untuk Pakan Fungsional Ternak Ayam

(Beneficial of Bioactive Compound of Rice Bran for Chicken's Functional Feed)

Cecep Hidayat, E Wina dan S Sopiya

Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor
Kontributor utama: hidayat_c2p@yahoo.com

(Diterima 1 Maret 2021 – Direvisi 27 Mei 2021 – Disetujui 10 Juni 2021)

ABSTRACT

Rice bran is a feed ingredient as a result of the rice milling process which widely used as an energy source in the feed formulation in the chicken diet. Rice bran contains various nutrients such as oil, protein, carbohydrates (especially starch), beta-glucans, and pectins. Rice bran contains bioactive compounds that have positive effects on the chicken performance and health. Recently, rice bran's bioactive compounds have been developed as a source of making functional feed. The objective of this study was to review the bioactive compounds in rice bran and their benefits in order to produce chicken's functional feed. The results of the study showed that rice bran contains oryzanol as an important bioactive compound that has high antioxidant activity. Furthermore, other bioactive compound, lysolecithin, has an ability to reduce cholesterol content in blood, meat and eggs of chicken. Besides, rice bran extract is reported to exert antibacterial activity and has immunomodulator function. It was concluded that the bioactive compounds of rice bran is potential to be used as a substance for making functional feed for chickens.

Key words: Rice bran, bioactive compounds, chicken, oryzanol, lysolecithin

ABSTRAK

Dedak padi merupakan bahan pakan hasil ikutan proses penggilingan padi yang banyak digunakan sebagai bahan pakan sumber energi dalam ransum ayam. Dedak padi dilaporkan mengandung berbagai nutrisi seperti minyak, protein, karbohidrat (terutama pati). Dedak padi juga dilaporkan memiliki senyawa-senyawa bioaktif yang berefek positif bagi performa dan kesehatan ternak ayam. Saat ini, senyawa-senyawa bioaktif dari dedak padi mulai dikembangkan sebagai sumber untuk pembuatan pakan fungsional yang bertujuan meningkatkan aspek kesehatan ternak. Penulisan makalah ini bertujuan untuk mengulas senyawa-senyawa bioaktif pada dedak padi serta manfaatnya dalam rangka untuk menghasilkan pakan fungsional untuk ternak ayam. Hasil studi menunjukkan bahwa dedak padi mengandung oryzanol sebagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Senyawa bioaktif lain, lysolecithin memiliki kemampuan untuk menurunkan kolesterol dalam darah, daging dan telur ayam. Ekstrak dedak padi juga dilaporkan memiliki kemampuan sebagai antibakteri, dan dapat berperan sebagai immunomodulator. Dapat disimpulkan bahwa senyawa-senyawa bioaktif dedak padi potensial untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pakan fungsional untuk ternak ayam.

Kata kunci: Dedak padi, senyawa bioaktif, ayam, oryzanol, lysolecithin

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan imbuhan pakan untuk ternak unggas di Indonesia dilaporkan sangat besar. Berdasarkan data dari Asosiasi Obat Hewan Indonesia (ASOHI) diketahui bahwa nilai pasar imbuhan pakan (*feed additive*) untuk perunggasan nasional pada tahun 2019 sebesar 2,47 triliun, dengan kenaikan 6-8% pertahunnya. Hal ini terjadi akibat dari meningkatnya produksi pakan nasional, yaitu sebesar 7% pertahunnya (Trobos 2020). Besarnya pasar industri imbuhan pakan nasional di atas, tentu merupakan peluang pasar yang besar dan perlu dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh produsen imbuhan pakan nasional dengan

menggunakan bahan baku berbasis sumber daya lokal. Salah satu bahan lokal yang dilaporkan banyak tersedia di seluruh wilayah Indonesia, serta memiliki senyawa bioaktif yang potensial untuk dikembangkan sebagai imbuhan pakan adalah dedak padi.

Dedak padi merupakan bahan pakan hasil ikutan proses penggilingan padi menjadi beras. Sebagai negara dengan makanan pokoknya nasi, maka padi merupakan bahan baku sumber bahan pangan utama bagi masyarakat Indonesia, sehingga keberadaannya tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Dedak padi selama ini biasa digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan pakan untuk ternak, termasuk untuk ternak ayam. Proses penggilingan padi menghasilkan

70% beras (*endosperm*) sebagai produk utama, dan 20% sekam padi, 8% dedak padi dan 2% *rice germ* (embrio padi) sebagai produk sampingan (Nagendra-Prasad et al. 2011). Produksi padi pada tahun 2020 di Indonesia diperkirakan sebesar 55,16 juta ton (BPS 2020); dengan produksi tersebut potensi ketersediaan dedak padi nasional dapat mencapai 4,41 juta ton. Dedak padi memiliki warna coklat dalam bentuk bubuk halus yang keluar selama proses pengupasan dan penggilingan padi dilakukan. Dedak padi terdiri dari *aleurone* (lapisan protein atau cadangan makanan yang terdapat dalam sitoplasma tumbuhan dalam bentuk butir-butir protein) dan *pericarp* (jaringan yang mengelilingi biji).

Dedak padi dilaporkan mengandung berbagai nutrisi seperti minyak, protein, karbohidrat (terutama pati), beta-glukan, dan pektin (Sawadikiat et al. 2015). Lebih lengkap, Nagendra-Prasad et al. (2011) melaporkan bahwa dedak padi mengandung 15-20% minyak, 12-16% protein, 34-52% karbohidrat tersedia, 7-11% serat kasar, dan 7-10% abu. Dedak padi juga mengandung selulosa, hemiselulosa, pektin, arabinoxylan, lignin, dan β -glukan. Selain itu, dedak padi juga mengandung mikronutrien seperti kalsium, magnesium, dan vitamin B9; dan asam amino esensial seperti triptofan, histidin, sistein, dan arginin (Salehi & Sardarodiyani 2016). Xia et al. (2012) mengatakan bahwa dedak padi merupakan sumber protein yang baik karena mengandung asam amino yang seimbang. Ryan et al. (2011) mengatakan bahwa dedak padi dilaporkan mengandung minyak dengan profil asam lemak yang sangat baik. Minyak dedak padi mengandung 90-96% lemak yang dapat disaponifikasi (disabunkan) dan sekitar 4% lemak yang tidak dapat disaponifikasi. Lemak yang dapat disaponifikasi terdiri dari 68-71% trigliserida, 2-3% digliserida, 5-6% monogliserida, 2-3% asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*), 2-3% lilin, 5-7% glikolipid, dan 3-4% fosfolipid (Ryan et al. 2011). Dengan profil lemak tersebut membuat dedak padi menjadi bahan pakan sumber energi dan asam lemak tidak jenuh yang baik untuk ternak ayam (Kang & Kim 2016).

Dedak padi juga dilaporkan mengandung sejumlah besar unsur mineral termasuk fosfor, kalium, magnesium, kalsium, dan mangan (Sohail et al. 2016). Xia et al. (2012) mengatakan bahwa dedak padi mengandung senyawa bioaktif seperti γ -oryzanol, tokoferol dan tokotrienols, yang dilaporkan memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Sohail et al. 2016). Keunggulan lainnya dedak padi adalah dilaporkan memiliki fungsi sebagai immunomodulator. Penggunaan dedak padi pada hewan uji dilaporkan mampu meningkatkan respon imun (Henderson et al. 2012b).

Selain memiliki banyak kelebihan, penggunaan dedak padi sebagai bahan pakan dalam ransum ayam di

batasi dengan beberapa pembatas yaitu, (a) rentan terhadap ketengikan, (b) memiliki kandungan fitat yang tinggi, (c) mengandung tripsin inhibitor, (d) serta memiliki kandungan serat yang tinggi, sehingga membatasi penggunaannya dalam pakan ayam, yaitu maksimum penggunaannya hanya maksimum 20% (Sanchez et al. 2019). Seiring perkembangan teknologi pada bidang ilmu nutrisi pakan, saat ini mulai banyak dikembangkan dedak padi tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan pakan sumber energi untuk ternak. Saat ini, senyawa-senyawa bioaktif dedak padi mulai dikembangkan sebagai sumber untuk pembuatan pakan fungsional untuk tujuan meningkatkan aspek kesehatan ternak (Bhat et al. 2020; Nagendra-Prasad et al. 2011), termasuk pada ternak ayam (Kang & Kim 2016). Oleh karena itu, makalah ini dibuat dengan tujuan untuk mengulas senyawa-senyawa bioaktif pada dedak padi serta manfaatnya, sebagai bagian dari proses untuk menghasilkan pakan fungsional untuk ternak ayam.

SENYAWA BIOAKTIF DEDAK PADI

Pagar et al. (2015) menyatakan bahwa dalam tumbuhan terdapat senyawa yang termasuk ke dalam metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer tumbuhan berperan dalam fungsi kehidupan dasar seperti pembelahan dan pertumbuhan sel, respirasi, penyimpanan dan reproduksi. Sementara itu, metabolit sekunder tidak diperlukan oleh suatu sel (organisme) untuk hidup, tetapi berperan dalam melindungi tumbuhan dari serangan dari pihak luar, baik biotik (bakteri, jamur, nematoda, serangga atau penggembalaan oleh hewan) dan abiotik (suhu, kelembaban yang tinggi, dan naungan) (Pagare et al. 2015).

Senyawa bioaktif dalam tanaman dapat didefinisikan sebagai metabolit sekunder tanaman yang menimbulkan efek farmakologis atau toksikologi pada manusia dan hewan (Guaadaoui et al. 2014). Dedak padi memiliki kadar nutrisi dan senyawa bioaktif yang bervariasi tergantung dari beberapa faktor, yaitu jenis padi, kondisi geografis tempat padi tumbuh dan metode pemrosesan dedak padi (Nagendra-Prasad et al. 2011). Senyawa bioaktif dedak padi, terdapat pada minyak dedak padi. Oleh karena itu, upaya pemanfaatan senyawa bioaktif dedak padi dapat dilakukan dengan melakukan ekstraksi, untuk mengeluarkan minyak dedak padi dari dedak padi utuh. Szczesniak et al. (2016) menjelaskan secara teknis proses pemisahan minyak dedak padi dari dedak padi dapat dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut heksana. Dalam proses pemisahannya, pelarut heksana dicampur langsung dengan dedak padi pada rasio 3:1 (berat pelarut : berat dedak), lalu dipanaskan hingga 60°

Tabel 1. Senyawa bioaktif yang terdapat dalam dedak padi

Asam fenolat	Flavonoid	Anthocyanin	Steroid
<i>Protocatechuic acid</i> : 2-7 (mg/100g)	<i>Apigenin</i> : 4-15 (mg/100g)	<i>Cyanidin-3-glucoside</i> : 179-2316 (µg/g)	<i>γ-oryzanol</i> : 1-9 (mg/g)
<i>p-coumaric acid</i> : 16-33 (mg/100g)	<i>Luteolin</i> : 2-10 (mg/100g)	<i>Peonidin-3-glucoside</i> : 9-245 (µg/g)	<i>α-tocopherol</i> : 41-43 (µg/g)
<i>Ferulic acid</i> : 17-28 (mg/100g)	<i>Catechin</i> : 8-22 (mg/100g)	<i>Cyanidin-3-rutinoside</i> : 0,70 (µg/g)	<i>γ-tocopherol</i> : 25-37 (µg/g).
<i>Cinnamic acid</i> : 9-25 (mg/100g)	<i>Myrecitin</i> : 5-12 (mg/100g)		<i>δ- tocopherol</i> : 0,25-4 (µg/g)
<i>Syringic acid</i> : 14-24 (mg/100g)	<i>Tricin</i> : 2-10 (µg/g)		<i>α-tocotrienol</i> : 4-11 (µg/g)
<i>Sinapic acid</i> : 209-258 (µg/g)	<i>Rutin</i> : 2-4 (µg/g)		<i>γ-tocotrienol</i> : 32-53 (µg/g)
<i>Gallic acid</i> : 26-161 (µg/g)	<i>Isorhamnetin</i> : 0,8 (µg/g)		<i>δ-tocotrienol</i> : 2-6 (µg/g)
<i>Hidroxybenzoic acid</i> : 52-443 (µg/g)	<i>Quercetin</i> : 2-15 (mg/100g)		
<i>Vanillic acid</i> : 0,98-36 (mg/100g)			
<i>Isoferulic acid</i> : 8-12 (mg/100g)			
<i>Caffeic acid</i> : 16-24 (µg/g)			

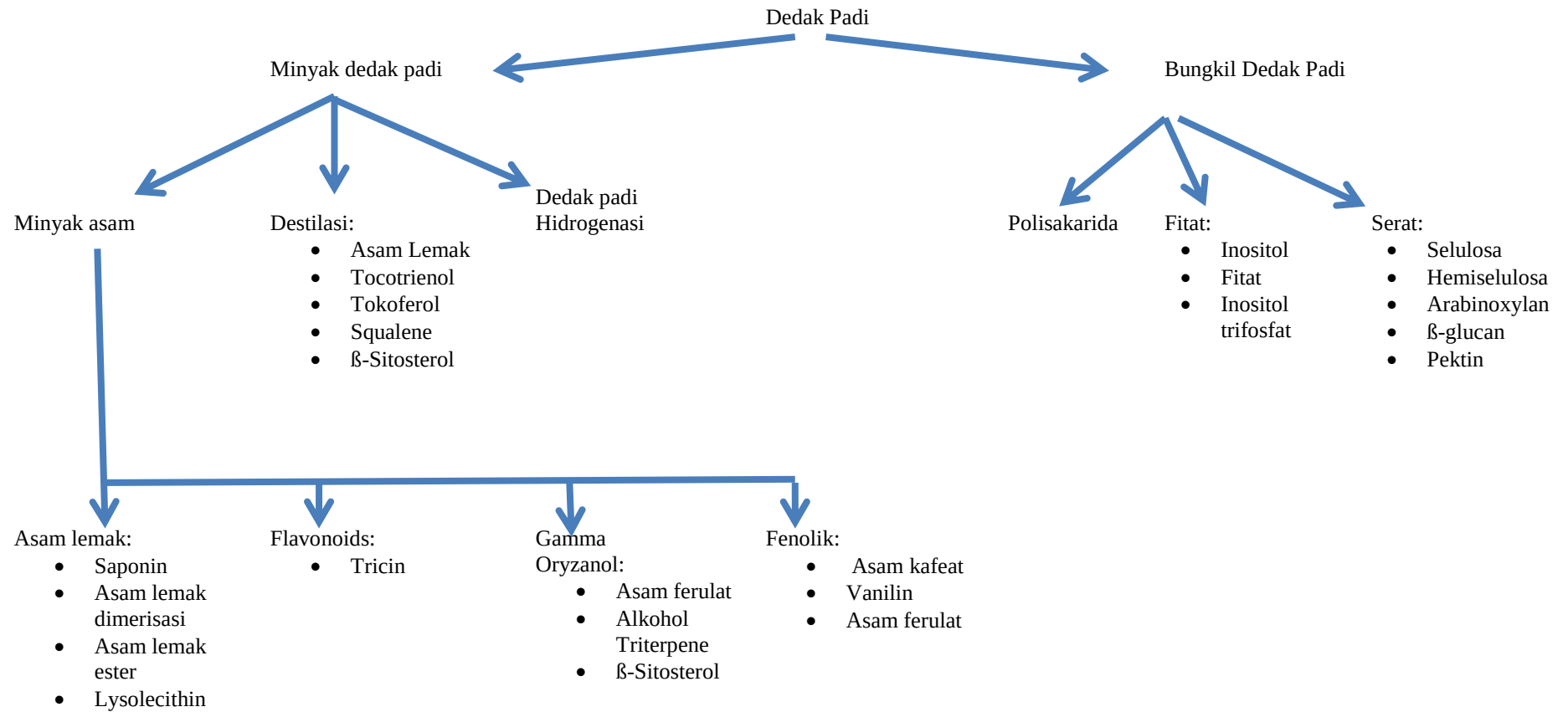
Sumber: Ghasemzadeh et al. (2018); Laokuldilok et al. (2011); Pang et al. (2017); Shao et al. (2014); Sumczynski et al. (2016); Poulev et al. (2017); Huang & Lai (2016)

pada wadah tertutup dan direndam dalam penangas air dengan suhu konstan pada suhu 40°C atau 60°C selama 40 menit. Penguapan dari proses pemanasan tersebut selanjutnya ditampung dan menghasilkan minyak dedak padi mentah (Bemvenuti et al. 2012; Nagendra-Prasad et al. 2011). Bungkil dedak padi atau dedak padi yang telah dikeluarkan minyaknya, tetap menunjukkan manfaat positif yang tidak berkurang terhadap performa ayam broiler ketika digunakan dalam pakan (Islam et al. 2018). Konsentrasi minyak pada dedak padi berkisar antara 14 dan 24% tergantung pada varietas padi, dan jenis penggilingan padi (NRC 2012).

Henderson et al. (2012a) mengatakan bahwa dedak padi ketika dipisahkan minyaknya, maka akan terbagi dua bagian, yaitu (1) Minyak dedak padi, dan (2) Bungkil dedak padi (Gambar 1). Minyak dedak padi yang diperoleh dengan proses ekstraksi maka akan menghasilkan minyak asam yang mengandung asam lemak (saponin, asam lemak dimerisasi, dan asam lemak ester); flavanoid (*tricin*); Gamma oryzanol (asam ferulat, alkohol triterpene, β-Sitosterol); dan fenolik (asam kafeat, vanilin, asam ferulat). Minyak dedak padi yang diproses dengan proses destilasi mengandung beberapa senyawa seperti asam lemak, tokotrienol, tokoferol, squalene, β-Sitosterol. Meskipun demikian, ternyata apa yang sudah diuraikan oleh

Henderson et al. (2012a) belum lengkap karena dari beberapa penulis lain dilaporkan banyak senyawa bioaktif dari kelompok fenolik yang terkandung dalam minyak dedak padi (Tabel 1).

Perkembangan penelitian tentang fitokimia dedak padi menunjukkan bahwa dedak padi mengandung ratusan senyawa bioaktif, yang terpenting diantaranya adalah oryzanol, tokoferol, dan tokotrienol (Oliveira et al. 2011). Senyawa bioaktif ini memiliki potensi antioksidan yang tinggi dibandingkan senyawa dedak padi lainnya (Sohail et al. 2016). Gamma-oryzanol merupakan senyawa fitokimia yang secara alami terdapat dalam minyak dedak padi dengan konsentrasi mulai dari 1,5% sampai 3% (Szczesniak et al. 2016). Kandungan γ-oryzanol dalam minyak dedak padi bervariasi tergantung varietas. Padi putih, merah dan hitam yang diekstraksi dengan pelarut heksana berurutan mengandung gamma-oryzanol sebanyak 13,34; 24,20; dan 15,00 ppm (Mumpuni & Ayustaningwarno 2013). Minyak dedak padi memiliki kemampuan menurunkan kolesterol. Hal ini dikarenakan minyak dedak padi memiliki konstituen (terutama γ-oryzanols) yang bertanggung jawab atas efek hipokolesterolemik dari minyak dedak padi (Mumpuni & Ayustaningwarno 2013).



Gambar 1. Rincian komponen yang ditemukan dalam dedak padi

Sumber: Henderson et al. 2012a

Gamma oryzanol dedak padi dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dalam melindungi sel dari kerusakan oleh *very-low-density lipoprotein*. (Szczeniak et al. 2016). Sohail et al. (2016) mengatakan bahwa γ -oryzanol memiliki efek yang mirip dengan vitamin E dalam meningkatkan pertumbuhan, memfasilitasi sirkulasi darah, dan sekresi hormonal. Gamma-oryzanol dalam dedak padi, dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan 10 kali lebih tinggi daripada tokoferol (Sohail et al. 2016). Gamma oryzanol merupakan senyawa kimia yang sebagian besar tersusun ester kompleks trans-ferulat (asam trans-hidroksi sinamat) dengan fitosterol (sterol dan alkohol triterpen), termasuk sikloartenol, β -sitosterol, 24-methylene cycloartenol berferulasi dan dominan kampesterol.

Kemampuan sifat antioksidan γ -oryzanol disebabkan karena γ -oryzanol mengandung asam ferulat yang merupakan antioksidan asam fenolik. Aktivitas antioksidan dari γ -oryzanol dalam mengurangi produk oksidasi kolesterol beracun menjadi sumber adanya kemampuan hipo-kolesterolemik dari dedak padi (Szczeniak et al. 2016). Gamma oryzanol bisa diekstraksi dari dedak padi menggunakan beberapa metode (Szczeniak et al. 2016). Ekstraksi gamma oryzanol dari dedak padi yang menghasilkan kadar gamma oryzanol yang tinggi dapat dilakukan melalui ekstraksi menggunakan pelarut *Butylmethylimidazolium hexafluorophosphate* [Bmim] PF₆ yang ditambahkan garam KH₂PO₄ (Trinovita et al. 2017).

