

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

Terakreditasi LIPI

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

# WARTAZOA

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

Volume 26  
Nomor 2  
Juni 2016



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

# WARTAZOA

**Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia**

**Volume 26 Nomor 2 Tahun 2016**

**ISSN 0216-6461**

**e-ISSN 2354-6832**

**Terakreditasi LIPI**

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

**Diterbitkan oleh:**

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

**Penanggung Jawab:**

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan

**Dewan Penyunting:**

**Ketua:**

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

**Wakil Ketua:**

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

**Anggota:**

Prof. (Riset) Dr. Ir. Budi Haryanto, MSc. (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)  
Dr. Ir. Chalid Talib, MSc. (Peneliti Utama – Balai Penelitian Ternak – Pemuliaan dan Genetika Ternak)  
Dr. Ir. Atien Priyanti SP, MSc. (Peneliti Utama – Puslitbangnak – Ekonomi Pertanian)  
Dr. Drh. NLP Indi Dharmayanti, MSi. (Peneliti Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Virologi)  
Drh. Indrawati Sendow, MSc. (Peneliti Utama – Balai Besar Penelitian Veteriner – Virologi)  
Dr. Nurhayati (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Budidaya Tanaman)  
Ir. Tati Herawati, MAg. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Sistem Usaha Pertanian)  
Dr. Wisri Puastuti, SPT., MSi. (Peneliti Madya – Balai Penelitian Ternak – Pakan dan Nutrisi Ternak)  
Dr. Drh. Eny Martindah, MSc. (Peneliti Madya – Balai Besar Penelitian Veteriner – Parasitologi dan Epidemiologi)

**Mitra Bestari:**

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

**Penyunting Pelaksana:**

Linda Yunia, SE  
Pringgo Pandu Kusumo, AMd.  
Irfan R Hidayat, SPT.

**Alamat:**

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

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



## KATA PENGANTAR

Salah satu faktor penting dalam upaya peningkatan populasi ternak adalah ketersediaan pakan unggul, berupa hijauan ataupun konsentrat. Pengembangan Tanaman Pakan Ternak (TPT) sebagai sumber hijauan pakan sangat dibatasi oleh ketersediaan lahan yang layak digunakan sehingga umumnya dikembangkan di lahan marjinal atau berintegrasi dengan tanaman lain atau perkebunan. Masalah pengembangan TPT di lahan perkebunan adalah rendahnya intensitas cahaya yang dapat diperoleh bagi tanaman yang ada di bawahnya. Pada terbitan Wartazoa ini dibahas sumber daya genetik TPT yang tahan naungan.

Sumber pakan ternak selain TPT adalah konsentrat. Konsentrat yang baik mengandung gizi sesuai dengan kebutuhan ternak, dapat dicerna dengan baik dan dapat disimpan dalam kondisi tidak terkontaminasi. Salah satu gizi penting yang diperlukan adalah protein. Lalat Tentara Hitam (*Black Soldier Fly*, BSF) merupakan alternatif sumber protein pakan yang mudah dan cepat diproduksi, berkadar protein 40-50% serta mengandung asam amino esensial. Syarat lain konsentrat adalah dapat dicerna dengan baik. Beberapa jenis pakan unggas diketahui mengandung asam fitat yang mempengaruhi daya cerna pakan. Fitase yang disuplementasi ke dalam ransum ayam pedaging mampu menangani asam fitat sehingga meningkatkan daya cerna pakan sekaligus menekan polusi cemaran fosfor terhadap lingkungan. Hal lain dari pakan yang dibahas pada terbitan ini adalah adanya kontaminasi mikotoksin pada bahan pakan dikarenakan pertumbuhan kapang. Mikotoksin ini bukan hanya berpengaruh negatif terhadap ternak, tetapi juga berbahaya bagi kesehatan manusia jika mengonsumsi daging/produk ternak yang mengandung residu mikotoksin. Namun, dengan perkembangan teknologi, kontaminasi mikotoksin dapat ditanggulangi dengan perlakuan fisik, kimiawi atau biologis berupa penambahan bahan pengikat mikotoksin. Pada terbitan Wartazoa kali ini dibahas pula komoditas itik yang saat ini sedang diminati di Indonesia. Selain dagingnya yang populer, hasil analisis finansial menunjukkan bahwa beberapa usaha itik (telur segar, telur asin dan anak itik) secara ekonomi sangat menguntungkan.

Dewan penyunting menyampaikan terima kasih kepada para penulis, mitra bestari dan semua yang terlibat dalam publikasi ini.