MANFAAT PENGGUNAAN SENYAWA BIOAKTIF DEDAK PADI DALAM RANSUM AYAM

Penggunaan senyawa bioaktif dedak padi pada hewan uji disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa senyawa-senyawa bioaktif dedak padi memberikan dampak positif terhadap performa hewan uji, serta juga aspek lainnya, terutama kandungan kolesterol dalam darah dan telur. Minyak dedak padi kaya akan linoleat dan oleat yang merupakan asam lemak tak jenuh, serta senyawa bioaktif seperti γ -oryzanol, fitosterol, tokoferol, dan tokotrienol. Dengan kandungan senyawa bioaktif tersebut, minyak dedak padi memiliki manfaat dalam meningkatkan kesehatan ternak (Friedman 2013). Laporan lainnya, menunjukkan bahwa pemberian pakan yang disuplementasi dengan minyak dedak padi pada hewan percobaan, menunjukkan bahwa minyak dedak padi (2% dalam pakan) mampu memodulasi sistem kekebalan dengan meningkatkan proliferasi limfosit-B, yang menunjukkan minyak dedak padi mampu memodulasi sistem kekebalan/imun pada

hewan (Friedman 2013; Jo & Choi 2010; Henderson et al. 2012a,b; Kang & Kim 2016).

Minyak dedak padi juga bermanfaat sebagai agen antibakteri yang berguna tidak hanya sebagai agen antibakteri dalam pakan, tetapi juga agen anti bakteri dalam pengolahan pasca panen daging ayam, sehingga menghambat proses pembusukan akibat serangan mikroba. Hasil uji *in ovo feeding* penggunaan minyak dedak padi, terbukti berhasil menghambat proses peroksidasi lipid pada jaringan embrio ayam, yang menunjukkan bahwa minyak dedak padi potensial sebagai sumber antioksidan alami (Tabel 2).

Percobaan lainnya yang lebih spesifik terhadap senyawa bioaktif dalam minyak dedak padi adalah bahwa diperoleh informasi terkait penggunaan senyawa γ -Oryzanol terhadap hewan uji tikus dan kelinci, dimana menunjukkan bahwa, penggunaan γ -Oryzanol memberikan manfaat terhadap penurunan konsentrasi lipid plasma dan kolesterol bebas (Tabel 2). Senyawa bioaktif minyak dedak padi lainnya adalah *lysolecithin*. Raju et al. (2011) melaporkan bahwa minyak dedak padi mengandung 1-1,5% *lysolecithin*. *lysolecithin* minyak dedak padi memiliki efek positif ketika digunakan dalam pakan ayam broiler sebagai sumber energi (Tabel 2). *Lysolecithin* sebagai emulsifier akan memperbaiki nilai pencernaan lemak sehingga memperbaiki performa ayam broiler (Jansen et al. 2015). *Lysolecithin* dari minyak dedak padi dapat berperan sebagai agen lipotropik (pengurangan akumulasi lemak dalam hati) ketika disuplementasikan ke dalam pakan ayam broiler. Hal ini ditandai dengan terjadinya penurunan kandungan trigliserida pada serum ayam broiler yang diberi *lysolecithin* dari minyak dedak padi (Raju et al. 2011). Penggunaan dedak padi dalam pakan juga dilaporkan mengurangi kadar kolesterol serum pada ayam dan ternak monogastrik lainnya (Friedman 2013).

Ekstrak dedak padi dilaporkan memiliki kemampuan sebagai antibakteri ketika digunakan dalam ransum ayam. Li et al. (2014) melaporkan bahwa terjadi peningkatan kinerja produksi telur, dan menurunnya populasi bakteri *E. coli* pada feces melalui penambahan 0,02% ekstrak dedak padi pada ransum ayam petelur. Hal ini terjadi karena ekstrak dedak padi mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus* (Kondo et al. 2011). Suplementasi 1 dan 5% ekstrak dedak padi memiliki pengaruh dalam menekan terjadinya stres oksidatif (Justo et al. 2013). Stres oksidatif disebabkan oleh pembentukan radikal bebas. Senyawa bioaktif dedak padi mampu menghambat pembentukan radikal bebas baru karena kemampuannya dalam mengikat radikal organik yang larut dalam lemak (Szczeniak et al. 2016).

Tabel 2. Pengaruh senyawa bioaktif dedak padi terhadap hewan uji

Senyawa bioaktif	Perlakuan	Hewan uji	Hasil/kesimpulan
Minyak dedak padi (MDP) (mengandung oryzanol, tokoferol)	2% MDP dalam ransum pada umur 0-35 hari	Ayam pedaging ¹⁾	PBB meningkat (1555 vs 1670 g/ekor); FCR menurun (1,86 vs 1,58); Total kolesterol serum darah menurun (154 vs 106 mg/dl)
	1% MDP dalam ransum pada umur 203-259 hari	Ayam petelur ²⁾	Produksi telur (HD) meningkat (87,30 vs 87,92); Kadar kolesterol kuning telur menurun (13,89 vs 10,78 mg/dl); Total kolesterol serum menurun (223,6 vs 169,5 mg/dl)
	Perlakuan <i>in ovo feeding</i> : 0,1 ml MDP ke dalam membran chorioallantoic telur (grup A) dan kuning telur (grup B). Grup Kontrol tidak diberikan perlakuan <i>in ovo feeding</i>	Ayam ³⁾	MDP efektif mengurangi oksidasi lipid otot dan jantung embrio ayam. Stabilitas oksidatif hati embrio ayam meningkat; Nilai GSH (<i>Glutathione</i>) pada jaringan dada untuk grup kontrol, A, B : 0,05 , 0,15, 0,18 μ mol/g jaringan; Nilai MDA (<i>malondialdehyde</i>) pada jaringan dada untuk grup kontrol, A, B: 1,93 , 1,31, 1,27 nmol/g jaringan
γ -Oryzanol	0,27% γ -Oryzanol dalam pakan	Tikus ⁴⁾	Konsentrasi lipid plasma nyata lebih rendah dibanding kontrol (141 vs 102 mg/100 g mL).
	10mg/kg γ -Oryzanol dalam pakan	Tikus ⁵⁾	Menurunkan asam lemak non-esterifikasi dan kolesterol bebas
	1% γ -Oryzanol dalam pakan	Kelinci ⁶⁾	Menurunkan kolesterol bebas
<i>Lysolecithin</i>	5% <i>Lysolecithin</i> dalam pakan ayam pedaging dibanding kontrol pada umur 1-21hr, 22-35hr	Ayam pedaging ⁷⁾	Umur 1-21 hari: meningkatkan p PBB (691 vs 767 g/ekor) dan memperbaiki FCR (1,40 vs 1,35) Umur 22-35 hari: Signifikan menurunkan persentase lemak abdominal 1, 34 vs 0,98%) dan signifikan meningkatkan pencernaan lemak (70,4 vs 82,3%)
Campuran senyawa dalam ekstrak dedak padi	0,02% ekstrak dedak padi dalam ransum umur 332-364 hari	Ayam petelur ⁸⁾	Produksi telur meningkat (89,6 vs 91,7%) dan ketebalan kulit telur meningkat (40,9 vs 41,2 mm ²)

¹⁾Kang & Kim 2016; ²⁾Kim et al. 2016; ³⁾Seifi et al. 2015; ⁴⁾Kobayashi et al. 2019; ⁵⁾Sakamoto 1997; ⁶⁾Hiramatsu 1990; ⁷⁾Raju et al. 2011; ⁸⁾Nguyen et al. 2016

UPAYA PENANGGULANGAN FAKTOR PEMBATAS DEDAK PADI UNTUK MENINGKATKAN FUNGSI SENYAWA BIOAKTIF

Selain memiliki banyak keunggulan, dedak padi sebagai bahan pakan juga memiliki beberapa kekurangan yang membatasi penggunaannya sebagai bahan pakan. Salah satu diantaranya adalah dedak padi mudah mengalami ketengikan selama proses penyimpanan, serta mengandung beberapa zat antinutrisi (asam fitat). Faktor pembatas tersebut menjadi tantangan untuk ditanggulangi, agar dedak padi dapat dimaksimalkan perannya sebagai pensuplai nutrisi yang baik untuk ayam.

Salah satu upaya untuk menjaga kualitas dedak padi adalah melalui upaya stabilisasi dedak padi. Stabilisasi dedak padi perlu dilakukan untuk menjaga kualitas dedak padi selama proses penyimpanan. Untuk menjaga dedak padi selama penyimpanan dari ketengikan, diperlukan pengolahan dedak padi untuk menonaktifkan lipase serta inhibitor nutrisi lainnya

dengan cara sedemikian rupa, sehingga toksisitasnya menurun, tanpa merusak kualitas protein dari dedak padi. Selain itu, juga diperlukan upaya memusnahkan jamur, bakteri dan serangga, untuk menjaga dedak padi dari kerusakan lebih lanjut. Ketengikan pada dedak padi terjadi karena minyak dalam dedak terkena lipase, yang menyebabkan kerusakan pada asam lemak terbang. Atas dasar tersebut perlu upaya untuk menstabilkan dedak padi untuk menjaga dari kerusakan selama penyimpanan. Proses stabilisasi dedak padi juga dapat dilakukan dengan teknik ekstrusi pada suhu 125-130°C selama beberapa detik, kemudian dilanjutkan pada suhu 97-99°C selama 3 menit sebelum kemudian didinginkan. Teknik ini dapat menjaga stabilitas dedak padi selama 6 bulan pada kondisi ambien (Sharif et al. 2014). Akan tetapi, proses stabilisasi menggunakan suhu panas berdampak terhadap konsentrasi senyawa bioaktif dedak padi, terutama gamma-oryzanol. Srisaipet & Nuddagul (2014) mengatakan bahwa konsentrasi gamma-oryzanol dalam minyak dedak padi menurun pada suhu tinggi dari 120°C karena degradasi gamma-oryzanol dalam minyak.

Atas dasar tersebut, metode stabilisator kimia seperti menggunakan *sodium metabisulfite* dapat digunakan untuk stabilisasi dedak padi. Dedak padi yang distabilkan dengan ekstrusi yang diproses dengan benar dapat disimpan dengan aman hingga satu tahun pada suhu $\leq 22^{\circ}\text{C}$ dalam kemasan yang dapat menyerap gas (Nagendra-Prasad 2011). Laporan Oliveria et al. (2012) menunjukkan bahwa dedak padi setelah di fermentasi selama 96 jam dengan *Rhizopus oryzae*, mengalami peningkatan kandungan senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, akibat meningkatnya kandungan gamma-oryzanol (Razak et al. 2015).

Faktor pembatas penggunaan dedak padi sebagai sumber senyawa bioaktif adalah ketidaklarutannya. Sehubungan senyawa bioaktif tersebut berbentuk dalam suatu ikatan. Berbagai metode telah digunakan untuk meningkatkan konsentrasi senyawa bioaktif dalam dedak padi diantaranya dengan perlakuan enzimatis (Abd-Rashid et al. 2015) dan fermentasi mikroba (Oliveira et al. 2012). Beberapa laporan menunjukkan bahwa teknik fermentasi dapat meningkatkan senyawa bioaktif dalam dedak padi. Fermentasi dedak padi dengan *Rhizopus oryzae*, meningkatkan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan (Oliveira et al. 2012). Fermentasi dedak padi dengan *Saccharomyces boulardii* meningkatkan konsentrasi senyawa fitokimia (Elizabeth 2011). Dedak padi hasil fermentasi padat juga dilaporkan memiliki kemampuan sebagai antibiotik untuk jenis berikut, *oxytetracycline*, *sefalosporin*, dan *bakteriosin* yang lebih tinggi (Sawa et al. 2010). Peningkatan ketersediaan hayati dari senyawa fenolat dedak padi juga dapat meningkat melalui metode fermentasi (Abd-Rashid et al. 2015; Zhao et al. 2018). Fermentasi dapat meningkatkan komponen nutrisi dedak padi, yang pada gilirannya, mempengaruhi sifat-sifat bioaktifnya (Prabhu 2014).

PENGEMBANGAN SENYAWA BIOAKTIF DEDAK PADI SEBAGAI PAKAN FUNGSIONAL UNTUK TERNAK AYAM DI INDONESIA

Senyawa bioaktif dalam dedak padi memiliki beberapa sifat unik yang membuatnya cocok untuk dijadikan pakan fungsional. Pakan fungsional merupakan pakan yang memiliki senyawa yang mempunyai peranan penting bagi kesehatan ternak. Secara umum, pakan fungsional adalah pakan hasil modifikasi yang mampu meningkatkan performa dan kesehatan ternak di luar pengaruh nutrisi yang dikandungnya. Umumnya pakan dapat dijadikan pakan fungsional dengan meningkatkan konsentrasi, menambah, atau meningkatkan ketersediaan hayati komponen tertentu. Pakan dianggap fungsional jika dapat ditetapkan bahwa pakan tersebut meningkatkan fungsi tubuh atau meningkatkan respon imun. Dengan

kandungan senyawa bioaktifnya, dedak padi potensial untuk dijadikan sebagai sumber pembuatan pakan fungsional untuk diaplikasikan dalam peternakan ayam di Indonesia. Berikut jenis pakan fungsional yang potensial dikembangkan dari dedak padi.

Sumber antioksidan untuk anti *heat stress*

Gamma oryzanol terdiri dari ester asam ferulat dari sterol dan alkohol triterpen yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Karena aksi antioksidannya tersebut, gamma oryzanol menarik minat besar di dunia penelitian untuk dikembangkan sebagai pakan fungsional. Peran gamma oryzanol sebagai sumber antioksidan untuk anti *heat stress* dapat dikembangkan untuk membuat pakan fungsional yang dapat menekan terjadinya *heat stress* yang umum terjadi pada pemeliharaan ayam broiler di Indonesia. Pemeliharaan ayam broiler di Indonesia pada kandang *open house* sangat rentan menyebabkan ayam broiler mengalami stres panas. Indonesia sebagai negara tropis memiliki suhu dan kelembaban yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ideal untuk pemeliharaan ayam broiler.

Immunomodulator

Hasil pengujian biologis pada hewan uji dilaporkan bahwa senyawa bioaktif yang ada dalam dedak padi juga mampu meningkatkan aspek imunitas pada hewan uji (Salehi & Sardarodiyani 2016). Hal ini menunjukkan bahwa dedak padi dapat digunakan sebagai sumber pakan fungsional yang memiliki fungsi sebagai immunomodulator.

Penurun kandungan kolesterol dalam produk daging dan telur ayam

Senyawa bioaktif dedak padi telah dilaporkan memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar kolesterol dalam kuning telur ayam petelur (Kim et al. 2016). Kandungan *lysolecithin* dari minyak dedak padi, serta keberadaan hemiselulosa dedak padi juga dilaporkan memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan kolesterol dalam serum darah. *Lysolecithin* berperan sebagai agen lipotropik (pengurangan akumulasi lemak dalam hati). Sementara itu, hemiselulosa dari dedak padi memiliki kemampuan dalam mengikat kolesterol. Dengan kemampuannya tersebut, dedak padi potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam membuat pakan fungsional yang memiliki fungsi menurunkan kandungan kolesterol dalam produk pangan asal ternak ayam, terutama dalam kuning telur.

Agen antibakteri

Ekstrak dedak padi dilaporkan memiliki kemampuan sebagai antibakteri terutama untuk bakteri patogen, seperti *E. coli* (Li et al. 2014). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dedak padi dapat dikembangkan menjadi pakan fungsional yang berfungsi sebagai antibakteri untuk digunakan dalam pakan ayam. Informasi tersebut menunjukkan bahwa ekstrak dedak padi dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pakan fungsional yang memiliki fungsi sebagai antibakteri. Apalagi sejak dilarangnya penggunaan AGP (*antibiotic growth promotor*) dalam pakan oleh pemerintah Indonesia di tahun 2017, sangat ditunggu alternatif pengganti AGP tersebut untuk diaplikasikan ke dalam pakan ayam.

KESIMPULAN

Dedak padi memiliki kandungan senyawa-senyawa bioaktif yang bermanfaat positif bagi performa dan kesehatan ternak ayam. Gamma oryzanol sebagai senyawa bioaktif utama dedak padi memiliki fungsi sebagai antioksidan yang kuat. *Lysolecithin* dedak padi juga potensial digunakan untuk menurunkan kolesterol dalam darah, daging dan telur ayam. Ekstrak dedak padi memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Senyawa bioaktif dedak padi juga dilaporkan dapat berperan sebagai immunomodulator. Dengan kemampuannya tersebut, dedak padi potensial untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pakan fungsional untuk ternak ayam.

DAFTAR PUSTAKA

Abd-Rashid NY, Abd-Razak DL, Jamaluddin A, Sharifuddin SA, Long K. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran fermented with lactic acid bacteria. *Malay J Microb.* 11:156-162.

Bemvenuti RH, Nora NS, Furlong EB. 2012. Extraction of gamma oryzanol from rice bran. *Ciênc Agrotec Lavras.* 36:665-673.

Bhat FM, Sommano SR, Riar CS, Seesuriyachan P, Chaiyaso T, Thai CP. 2020. Status of bioactive compounds from bran of pigmented traditional rice varieties and their scope in production of medicinal food with nutraceutical importance. *Agronomy.* 10:1817.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2010. Luas panen dan produksi padi pada tahun 2020 mengalami kenaikan dibandingkan tahun 2019 masing-masing sebesar 1,02 dan 1,02 persen [Internet]. [disitasi 30 Desember 2020]. Available from: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/10/15/1757/luas-panen-dan-produksi-padi-pada-tahun-2020-mengalami-kenaikan-dibandingkan-tahun-2019-masing-masing-sebesar>.

Elizabeth PR. 2011. Bioactive food compounds and health properties of rice bran. *Timely Topics Nutr.* 238:593-600.

Friedman M. 2013. Rice brans, rice bran oils, and rice hulls: composition, food and industrial uses, and bioactivities in humans, animals, and cells. *J Agric Food Chem.* 61:10626-10641.

Ghasemzadeh A, Karbalaii MT, Jaafar HZE, Rahmat A. 2018. Phytochemical constituents, antioxidant activity, and antiproliferative properties of black, red, and brown rice bran. *Chem Cent J.* 12:17.

Guaadaoui A, Benaicha S, El Majdoubi N, Bellaoui M, Hamal A. 2014. What is a bioactive compound? a combined definition for a preliminary consensus. *Int J Food Sci Nutr.* 3:174-179.

Henderson AJ, Kumar A, Barnett B, Dow SW. 2012b. Consumption of rice bran increases mucosal immunoglobulin a concentrations and numbers of intestinal *lactobacillus* spp. *J Med Food.* 15:469-475.

Henderson AJ, Ollila CA, Kumar A, Borresen EC, Raina K, Agarwal R, Ryan EP. 2012a. Chemopreventive properties of dietary rice bran: Current status and future prospects. *ASN.* 3:643-653.

Hiramatsu K, Tani T, Kimura Y, Izumi S, Natane PK. 1990. Effect of gamma-oryzanol on atheroma formation in hypercholesterolemic rabbits. *Tokai J Exp Clin Med.* 15:299-305.

Huang YP, Lai HM. 2016. Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran. *J Food Drug Anal.* 24:564-574.

Islam KMS, Shuvo AAS, Achergee SS, Ahsan-Kabir AKM. 2018. Comparison of rice bran and deoiled rice bran as feed ingredient for broiler. *J Agric Eng Food Tech.* 5:58-61.

Jansen M, Nuyens F, Buyse J, Leleu S, Van Campenhout L. 2015. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. *Poult Sci.* 94:2506-2515.

Jo IH, Choi YH. 2010. Optimization of ethanol extraction of γ -oryzanol and other functional components from rice bran. *Kor J Food Preserv.* 17:281-289.

Jun HI, Shin JW, Yang GS, Kim YS. 2015. Isolation and identification of phenolic antioxidants in black rice bran. *J Food Sci.* 80:262-268.

Justo ML, Candiracci M, Dantas AP, de Sotomayor MA, Parrado J, Vila E, Herrera MD, Rodriguez-Rodriguez R. 2013. Rice bran enzymatic extract restores endothelial function and vascular contractility in obese rats by reducing vascular inflammation and oxidative stress. *J Nutr Biochem.* 24:1453-1461.

Kang HK, Kim CH. 2016. Effects of dietary supplementation with rice bran oil on the growth performance, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *J Anim Sci Tech.* 58:12.