Bogor, Juni 2016

Ketua Dewan Penyunting

# WARTAZOA

Buletin Ilmu Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia

Volume 26 Nomor 2 (Juni 2016)

ISSN 0216-6461

e-ISSN 2354-6832

## DAFTAR ISI

## Halaman

|                                                                                                                                                                                                                                  |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Sumber Daya Genetik Tanaman Pakan Ternak Toleran Naungan (Genetic Resources of Shade Tolerant Forage Crops)<br>Nurhayati D Purwantari .....                                                                                      | 051-056 |
| Pemanfaatan Fitase sebagai Upaya Penanggulangan Asam Fitat dalam Ransum Ayam Pedaging (Utilization of Phytase to Overcome Phytic Acid in Broiler Diet)<br>Cecep Hidayat .....                                                    | 057-068 |
| <i>Black Soldier Fly (Hermetia illucens)</i> sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak (Black Soldier Fly ( <i>Hermetia illucens</i> ) as an Alternative Protein Source for Animal Feed)<br>April Hari Wardhana ..... | 069-078 |
| Analisis Finansial Ragam Usaha Itik (Financial Analysis of Various Small Scale Duck Business)<br>Broto Wibowo .....                                                                                                              | 079-090 |
| Pemanfaatan Bahan Pengikat Mikotoksin untuk Menanggulangi Kontaminasinya dalam Pakan (The Use of Mycotoxin Binder to Control Its Contamination in Feed)<br>Prima Mei Widiyanti dan R Maryam .....                                | 091-101 |

## Sumber Daya Genetik Tanaman Pakan Ternak Toleran Naungan (Genetic Resources of Shade Tolerant Forage Crops)

Nurhayati D Purwantari

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002  
[dias@indo.net.id](mailto:dias@indo.net.id)

(Diterima 19 April 2016 – Direvisi 27 Mei 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

### ABSTRACT

Forage crops are planted mostly in marginal land or integrated with other crops. Estate crops land is one of the alternative areas for forage crops plantation. Shortage of forage crops development under crop plantation is caused by limited light intensity, due to crop shading. Selecting forage crops adapted to estate crops plantation is crucial to achieve its high production and quality. Several grasses and legumes have been identified as forage crops that tolerant to shading of less than 40%, 40-60% and more than 60% light intensity. Some of them have been applied in the area of oil palm plantation to support the acceleration of livestock population.

**Key words:** Grass, legume, genetic resources, shade tolerant

### ABSTRAK

Tanaman Pakan Ternak (TPT) pada umumnya ditanam pada lahan marjinal atau berintegrasi dengan tanaman lainnya. Lahan perkebunan adalah salah satu area yang mempunyai peluang untuk budidaya TPT. Keterbatasan pengembangan TPT di lahan perkebunan adalah kurangnya intensitas sinar matahari, akibat adanya naungan dari tanaman perkebunan. Pemilihan jenis TPT yang tepat sangat krusial untuk memperoleh produksi dan kualitas TPT yang tinggi. Telah teridentifikasi berbagai jenis rumput dan leguminosa yang tahan terhadap naungan pada intensitas cahaya kurang dari 40%, 40-60% dan lebih dari 60%. Pengembangan beberapa TPT yang tahan naungan tersebut telah dilakukan di perkebunan kelapa sawit untuk mendukung percepatan peningkatan populasi ternak.

**Kata kunci:** Rumput, leguminosa, sumber daya genetik, naungan

### PENDAHULUAN

Erosi sumber genetik di dunia, termasuk Indonesia terus berlangsung (Sudarmono 2006). Salah satu penyebabnya adalah kerusakan hutan yang makin bertambah yang disebabkan oleh karena aktivitas antropogenik maupun bencana alam. Hutan merupakan salah satu ekosistem dimana terdapat sumber daya hayati fauna maupun flora, termasuk Tanaman Pakan Ternak (TPT). Konversi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dan fungsi lainnya terus berjalan.