- Kim CH, Park SB, Kang HK. 2016. Effects of graded levels of rice bran oil on laying performance, blood parameters and egg yolk cholesterol in hy-line laying hens. *Korean J Poult Sci.* 43:89-96.
- Kondo S, Teongtip R, Srichana D, Itharat A. 2011. Antimicrobial activity of rice bran extracts for diarrheal disease. *J Med Assoc Thai.* 94:S117–S121.
- Laokuldilok T, Shoemaker CF, Jongkaewwattana S, Tulyathan V. 2011. Antioxidants and antioxidant activity of several pigmented rice brans. *J Agric Food Chem.* 59:193-199.
- Li HL, Lei Y, Kim IH. 2014. Effects of dietary supplementation rice bran extract on production performance, feed intake, egg quality and excreta microbiota in laying hens. *J Anim Sci.* 92:671.
- Mumpuni PD, Ayustaningwarno F. 2013. Analisis kadar tokoferol, γ -oryzanol dan β -karoten serta aktivitas antioksidan minyak bekatul kasar. *J Nut Coll.* 2:350-357.
- Nagendra-Prasad MN, Sanjay KR, Shravya-Khatokar M, Vismaya MN, Nanjunda-Swamy S. 2011. Health benefits of rice bran - a review. *J Nutr Food Sci.* 1:3.
- Nguyen DH, Gheisar MM, S. Upadhaya D, Hossain MM, Kim IH. 2016. Effect of dietary extracted rice bran supplementation on production performance and excreta microflora in laying hens. *Can J Anim Sci.* 97:372-377.
- [NRC] National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. 11th ed. Washington DC (USA): National Academic Press.
- Oliveira MS, Cipolatti EP, Furlong EB, Soares LS. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity in fermented rice (*Oryza sativa*) bran. *Food Sci Tech (Campinas).* 32:531-537.
- Oliveira MS, Feddern V, Kupsk L, Cipolatti EP, Badiale-Furlong E, de Souza-Soares LA. 2011. Changes in lipid, fatty acids and phospholipids composition of whole rice bran after solid-state fungal fermentation. *Bioresour Technol.* 102:8335–8338.
- Pagare S, Bhatia M, Tripathi N, Pagare S, Bansal YK. 2015. Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Curr Trends Biotechnol. Pharm.* 9:293-304.
- Pang Y, Ahmed S, Xu Y, Beta T, Zhu Z, Shao Y, Bao J. 2017. Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice. *Food Chem.* 240:212-221.
- Poulev A, Chen MH, Cherravuru S, Raskin I, Belanger FC. 2017. Variation in levels of the flavone tricetin in bran from rice genotypes varying in pericarp color. *J Cereal Sci.* 79:226-232.
- Prabhu A. 2014. Effect of yeast fermentation on nutraceutical and antioxidant properties of rice bran. *Int J Agric Food Sci.* 3:59–65.
- Raju MVLN, Rama-Rao SV, Chakrabarti PP, Rao BVSK, Panda AK, Prabhavathi-Devi BLA, Sujatha V, Reddy JRC, Shyam-Sunder G, Prasad RBN. 2011. Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. *Br Poult Sci.* 52:769-774.
- Razak DLA, Rashid NYAR, Jamaluddin A, Sharifudin SA, Long K. 2015. Enhancement of phenolic acid content and antioxidant activity of rice bran fermented with *Rhizopus oligosporus* and *Monascus purpureus*. *Biocatal Agric Biotechnol.* 4:33-38.
- Ryan EP, Heuberger AL, Weir TL, Barnett B, Broeckling CD, Prenni JE. 2011. Rice bran fermented with *Saccharomyces boulardii* generates novel metabolite profiles with bioactivity. *J Agric Food Chem.* 59:1862–1870.
- Sakamoto K, Tabata T, Shirasaki K, Inagaki T, Nakayama S. 1987. Effects of gamma-oryzanol and cycloartenol ferulic acid ester on cholesterol diet induced hyperlipidemia in rats. *Japan J Pharm.* 45:559-565.
- Salehi EA, Sardarodiyani M. 2016. Bioactive phytochemicals in rice bran: Processing and functional properties. *Biochem Ind J.* 10:101-111.
- Sanchez J, Thanabalan A, Khanal T, Patterson R, Slominski BA, Kiarie E. 2019. Growth performance, gastrointestinal weight, microbial metabolites and apparent retention of components in broiler chickens fed up to 11% rice bran in a corn-soybean meal diet without or with a multi-enzyme supplement. *Anim Nut.* 5:41-48.
- Sawa N, Okamura K, Zendo T, Himeno K, Nakayama J, Sonomoto K. 2010. Identification and characterization of novel multiple bacteriocins produced by *Leuconostoc pseudomesenteroides* QU 15. *J Appl Microbiol.* 109:282–291.
- Sawadikiat P, Setwipattanachai P, Chaiseri S, Hongsprabhas P. 2015. Rice phytochemicals concentrated by molecular distillation process and their use as co-surfactant in water dispersion. *J Food Sci Technol.* 52:8014–8022.
- Seifi S, Araghi A, Sayrafi R, Salehi A. 2015. Effects of rice bran oil on qualitative properties of heart and breast muscle tissues in chicken embryo model. *Int Food Res J.* 22:1894-1897.
- Shao Y, Xu F, Sun X, Bao J, Beta T. 2014. Identification and quantification of phenolic acids and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (*Oryza sativa* L.). *J Cereal Sci.* 59:211-218.
- Sohail M, Rakha A, Butt MS, Iqbal MJ, Rashid S. 2016. Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 57:3771-3780.
- Srisaipet, Nuddagul M. 2014. Influence of temperature on gamma-oryzanol stability of edible rice bran oil during heating A. *Int J Chem Eng Appl.* 5:303-306.
- Sumczynski D, Kotásková E, Bíková HD, Mlček J. 2016. Determination of contents and antioxidant activity of

- free and bound phenolics compounds and *in vitro* digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Food Chem. 211:339-346.
- Szczesniak KA, Ostaszewski P, Ciecierska A, Sadkowski T. 2016. Investigation of nutriactive phytochemical – gamma-oryzanol in experimental animal models. J Anim Phys Anim Nut. 100:601–617.
- Trinovita E, Sutriyo, Saputri FC, Mun'im A. 2017. Enrichment of the gamma oryzanol level from rice bran by addition of inorganic salts on ionic liquid 1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate ([bmim] pf₆) extraction. J Young Pharm. 9:555-558.
- TROBOS. 2020. Tren industri obat hewan [Internet]. [cited 22 Mei 2021]. Available from: <http://troboslivestock.com/detail-berita/2020/10/01/7/13480/tren-industri-obat-hewan>.
- Wibawa AAP, Wirawan IW, Partama IBG. 2015. Peningkatan nilai nutrisi dedak padi sebagai pakan itik melalui biofermentasi dengan khamir. Majalah Ilmiah Peternakan. 18:11-16.
- Xia N, Wang J, Yang X. 2012. Preparation and characterization of protein from heatstabilized rice bran using hydrothermal cooking combined with amylase pretreatment. J Food Eng. 110:95-101.
- Zhao G, Zhang R, Dong L, Huang F, Liu L, Deng Y, Ma Y, Zhang Y, Wei Z, Xiao J. 2018. A comparison of the chemical composition, *in vitro* bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic compounds from rice bran and its dietary fibres. Molecules. 23:202.

Lumpy Skin Disease: Ancaman Penyakit Emerging bagi Status Kesehatan Hewan Nasional

(Lumpy Skin Disease: Emerging Diseases Threats for National Animal Health Status)

Indrawati Sendow, NS Assadah, A Ratnawati, NLPI Dharmayanti dan M Saepulloh

Balai Besar Penelitian Veteriner, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kontributor utama: indrawati.sendow@yahoo.com

(Diterima 30 April 2021 – Direvisi 21 Mei 2021 – Disetujui 10 Juni 2021)

ABSTRACT

Lumpy skin disease (LSD) causes economic losses for cattle farmers, caused by the LSD virus, genus of Capripoxvirus, family of Poxviridae. This disease is characterized by the presence of nodules on the skin. This virus only infects cattle and swamp buffalo with a low mortality rate, but has a high morbidity rate. This virus, however, does not infect goats and sheep. Until now, LSD has not been reported in Indonesia, therefore the knowledge about LSD is needed to be introduced especially for field veterinarians and paramedics so the disease can be well informed. This paper discusses about transmission, epidemiology, diagnosis, risk factors and control measures of LSD, hence, the entry of LSD infection into Indonesia can be detected, reported and response as early as possible by relevant stakeholders.

Key words: LSD, anticipation, cattle, Indonesia, risk factors

ABSTRAK

Lumpy skin disease (LSD) menyebabkan kerugian ekonomi bagi peternak sapi, yang disebabkan oleh virus LSD, genus Capripoxvirus, famili Poxviridae dengan gejala klinis yang spesifik berupa nodul pada kulit. Virus ini hanya menginfeksi sapi dan kerbau rawa dengan tingkat mortalitas rendah, namun dengan morbiditas tinggi. Virus ini tidak menginfeksi kambing dan domba. Hingga saat ini, LSD belum pernah dilaporkan di Indonesia, oleh karena itu pengenalan penyakit LSD diperlukan terutama bagi dokter hewan dan paramedis lapangan sehingga informasi tentang LSD dapat diketahui dengan baik. Tulisan ini membahas penyakit LSD terutama cara penyebaran penyakit, epidemiologi, diagnosis, faktor risiko, serta pengendaliannya, sehingga apabila LSD masuk ke Indonesia dapat dideteksi, dilaporkan dan direspon sedini mungkin oleh seluruh pemangku kepentingan.

Kata kunci: LSD, antisipasi, sapi, Indonesia, faktor risiko

PENDAHULUAN

Lumpy Skin Disease (LSD), yang juga disebut *Pseudo-urticaria*, *Neethling virus disease*, *exanthema nodularis Bovis*, *knopvelsiekte* (Abutarbush 2017) merupakan penyakit pada sapi, yang disebabkan oleh virus pox dengan penularan utama diduga melalui vektor, meskipun mekanismenya masih belum jelas. Penyakit ini dapat menginfeksi sapi dan kerbau serta mempunyai dampak ekonomi bagi peternak. Pertama kali ditemukan di Afrika pada tahun 1929 dan kemudian menjadi endemis (Moris et al. 1931). Namun penyakit ini kemudian menyebar ke beberapa negara Timur tengah, Eropa dan Asia.

Infeksi LSD ditandai dengan adanya nodul-nodul di tubuh sapi, demam, nafsu makan menurun sehingga menyebabkan tubuh ternak kurus, dan penularan penyakit ini sangat cepat diantara kelompok sapi, sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang

signifikan bagi peternak sapi terutama di Afrika (Gibbs et al 2013; OIE 2017). Penyebaran LSD dapat disebabkan oleh lalu lintas ternak terutama dari daerah tertular sehingga LSD termasuk dalam *transboundary animal disease* (TAD). Oleh karena itu LSD termasuk *notifiable disease* dalam daftar Badan Kesehatan Hewan Dunia (WAHO/OIE) (OIE 2017). Penyakit ini tidak termasuk dalam penyakit zoonosis.

Tingkat penularan penyakit antara 10-20 % dengan mortalitas sebesar 1-5 % (EFSA 2017). Tingkat morbiditas dapat mencapai 27 % (Ince & Turk 2020), bahkan tingkat morbiditas 35-40% dan mortalitas 12% pernah di laporkan di Oman pada tahun 2009 yaitu pada sapi perah (Sherlyn et al. 2013). Masa inkubasi berkisar 2 hingga 5 minggu, namun secara percobaan demam muncul 6-9 hari pasca inokulasi dan nodul muncul antara 4 hingga 20 hari pasca inokulasi. Sehingga OIE menetapkan masa inkubasi LSD adalah 28 hari (OIE 2017).

Di Indonesia, penyakit ini masih belum dilaporkan keberadaannya dan dinyatakan bebas terhadap infeksi LSD. Mengingat penyakit ini merupakan penyakit eksotik bagi Indonesia, maka pengenalan penyakit LSD sangat diperlukan terutama bagi dokter hewan lapang, penyuluh dan pemilik ternak, sehingga antisipasi dapat dilakukan lebih awal bila terdapat penyakit yang dicurigai LSD.

Tulisan ini membahas penyakit LSD, terutama tentang cara penyebaran penyakit, diagnosis, faktor risiko dan pengendaliannya, sehingga kemungkinan masuknya LSD ke Indonesia dapat dideteksi, dilaporkan dan direspon sedini mungkin oleh seluruh pemangku kepentingan.

ETIOLOGI DAN SIFAT VIRUS LSD

Etiologi

Lumpy Skin Disease disebabkan oleh virus LSD dari genus Capripox, famili Poxviridae (Lojkic et al. 2018). Genus Capripox terdiri dari virus *Goat pox* (GP), virus *sheep pox* (SP) dan virus LSD. Virus LSD merupakan *double stranded deoxy-ribo nucleic acid* (DNA), mempunyai amplop *lipid*, bereplikasi pada sitoplasma dan mempunyai kemiripan yang tinggi hingga 96% dengan genom virus SP dan virus GP. Namun, virus ini tidak ditemukan pada kambing dan domba. Oleh karena itu, reaksi silang pada uji serologis sering terjadi. Virus ini terdiri dari 150 kilobase *pairs*, dengan diameter berkisar 230–260 nm (Lojkic et al. 2018).

Di lingkungan, virus LSD sangat stabil dalam waktu lama pada suhu kamar, terutama pada keropeng kering. Pada kulit yang mengalami nekrotik, virus pada nodul dapat bertahan hingga 33 hari atau lebih, pada kerak kering hingga 35 hari, dan setidaknya 18 hari dalam kulit yang dikeringkan. Namun virus peka terhadap sinar matahari dan deterjen (Kumar et al 2021; OIE 2017).

Sifat virus

Virus LSD merupakan patogen dengan virulensi tinggi, yang menyebar sangat cepat diantara kelompok sapi, sehingga pencegahan penyebaran virus ini perlu diperhatikan. Untuk itu pengenalan sifat virus LSD perlu dipahami. Virus LSD sensitif terhadap suhu 55°C selama 2 jam atau 65°C selama 30 menit, dapat bertahan hingga 10 tahun pada nodul bila disimpan pada suhu -80°C, dalam biakan jaringan dapat bertahan selama 6 bulan pada suhu 4°C. Virus ini juga diketahui peka terhadap pH basa atau asam, namun virus ini stabil pada pH 6,6–8,6 selama 5 hari pada suhu 37°C (OIE 2017).

Berdasarkan sifat kimiawi, virus LSD akan inaktif terhadap alkohol, ether 20%, chloroform, 1% formalin, deterjen (*sodium dodecyl sulphate*), 2% phenol, 2-3% *sodium hypochlorite*, 3% *iodine compounds*, 2% Virkon® dan 5% *quarternary ammonium compounds* (OIE 2017). Berdasarkan sifat virus ini maka pemakaian desinfektan yang tepat diperlukan untuk mendekontaminasi pekerja maupun lingkungan saat pengambilan sampel di lapang maupun saat bekerja di laboratorium dan dalam penanganan pengolahan limbah dan desinfeksi lingkungan kerja.

INDUK SEMANG DAN CARA PENULARAN

Induk semang

Induk semang virus LSD adalah sapi *Bos taurus* dan *Bos indicus*, namun spesies lain seperti impala, dan kerbau juga dapat terinfeksi. Kerbau (*Kenyan water buffalo*) diduga bertindak sebagai reservoir di Afrika, namun masih belum jelas (Gibbs et al. 2013). Selain sapi lokal, sapi bangsa *Friesland Holstain* dan *Channel Island*, dilaporkan dapat terinfeksi LSD, bahkan jenis sapi ini lebih peka dibanding sapi lokal. Hewan liar belum pernah dilaporkan terinfeksi secara alami. Namun secara percobaan, hewan liar seperti impala (*Aepyceros melampus*), Thomsons gazelle (*Gazella thomsonii*) and jerapah (*Giraffa camelopardalis*) dapat terinfeksi virus LSD. Selain hewan peka, faktor disposisi lainnya seperti hewan muda, hewan sedang laktasi dan hewan kurang gizi, sangat peka terhadap infeksi LSD (El-Nahas et al. 2011; Roche et al. 2020).

Cara penularan

Mekanisme penularan melalui vektor

Virus LSD ditularkan oleh vektor serangga/atropoda walaupun mekanismenya belum jelas. Hal ini karena belum ada laporan vektor yang pasti. Masing masing daerah mempunyai vektor yang berbeda tergantung dari populasi spesies yang dominan di daerah tersebut dan *species preference* untuk menghisap darah sapi/hewan. Sampai saat ini, vektor penularan virus LSD yang paling mungkin adalah artropoda penghisap darah seperti lalat stable (*Stomoxys calcitrans*), nyamuk (*Aedes aegypti*), dan caplak (spesies *Rhipicephalus* dan *Amblyomma*). Lalat rumah *Musca domestica*, mungkin juga berperan dalam penularan virus LSD (Sprygin et al. 2019a).

Bernardo et al. (2019) melakukan penelitian terhadap serangga *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Stomoxys calcitrans* dan *Culicoides nubeculosus*, dan menemukan bahwa keempat spesies

tersebut dapat terdeteksi virus LSD hingga delapan hari setelah menghisap darah, namun dalam penelitian ini hanya *Aedes aegypti* yang terkonfirmasi sebagai vektor mekanis LSD secara percobaan. Hal ini sejalan dengan laporan (Molla et al. 2018) yang menyatakan bahwa *Aedes* sp. merupakan vektor mekanis infeksi LSD.

Lebih lanjut, Issimov et al. (2020) membuktikan bahwa 3 spesies lalat *Stomoxys* spp. yaitu *Stomoxys calcitrans*, *Stomoxys sitiens* dan *Stomoxys indica* berperan sebagai vektor mekanis yang potensial dalam penyebaran LSDV secara percobaan. Ketiga spesies tersebut dapat menularkan virus LSD hanya dalam interval 1 jam setelah menghisap darah sapi yang terinfeksi. Selain itu, virus LSD pada lalat tersebut masih dapat terdeteksi hingga 2 hari dengan uji *polymerase chain reaction* (PCR). Namun dengan isolasi virus hanya dapat terdeteksi hingga 6 jam setelah menghisap darah sapi yang terinfeksi. Sedangkan pada hewan ternak yang terinfeksi oleh vektor *Stomoxys* spp, virus LSD dapat terdeteksi mulai hari ke 7 dan antibodi dapat terdeteksi 14 hari setelah digigit oleh vektor yg terinfeksi. Ketiga spesies *Stomoxys* berpotensi menularkan penyakit karena mempunyai jelajah terbang mencapai 28,9 Km dalam 24 jam.

Artropoda lainnya yang dapat terinfeksi oleh virus LSD antara lain *Anopheles stephensi*, *Stomoxys calcitrans*, caplak *Rhipicephalus* spp dan *Amblyomma* spp. Namun spesies tersebut belum diketahui berperan sebagai vektor penular (Sprygin et al. 2019a).

Penelitian Lubinga et al. (2013), melaporkan bahwa dari 3 spesies caplak di Afrika seperti *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* (blue tick), *R. appendiculatus* (brown ear tick) dan *Amblyomma hebraeum* (bont tick) telah terdeteksi virus LSD pada salivanya. Vektor terduga tersebut diketahui bahwa penyebaran ini hanya melalui mekanikal, hal ini disebabkan karena hingga saat ini target organ pada kutu/caplak untuk virus LSD dapat bereplikasi masih belum jelas. Oleh karena itu vektor LSD lebih banyak bersifat vektor mekanis (Tuppurainen et al. 2013). Kutu/caplak tersebut dapat menyebar ke hewan lain dan lintas daerah melalui pergerakan sapi yang terinfeksi.

Mekanisme penularan selain melalui vektor

Selain mekanisme penularan melalui vektor, virus LSD juga dapat diekskresikan melalui semen, meskipun penularan melalui kawin alam atau kawin suntik belum terbukti. Virus dapat bertahan pada semen selama 42 hari dan lebih lama dalam keadaan beku serta bertahan dalam kulit selama lebih dari 18 hari (Annandale et al. 2013). Penularan dari karkas, produk

ternak atau fomit, makanan dan minuman yang mengandung/ membawa virus LSD ke sapi hidup masih belum terbukti, namun mungkin dapat berisiko (Horigan et al. 2018).

Sampai saat ini penularan masih dilaporkan melalui vektor mekanis, sehingga penyebaran penyakit dari daerah yang satu ke daerah lain dapat melalui transportasi ternak yang terinfeksi, kemudian digigit serangga yang diduga berperan sebagai vektor mekanis. Sedangkan mekanisme sebagai vektor biologis masih belum jelas (Horigan et al. 2018).

Selain itu, penularan virus LSD melalui jalur *intra-uterine* telah dilaporkan oleh Rouby & Abouloud (2016). Infeksi ini diduga ditularkan dari induk yang terinfeksi ke anak sapi melalui sekresi susu dan kulit yang luka (Tuppurainen et al. 2017).

Mekanisme penularan lainnya yaitu melalui jalur latrogenik dapat menjadi jalur penyebaran virus lainnya, ketika jarum tunggal digunakan untuk vaksinasi massal yang dapat memperoleh virus dari keropeng atau kerak kulit (Mulatu & Feyisa 2018).