Dari spesies tanaman yang punah tersebut terdapat spesies-spesies yang merupakan TPT potensial, terutama untuk kesesuaian dengan agroekologi setempat. Kondisi ini memberikan kontribusi berkurangnya keragaman sumber daya genetik tanaman, termasuk TPT. Beberapa laporan menyampaikan bahwa vegetasi di bawah perkebunan kelapa sawit sangat bervariasi dan sebagian merupakan tumbuhan yang potensial sebagai sumber pakan ternak dan sekaligus menjadi bagian sumber daya genetik TPT

yang toleran naungan. Beberapa peneliti melaporkan bahwa gulma di bawah perkebunan kelapa sawit di Sumatera terdiri 20 famili, 47 genus dan 56 spesies dan yang potensial sebagai sumber pakan ternak adalah *Saccharum spontaneum*, *Ottochloa nodosa*, *Setaria barbata*, *Paspalum* spp, *Chrysopogon aciculatus* dan *Panicum* spp (Prawirosukarto et al. 2005; Adriadi et al. 2012). Syafiruddin (2011) mendapatkan bahwa jenis tumbuhan di bawah perkebunan kelapa sawit berumur lebih dari 10 tahun di empat kabupaten di Jambi didominasi oleh *Axonopus compressus*, *O. nodosa*, *Ludwigia perennis* dan *Cyperus kyllingia*. Keempat jenis tumbuhan tersebut merupakan sumber pakan hijauan yang sangat disukai ternak (Umar 2009; Khan & Hussain 2012). Selain sebagai pakan ternak herbivora, rumput *A. compressus* juga mempunyai sifat alelopati yang dapat mengontrol populasi gulma *Asystasia gangetica* yang merugikan tanaman utama perkebunan (Samedani et al. 2013). Demikian juga, *L. perennis* dapat digunakan sebagai pakan itik dan mampu meningkatkan bobot itik dan memperbaiki efisiensi konversi pakan (Sutriyono et al. 2009).

Tanaman yang akan dibudidayakan pada areal perkebunan harus mempunyai karakteristik toleran naungan, karena kanopi tanaman utama dapat mengurangi intensitas sinar matahari dan merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan TPT di bawah tanaman pokok perkebunan. Tanaman pakan ternak unggul akan memberikan dampak yang substansial pada lingkungan, sosial maupun ekonomi. Sistem integrasi tanaman perkebunan dengan TPT akan meningkatkan *carbon sequestration* (pengikatan karbon) dan pelepasan O<sub>2</sub> di atmosfer sehingga berkontribusi pada pengurangan gas rumah kaca (Abberton et al. 2007; Devendra 2011). Selain itu, penggunaan TPT unggul memberikan dampak antara lain tanaman utama akan lebih resisten terhadap hama, penyakit dan toleran terhadap kekeringan (White et al. 2013). Aspek sosial TPT unggul akan mengurangi penggunaan tenaga kerja keluarga dan meningkatkan partisipasi petani sebagai produser benih TPT. Dampak ekonomi penggunaan TPT unggul, akan meningkatkan efisiensi dalam penggunaan pupuk dan air serta meningkatkan produksi tanaman utama dan menghemat *input* produksi ternak. Dalam artikel ini hanya akan dibahas jenis TPT rumput dan leguminosa yang toleran naungan.

#### PERANAN TANAMAN PAKAN TERNAK DALAM BIDANG PETERNAKAN

Peternakan di Indonesia adalah peternakan rakyat yang mempunyai kepemilikan ternak skala kecil serta penguasaan lahan sempit dan biasanya terintegrasi dengan tanaman pangan, hortikultura, perkebunan maupun kehutanan. Oleh karena itu, peternakan dapat dikatakan merupakan subsistem dalam usaha tani petani-peternak. Limbah dari pertanian diberikan untuk memenuhi kebutuhan pakan ternaknya, disamping rumput alam sehingga TPT sebagai sumber pakan ternak merupakan komoditas yang tidak dianggap penting untuk dibudidayakan menurut pemahaman kebanyakan petani. Ternak walaupun hanya usaha sampingan tetapi mempunyai peranan yang penting dalam memenuhi kebutuhan khusus petani, misalnya untuk biaya sekolah anak, perkawinan dan lain-lain. Prioritas penggunaan lahan adalah untuk komoditas pertanian yang bernilai ekonomi tinggi. Petani yang membudidayakan rumput unggul sangat jarang diketemukan kecuali pada peternak sapi perah. Kondisi seperti ini merupakan salah satu kendala dalam pengembangan TPT sebagai sumber pakan ternak utama. Walaupun petani menyadari bahwa dalam usaha peternakan khususnya ruminansia memerlukan TPT sebagai sumber pakan kebutuhan pokok dan para peternak sering dihadapkan pada permasalahan kekurangan penyediaan pakan ternak secara kontinyu

untuk memenuhi kebutuhan ternak baik jumlah maupun kualitasnya.