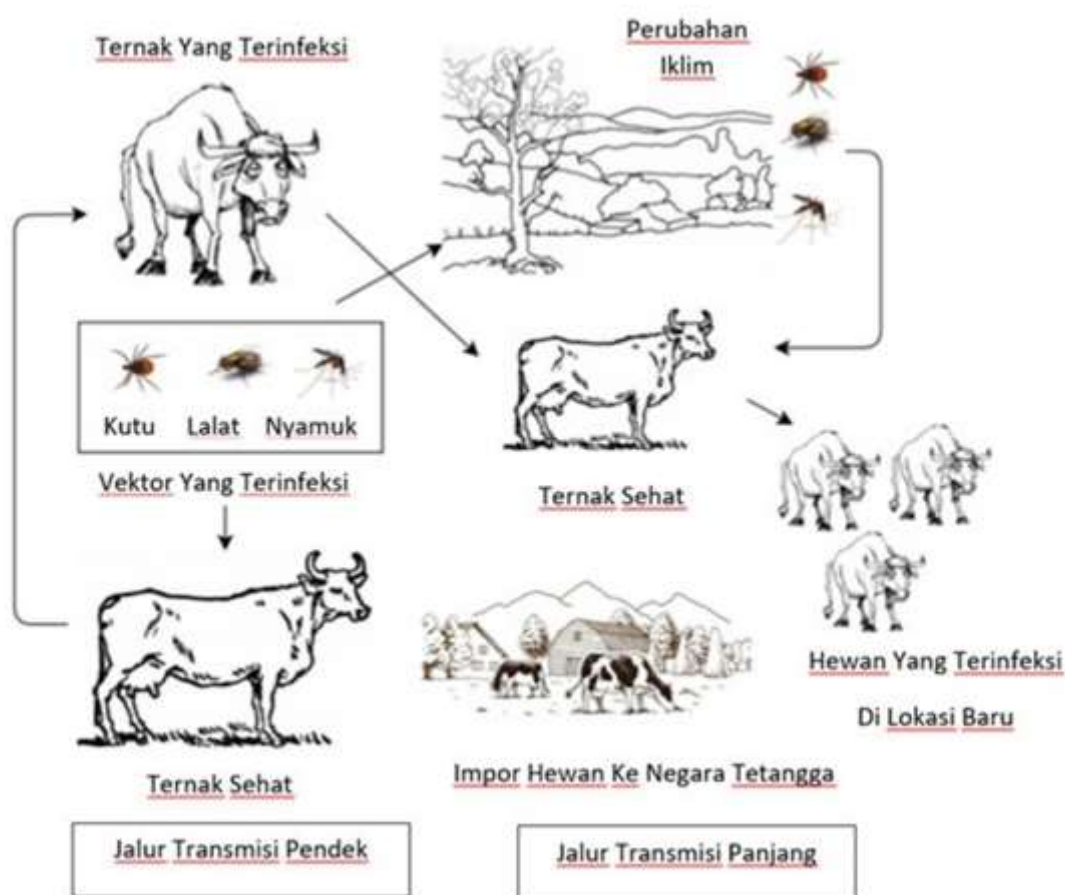
Skema ringkasan penularan penyakit LSD ditampilkan pada Gambar 1.

GEJALA KLINIS DAN DAMPAKNYA

Gejala klinis

Gejala klinis yang ditimbulkan akibat infeksi virus LSD antara lain demam mencapai 41,5°C, tidak nafsu makan dan penurunan produksi susu, ingusan, konjungtivitis, hipersalivasi, depresi dan pembengkakan limfoglandula yaitu *Lgl. subscapularis* dan *Lgl. prefemoral*, dan terdapat nodul pada kulit yang terbatas, jelas dan menonjol di bawah kulit atau di bawah otot dengan diameter antara 2-5 cm. Umumnya nodul terdapat di daerah kepala, leher, punggung, abdomen, ekor dan bagian daerah genital. Nodul ini akan nekrosis dan menyebabkan *sitfast* yaitu meninggalkan lubang yang dalam.

Pada sapi jantan dapat menyebabkan infertilitas permanen atau sementara, sedangkan pada sapi betina menyebabkan abortus dan infertilitas sementara. Umumnya sapi yang terkena sulit untuk sembuh total. Infeksi sekunder sering terjadi terutama pneumonia dan nodul yang tergigit lalat akan menyebabkan luka yang dalam. Sebagian hewan tidak menunjukkan gejala klinis, meskipun antibodi dapat terdeteksi (Issimov et al. 2020). Karena itu diagnosis yang cepat dan akurat sangat diperlukan agar penyebaran infeksi LSD dapat dicegah.



Gambar 1. Cara penularan *lumpy skin disease*, dimodifikasi dari Tania et al. (2020)

Mengingat kasus LSD belum ada di Indonesia, maka dampak ekonomi yang ditimbulkan akan sangat merugikan peternak apabila penyakit ini masuk ke Indonesia. Beberapa kerugian yang akan dirasakan peternak antara lain kerusakan kulit sapi/ kerbau yang akhirnya tidak laku dijual, turunnya berat badan ternak, produksi susu menurun, abortus dan ternak tidak fertil sementara, kehilangan tenaga kerja hewan sebagai pembajak sawah, kematian ternak, biaya untuk vaksinasi dan pengobatan simptomatis ternak yang terinfeksi, biaya pencegahan kontak vektor dan hewan serta disinfeksi lokasi ternak. Hal tersebut belum termasuk biaya kompensasi apabila akan menerapkan sistem *stamping out*. Dampak tersebut dapat berakibat secara global dengan terjadi pembatasan lalu lintas ternak dan pembatasan terhadap perdagangan ternak. Untuk itu teknologi yang cepat dan akurat sangat diperlukan dalam mendeteksi dini adanya infeksi LSD di Indonesia. Balai Besar Penelitian Veteriner (BBLitvet) telah memiliki sumber daya manusia (SDM), teknologi deteksi dini, fasilitas pengembangan biakan jaringan dan fasilitas laboratorium BSL 3 untuk

melakukan penelitian penyakit eksotik seperti LSD secara aman.

FAKTOR RISIKO

Faktor risiko terjadinya infeksi LSD diantaranya adalah kondisi lingkungan, letak demografi, manajemen peternakan, populasi vektor, dan data epidemiologi termasuk pergerakan hewan, virulensi virus, status imun, iklim baik angin dan curah hujan (Ince & Turk 2019).

Faktor lokasi demografi dan iklim diantaranya sumber air, suhu lingkungan, dan curah hujan. Di negara 4 musim, infeksi LSD sering terjadi pada musim panas, sedangkan di daerah tropis terjadi pada musim hujan. Populasi sapi yang hidup di daerah basah memiliki risiko paling tinggi. Hal ini mungkin disebabkan karena di daerah basah dan lembah merupakan tempat perkembangbiakan yang baik bagi vektor mekanik seperti *Aedes sp.* Dengan meningkatnya populasi vektor mekanik, maka peluang penularan virus LSD dari vektor tersebut akan

meningkat yang menyebabkan prevalensi LSD akan meningkat (Molla et al. 2018). Hasil ini juga didukung oleh penelitian Ochwo et al. (2019), menyebutkan bahwa prevalensi LSD lebih tinggi pada daerah dengan curah hujan tahunan rata-rata > 1000 mm. Lebih lanjut, penelitian Ince & Turk (2020) menyatakan bahwa wabah LSD di Turki meningkat antara bulan Juni hingga Oktober atau pada musim panas, dan wabah tertinggi terjadi pada bulan Agustus sedangkan pada musim semi merupakan musim yang paling rendah terjadi wabah.

Manajemen perkandangan dengan sistem kandang komunal dapat meningkatkan penularan LSD karena bila ada sapi yang sakit dan tersedianya vektor, maka penularan akan semakin banyak terjadi (Ochwo et al. 2019). Faktor risiko lebih tinggi pada ternak bibit daripada ternak potong, karena ternak bibit lebih panjang waktu kontak dengan vektor dan hewan lain pun lebih tinggi (Horigan et al. 2018). Lebih lanjut, ternak hasil persilangan (26%) lebih tahan terhadap infeksi LSD daripada ternak lokal (38%) dan mortalitasnya 2,5% pada sapi persilangan dan 9,8% pada sapi lokal (Ince & Turk 2020).

Faktor umur dan jenis kelamin menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap infeksi LSD. Morbiditasnya lebih tinggi pada hewan muda dan betina karena faktor laktasi dan kebuntingan yang dapat menyebabkan stres dan penurunan imunitas. Hewan muda lebih peka dibanding yang tua terutama pada musim kemarau. Hal ini terlihat pada penelitian Ince & Turk (2020) di Turki yang menunjukkan bahwa morbiditas dapat mencapai 61% dan mortalitas dapat mencapai 6% pada sapi berusia dibawah 2 tahun, sedangkan pada sapi yang berusia diatas 4 tahun prevalensinya hanya mencapai 6%. Demikian pula morbiditas pada hewan betina (29.9%) lebih tinggi dari jantan (11 %). Namun hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Molla et al. (2018) di Ethiopia, yang menyatakan bahwa prevalensi LSD pada sapi dewasa (> 4 tahun) lebih tinggi dari pada sapi muda. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor stres akibat ternak di perkerjakan sangat berat untuk membajak sawah dan untuk produksi susu di masa laktasi. Dari data tersebut tampak bahwa letak geografis, sistem manajemen, umur dan jenis kelamin ikut berperan dalam variasi prevalensi infeksi LSD.

Akhir-akhir ini, terjadi peningkatan pergerakan/ lalu lintas antar negara, baik berupa hewan, bahan asal hewan, dan produk hewan. Faktor lalu lintas hewan baik secara legal maupun ilegal memegang peranan penting dalam penyebaran penyakit LSD disamping faktor vektor mekanik dan hewan yang asimtomatik. Vektor arthropoda berperan memindahkan agen penyakit yang berasal dari tubuhnya sendiri ataupun yang berasal dari hospes vertebrata ke hospes lainnya. Hal ini sangat berbahaya apabila ada vektor arthropoda yang

membawa agen penyakit dari suatu daerah secara tidak sengaja masuk ke suatu daerah yang bebas agen penyakit tersebut, dan pada akhirnya akan menularkan dan menyebarkan. Untuk itu, sistem karantina yang ketat dan monitoring secara laboratorium perlu dilakukan. Di Indonesia sendiri telah ada pedoman karantina yang mengatur tentang vektor ini, yaitu Surat Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian No. 2159 tahun 2018. Pedoman ini mengatur semua vektor yang akan masuk ke dalam, dibawa, dikirim dari suatu area ke area lain atau dikeluarkan dari Indonesia dikenakan tindakan karantina yang meliputi pemeriksaan, penahanan, penolakan, pemusnahan, atau pembebasan.

Melihat kondisi Indonesia yang merupakan negara kepulauan beriklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi maka sangat dimungkinkan kejadian LSD dapat berkembang dan menyebar. Mayoritas peternak di Indonesia merupakan peternakan tradisional yang berkelompok dan di kandangkan dengan sistem pembuangan limbah ternak belum dilakukan dengan baik, misalnya feses yang bertumpuk dapat menjadi media perkembangbiakan vektor, sehingga berpotensi meningkatnya populasi vektor yang akhirnya dapat menularkan virus ini. Selain itu *biosecurity* pada peternakan rakyat belum bisa maksimal atau bahkan tidak ada. Dengan melihat banyaknya faktor risiko yang dimiliki Indonesia, seperti iklim, letak demografi, manajemen peternakan dan keberadaan vektor, maka pencegahan masuknya penyakit ini harus mendapat perhatian khusus mengingat dampaknya yang begitu merugikan.

DIAGNOSIS DAN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS PENYAKIT

Diagnosis LSD tidak hanya berdasarkan gejala klinis, namun harus dengan dilakukannya uji laboratorium baik secara serologis, virologis, biologi molekuler maupun identifikasi virus dengan mikroskop elektron. Selain itu, dalam menegakkan diagnosis perlu dipertimbangkan diagnosis banding (*differential diagnosis*) penyakit mengingat terdapat penyakit lain yang menunjukkan gejala klinis yang mirip dengan LSD.

Sampel pengujian

Sampel untuk pengujian LSD yaitu lesi noduler di kulit, swab mulut/saliva, swab hidung, semen, darah dengan antikoagulan EDTA untuk uji deteksi virus (Bedeckovic et al. 2017), sedangkan serum untuk uji serologi (Sudhakar et al. 2020). Menurut Horigan et al. (2018) sampel dapat berupa semen, karena virus LSD dapat bertahan selama 42 hari dan lebih lama pada semen beku. Lebih lanjut, penelitian Kumar et al.

(2021), membuktikan bahwa konsentrasi virus LSD pada lesi nodul lebih tinggi dibanding sampel darah dan organ visceral, sehingga sampel nodul berpeluang lebih besar untuk mendapatkan dan mendeteksi virus LSD. Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa nodul merupakan sampel terbaik untuk deteksi virus LSD di lapang. Secara percobaan pada sapi, virus LSD dapat terdeteksi pada saliva 11 hari, pada semen 42 hari dan pada nodul 39 hari setelah demam (Bedekovic et al. 2017).

Semua sampel yang diperoleh dikirim ke laboratorium dengan tetap menjaga rantai dingin dan pengepakan sesuai prosedur transportasi bahan biologis.

Isolasi virus

Uji virologik dapat dilakukan dengan isolasi virus LSD menggunakan biakan jaringan primer seperti *Primary Goat Testicle* (PGT), *Primary Goat Kidney* (PGK), *Primary Lamb Testicle* (PLT) dan *Embryonic Sheep Skin Cell* (ESH-L cells) dan beberapa biakan jaringan lestari seperti *Madin-Darby Bovine Kidney* (MDBK) cells, sel Vero (*African Green Monkey Kidney*), *Baby Hamster Kidney* (BHK) dan telur embrio bertunas (Allam et al. 2020; Wallace et al. 2020; Kumar et al. 2021).

Penelitian Kumar et al. (2021) menunjukkan bahwa isolasi virus dari sampel lapang pada beberapa biakan jaringan primer seperti PGT, PLT dan PGK, namun tidak menunjukkan adanya *Cytopathic Effect* (CPE) pada pasase pertama, namun pada pasase kedua CPE muncul 48 hingga 72 jam pasca inokulasi hanya pada biakan PGK. CPE yang tampak berupa sel membulat seperti balon dan kemudian degenerasi atau nekrosis. Pasase selanjutnya dilakukan pada biakan lestari yaitu sel Vero, namun CPE tidak muncul hingga pasase ke 4. Oleh karena itu, isolasi awal virus LSD dari lapang tidak direkomendasikan pada sel Vero (Kumar et al. 2021). Dari data tersebut tampak bahwa biakan jaringan PGK merupakan biakan jaringan yang paling sensitif dibanding biakan jaringan primer PLT dan PGT untuk isolasi virus dari sampel lapang yang kemudian dapat diadaptasikan pada biakan jaringan lestari seperti sel MDBK atau Vero, mengingat pembuatan biakan jaringan sel primer tidak mudah dan sel yang telah tumbuh tidak dapat bertahan lama.

Selain pada biakan jaringan, inokulasi suspensi nodul dari hewan-hewan yang terinfeksi dapat dilakukan pada telur ayam berembrio bebas patogen (*Specific Pathogen Free Chicken Embryonated Egg/SPF CEE*) umur 11 hari secara *intra chorio-allantoic membrane* (CAM). Tumbuhnya virus LSD ditandai dengan adanya *pock* pada jaringan CAM tersebut, yang kemudian dapat diidentifikasi/dideteksi dengan uji PCR (Allam et al. 2020).

Deteksi antigen

Teknik diagnosis yang digunakan harus dapat membedakan hewan yang terinfeksi karena virus alam atau karena vaksinasi mengingat vaksin untuk pengendalian LSD adalah vaksin hidup yang dilemahkan (Möller et al. 2019). Selain itu, karena antara virus LSD, *sheep pox*, dan *goat pox* dapat terjadi reaksi silang.

Lamien et al. (2011) telah mengembangkan uji *real time* PCR berdasarkan marka molekuler *G-protein-coupled chemokine receptor* (GPCR) yang spesifik terdapat pada sekuens gen virus capripox (CaPV). Pengujian ini dapat membedakan strain virus CaPV dengan memanfaatkan perbedaan *temperature melting point*. Namun metode ini tidak dapat digunakan untuk diagnostik rutin karena sangat bergantung pada kualitas dan konsentrasi DNA (Pestova et al. 2018). Menasherow et al. (2014) telah mengembangkan uji yang dapat membedakan antara strain virus alami dan strain vaksin dengan menggunakan gen target GPCR. Lebih lanjut, Adejeji et al (2019) mengembangkan teknik *sekuensing* untuk PCR dan *realtime* qPCR. Teknik tersebut dapat untuk mengkarakterisasi strain virus *capri pox* secara genetik dan memungkinkan klasifikasi molekuler dari strain virus yang diuji.

Kononov et al. (2019) menggunakan teknik *real time* PCR dilanjutkan dengan *sekuensing* yang dapat membedakan hewan terinfeksi virus lapang atau virus yang berasal dari vaksinasi. Selain itu, Sprygin et al. (2019b) juga menggunakan tes skrining *real time* PCR untuk mendeteksi virus LSD yang dirancang untuk mengidentifikasi lokus tertentu, yaitu *region target* LSDV044. Tes skrining baru ini telah diusulkan sebagai alat deteksi yang cepat, sensitif dan efisien.

Pengujian deteksi virus LSD yang direkomendasikan oleh OIE yaitu PCR (OIE 2017), namun karena memiliki kelemahan tidak dapat membedakan virus LSD, *goat pox*, dan *sheep pox*, maka pengujian harus dilanjutkan dengan *sekuensing*. Dengan dilakukannya *sekuensing* dapat juga untuk karakterisasi molekuler lebih lanjut sehingga dapat dijadikan sebagai alat penyelidikan epidemiologi molekuler.

Deteksi antibodi

Respon kekebalan yang ditimbulkan akibat infeksi virus LSD dapat berupa *cell mediated immunity* maupun *humoral immunity* dengan antibodi yang ditimbulkan hanya berkisar 7 bulan (Molla et al. 2018; Wallace et al. 2020). Kelemahan secara serologis adalah adanya reaksi silang antara ketiga virus yaitu *sheep pox*, *goat pox* and LSD.

Secara serologis, antibodi terhadap virus LSD dapat dideteksi dengan menggunakan uji *enzyme-linked immunosorbant assay* (ELISA), *immunofluorescence*

antibody test (IFA), *immunoperoxidase monolayer assay* (IPMA) dan *serum neutralization* (SN) (Möller et al. 2019). Uji ELISA memberikan reaksi silang terhadap *capri pox*, sehingga uji SN (serum netralisasi) (atau disebut juga *virus neutralization test/VNT*) dijadikan *Gold Standard* untuk uji LSD (Haegeman et al. 2020). Pengujian VNT masih direkomendasikan oleh OIE walaupun membutuhkan banyak tenaga dan waktu (Krešić et al. 2020).

Hasil penelitian Gari et al. (2015) menunjukkan bahwa IFAT memiliki akurasi tinggi yang dapat digunakan untuk diagnosis dan analisis sero-surveilans LSD pada populasi target. Kresic et al. (2020) memodifikasi VNT dengan menggunakan sel MDBK. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan VNT OIE dan ELISA, menunjukkan adanya kesesuaian pengujian VNT MDBK untuk mendeteksi antibodi spesifik virus LSD. Lebih lanjut, Milovanović et al. (2020) dapat mendeteksi antibodi terhadap virus LSD secara humoral dari susu dengan menggunakan uji VNT. Kemudian Haegeman et al. (2020) telah mengembangkan *immunoperoxidase monolayer assay* (IPMA) untuk mendeteksi antibodi terhadap *lumpy skin disease virus*. Metode ini dapat dirancang dengan mudah dan sederhana. Pengujian ini memiliki sensitivitas dan spesifitas yang tinggi, serta dapat diulang. Pengujian ini mampu mendeteksi antibodi LSDV pada awal infeksi serta dapat untuk membedakan antara antibodi akibat vaksinasi dan terinfeksi alam.

Mengingat LSD belum masuk ke Indonesia, dan fasilitas laboratorium untuk menangani penyakit eksotik seperti laboratorium BSL3 masih terbatas, maka pengujian VNT sulit dilakukan dengan pertimbangan, menggunakan virus hidup, menggunakan biakan jaringan baik primer maupun lestari. Padahal, tidak semua laboratorium Veteriner yang ada mempunyai fasilitas untuk pengembang biakan jaringan. Oleh karena itu, penggunaan uji ELISA lebih dianjurkan, selain menggunakan antigen mati atau rekombinan, uji ini baik untuk skrining, meskipun reaksi silang dengan virus *goat pox* dan virus *sheep pox* masih terjadi. Apabila di Indonesia ditemukan hewan yang menunjukkan gejala klinis seperti LSD, maka pengujian yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan PCR dan dilanjutkan dengan sekuensing sebagai uji konfirmasi diagnosis penyebab penyakit.

Diagnosis differential

Beberapa gejala klinis infeksi LSD, seperti adanya nodul, nekrosis pada nodul, demam, dan pembesaran limfonodus, juga terlihat pada penyakit ternak lainnya seperti *pseudo-lumpy skin disease/bovine herpes mammillitis*, *dermatophilosis*, *ringworm*, gigitan serangga atau kutu, *vaccinia virus* dan *cowpox virus* (*Orthopoxviruses*), *rinderpest*, demodikosis,

onchocercosis, *pseudocowpox* (*Parapoxvirus*), *besnoitiosis*, infestasi *Hypoderma bovis*, *photosensitization*, *bovine papular stomatitis*, urtikaria, dan *cutaneous tuberculosis* (Sudhakar et al. 2020).

PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT

Pencegahan dan pengendalian infeksi LSD dapat dilakukan antara lain dengan vaksinasi, pembatasan lalu lintas ternak, pelaksanaan karantina yang ketat, kontrol vektor, dan apabila memungkinkan *stamping out*.

Vaksinasi

Vaksinasi merupakan langkah terbaik yang memungkinkan secara ekonomi untuk mengendalikan penyakit yang ditularkan melalui vektor ini. Sejauh ini terdapat 3 macam vaksin untuk pencegahan dan penanggulangan LSD, yaitu vaksin homolog dan heterolog, serta vaksin inaktif yang baru-baru ini dikembangkan (Tuppurainen & Galon 2016; (Hamdi et al. 2020).

Gary et al. (2015) telah membuktikan secara percobaan bahwa vaksin LSD *Neethling virus* Ethiopia dan vaksin *Kenyan goat* dan *sheep pox* ((KSGP) O-180 *strain vaccines*) tidak dapat memproteksi infeksi LSD pada sapi. Namun vaksin *Gorgan goat pox* (GTP) komersial dapat memproteksi sapi, dan peran selular *intermediate immunity* sangat berperan pada vaksin GTV. Lebih lanjut, pemberian sub kutan tampak lebih efektif dan imunogenik dibandingkan dengan pemberian intradermal.