Sumber daya genetik (SDG) TPT sebetulnya banyak jenisnya tetapi belum digunakan secara optimal. Rumput potong yang banyak dibudidayakan petani maupun pengguna lain adalah *Pennisetum purpureum* (rumput Gajah) dan *P. purpureoides* (rumput Raja). Kedua rumput tersebut dalam pertumbuhannya memerlukan air yang banyak dan tanah yang subur, tidak tahan pada kondisi iklim kering dan tidak toleran naungan. Walaupun produksi keduanya lebih tinggi dibandingkan dengan rumput lain, tetapi kandungan air dalam bahan pakan yang dihasilkan juga tinggi. Salah satu kultivar rumput Gajah yang sekarang banyak dibudidayakan petani, relatif disukai ternak yaitu *P. purpureum* cv. Taiwan karena mempunyai daun yang berbulu sedikit dan lebih lambat berbunga (Purwantari et al. 2012). Keuntungan fase vegetatif lebih panjang berarti daun berkualitas baik dapat lebih lama dipertahankan. Akhir-akhir ini banyak dikembangkan rumput *P. purpureum* cv. Mott yang populer sebagai Gajah Mini. Rumput gembala yang ditanam secara luas oleh pengguna antara lain *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. Humidicola* dan *Setaria sphacelata*.

Di lain pihak lahan yang tersedia untuk budidaya TPT adalah tanah marjinal, dengan ciri khas kering, tidak subur maupun tanah dengan kemasaman tinggi, atau salinitas tinggi. Pada situasi ini jenis TPT yang dibutuhkan adalah berproduksi tinggi dengan pemanfaatan lahan yang efisien sesuai agroekologi spesifik. Salah satu cara dengan memanfaatkan keragaman SDG TPT yang ada di Indonesia, terutama jenis yang unggul pada musim kemarau dan juga cocok untuk agroekologi spesifik. Oleh karena itu, perlu dicari TPT rumput dan leguminosa yang dapat beradaptasi pada kondisi kering dan tanah yang relatif miskin hara dan lokasi agroekologi spesifik marjinal dan lainnya misalnya di areal perkebunan.

Sumber daya genetik TPT mungkin akan lebih optimal digunakan bila multifungsi dari TPT juga dioptimalkan. Selain sebagai pakan ternak, TPT tersebut juga dapat digunakan sebagai *cover crops* (tanaman penutup tanah) di areal perkebunan, tanaman reklamasi di tanah yang terdegradasi baik oleh erosi maupun oleh pencemaran bahan beracun salinitas tinggi dan lain-lain. Diharapkan dengan makin luas kegunaan TPT, maka makin beragam juga para penggunaannya.

#### SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PAKAN TERNAK DI INDONESIA

Sumber daya genetik TPT adalah substansi pembawa sifat keturunan yang dapat berupa organ utuh atau bagian dari tumbuhan. Indonesia, termasuk negara

yang sangat kaya akan SDG dan keanekaragaman hayati. Muchtadi (2006) melaporkan sekitar 17% keseluruhan makhluk hidup di dunia terdapat di Indonesia. Oleh karena itu, SDG merupakan kekayaan alam yang sangat berharga bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dunia serta secara khusus untuk mendukung pembangunan nasional negara yang memilikinya.

Dalam hal TPT, SDG dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk merakit varietas unggul baru TPT dan merupakan modal utama untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan ketahanan pangan nasional, antara lain dalam mendukung program nasional swasembada protein hewani di Indonesia. Dengan demikian, SDG TPT merupakan aset yang sangat berharga bagi suatu negara sehingga keberadaannya perlu dilindungi, dikoleksi, dikarakterisasi dan dikonservasi, serta dimanfaatkan secara maksimal selaras dengan kesepakatan (Engels & Vissers 2003).

Sumber daya genetik TPT dapat diperbaiki produksinya atau ketahanan terhadap penyakit, toleransi terhadap berbagai cekaman lingkungan spesifik maupun kualitas hijauannya sebagai varietas TPT unggul baru. Beberapa teknologi yang dapat digunakan antara lain teknik radiasi sinar gamma, seleksi dan persilangan serta genomik (Abberton 2007; Humam 2007; Jank et al. 2011; Lestari et al. 2014). Sebagai contoh ada TPT toleran kering, toleran genangan atau kemasaman, atau toleran tanah salinitas. Pada jenis yang sama, kultivar yang berbeda kemungkinan akan mempunyai toleransi yang berbeda terhadap cekaman lingkungan tertentu. Di Indonesia ada beberapa kultivar dari jenis *Panicum máximum* mempunyai daya adaptasi pada kondisi yang berbeda. *P. máximum* cv. Hamill tidak tahan kering sedang *P. máximum* cv. Gatton dan cv. Purple Guinea toleran terhadap kekeringan dan *P. máximum* cv. Riversdale toleran naungan ringan (Sutedi et al. 2002). Bahan tanam akan mempengaruhi waktu berbunga, kematangan biji dan produksi biji *P. máximum* cv. Gatton. Bahan tanam biji lebih cepat berbunga dan kematangan biji juga lebih cepat, serta produksi biji yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan tanam dari *pols* (Fanindi & Sutedi 2014).