Vaksin homolog terdiri dari virus LSD *live* yang dilemahkan. Vaksin heterolog terdiri dari virus *sheep pox* atau *goat pox* yang dilemahkan (SPPV/GPPV). Vaksin berbasis SPPV/GTPV menunjukkan efikasi yang sedikit lebih rendah daripada vaksin LSDV *live attenuated*, namun vaksin tersebut tidak menyebabkan demam, dan gejala klinis penyakit setelah vaksinasi seperti halnya vaksinasi dengan vaksin homolog (Sprygin et al. 2020). Walaupun Sprygin et al. 2019b juga melaporkan bahwa dengan pengujian *sequencing* secara *partial*, dapat membedakan infeksi alam, akibat vaksinasi dan *recombinant strain*. Morgenstern & Klement (2020) menyebutkan bahwa vaksinasi dengan vaksin homolog *Neethling vaccine* merupakan upaya yang paling efisien untuk mengendalikan *lumpy skin disease* dengan sangat minimal mempunyai efek samping (Morgenstern & Klement 2020). Di Rusia, saat terjadi wabah LSD tahun 2017, dan penggunaan vaksin LSD yang telah dilemahkan dilarang, maka penggunaan vaksin *Sheep pox* atau *goat pox* diberikan pada sapi yang dapat mengatasi wabah LSD (Kononov et al. 2019).

Keamanan, imunogenositas, dan efikasi vaksin *lumpy skin disease* yang tersedia secara komersial dapat dievaluasi menggunakan kombinasi antara ujiantang dan *monitoring* respon imun hewan yang telah divaksinasi di lapang (Gari et al. 2015). Namun, perlu dipertimbangkan efek samping seperti penurunan produksi susu pada pemberian vaksin (umumnya 7 hari pasca vaksinasi) (Calistri et al. 2018). Mengingat DNA vaksin LSD dapat dideteksi pada nodul, susu, darah dan saliva sapi yang divaksinasi, maka pemberian vaksin LSD harus tidak dalam keadaan laktasi, dan diamati dengan iklim lingkungan dan musim, yang berpengaruh terhadap meningkatnya populasi vektor mekanik (Bedekovic et al. 2017).

Permasalahan dalam pembuatan vaksin LSDV yaitu adanya kontaminan virus *Bovine viral diarrhea* (BVDV) pada biakan jaringan yang digunakan untuk propagasi virus LSD, yaitu *Madin-Darby Bovine Kidney* (MDBK) dan *fetal calf serum* (FCS) virus. Virus BVD merupakan patogen pada sapi, sehingga bila pada vaksin tersebut terdapat virus LSD dan BVD, akan menjadi tidak efektif karena dapat menimbulkan penyakit BVD. Munyanduki et al. (2020) telah menemukan cara agar menghilangkan virus BVD saat propagasi virus LSD untuk pembuatan vaksin, yaitu dengan cara dikembangkan melalui sel unggas. Unggas bersifat nonpermissif terhadap virus BVD, tetapi permissif terhadap LSDV. Virus LSD terbukti bersih dari BVDV setelah ditumbuhkan pada *chorioallantoic membrane* (CAMs) dari telur ayam berembrio umur 7 hari. *Seed* virus LSD dipasase ulang pada CAM sebelum ditanam dalam sel *primary lamb testes* (LT) untuk diperbanyak. *Seed* vaksin tetap negatif BVDV setelah diteruskan ke sel LT (Munyanduki et al. 2020).

Oleh karena itu, akhir-akhir ini telah dikembangkan vaksin bivalen rekombinan, yang dilaporkan meminimalkan efek samping (Calistri et al. 2020). Selanjutnya, Morgenstern & Klement (2020), melaporkan bahwa vaksinasi dengan *live attenuated* LSD di Israel dinilai sangat efektif. Selain itu, hewan yang menunjukkan tanda klinis parah dengan lesi kulit harus dipisahkan dari ternak yang lain karena nodul ini mengandung titer virus yang tinggi. Ternak yang belum divaksinasi yang berasal dari zona yang terkena dampak harus dilarang atau diatur secara ketat (Tuppurainen et al. 2018; Roche et al. 2020).

Terapi

Sampai saat ini belum tersedia obat/ antivirus spesifik untuk *lumpy skin disease*. Terapi yang dapat diberikan yaitu berupa terapi *supportif* dan pengobatan untuk lesi kulit. Antibiotik dapat diberikan untuk mencegah infeksi sekunder dan pneumonia. Obat antiinflamasi dapat digunakan untuk mengurangi rasa sakit sehingga hewan terinfeksi tetap mau makan. Oleh

karena itu, diperlukan adanya vaksin yang efektif untuk mencegah penyakit ini (Tuppurainen et al. 2018).

Biosekuriti

Penerapan biosekuriti yang baik dapat mencegah masuk dan menyebarnya LSDV ke dalam suatu peternakan. Selain itu, manajemen pemeliharaan juga berpengaruh dalam pencegahan LSD.

Lebih lanjut, aspek biosekuriti perlu diterapkan, seperti *monitoring* hewan yang baru masuk ke peternakan tersebut, semua kendaraan, tamu yg keluar dan masuk harus didisinfeksi, termasuk tukang kandang untuk mengganti baju dan merendam dalam disinfektan seperti larutan hipoklorit/pemutih, tempat makan, sepatu boot dan peralatan lain yg digunakan di dalam peternakan. Bila ditemukan tanda-tanda infeksi segera lakukan surveilans dan pemeriksaan laboratorium. Memisahkan hewan yang baru dibeli dengan yang lama, dan memisahkan hewan yg diduga sakit dari hewan yg sehat. Di Indonesia, penerapan biosekuriti ini lebih murah dibandingkan dengan penggunaan vaksin, namun kesadaran masyarakat atau peternak mengenai kesehatan ternak masih rendah.

Pelaksanaan stamping out

Ketika penyakit muncul untuk pertama kalinya di negara bebas penyakit, *stamping-out* hewan yang terinfeksi merupakan upaya pencegahan dan pengendalian yang paling efisien sebelum terjadi wabah. Namun kebijakan ini masih belum dapat diterima dan diaplikasikan di beberapa negara, terutama pada negara berkembang seperti Indonesia mengingat dampak ekonomi yang akan mengikutinya. Lalu lintas ternak merupakan risiko utama penyebaran LSDV, sehingga diperlukan karantina sebelum mengizinkan hewan masuk atau keluar dari suatu wilayah. Infeksi ringan dan hewan subklinis akan menyebarkan penyakit melalui lalu lintas ternak dan perdagangan.

Namun *stamping out* dinilai tidak efektif, karena bila terjadi wabah, jumlah ternak sapi yang terinfeksi sangat banyak. Sehingga biaya yang dikeluarkan sebagai kompensasi sangat tinggi. Disamping itu masih terdapat ternak dengan gejala sub klinis yakni sapi terinfeksi virus LSD tanpa menunjukkan gejala klinis, serta waktu viraemia yang pendek, sehingga sulit terdeteksi. Oleh karena itu, teknik diagnosis yang cepat dan akurat sangat diperlukan untuk deteksi dini infeksi LSD agar penyebarannya dapat diantisipasi.

Di Mesir pengendalian dilakukan dengan melaksanakan *stamping out* dan meningkatkan sanitasi kandang dan lingkungan dengan pemberian desinfektan. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa

vaksinasi cukup efektif untuk mengurangi kasus LSD, namun efek samping masih terjadi seperti penurunan produksi susu. Lebih lanjut, vaksinasi yang tidak menyeluruh dan cepat dapat menimbulkan wabah *re-emerging* LSD.

Belajar dari kasus epidemi LSD di Eropa dan Asia Barat, maka pengendalian dan pemberantasan LSD yang berhasil bergantung pada deteksi dini kasus indeks, diikuti dengan vaksinasi massal yang cepat dan luas (Calistri et al. 2020).

Peningkatan pengetahuan tentang penyakit

Peningkatan pengetahuan tentang gejala, penularan, sifat virus, cara pengambilan sampel, dan teknik diagnosis LSD kepada masyarakat terutama pada medik dan paramedik veteriner di lapang, penyuluh dan peternak merupakan usaha pencegahan terhadap penyebaran penyakit ini. Apabila terdapat kasus dengan gejala yang mengarah ke LSD bisa segera dilaporkan dan tertangani dengan baik sehingga penyebaran dapat diminimalkan.

KESIAP-SIAGAAN DINI INDONESIA MENGHADAPI MASUKNYA LSD

Dalam rangka kesiapsiagaan dini menghadapi masuknya LSD ke Indonesia, maka 3 komponen penting yaitu *early detection*, *early report* dan *early response* perlu dilakukan.

Melihat data sebaran penyakit LSD di Asia, negara yang paling berisiko adalah Myanmar dan Vietnam. Kasus LSD terjadi di Myanmar Utara yang lebih dekat dengan Philipina. Melihat letak geografis Indonesia, Indonesia saat ini masih memiliki risiko yang rendah. Namun Indonesia tidak boleh lengah, dan harus tetap waspada untuk mengantisipasi masuknya virus LSD ke Indonesia. Perhatian juga diterapkan untuk importasi ternak dan produk ternak yang berasal dari negara tertular.

Monitoring kesehatan hewan perlu ditingkatkan, sosialisasi penyakit LSD perlu dilakukan sehingga laporan mengenai adanya LSD atau yang diduga dapat dilakukan secepatnya. Disamping itu, penyediaan perangkat deteksi penyakit LSD telah disiapkan, sehingga adanya gejala yang mirip dengan LSD dapat dideteksi lebih awal untuk menghindari penyebaran yang lebih luas atau menimbulkan wabah penyakit emerging. Untuk itu, kerjasama lintas instansi perlu dilakukan agar masuknya penyakit LSD ke Indonesia dapat diantisipasi sedini mungkin.

Vaksinasi LSDV belum dapat diimplementasikan di Indonesia karena belum pernah ada laporan tentang LSDV di Indonesia. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah masuk dan menyebarnya penyakit LSD ke

Indonesia yaitu dengan memperketat prosedur karantina, terutama dalam hal lalu lintas hewan maupun produk hewan dari negara yang tidak bebas LSDV, serta menerapkan biosekuriti peternakan. Disamping itu pemahaman dokter hewan lapang maupun penyuluh tentang penyakit LSD perlu ditingkatkan, sehingga laporan masuknya penyakit yang diduga LSD lebih cepat dan dapat ditindak lanjuti.

Dalam rangka pencegahan penyebaran penyakit LSD di Indonesia, beberapa rekomendasi yang diperlukan antara lain: a) dilakukan bimbingan teknis kepada praktisi lapangan baik dokter hewan lapang, penyuluh dan peternak serta melaporkan terduganya kasus LSD dalam rangka diagnosis dini dan penanganan kasus LSD yang tepat, b) Melakukan kontrol dan pengawasan yang ketat dan aktif apabila terdapat kasus yang diduga LSD, c) penerapan sanitasi dan biosekuriti untuk meningkatkan keterlibatan peternak dalam melakukan tindakan pencegahan termasuk lalu lintas ternak, d) bila diperlukan melakukan survei entomologi pada zona prevalensi tinggi untuk mengidentifikasi kemungkinan keberadaan vektor dan lokasi berkembangbiaknya serta laju penularan dalam rangka pengendalian vektor dan surveilans serologis pada ruminansia liar lokal untuk mengetahui peran potensial hewan tersebut dalam siklus penularan penyakit.

KESIMPULAN

Penyakit kulit menggumpal atau *lumpy skin disease* (LSD) adalah penyakit serius pada sapi dan kerbau saat ini masih merupakan penyakit eksotik di Indonesia, namun karena sifat penyakit dapat menyebar ke wilayah geografis yang lebih luas, maka diperlukan kesiap-siagaan dini akan masuknya LSD ke Indonesia antara lain dengan dilakukan skrining epidemiologis secara acak di berbagai wilayah untuk mengakses prevalensi dan keberadaan penyakit. Selain itu, dilakukan metode karantina yang efektif, metode pengendalian vektor, vaksinasi merupakan metode untuk mencegah penyakit. Perangkat diagnostik yang cepat dan akurat sangat diperlukan untuk mendiagnosis penyakit ini lebih awal apabila terdapat kasus terutama di daerah bebas LSD, sehingga kemungkinan masuknya penyakit ke Indonesia dapat dideteksi, dilaporkan dan direspon sedini mungkin oleh seluruh pemangku kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

Abutarbush SM. 2017. In emerging and re-emerging infectious diseases of livestock. In: Lumpy skin disease (knopvelsiekte, pseudo-urticaria, neethling

- virus disease, exanthema nodularis bovis). France: Springer. p. 309–326.
- Adedeji AJ, Möller J, Meseko CA, Adole JA, Tekki IS, Shamaki D, Hoffmann B. 2019. Molecular characterization of Capripox viruses obtained from field outbreaks in Nigeria between 2000 and 2016. *Transbound Emerg Dis.* 66:1631–1641.
- Aleksandr K, Olga B, David WB, Pavel P, Yana P, Svetlana K, Alexander N, Vladimir R, Dmitriy L, Alexander S. 2020. Non-vektor-borne transmission of lumpy skin disease virus. *Sci Rep.* 10:1–12. doi: 10.1038/s41598-020-64029-w.
- Allam AM, Elbayoumy MK, Abdel-Rahman EH, Hegazi AG, Farag TK. 2020. Molecular characterization of the 2018 outbreak of lumpy skin disease in cattle in Upper Egypt. *Vet World.* 13:1262-1268. doi: 10.14202/vetworld.2020.1262-1268.
- Annandale CH, Holm DE, Ebersohn K, Venter EH. 2013. Seminal trans-mission of lumpy skin disease virus in heifers. *Transbound Emerg Dis.* 61:443–448. doi: 10.1111/tbed.12045.
- Bedekovic T, Simic I, Kresic N, Lojkic I. 2017. Detection of lumpy skin disease virus in skin lesions, blood, nasal swabs and milk following preventive vaccination. *Transbound Emerg Dis.* 2017:1–6. doi: 10.1111/tbed.12730.
- Bernardo BS, Suckoo R, Darpel K, Hawes P, Basu S, Langlands Z, Gubbins S, Beard P. 2019. Lumpy skin disease virus: transmission to dipteran vektors using animal and ex-vivo models. *Access Microbiol.* 1:107.
- Calistri P, Declercq K, Vleeschauwer A De, Gubbins S, Klement E, Gogin A. 2018. Lumpy skin disease : scientific and technical assistance on control and surveillance activities. *EFSAJ.* 16:e05452. doi: 10.2903/j.efsa.2018.5452.
- Calistri P, Declercq K, Gubbins S, Klement E, Stegeman A, Abrahantes JC, Marojevic D, Antoniou SE, Broglia A. 2020. Lumpy skin disease epidemiological report IV: Data collection and analysis. *EFSAJ.* 18:e06010. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6010.
- [EFSA] European Food Safety Authority. 2017. Scientific report on Lumpy skin disease: I. Data collection and analysis. *EFSAJ.* 15:54.
- El-Nahas EM, El-Habbaa AS, El-Bagoury GF, Radwan MEI. 2011. Isolation and identification of lumpy skin disease virus from naturally infected buffaloes at Kaluobia, Egypt. *Global Veterinaria.* 7:234.
- Gari G, Abie G, Gizaw D, Wubete A, Kidane M, Asgedom H, Bayissa B, Ayelet G, Oura CAL, Roger F, Tuppurainen ESM. 2015. Evaluation of the safety, immunogenicity and efficacy of three capripoxvirus vaccine strains against lumpy skin disease virus. *Vaccine.* 33:3256–3261.
- Haegeman A, De Leeuw I, Mostin L, Van Campe W, Aerts L, Vastag M, De Clercq K. 2020. An Immunoperoxidase Monolayer Assay (IPMA) for the detection of lumpy skin disease antibodies. *J Virol Methods.* 277:113800.
- Hamdi J, Boumart Z, Daouam S, El Arkam A, Bamouh Z, Jazouli M, Tadlaoui KO, Fihri OF, Gavrilov B, El Harrak M. 2020. Development and evaluation of an inactivated lumpy skin disease vaccine for cattle. *Vet Microbiol.* 245:108689.
- Horigan V, Beard PM, Roberts H, Adkin A, Gale P, Batten CA, Kelly L. 2018. Assessing the probability of introduction and transmission of Lumpy skin disease virus within the United Kingdom. *Microbial Risk Anal.* 9:1–10.
- Ince O, Turk T. 2020. Analyzing risk factors for lumpy skin disease by a geographic information system (GIS) in Turkey. *J Hellenic Vet Medic Soc.* 70:1797-1804. doi: 10.12681/jhvms.22222.
- Issimov A, Kutumbetov L, Orynbayev MB, Khairullin B, Myrzakhmetova B, Sultankulova K, White PJ. 2020. Mechanical transmission of Lumpy skin disease virus by *Stomoxys* Spp (*Stomoxys calcitrans*, *Stomoxys sitiens*, *Stomoxys indica*), Diptera : Muscidae. *Animals.* 10:477. doi: 10.3390/ani10030477.
- Kononov A, Byadovskaya O, Kononova S, Yashin R, Zinyakov N, Mischenko L, Nataliya Perevozchikova N, Sprygin A. 2019. Detection of vaccine - like strains of lumpy skin disease virus in outbreaks in Russia in 2017. *Arch Virol.* 164:1575-1585. doi: 10.1007/s00705-019-04229-6.
- Krešić N, Šimic I, Bedekovic T, Acinger-Rogic Z, Lojkic I. 2020. Evaluation of Serological tests for detection of antibodies against Lumpy skin disease virus. *J Clin Microbiol.* 58. doi: 10.1128/JCM.00348-20.
- Kumar N, Chander Y, Kumar R, Khandelwal N, Riyesh T, Chaudhary K, et al. 2021. Isolation and characterization of lumpy skin disease virus from cattle in India. *PLoS ONE.* 16:e0241022. doi: 10.1371/journal.pone.0241022.
- Lamien CE, Lelenta M, Goger W, Silber R, Tuppurainen E, Matijevic M, Luckins AG, Diallo A. 2011. Real time PCR method for simultaneous detection, quantitation and differentiation of capripoxviruses. *J Virol Methods.* 171:134–140.
- Lojkic I, Simic I, Kresic N, Bedekovic T. 2018. Complete genome sequence of a lumpy skin disease virus strain isolated from the skin of a vaccinated animal. *Genome Announc.* 6. doi: 10.1128/genomeA.00482-18.
- Lubinga J, Tuppurainen E, Mahlare R, Coetzer J, Stoltz WH, Venter EH. 2013. Evidence of transstadial and mechanical transmission of lumpy skin disease virus

- by *Amblyomma hebraeum* ticks. *Transbound Emerg Dis.* 62:174–182. doi: 10.1111/tbed.12102.
- Menasherow S, Rubinstein-Giuni M, Kovtunenkov A, Eyngor Y, Fridgut O, Rotenberg D, Khinich Y, Stram Y. 2014. Development of an assay to differentiate between virulent and vaccine strains of lumpy skin disease virus (LSDV). *J Virol Methods.* 199:95–101.
- Milovanovic M, Dietze K, Mili V, Radoji S, Val M, Moritz T. 2019. Humoral immune response to repeated lumpy skin disease virus vaccination and performance of serological tests. *BMC Vet Res.* 15:80. doi: 10.1186/s12917-019-1831-y.
- Molla W, Frankena K, Gari G, Kidane M, Shegu D, de Jong MCM. 2018. Seroprevalence and risk factors of lumpy skin disease in Ethiopia. *Prev Vet Med.* 160:99–104.
- Möller J, Moritz T, Schlottau K, Krstevski K, Hoffmann D, Beer M. 2019. Experimental lumpy skin disease virus infection of cattle : comparison of a field strain and a vaccine strain. *Arch Virol.* 164:2931-2941. doi: 10.1007/s00705-019-04411-w.
- Morris JPA. 1931. Pseudo-urticaria. Northern Rhodesia Department of Animal Health, Annual Report 1930, 12
- Morgenstern M, Klement E. 2020. The effect of vaccination with live attenuated neethling lumpy skin disease vaccine on milk production and mortality—An analysis of 77 dairy farms in Israel. *Vaccines.* 8:1–12.
- Munyanduki H, Omar R, Douglass N, Williamson AL. 2020. Removal of bovine viral diarrhea virus (BVDV) from lumpy skin disease virus (LSDV) vaccine stocks by passage on chorioallantoic membranes of fertilized hens' eggs. *J Virol Methods.* 275:113752.
- Ochwo S, Vanderwaal K, Munsey A, Nkamwesiga J, Ndekezi C, Auma E, Mwiine FN. 2019. Seroprevalence and risk factors for lumpy skin disease virus seropositivity in cattle in Uganda. *BMC Vet Res.* 15:1–9.
- [OIE] Office International des Epizooties. 2017. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, chapter 2.4.14, Lumpy skin disease [Internet]. [accessed 28th July 2018]. Available from: http://web.oie.int/eng/normes/MMANUAL/A_Index.htm.
- Pestova YE, Artyukhova EE, Kostrova EE, Shumoliva IN, Kononov AV, Sprygin AV. 2018. Real time PCR for the detection of field isolates of lumpy skin disease virus in clinical samples from cattle. *Sel'skokhozyaistvennaya Biol.* 53:422–429.
- Roche X, Rozstalnyy A, TagoPacheco D, Pittiglio C, Kamata A, Beltran-Alcrudo D, Bisht K, Karki S, Kayamori J, Larfaoui F, Raizman E, Von Dobschuetz S, Dhingra MS, Sumption K. 2020. Introduction and spread of lumpy skin disease in South, East and Southeast Asia: Qualitative risk assessment and management. *FAO animal production and health, Paper 183.* Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations. doi: 10.4060/cb1892en.
- Rouby S, Abouloud E. 2016. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus. *Vet J.* 1:193–195. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.11.010.
- Sprygin A, Pestova Y, Wallace DB, Tuppurainen E, Kononov AV. 2019a. Transmission of lumpy skin disease virus: A short review. *Virus Res.* 269:197637.
- Sprygin A, Pestova Y, Artyukhova E, Kostrova E, Kononova S, Byadovskaya O, Kononov A. 2019b. One-run real time PCR assays for the detection of capripoxviruses, field isolates and vaccine strains of lumpy skin disease virus. *Agric Biol.* 54:347–358.
- Sprygin A, Pestova Y, Bjadovskaya O, Prutnikov P, Zinyakov N, Kononova S, Ruchnova O, Lozovoy D, Chvala I, Kononov A. 2020. Evidence of recombination of vaccine strains of lumpy skin disease virus with field strains, causing disease. *PLoS One.* 15:1–18.
- Sudhakar SB, Mishra N, Kalaiyarasu S, Jhade SK, Hemadri D, Sood R, Bal GC, Nayak MK, Pradhan SK, Singh VP. 2020. Lumpy skin disease (LSD) outbreaks in cattle in Odisha state, India in August 2019: Epidemiological features and molecular studies. *Transbound Emerg Dis.* 2020:1–15. doi: 10.1111/tbed.13579.
- Tania G, Vanita P, Diksha B, Shivani A, Mandeep S, Rajesh C. 2020. A review: Lumpy skin disease and its emergence in India. *Vet Res Commun.* 44:111-118.
- Tuppurainen E, Galon N. 2016. Lumpy skin disease: Current situation in {Europe} and neighbouring regions and necessary control measures to halt the spread in south-east Europe. *OIE Reg Comm.* p. 1–12.
- Tuppurainen E, Alexandrov T, Beltran-Alcrudo D. 2017. Lumpy skin disease field manual – a manual for veterinarians. *FAO Anim Prod Health Man.* 20:1–60.
- Tuppurainen ESM, Babiuk S, Klement E. 2018. Lumpy skin disease. Berlin/Heidelberg (Germany): Springer International Publishing AG.
- Tuppurainen ESM, Lubinga JC, Stoltz WH, Troskie M, Carpenter ST, Coetzer JAW, Venter EH, Oura CAL. 2013. Mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Rhipicephalus appendiculatus* male ticks. *Epidemiol Infect.* 141:425–430.

[USDA] United States Department of Agriculture. 2016. Lumpy skin disease standard operating procedures. Foreign Anim Dis Prep Response Plan (FAD PReP). p. 1–10.

Wallace DB, Mather A, Kara PD, Naicker L, Mokoena NB, Pretorius A, Nefefe T, Thema N, Babiuk S. 2020.

Protection of cattle elicited using a bivalent lumpy skin disease virus-vektored recombinant rift valley fever vaccine. *Front Vet Sci.* 7:256. doi: 10.3389/fvets.2020.00256.

Organisme Patogen pada Famili Varanidae dan Potensinya sebagai Penyakit Zoonosis

(Pathogenic Organisms in Varanidae and Their Potential as Zoonotic Diseases)

Syaiful Rizal dan RA Rahmawati

¹Pusat Penelitian Biologi LIPI, Jl. Raya Jakarta-Bogor KM. 46, Cibinong, Bogor 16911

²Mahasiswa Magister, Universitas Airlangga, Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

Kontributor utama: drh.syaifulrizal@gmail.com

(Diterima 5 Februari 2021 – Direvisi 23 Maret 2021 – Disetujui 21 April 2021)

ABSTRACT

Monitor lizards have various body sizes, belong to the Varanidae and it is reported that there were various kinds of pathogenic organisms in their bodies. This review aims to describe various information on pathogenic organisms and their potential as zoonotic diseases and can be used as a reference in the prevention of zoonotic diseases originating from Varanidae. The results of this review discuss two types of viruses, three types of bacteria, five types of protozoa, two types of arthropods, and seven types of endoparasites that are pathogenic in Varanidae. Based on this information it is known that potentially zoonotic pathogens include bacteria group is *Salmonella* spp. and *Anaplasma phagocytophilum*; groups of protozoa was *Giardia* spp. and *Cryptosporidium* sp.; Arthropod group namely *Amblyomma* sp. which carries the bacteria *Rickettsia* sp., *Borrelia* spp. and *Anaplasma* spp. and the endoparasite group consisting of *Ascaris* sp., *Strongyloides* sp., Pentastomida, and *Angiostrongylus cantonensis*, while for the virus group, there were no pathogenic organisms with zoonotic potential. The extensive use of Varanidae by humans as exotic pets, as well as for consumption and medicine has great potential in the transmission of zoonotic diseases. Those are possible because the varanids non-aseptically environment. The proper handling and maintenance of monitor lizards are necessary to prevent the spread of zoonotic diseases. Unhygienic and less aseptic way of handling food products of animal origin can lead to the potential for transmission of pathogenic organisms (foodborne disease). Efforts to prevent the transmission of foodborne diseases can apply Good Hygienic Practices (GHP) with the process of cooking reptile meat for consumption. Besides, disease transmission can be prevented by implementing the One Health concept.

Key words: Varanidae, zoonotic, organism, pathogen, One Health

ABSTRAK

Biawak memiliki ukuran tubuh yang bervariasi, termasuk ke dalam famili Varanidae dan dilaporkan terdapat berbagai macam organisme patogen pada tubuhnya. Tujuan dari ulasan ini adalah menguraikan berbagai informasi terkait organisme patogen serta potensinya sebagai penyakit zoonosis dan dapat dijadikan rujukan dalam hal pencegahan penyakit zoonosis yang berasal dari Varanidae. Dari hasil ulasan ini dibahas dua jenis virus, tiga jenis bakteri, lima jenis protozoa, dua jenis arthropoda, dan tujuh jenis endoparasit yang patogen pada Varanidae. Berdasarkan informasi tersebut diketahui bahwa organisme patogen yang berpotensi zoonosis antara lain dari kelompok bakteri adalah *Salmonella* spp. dan *Anaplasma phagocytophilum*; kelompok protozoa yaitu *Giardia* spp. dan *Cryptosporidium* sp.; kelompok Arthropoda yaitu *Amblyomma* sp. yang membawa bakteri *Rickettsia* sp., *Borrelia* spp. dan *Anaplasma* spp. serta kelompok endoparasit terdiri dari *Ascaris* sp., *Strongyloides* sp., Pentastomida, dan *Angiostrongylus cantonensis*, sedangkan untuk kelompok virus tidak ada organisme patogen yang berpotensi zoonosis. Pemanfaatan Varanidae yang sangat luas oleh manusia sebagai hewan peliharaan eksotik, maupun untuk konsumsi dan obat memiliki potensi yang besar dalam transmisi penyakit zoonosis. Hal ini memungkinkan karena lingkungan hidup Varanidae yang tidak bersih. Penanganan dan pemeliharaan biawak yang tepat perlu dilakukan guna mencegah penyebaran penyakit zoonosis. Cara penanganan produk pangan asal hewan yang kurang higienis dan kurang aseptis dapat menyebabkan potensi penularan organisme patogen (*foodborne disease*). Upaya pencegahan penularan dari *foodborne disease* dapat menerapkan *Good Hygienic Practices* (GHP) dengan proses pemasakan daging reptil yang akan dikonsumsi. Selain itu, penularan penyakit dapat dicegah dengan implementasi konsep *One Health*.

Kata kunci: Varanidae, zoonosis, organisme, patogen, *One Health*

PENDAHULUAN

Biawak termasuk ke dalam anggota famili Varanidae memiliki ciri ukuran tubuh yang bervariasi,

mulai dari ukuran yang paling kecil yaitu *Varanus sparnus* dengan panjang 23 cm hingga *Varanus komodoensis* dengan panjang mencapai 3 meter (Auliya & Koch 2020). Terdapat 81 jenis biawak di

dunia yang telah diidentifikasi dan termasuk ke dalam genus *Varanus*, dibagi ke dalam 11 subgenus berdasarkan karakter morfologi dan molekulernya (Auliya & Koch 2020). Habitat dan persebarannya cukup luas meliputi benua Afrika, Semenanjung Arab, Timur Tengah, Asia Selatan, Asia Tenggara, serta di Kepulauan Indo-Australia, dan beberapa kepulauan di sekitar Samudra Pasifik (Koch et al. 2013).

Keberadaan spesies dari famili Varanidae yang tersebar luas tidak hanya berada di alam liar atau di lingkungan penangkaran saja, tetapi juga banyak dijadikan sebagai binatang peliharaan seperti biawak air (*Varanus salvator*) (Nurkarimah et al. 2020). *Varanus salvator* merupakan spesies biawak yang cukup populer di Indonesia dan status konservasinya termasuk ke dalam appendix II CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) menyebabkan *V. salvator* banyak diperdagangkan tidak hanya sebagai hewan peliharaan eksotik tetapi juga dikonsumsi oleh masyarakat di desa Cisiuh dan Muarabinangeun, Provinsi Banten, Indonesia dengan cara disate dan dipanggang (Uyeda et al. 2014) seperti halnya spesies biawak India (*V. bengalensis*) yang juga kerap dikonsumsi oleh masyarakat India (Johnny et al. 2018). Bahkan beberapa masyarakat percaya bahwa daging biawak memiliki berbagai khasiat untuk mengobati berbagai penyakit kulit, asma (Uyeda et al. 2014), serta afrodisiaka dan luka bakar (Nijman 2016).

Interaksi yang erat antara manusia dengan spesies dari Varanidae memiliki potensi terjadinya penularan penyakit zoonosis. Hal ini sangat dimungkinkan karena lingkungan dari spesies pada famili Varanidae yang tidak bersih dan sehat. Beberapa penelitian telah melaporkan beberapa organisme patogen yang dapat menginfeksi famili Varanidae seperti *Pentastomida* dan *Angiostrongylus cantonensis* yang dapat menyebabkan penyakit berat pada manusia (Subroto et al. 2020; Johnny et al. 2018). Oleh sebab itu diperlukan kewaspadaan oleh dokter hewan, masyarakat penikmat kuliner ekstrim, dan pencinta hewan eksotik dari famili Varanidae khususnya dalam hal penanganan ketika akan dikonsumsi dan dipelihara oleh manusia.

Artikel ini bertujuan untuk menguraikan berbagai informasi terkait organisme patogen pada Varanidae serta potensinya sebagai penyakit zoonosis sehingga dapat dijadikan sebagai rujukan dalam hal pencegahan penyakit zoonosis yang berasal dari Varanidae.

PEMANFAATAN SPESIES FAMILI VARANIDAE

Pemanfaatan biawak telah lama dilakukan oleh sebagian besar masyarakat di seluruh dunia antara lain di Indonesia, Pakistan dan India. Salah satu daerah di Indonesia yang memanfaatkan biawak yaitu di desa

Cisiuh dan Muarabinangeun, Provinsi Banten, Jawa Barat. Masyarakat di desa tersebut mengonsumsi daging biawak air (*V. salvator*) yang dipercaya dapat mengobati penyakit kulit (gatal-gatal), panu, kurap, eksim, dan koreng serta gejala asma. Selain untuk dikonsumsi, ekstrak minyak dari *V. salvator* dipercaya efektif mengurangi bekas luka yang diberikan secara topikal (Uyeda et al. 2014).

Khasiat minyak dan lemak dari biawak (*V. bengalensis*) juga dimanfaatkan oleh suku-suku di Pakistan sebagai salep untuk infeksi kulit dan menghilangkan nyeri rematik (Hashmi et al. 2013). Berbeda halnya di India, daging *V. bengalensis* yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat dipercaya dapat membantu meningkatkan kinerja paru-paru akibat kekurangan oksigen, serta serbuk daging *V. bengalensis* digunakan sebagai tonik untuk penyembuhan asma (Subramanean & Reddy, 2012).

Varanidae tidak hanya dimanfaatkan sebagai daging konsumsi karena dipercaya memiliki berbagai khasiat, namun juga dijadikan sebagai hewan peliharaan eksotik yang diperdagangkan secara internasional. Beberapa spesies yaitu *Varanus macreii* (Bennett 2015) dan *Varanus bitatawa* (Emerson 2012) telah diperdagangkan. Menurut Bennett (2015) Indonesia menjadi negara eksportir *V. macreii* terbesar ke beberapa negara di Benua Amerika hingga Afrika.

ORGANISME PATOGEN PADA FAMILI VARANIDAE

Virus

Virus yang dapat menginfeksi spesies Varanidae adalah *Atadenovirus* (Huminto & Agungpriyono 2008; Ball 2015) dan *Varanid herpesvirus* (Hughes-Hanks et al. 2010; Wellehan et al. 2005) (Tabel 1). *Atadenovirus*, salah satu genus dari adenovirus, merupakan virus patogen yang paling umum ditemukan pada reptil meliputi kadal dan ular (Ball 2015; Hyndman et al. 2019; Péntzes et al. 2020). Selain mudah ditemukan pada jenis kadal dan ular, virus ini juga terdeteksi pada berbagai spesies unggas (termasuk bebek) dan ruminansia serta marsupial (Péntzes et al. 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ball (2015), pada *V. salvator* yang menderita infeksi atadenovirus ditemukan gejala seperti anoreksia, tubuh kurus, dehidrasi, *proscissus spinossus* menonjol, mata cekung, keriput, kemerahan di sekitar mulut dan gingiva, kulit terkelupas dan terdapat plak kuning. Umumnya atadenovirus pada reptil bersifat subklinis (Kubiak 2013), namun demikian infeksi sangat destruktif terutama pada saluran pencernaan, hepar, limpa (Huminto & Agungpriyono 2008) yang

Tabel 1. Virus yang ditemukan pada Varanidae

Virus	Varanidae yang terinfeksi	Negara (sumber)	Sampel	Metode deteksi	Referensi
<i>Atadenovirus</i> ^M	<i>V. salvator</i>	Indonesia (penangkaran)	Karkas	Mikroskop	Huminto & Agungpriyono 2008
	<i>V. salvator</i> , <i>V. euprepisaurus macraei</i>	Jerman (liar)	Jaringan usus, kulit, liver, paru-paru, GIT, kepala, jantung, ginjal, otak	PCR	Ball 2015
<i>Varanid herpesvirus</i> ^M	<i>Varanus</i> spp.	Amerika Serikat (peliharaan)	Usus halus dan liver	Mikroskop & PCR	Hughes-Hanks et al. 2010
	<i>V. prasinus</i>	Amerika Serikat (penangkaran)	Jaringan gingival	DNA <i>in situ</i> hybrid	Wellehan et al. 2005

M: Virus mampu menginfeksi beberapa host selain dari famili Varanidae

menyebabkan hepatitis, esofagitis, enteritis, splenitis, dan ensefalopati (Hyndman & Shilton 2011). Potensi zoonosis dan penularan antar *host* spesies dari atadenovirus belum pernah dilaporkan, hal ini berkaitan dengan spektrum *host* yang luas dari atadenovirus, sehingga tidak ada hubungan filogenetik antar spesies dalam genus atadenovirus (Prado-irwin et al. 2018).

Metode deteksi *Atadenovirus* oleh Huminto & Agungpriyono (2008) adalah metode mikroskopis, sampel (mukosa saluran pencernaan, limpa, dan liver) dipreparasi dengan pewarnaan Hematoxylin-Eosin (HE) kemudian diamati dengan mikroskop. Hasil pengamatan tersebut ditemukan lesi peradangan multifokal nekrosis di berbagai jaringan sampel. Sedangkan, metode deteksi yang digunakan oleh Ball (2015) menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dengan target gen *Atadenovirus*.

Virus lain yang ditemukan pada famili Varanidae adalah Herpesvirus. Herpesvirus merupakan virus yang memiliki rentang *host* yang cukup beragam meliputi berbagai macam mamalia, ikan, amfibi, dan reptil (Hughes-Hanks et al. 2010). Infeksi virus tersebut bermanifestasi menjadi tahap laten dengan gejala akut dan dapat muncul kembali ketika sistem imun *host* menurun. Herpesvirus pada reptil termasuk dalam subfamili Alphaherpesvirinae bersama dengan herpesvirus mamalia dan unggas (Ariel 2011; Marschang 2011). Virus ini terdeteksi menyebabkan lesi di mukosa mulut dan otak *V. prasinus* dengan stomatitis proliferasi (Wellehan et al. 2005).

Varanid herpesvirus merupakan jenis virus yang patogen pada famili Varanidae (Wellehan et al. 2005). Belum ditemukan laporan adanya potensi zoonosis dari virus tersebut ke manusia maupun ke spesies lain dalam satu subfamili (mamalia dan unggas), namun potensi zoonosis masih memungkinkan dapat terjadi (Woźniakowski & Samorek-salamonowicz 2015).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hughes-Hanks et al. (2010), infeksi *Varanid herpesvirus*

diketahui menggunakan observasi mikroskop elektron dan didapatkan multifokal nekrosis pada jaringan sampel usus halus dan liver. Kemudian dilanjutkan dengan uji PCR dan didapatkan hasil sekuens memiliki kemiripan dengan *Varanid herpesvirus* (80% nukleotida dan 82% asam amino). Pada pengamatan DNA *in situ hybridization* oleh Wellehan et al. (2005) didapatkan hasil positif *Varanid herpesvirus*.

Bakteri

Pada famili Varanidae ditemukan tiga jenis bakteri yaitu: *Morganella morganii* (Shin et al. 2009), *Anaplasma phagocytophilum* (Koh et al. 2018), *Salmonella* spp. (Arnafia et al. 2016; Barboza et al. 2018) dimana spesies yang dilaporkan yaitu *Salmonella enterica* (Bzdil et al. 2017) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Morganella morganii merupakan bakteri flora normal yang ditemukan di saluran pencernaan dan feses manusia, mamalia, unggas dan reptil (Shin et al. 2009). Menurut Jho et al. (2011), *M. morganii* juga ditemukan pada swab oral dan kloaka *Phyton burma* (*Phyton molurus bivittatus*).

Pada manusia, bakteri tersebut akan menginfeksi saat imunitas *host* menurun dan menyebabkan sepsis, pneumonia, infeksi saluran kemih, infeksi sistem saraf, dll (Shin et al. 2009). Pada *V. salvator* yang terinfeksi *Morganella morganii* dilaporkan memiliki gejala seperti anoreksia, letargi dan depresi. Hasil yang ditemukan dari isolasi ginjal dan darah *V. salvator* yaitu adanya infeksi bakteri *Morganella morganii* penyebab utama septikemia (Shin et al. 2009).

Berbeda halnya dengan *M. morganii*, *Salmonella* spp. merupakan patogen zoonosis yang dapat menyebabkan penyakit pada hewan dan manusia. Reptil memiliki peran sebagai reservoir *Salmonella* spp., tidak hanya menyebabkan infeksi saluran intestinal saja tetapi juga pada organ lain dan umumnya tidak bergejala (Arnafia et al. 2016). Namun demikian,

Tabel 2. Bakteri yang ditemukan pada Varanidae

Bakteri	Varanidae yang terinfeksi	Negara (sumber)	Sampel	Metode deteksi	Referensi
<i>Morganella morganii</i> ^M	<i>V. salvator</i>	Korea Selatan (kebun binatang)	Swab ginjal & darah	PCR	Shin et al. 2009
<i>Salmonella</i> spp. ^{Z,M}	<i>V. salvator</i> , <i>V. salvadorii</i>	Indonesia (peliharaan)	Swab kloaka	PCR	Arnafia et al. 2016
<i>Salmonella enterica</i> ^{Z,M}	<i>V. exanthematicus</i>	Canada (penangkaran)	Jaringan mulut, mata	CT scan & kultur bakteri	Barboza et al. 2018
	<i>V. exanthematicus</i>	Ceko (peliharaan)	Jantung, paru, liver, usus	PCR	Bzdil et al. 2017
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> ^Z	<i>V. salvator</i>	Malaysia (liar)	Darah	PCR	Koh et al. 2018

Z: Potensi zoonosis; M: Bakteri mampu menginfeksi beberapa host selain famili Varanidae

penelitian yang dilakukan oleh Bzdil et al. (2017) menunjukkan gejala mual, diare, letargi, dan kehilangan nafsu makan sebelum ditemukan mati. Gejala lain dari infeksi *Salmonella* spp. dilaporkan oleh Barboza et al. (2018) yaitu terdapat pembengkakan wajah sisi kiri dan tidak ada perubahan perilaku dari *V. exanthematicus*.

Bakteri *Salmonella* spp. dapat ditularkan melalui kontak langsung dengan reptil atau secara tidak langsung dari lingkungan yang terkontaminasi feses reptil yang terinfeksi (Tomastikova et al. 2017). Keberadaan *Salmonella* spp. pada reptil terutama sebagai hewan peliharaan akan meningkatkan resiko penularan bakteri ke manusia. Infeksi *Salmonella* spp. pada manusia yang disebut Salmonellosis, menyebabkan gejala umum demam dan diare hingga pada beberapa kasus dapat berkembang menjadi penyakit dengan bakteremia, meningitis, kolitis, gastroenteritis terutama pada kelompok usia anak-anak (Murphy & Oshin 2015; Pees et al. 2013).

Bakteri *Anaplasma phagocytophilum* yang sering ditemukan pada famili Varanidae (Lin et al. 2011) merupakan bakteri gram-negatif intraselular obligat yang ditularkan melalui kutu, famili Anaplasmataceae (Koh et al. 2018) dan menjadi penyebab utama penyakit anaplasmosis granulositik pada hewan dan manusia (Nowak et al. 2010). Infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini dapat menyerang leukosit pada manusia dan dapat menyebabkan kematian.

Metode deteksi untuk mengidentifikasi bakteri *M. morganii* (Shin et al. 2009), *Salmonella* spp., (Arnafia et al. 2016), *Salmonella enterica* (Bzdil et al. 2017), dan *Anaplasma phagocytophilum* (Koh et al. 2018) menggunakan uji PCR, sedangkan pada *Salmonella enterica* (Barboza et al. 2018) digunakan metode *Computed Tomography* (CT) Scan dan kultur bakteri. Dari gambaran CT scan pada kepala *V. exanthematicus* terdapat massa memanjang dari retrobulbar kiri ke otot temporal dengan lesi ekstensif dari tulang epiterygoid

sehingga mengakibatkan kompresi batang otak, rongga mulut dan mata bagian kiri. Kemudian dilakukan konfirmasi lebih lanjut mengenai bakteri yang menginfeksi *V. exanthematicus* dengan kultur bakteri dan didapatkan hasil positif *Salmonella enterica* (Barboza et al. 2018).

Protozoa

Lima jenis protozoa yang menginfeksi Varanidae (Tabel 3) dan salah satunya yaitu *Haemogregarina* sp. merupakan hemoparasit protozoa yang umum menginfeksi reptil. Infeksi parasit ini ditularkan melalui *intermediate host* seperti lintah, kutu, nyamuk, dan tungau (O'Donoghue 2017). Potensi penularan *Haemogregarina* sp. dari reptil ke manusia belum pernah dilaporkan dan reptil yang terinfeksi *Haemogregarina* sp. umumnya tidak menimbulkan gejala klinis dan mampu beradaptasi dengan baik (Scheelings & Jessop 2011), namun reptil dengan tingkat parasitemia yang tinggi dapat mengalami anemia, lemas dan anoreksia (Nurkarimah et al. 2020). Metode deteksi untuk mengkonfirmasi adanya protozoa *Haemogregarina* sp. dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopik, terdapat gamont *Haemogregarina* sp. berbentuk lonjong seperti sosis yang terletak dalam eritrosit *V. salvator* dengan inti parasit berwarna gelap (Nurkarimah et al. 2020).

Eimeria adalah protozoa obligat parasit yang memiliki spektrum *host* sangat luas termasuk mamalia, burung, reptil, ikan dan amfibi (Blake 2015). Penyebaran parasit ini dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, dan kebersihan lingkungan (Nurkarimah et al. 2020). Lingkungan hidup reptil yang kurang bersih, meningkatkan resiko infeksi dari *Eimeria* spp.. Parasit *Eimeria* spp. merupakan parasit gastrointestinal dari kelompok protozoa penyebab penyakit koksidirosis pada reptil dan tidak bersifat zoonosis terhadap

manusia (Indraswari et al. 2017; Nurkarimah et al. 2020). Metode deteksi *Eimeria* sp. (Nurkarimah et al. 2020) menggunakan mikroskop dengan sampel feses, ditunjukkan adanya ookista yang telah bersporulasi menjadi empat sporokista dan berbentuk ovoid. Sejalan dengan hal tersebut, pengamatan mikroskopis yang dilakukan oleh Abdel-Aziz et al. (2019) juga tampak dengan jelas perkembangan siklus hidup *Eimeria* sp. dari tahapan eksogenus hingga tahap endogenus (merogonik dan gamogonik) pada feses dan epitel usus *V. griseus griseus*.

Giardia sp. yang ditemukan pada feses *V. bengalensis* memiliki potensi zoonosis (Nurkarimah et al. 2020) penyebab giardiasis pada hewan maupun manusia (Bhadesiya et al. 2017). Infeksi *Giardia* sp. ditransmisikan melalui rute fecal-oral akibat menelan secara langsung maupun tidak langsung kista *Giardia* sp. Gejala infeksi bervariasi dari subklinis hingga adanya gejala diare akut, mual, nyeri epigastrium, penurunan berat badan dan malabsorpsi (Hooshyar et al. 2019). Pengamatan secara mikroskop dilakukan oleh Bhadesiya et al. (2017) untuk melihat adanya infeksi *Giardia* sp. pada sampel feses *V. bengalensis* dan dari hasil pengamatan menunjukkan positif adanya kista *Giardia* sp. Namun hingga saat ini belum ditemukan adanya laporan giardiasis pada manusia yang ditularkan oleh reptil maupun biawak.

Entamoeba invadens adalah protozoa komensal yang hidup di saluran gastrointestinal reptil herbivora, namun pada reptil karnivora (kadal dan ular) dapat menyebabkan kerusakan mukosa usus yang mengakibatkan pendarahan enteritis, kolitis, dan hepatitis (Michaely et al. 2020). Infeksi *E. invadens* yang dilaporkan oleh Chia et al. (2009) menunjukkan gejala anoreksia dan regurgitasi. Gejala lain yang kemungkinan terjadi adalah dehidrasi, diare, kejang hingga menyebabkan kematian mendadak. Belum ada temuan terkait potensi zoonosis *E. invadens*, namun infeksi organisme ini sangat menular dan dapat

menyebarkan dengan cepat ke spesies lain (Shilton et al. 2018; Michaely et al. 2020) Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Nikousefat et al. (2014) melaporkan infeksi *E. invadens* pada iguana hijau menyebabkan anemia dan heterofilik leukositosis dengan gejala kelemahan dan letargi.

Metode deteksi adanya *Entamoeba invadens* yang dilakukan oleh Chia et al. (2009) dengan pemeriksaan histopatologi pada *V. salvator* terinfeksi. Pada sampel otot rangka *V. salvator*, terlihat bahwa infeksi yang menyebar sangat parah ditandai dengan penggabungan multifokal nekrosis dan granulomatosa miositis disertai lesi yang bervariasi dan mengandung trophozoit *amoebic* ovoid. Pada liver tampak multifoki nekrosis dengan ukuran bervariasi yang mengandung trophozoit *amoebic* mirip dengan yang terlihat di otot rangka.

Salah satu protozoa yang dilaporkan dapat menginfeksi Varanidae dan memiliki potensi zoonosis yaitu *Cryptosporidium* sp. Terdapat dua genus yang dikenali di reptil yaitu *C. serpentis* dan *C. varanii* (Ryan et al. 2014). *Cryptosporidium* sp. merupakan salah satu parasit usus penyebab diare pada hewan dan manusia yang bersifat oportunistik. Pada *V. albigularis ionidesi*, infeksi *Cryptosporidium* spp. menyebabkan gejala klinis diare, hipersalivasi, muntah, anoreksia, letargi, serta anemia (Ryan & Hijjawi 2015), sedangkan pada manusia infeksi *Cryptosporidium* spp. dapat menyebabkan diare akut hingga kronis (Maryanti 2017) tergantung status imun yang berdampak terhadap keparahan dan lama infeksi. Pada manusia yang imunokompeten, diare tidak berlangsung lama (kurang dari 2 minggu), sedangkan pada individu dengan defisiensi imun (*immunocompromised*), infeksi yang sama akan menjadi progresif, berlangsung lama bahkan dapat menyebabkan kematian (Eibach et al. 2015; Sparks et al. 2015). Metode deteksi *Cryptosporidium* sp. yang dilakukan oleh Pavlasek & Ryan (2008) adalah dengan uji PCR.

Tabel 3. Protozoa yang ditemukan pada Varanidae

Protozoa	Varanidae yang terinfeksi	Negara (sumber)	Sampel	Metode deteksi	Referensi
<i>Haemogregarina</i> sp. ^M	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Darah	Mikroskop	Nurkarimah et al. 2020
<i>Eimeria</i> sp. ^M	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Feses	Mikroskop	Nurkarimah et al. 2020
	<i>V. griseus griseus</i>	Mesir (liar)	Feses dan epitel usus	Mikroskop	Abdel-Aziz et al. 2019
<i>Giardia</i> spp. ^{Z,M}	<i>V. bengalensis</i>	India (liar)	Feses	Mikroskop	Bhadesiya et al. 2017
<i>Entamoeba invadens</i> ^M	<i>V. salvator</i>	Taiwan (kebun binatang)	Organ	Histopatologi	Chia et al. 2009
<i>Cryptosporidium</i> sp. ^Z	<i>V. griseus</i>	Australia (kebun binatang)	Feses	PCR	Pavlasek & Ryan 2008

Z: Potensi zoonosis; M: Bakteri mampu menginfeksi beberapa *host* selain famili Varanidae

Arthropoda

Terdapat dua arthropoda yang ditemukan pada famili Varanidae yaitu: *Aponomma* sp. (Amelia et al. 2020) dan *Amblyomma* sp. (Hanafiah et al. 2018; Amelia et al. 2020) dimana spesies dari *Amblyomma* yang ditemukan antara lain *A. varanese* (Supriyono et al. 2019), *A. gervaisi* (Bhadesiya et al. 2017), *A. helvolum* (Doornbos et al. 2013), *A. flavomaculatum* (Nowak et al. 2010), dan *A. exornatum* (Reeves et al. 2006) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari beberapa penelitian yang telah dilaporkan, manifestasi arthropoda *Aponomma* sp. dan *Amblyomma* sp. ditemukan di berbagai spesies Varanidae, sering ditemukan di bagian pangkal leher dan kaki, perut, sedangkan bagian punggung dan ekor sedikit ditemukan kedua arthropoda tersebut disebabkan sering terpapar matahari (Amelia et al. 2020). Gejala yang ditemukan pada Varanidae yang terinfestasi arthropoda tersebut antara lain kekurangan darah, iritasi kulit, alergi sehingga hewan terinfestasi akan cenderung mencakar atau menggigit kulit karena gatal akibat arthropoda (Hanafiah et al. 2018).

Arthropoda dapat menularkan virus, bakteri dan parasit. Banyak infeksi yang ditularkan bersifat zoonosis, sehingga beradaptasi untuk menularkan dari

manusia ke manusia secara langsung, sehingga menjadikan arthropoda sebagai kontributor munculnya beberapa penyakit menular (Nabarro et al. 2020). Bakteri yang dapat ditularkan oleh kutu antara lain *Borrelia* spp. (Kaenkan et al. 2020; Supriyono et al. 2019), *Rickettsia* spp. (Reeves et al. 2006; Doornbos et al. 2013; Supriyono et al. 2019) dan *Anaplasma* spp. (Nowak et al. 2010; Supriyono et al. 2019). Ketiga bakteri tersebut dapat menyebabkan penyakit berat, seperti *Rickettsia* spp. menyebabkan penyakit sistemik (*typhus*, *spotted fever*), *Borrelia* spp. mempengaruhi sistem imun, dan *Anaplasma* spp. menyebabkan anaplasmosis pada manusia.

Metode deteksi yang dilakukan untuk menentukan adanya *Aponomma* sp. (Amelia et al. 2020), *Amblyomma* sp. (Hanafiah et al. 2018; Amelia et al. 2020), *Amblyomma gervaisi* (Bhadesiya et al. 2017) adalah dengan pengamatan mikroskop, sedangkan untuk mengkonfirmasi adanya *Amblyomma* sp. (Kaenkan et al. 2020), *Amblyomma varanese* (Supriyono et al. 2019), *Amblyomma helvolum* (Doornbos et al. 2013), *Amblyomma flavomaculatum* (Nowak et al. 2010), dan *Amblyomma exornatum* (Reeves et al. 2006) adalah dengan deteksi menggunakan PCR.

Tabel 4. Arthropoda yang ditemukan pada Varanidae

Arthropoda	Organisme patogen yang dibawa	Spesies Varanidae	Negara (sumber)	Sampel	Metode deteksi	Referensi
<i>Aponomma</i> sp.	Tidak dibahas	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Kulit	Mikroskop	Amelia et al. 2020
<i>Amblyomma</i> sp.	Tidak dibahas	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Kulit	Mikroskop	Hanafiah et al. 2018; Amelia et al. 2020
	<i>Borrelia</i> spp. ^Z	<i>V. salvator</i> , <i>V. bengalensis</i>	Thailand (liar)	Whole	PCR	Kaenkan et al. 2019
<i>Amblyomma varanese</i>	<i>Anaplasma</i> spp. ^Z <i>Rickettsia</i> spp. ^Z <i>Borrelia</i> spp. ^Z	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Kelenjar saliva dan usus	PCR	Supriyono et al. 2019
<i>Amblyomma gervaisi</i>	Tidak dibahas	<i>V. bengalensis</i>	India (liar)	Kulit	Mikroskop	Bhadesiya et al. 2020
<i>Amblyomma helvolum</i>	<i>Rickettsia</i> spp. ^Z	<i>V. salvator</i>	Thailand (liar)	Whole	PCR	Doornbos et al. 2013
<i>Amblyomma flavomaculatum</i>	<i>Anaplasma phagocytophilum</i> ^Z	<i>V. exanthematicus</i>	Polandia (impor)	Whole	PCR	Nowak et al. 2010
<i>Amblyomma exornatum</i>	<i>Rickettsia</i> spp.	<i>V. olivaceus</i>	Amerika Serikat (penangkaran)	Whole	PCR	Reeves et al. 2006

Z: Potensi zoonosis; M: Bakteri mampu menginfeksi beberapa host selain famili Varanidae

Tabel 5. Endoparasit yang ditemukan pada Varanidae

Endoparasit	Varanidae yang terinfeksi	Negara (sumber)	Sampel	Metode deteksi	Referensi
<i>Ascaris</i> sp. ^{Z, M}	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Feses	Mikroskop	Hanafiah et al. 2018
<i>Strongyloides</i> sp. ^Z	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Feses	Mikroskop	Hanafiah et al. 2018
Pentastomida ^Z	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Paru-paru	Mikroskop	Subroto et al. 2020
<i>Tanqua tiara</i>	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Lambung	Mikroskop	Agustin et al. 2017
<i>Physaloptera</i> sp.	<i>V. bengalensis</i>	India (penangkaran)	Rongga perut	Mikroskop	Manjunatha et al. 2020
<i>Duthiersia expansa</i>	<i>V. salvator</i>	Indonesia (liar)	Usus	Mikroskop	Putri et al. 2020
<i>Angiostrongylus cantonensis</i> ^{Z, *}	<i>V. bengalensis</i>	India (makanan)	Darah	Tes serologi	Johnny et al. 2018

Z: Potensi zoonosis; M: Bakteri mampu menginfeksi beberapa host selain famili Varanidae

* : kasus yang ditemukan di manusia dari transmisi makanan

Endoparasit

Pada Tabel 5 menunjukkan berbagai endoparasit yang dilaporkan menginfeksi berbagai spesies dari famili Varanidae. Lingkungan hidup Varanidae khususnya *V. salvator* yang berada di sekitar perairan seperti rawa dan selokan, sangat memungkinkan terjadi infestasi endoparasit dari air yang tercemar. Beberapa endoparasit yang ditemukan dapat bersifat zoonosis seperti *Ascaris* sp. (Nejsun et al. 2012; Widisuputri et al. 2020), *Strongyloides* sp. (Jaleta et al. 2017), Pentastomida (Cho et al. 2017; Galecki et al. 2016), *Angiostrongylus cantonensis* (Maldonado Junior et al. 2020), namun terdapat pula endoparasit yang tidak bersifat zoonosis seperti *Tanqua tiara*. Meskipun demikian, semua spesies endoparasit berpotensi menular ke manusia. Johnny et al. (2018) melaporkan infestasi endoparasit *Angiostrongylus cantonensis* pada manusia setelah mengkonsumsi daging *V. bengalensis*, meskipun sangat jarang terjadi, dengan gejala klinis antara lain demam tinggi, sakit kepala, mual selama 10 hari. Dari pemeriksaan serologi diketahui penderita tersebut mengalami *eosinophilic meningitis*.

Metode pemeriksaan untuk mengetahui adanya endoparasit *Ascaris* sp. dan *Strongyloides* sp. (Hanafiah et al. 2018), Pentastomida (Subroto et al. 2020), *Tanqua tiara* (Agustin et al. 2017), *Physaloptera* sp. (Manjunatha et al. 2020), dan *Duthiersia expansa* (Putri et al. 2020) menggunakan mikroskop menggunakan sampel feses (*Ascaris* sp. dan *Strongyloides* sp.), paru-paru (Pentastomida), lambung (*Tanqua tiara*), rongga perut (*Physaloptera* sp.) dan usus (*Duthiersia expansa*), sedangkan pemeriksaan *Angiostrongylus cantonensis* (Johnny et al. 2018) menggunakan tes serologi pada darah manusia yang terinfeksi endoparasit tersebut.

PENCEGAHAN PENULARAN ZOONOSIS DARI VARANIDAE

Pemanfaatan reptil khususnya biawak untuk konsumsi dan obat-obatan serta tingginya interaksi dengan manusia memiliki potensi penularan penyakit zoonosis dikarenakan memiliki berbagai organisme patogen (virus, bakteri, protozoa, endoparasit) di dalam tubuhnya. Penularan zoonosis secara umum dapat melalui beberapa cara yaitu: kontak langsung, kontak tidak langsung melalui vektor (*vector borne*), dan melalui pangan asal hewan sakit (*foodborne disease*) (Biru et al. 2018).

Foodborne disease disebabkan oleh kontaminasi makanan yang bersumber dari mikroba termasuk bakteri, protozoa, virus, dan fungi (Odeyemi 2016). Faktor utama yang berkontribusi dalam kontaminasi tersebut adalah penanganan pangan yang tidak tepat dan kurangnya kesadaran hidup bersih saat penyiapan ataupun saat mengonsumsi makanan. Penerapan sistem *Good Hygienic Practices* (GHP) sangat penting untuk mengendalikan bahaya *foodborne disease* ini. Pengurangan potensi bahaya pada daging reptil dapat dicapai melalui pemrosesan lebih lanjut dengan pemasakan. Hal ini diketahui bahwa proses pemasakan dapat cukup efektif untuk menonaktifkan bakteri dan parasit yang terdapat dalam daging reptil (Kadariya et al. 2014).

Selain itu penularan zoonosis dapat dicegah dengan penerapan konsep *One Health* yaitu suatu konsep kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan yang bersifat saling bersinergi satu sama lain atau interdependen untuk mencapai kesehatan global (Mackenzie & Jeggo 2019). Penerapan konsep *One Health* sebagai upaya pencegahan penularan zoonosis ini perlu diketahui oleh setiap individu terutama

individu yang menjadikan biawak sebagai hewan peliharaan. Biawak yang dipelihara dengan hewan peliharaan lain perlu diberikan terarium terpisah dan tidak dibiarkan berkeliaran bebas di dalam rumah untuk mengontrol pergerakan biawak guna mencegah kontaminasi antar hewan peliharaan maupun ke pemilik hewan (Corrente et al. 2017). Lebih lanjut, pemilik hewan perlu mengetahui praktek kebersihan yang baik selama penanganan dan pemeliharaan biawak. Praktek kebersihan seperti mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setelah kontak dengan hewan harus sering dilakukan agar dapat menghindarkan manusia dari penularan berbagai macam penyakit menular (Raksanagara & Raksanagara 2015) yang terdapat pada biawak. Selain itu, pembersihan terarium biawak juga harus rutin dilakukan dengan menerapkan praktek kebersihan yang baik dengan menggunakan sarung tangan dan disinfektan selama proses pembersihan terarium (Corrente et al. 2017).

Penularan zoonosis pada biawak juga dapat disebabkan oleh faktor pakannya. Secara umum, biawak merupakan hewan omnivora seperti *V. salvator* liar di Sri Lanka memakan ular kobra, ular tikus, telur merak, anak ayam, burung gagak, kura-kura, kepiting dan tikus serta daging sapi, daging babi dan daging buangan lainnya di tempat sampah (Karunarathna et al. 2012). Faktor pakan ini memicu potensi penularan penyakit dari pakan biawak terutama yang tidak higienis. Sehingga, untuk menghindarkan penularan zoonosis antara biawak peliharaan dengan pemilik diperlukan pemilihan pakan dengan standar kebersihan yang tinggi.

KESIMPULAN

Varanidae diketahui menjadi *host* dari berbagai organisme di dalam tubuhnya. Hal ini disebabkan karena habitatnya berada di sekitar perairan seperti rawa dan selokan, sehingga sangat memungkinkan terinfeksi berbagai organisme patogen terutama yang bersifat zoonosis. Beberapa mikroorganisme yang bersifat zoonosis yaitu dari kelompok bakteri terdapat *Salmonella* spp. dan *Anaplasma* spp. dan kelompok protozoa terdapat *Giardia* spp. dan *Cryptosporidium* sp. Kemudian terdapat bakteri zoonosis yang ditularkan melalui arthropoda seperti *Anaplasma* spp., *Rickettsia* spp., dan *Borrelia* spp. Selain itu, pada kelompok endoparasit juga terdapat parasit yang bersifat zoonosis yaitu *Ascaris* sp., *Strongyloides* sp., Pentastomida, dan *Angiostrongylus cantonensis*.

Pemanfaatan Varanidae yang banyak diperdagangkan tidak hanya sebagai hewan peliharaan eksotik tetapi juga dijadikan konsumsi dan obat memudahkan penularan penyakit zoonosis. Cara penanganan produk pangan asal hewan yang kurang

higienis dan kurang aseptis dapat menyebabkan potensi penularan organisme patogen (*foodborne disease*). Upaya pencegahan penularan dari *foodborne disease* dapat dilakukan dengan menerapkan *Good Hygienic Practices* (GHP) dengan proses pemasakan daging reptil yang akan dikonsumsi. Selain itu, penularan penyakit dapat dicegah dengan implementasi konsep *One Health* yaitu biawak ditempatkan pada terarium terpisah dari hewan lain, pembersihan terarium secara rutin dengan menerapkan praktek kebersihan, dan memberikan pakan dengan standar kebersihan yang tinggi pada biawak yang menjadi hewan peliharaan atau yang berada di penangkaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aziz A, Abou-Senna FM, Abdel-Gawad MA, El-Nour MFA. 2019. A new species of eimeria (Apicomplexa: Eimeriidae) from the desert monitor, *Varanus griseus griseus* (Lacertilia: Varanidae). Proceeding the 9th International Conference for Basic Sciences, Energy, Environment and Sustainable Development. Cairo, 27-29 Maret. 2017. Cairo (Egypt): Al-Azhar University.
- Agustin ALD, Koesdarto S, Lukiswanto BS, Suwanti LT, Arifin Z, Putranto ED. 2017. Morphological identification nematodes *Tanqua tiara* found on gastric *Varanus salvator* at East Java. The Veterinary Medicine International Conference 2017, KnE Life Sciences. Surabaya, 12-14 Juli. 2017. Surabaya (Indonesia): Universitas Airlangga. p. 668-676.
- Amelia KA, Ernawati R, Hastutiek P, Yunus M, Setiawan B, Sunarso A. 2020. Identification and ticks infestation pattern on monitor lizard (*Varanus salvator*, Byers, d. 2000). J Parasite Sci. 4:37-40.
- Ariel E. 2011. Viruses in reptiles. Vet Res. 42, art number 100.
- Arnafia W, Ningrum SG, Adj RS, Lukman DW, Pasaribu FH, Wibawan IWT. 2016. Isolation of *Salmonella* from reptiles in pet shop and its susceptibility to antibiotics in Indonesia. HVM Bioflux. 8:177-181.
- Auliya M, Koch A. 2020. Visual identification guide to the monitor lizard species of the world (genus *Varanus*). Bonn (Germany): Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- Ball I. 2015. Tracking adenovirus infections in reptiles [Dissertation]. [Gießen (Germany)]: Justus-Liebig-Universität Gießen.
- Barboza T, Beaufre H. 2018. Epipterygoid bone salmonella abscess in a savannah monitor (*Varanus exanthematicus*). J Herpetologic Medic Surg. 28:29-33.
- Bennett D. 2015. International trade in the blue tree monitor lizard *Varanus macraei*. Biawak. 9:50-57.
- Bhadesiya CM, Patel VA, Gajjar PJ, Anikar, MJ. 2020. First record & clinical management of tick infestation by

- Amblyomma gervaisi, giardiasis and tail injury in a bengal monitor (*Varanus bengalensis*; Daudin, 1802) in Himmatnagar, Gujarat (India). *Int J Adv Res Biol Sci.* 7:71-74.
- Biru DMA, Detha AIR, Wuri DA. 2018. Kajian pemahaman peternak dan pelaku usaha produk pangan asal hewan tentang penyakit zoonosis dan pencegahannya di kota Kupang. *Jurnal Kajian Veteriner.* 6:85-111.
- Blake DP. 2015. *Eimeria* genomics: Where are we now and where are we going?. *Vet Parasitol.* 212:68–74.
- Bzdil J, Holy O, Toporcak J. 2017. *Salmonella enterica* subspecies enterica serovar paratyphi B as a disease-causing agent in reptiles in the Czech Republic. *Veterinari Medicina.* 62:410–415.
- Chia M-Y, Jeng C-R, Hsiao S-H, Lee A-H, Chen C-Y, Pang VF. 2009. Entamoeba invadens myositis in a common water monitor lizard (*Varanus salvator*). *Vet Pathol.* 46:673-676.
- Cho ES, Jung SW, Jung H-D, Lee IY, Yong T-S, Jeong SJ, Kim HS. 2017. A case of pentastomiasis at the left maxilla bone in a patient with thyroid cancer. *Korean J Parasitol.* 55:433-437.
- Corrente M, Sangiorgio G, Grandolfo E, Bodnar L, Catella C, Trotta A, Martella V, Buonavoglia D. 2017. Risk for zoonotic Salmonella transmission from pet reptiles: A survey on knowledge, attitudes and practices of reptile-owners related to reptile husbandry. *Prevent Vet Medic.* 146:73-78.
- Doornbos K, Sumrandee C, Ruang-Arrerate T, Baimai V, Trinachartvanit W, Ahantarig A. 2013. Rickettsia sp. closely related to *Rickettsia raoultii* (Rickettsiales: Rickettsiaceae) in an *Amblyomma helvolum* (Acarina: Ixodidae) tick from a *Varanus salvator* (Squamata: Varanidae) in Thailand. *J Med Entomol.* 50:217-220.
- Eibach D, Krumkamp R, Al-Emran HM, Sarpong N, Hagen RM, Adu-Sarkodie Y, Tannich E, May J. 2015. Molecular characterization of Cryptosporidium spp. among children in rural Ghana. *PLoS Negl Trop Dis.* 9:1-12.
- Emerson YSY. 2012. First record of *Varanus bitatawa* in the Philippine pet trade. *Biawak.* 6:73.
- Galecki R, Sokół R, Dudek A. 2016. Tongue worm (Pentastomida) infection in ball pythons (*Python regius*) – a case report. *Ann Parasitol.* 62:363-365.
- Hanafiah M, Alfiansyah HD, Sayuti A. 2018. Identifikasi parasit pada biawak air (*Varanus salvator*). *Jurnal Sain Veteriner.* 36:24-31.
- Hashmi MUA, Khan MZ, Amtyaz, Ul Huda N. 2013. Current status, distribution and threats of varanus species (*Varanus bengalensis* & *Varanus griseus*) in Karachi & Thatta of Sindh. *Int J Fauna Biologic Stud.* 1:34-38.
- Hooshyar H, Rostamkhani P, Arbabi M, Delavari M. 2019. Giardia lamblia infection: Review of current diagnostic strategies. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench.* 12:3-12.
- Hughes-Hanks JM, Schommer SK, Mitchell WJ, Shaw DP. 2010. Hepatitis and enteritis caused by a novel herpesvirus in two monitor lizards (*Varanus* spp.). *J Vet Diagn Invest.* 22:295–299.
- Huminto H, Agungpriyono DR. 2008. Deadly adenoviral infection in a lizard (*Varanus salvator*). *Proceeding of AZWMC.* Bogor, 19-22 Agustus 2008. Bogor (Indonesia). p. 40-41.
- Hyndman T, Shilton CM. 2011. Molecular detection of two adenoviruses associated with disease in Australian lizards. *Australian Vet J.* 89:232-235.
- Hyndman TH, Howard JG, Doneley RJT. 2019. Adenovirus in free-ranging Australian bearded dragons (*Pogona* spp.). *Vet Microbiol.* 234:72-76.
- Indraswari AAS, Suwiti NK, Apsari IAP. 2017. Protozoa gastrointestinal: *Eimeria auburnensis* dan *Eimeria bovis* menginfeksi sapi bali betina di Nusa Penida. *Buletin Vet Udayana.* 9:112-116.
- Jaleta TG, Zhou S, Bemm FM, Schar F, Khieu V, Muth, S, Odermatt P, Lok JB, Streit A. 2017. Different but overlapping populations of *Strongyloides stercoralis* in dogs and humans—Dogs as a possible source for zoonotic strongyloidiasis. *PLoS Negl Trop Dis.* 11:e0005752. doi: 10.1371/journal.pntd.0005752.
- Jho Y-S, Park D-H, Lee J-H, Cha S-Y, Han J-S. 2011. Identification of bacteria from the oral cavity and cloaca of snakes imported from Vietnam. *Laboratory Anim Res.* 27:213-217.
- Johny J, Kumar A, Kolar VV, Hamide A. 2018. Eosinophilic meningitis caused by consumption of meat of monitor lizard (*Varanus bengalensis*). *Neurol India.* 66:1166.
- Kadariya J, Smith TC, Thapaliya D. 2014. *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal Food-Borne Disease: An ongoing challenge in public health. *BioMed Res Int.* 2014:1-9.
- Kaenkan W, Nooma W, Chelong I, Baimai V, Trinachartvanit W, Ahantarig A. 2019. Reptile-associated Borrelia spp. in Amblyomma ticks, Thailand. *Ticks Tick-borne Dis.* 11:1-23.
- Karunarathna DMSS, Amarasinghe AAT, Madawala MB, Kandambi HKD. 2012. Population status of two varanus species (Reptilia: Sauria: Varanidae) in Sri Lanka's puttalam lagoon system, with notes on their diet and conservation Status. *Biawak.* 6:22-33.
- Koch A, Ziegler T, Böhme W, Arida E, Auliya M. 2013. Pressing problems: Distribution, threats, and conservation status of the monitor lizards (Varanidae: Varanus spp.) of Southeast Asia and the Indo-Australian archipelago. *Herpetologic Conserv Biol.* 8:1-62.
- Koh FX, Panchadcharam C, Sitam FT, Tay ST. 2018. Molecular investigation of Anaplasma spp. in domestic and wildlife animals in Peninsular Malaysia.

- Vet Parasitol: Regional Studies and Report. 13:141-147.
- Kubiak M. 2013. Detection of agamid Adenovirus-1 in clinically healthy bearded dragons (*Pogona vitticeps*) in the UK. Vet Record. 172:475.
- Lin M, Kikuchi T, Brewer HM, Norbeck AD, Rikihisa Y. 2011. Global proteomic analysis of two tick-borne emerging zoonotic agents: *Anaplasma phagocytophilum* and *Ehrlichia chaffeensis*. Frontiers in Microbiology. 2:1-19. doi: 10.3389/fmicb.2011.00024.
- Mackenzie JS, Jeggo M. 2019. The one health approach-Why is it so important?. Trop Med Infect Dis. 4:88. doi: 10.3390/tropicalmed4020088.
- Maldonado Júnior A, Simões RO, Oliveira APM, Motta EM, Fernandez MA, Pereira ZM, Monteiro SS, Torres EJS, Thiengo SC. 2010. First report of *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) from Southeast and South Brazil. Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz. 105:938-941. doi: 10.1590/s0074-02762010000700019.
- Manjunatha V, Rout M, Muniyellappa HK, Roopa S, Shivashankar BP, Byregowda SM. 2020. Pathological conditions associated with Physaloptera stomach worm infestation in bengal monitor lizard (*Varanus bengalensis*). Indian J Anim Res. 54:473-477.
- Marschang RE. 2011. Viruses infecting reptiles. Viruses. 3:2087-2126.
- Maryanti E. 2011. Epidemiologi kriptosporidiosis. J Ilmu Kedokteran. 5:1-6.
- Michael LM, von Dornberg K, Molnar V, Tappe D, Tannich E, Hewicker-Trautwein M, Wohlsein P. 2020. Entamoeba ranarum infection in a ball python (*Python regius*). J Comp Path. 179:74-78.
- Murphy D, Oshin F. 2014. Reptile-associated salmonellosis in children aged under 5 years in South West England. Arch Dis Child. 0:1-2.
- Nabarro L, Morris-Jones S, Moore DAJ. 2020. Arthropod-borne diseases. In: Peter's Atlas of Tropical Medicine and Parasitology. 7th ed. London (UK): Elsevier. p. 1-108.
- Nejsum P, Betson M, Bendall RP, Thamsborg SM, Stothard JR. 2012. *Ascaris suum* and *Trichuris suis*: looking to the future from an analysis of the past. J Helminthol. 86:148-155.
- Nijman V. 2016. Perceptions of sundanese men towards the consumption of water monitor lizard meat in West Java, Indonesia. Biawak. 10:22-25.
- Nikousefat Z, Javdani M, Hashemnia M, Rezaei F, Chalechale A. 2014. Hematology of a green iguana infected by Entamoeba invadense. Online J Vet Res. 18:851-858.
- Nowak M, Cieniuch S, Stanczak J, Siuda K. 2010. Detection of *Anaplasma phagocytophilum* in Amblyomma flavomaculatum ticks (Acari: Ixodidae) collected from lizard Varanus exanthematicus imported to Poland. Exp Appl Acarol. 51:363-371.
- Nurkarimah AB, Mufasirin, Damayanti R, Suwanti LT, Setiawan B, Suprihati E. 2020. Identification of protozoa in the blood and digestive tract on water monitor lizard (*Varanus salvator*). J Parasite Sci. 4:31-36.
- Odeyemi OA. 2016. Public health implications of microbial food safety and foodborne disease in developing countries. Food Nutr Res. 60:29819.
- O'Donoghue P. 2017. Haemoprotozoa: Making biological sense of molecular phylogenies. Int J Parasitol: Parasites and Wildlife. 6:241-256.
- Pavlassek I, Ryan U. 2008. Cryptosporidium varanii takes precedence over C. saurophilum. Experiment Parasitol. 118:434-437.
- Pees M, Rabsch W, Plenz B, Fruth A, Prager R, Simon S, Schmidt V, Münch S, Braun PG. 2013. Evidence for the transmission of Salmonella from reptiles to children in Germany, July 2010 to October 2011. Euro Surveill. 18:1-11.
- Pénzes JJ, Szivovics L, Harrach B. 2020. The complete genome sequence of bearded dragon adenovirus 1 harbors three genes encoding proteins of the C-type lectin-like domain superfamily. Infect Genet Evol. 83:1-12.
- Prado-Irwin SR, van de Schoot M, Geneva AJ. 2018. Detection and phylogenetic analysis of adenovirus occurring in a single species. Peer J. 6:1-18.
- Putri BR, Suprihati E, Yunus M, Koesdarto S, Suwanti LT, Kusnoto. 2020. Morphology of surface ultrastructure of Duthiersia expansa (Cestoda: Diphyllorhynchidae) from water lizards (Varanus salvator) from Sidoarjo, Indonesia. J Phys: Conf Ser. 1430 012014:1-6.
- Raksanagara AS, Raksanagara A. 2015. Perilaku hidup bersih dan sehat sebagai determinan kesehatan yang penting pada tatanan rumah tangga di Kota Bandung. Jurnal Sistem Kesehatan. 1:30-34.
- Reeves WK, Durden LA, Dasch GA. 2006. A spotted fever group rickettsia from an exotic tick species, Amblyomma exornatum (Acari: Ixodidae), in a reptile breeding facility in the United States. J Med. Entomol. 43:1099-1101.
- Ryan U, Fayer R, Xiao L. 2014. Cryptosporidium species in human and animals: current understanding and research needs. Parasitology. 141:1667-1685.
- Ryan U, Hijjawi N. 2015. New developments in Cryptosporidium research. Int J Parasitol. 45:367-373.
- Scheelings TF, Jessop TS. 2011. Influence of capture method, habitat quality and individual traits on blood parameters of free-ranging lace monitors (Varanus varius). Australian Vet J. 89:360-365.

- Shilton CM, Šlapeta J, Shine R, Brown GP. 2018. Invasive colonic entamoebiasis in wild cane toads, Australia. *Emerg Infect Dis.* 24:1541-1543.
- Shin SP, Kim JH, Gomez DK, Choresca CH, Han JE, Park SC. 2009. Isolation and characterization of *Morganella morganii* from asian water monitor *Varanus salvator*. *J Vet Clin.* 26:391-394.
- Sparks H, Nair G, Castellanos-Gonzalez A, White Jr. AC. 2015. Treatment of cryptosporidium: What we know, gaps, and the way forward. *Curr Trop Med Rep.* 2:181-187.
- Subroto AY, Sardjana IKW, Sukmanadi M, Poetranto ED, Kusnoto, Sunarso A. 2020. Identification of pentastomide parasites in consumed water lizard (*Varanus salvator*). *J Parasite Sci.* 4:41-44.
- Subramanean J, Reddy MV. 2012. Monitor lizards and geckos used in traditional medicine face extinction and need protection. *Curr Sci.* 102:1248-1249.
- Supriyono, Takano A, Kuwata R, Shimoda H, Hadi UK, Setiyono A, Agungpriyono S, Maeda K. 2019. Detection and isolation of tick-borne bacteria (*Anaplasma* spp., *Rickettsia* spp., and *Borrelia* spp.) in *Amblyomma varanese* ticks on lizard (*Varanus salvator*). *Microbiol Immunol.* 63:328-333.
- Tomastikova Z, Romero SB, Knotek Z, Karpiskova R. 2017. Prevalence and characteristics of *Salmonella* species from captive reptiles in the Czech Republic. *Veterinari Medicina.* 62:456-469.
- Uyeda L, Iskandar E, Purbatrapila A, Pamungkas J, Wirsing A, Kyes R. 2014. Water monitor lizard (*Varanus salvator*) satay: A treatment for skin ailments in muarabinuangeun and cisihi, Indonesia. *Biawak.* 8:35-38.
- Wellehan JFX, Johnson AJ, Latimer KS, Whiteside DP, Crawshaw GJ, Detrisac CJ, Terrell SP, Heard DJ, Childress A, Jacobson ER. 2005. Varanid herpesvirus 1: a novel associated with proliferative stomatitis in green tree monitors (*Varanus prasinus*). *Vet Microbiol.* 105:83-92.
- Widisuputri NKA, Suwanti LT, Plumeriastuti H. 2020. A Survey for zoonotic and other gastrointestinal parasites in pig in Bali Province, Indonesia. *Indones J Trop Infect Dis.* 8:55-66. doi: 10.20473/ijtid.v8i1.10393.
- Wozniakowski G, Samorek-Salamonowicz E. 2015. Animal herpesviruses and their zoonotic potential for cross-species infection. *Ann Agric Environ Medic.* 22:191-194.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dewan Penyunting Wartazoa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para pakar yang telah berperan sebagai mitra bestari pada penerbitan Wartazoa Volume 31 Nomor 2 Tahun 2021, masing-masing kepada:

1. Prof. Dr. Yuli Retnani : Pakan dan Nutrisi Ternak – Institut Pertanian Bogor
2. Prof. Dr. Sofjan Iskandar : Pakan dan Nutrisi Ternak – ISPI
3. Dr. drh. Agus Wiyono : Virologi – Balai Besar Penelitian Veteriner

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

PEDOMAN BAGI PENULIS

KETENTUAN UMUM

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

RUANG LINGKUP

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

PENGIRIMAN NASKAH

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

TATA CARA PENULISAN NASKAH

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

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

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

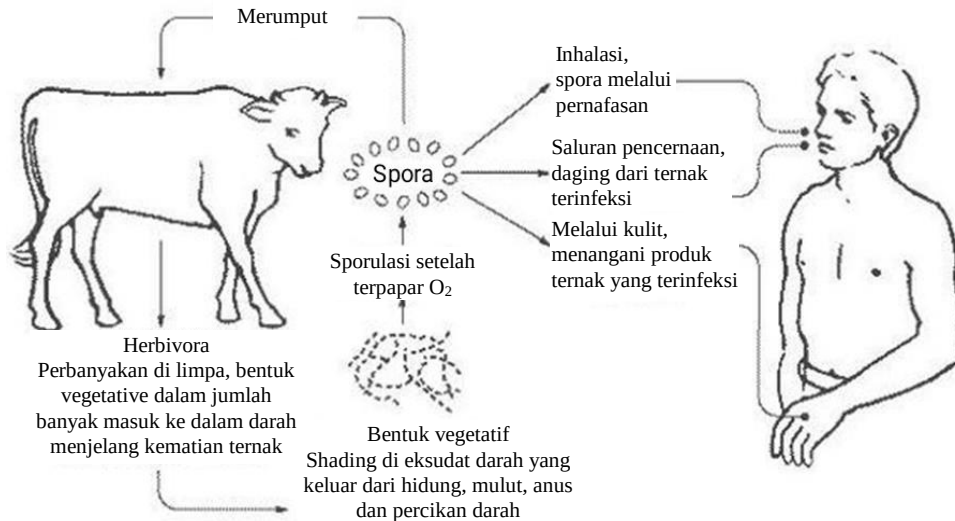
td: Data tidak tersedia; BKLT: Berat kering tanpa lemak

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

12. **Gambar/grafik:**

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

Contoh gambar:



Gambar 1. Penularan penyakit antraks pada ternak dan manusia

Sumber: Qureshi (2012) yang dimodifikasi

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

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

15. **Penulisan pustaka dalam teks:**

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

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

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

Buku:

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

Jurnal:

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

Artikel dalam Buku:

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

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

Internet:

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

Prosiding:

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

Skripsi/Tesis/Disertasi:

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

Jurnal elektronik:

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



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

ETHICAL STATEMENT

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

Name :
Institution :
Title :

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

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

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

....., 2021

Submitted by:

Name	Main or Member Contributor	Signature
	Main	
	Main	
	Member	
		



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.

_____, 2021

Approved by:

Name	Main or Member Contributor	Signature