Pengelolaan SDG perlu diprogramkan dengan baik dan berkelanjutan. Saat ini, beberapa SDG asli Indonesia telah mengalami ancaman kepunahan sehubungan dengan dan adanya permasalahan yang muncul dalam pelestarian dan pemanfaatannya (Suprihati et al. 2006).

Dalam sosialisasi kebijakan pengelolaan SDG untuk pangan dan pertanian di Indonesia, beberapa isu penting terkait dengan pengelolaan SDG yang perlu diperhatikan: (1) Belum terintegrasi dengan baik (masih dikelola secara individual/kelompok/unit tertentu)

sehingga belum bisa memberikan dampak kesejahteraan masyarakat secara optimal; (2) Terjadinya erosi yang cepat sehingga dapat menghambat atau mengancam upaya pencapaian ketahanan pangan nasional; (3) Penggunaan varietas unggul baru secara masif dengan mengabaikan SDG lokal yang memiliki potensi spesifik wilayah mengarah pada kepunahan; dan (4) Indonesia kaya akan SDG, oleh karena itu pengelolaan SDG dengan pendekatan genomik perlu ditingkatkan (KNSDG 2013).

Dengan demikian, dalam pengelolaan SDG diperlukan komitmen pemerintah sebagai penyandang dana dan lembaga penelitian sebagai sumber teknologi untuk meningkatkan kapasitasnya guna melindungi, mengoleksi, karakterisasi, konservasi dan memanfaatkan SDG dengan sebaik-baiknya.

### SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN PAKAN TERNAK TOLERAN NAUNGAN

Sumber daya genetik TPT tropik merupakan material genetik yang esensial untuk pengembangan TPT yang adaptif di berbagai agroekosistem. Koleksi, konservasi dan karakterisasi SDG diperlukan untuk preservasi dan akan digunakan oleh generasi yang akan datang (Hanson & Maass 1997). Kegunaan lain dari SDG TPT hasil koleksi, konservasi dan karakterisasi antara lain dapat dimanfaatkan sebagai tanaman penutup tanah dan penghasil pupuk hijau. Salah satu agroekosistem untuk budidaya TPT adalah di perkebunan. Namun, sinar matahari merupakan faktor pembatas untuk pengembangan TPT di perkebunan karena terhalang oleh kanopi tanaman pokoknya sehingga perlu dipilih TPT yang toleran naungan. Intensitas cahaya di suatu perkebunan sangat ditentukan oleh jenis komoditas perkebunan, umur dan tinggi serta jarak antara tanaman pokok. Intensitas cahaya yang dapat mencapai tanaman lain di bawah tanaman pokok akan berbeda antara perkebunan kelapa sawit dengan karet dan kakao. Intensitas sinar yang masuk akan berkurang dengan bertambahnya umur tanaman pokok di perkebunan.

Tanaman leguminosa yang digunakan sebagai penutup tanah suatu perkebunan adalah leguminosa herba yang merupakan sumber hijauan pakan ternak dengan nilai nutrisi tinggi. Selain itu, leguminosa mempunyai kemampuan berasosiasi dengan bakteri tanah *Rhizobium* dalam menambat  $N_2$  atmosfer yang merupakan bentuk N yang tidak tersedia untuk tanaman dan diubah menjadi bentuk N yang tersedia untuk tanaman (Purwantari 1995), namun penambatan  $N_2$  dari atmosfer oleh tanaman leguminosa di bawah naungan akan menurun atau lebih rendah dibandingkan dengan di area terbuka (Addison 2003).

Tanaman leguminosa yang sudah umum digunakan untuk penutup tanah di perkebunan antara

lain *Calopogonium mucunoides*, *C. caeruleum*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria javanica* dan yang belum banyak digunakan antara lain *Arachis pintoi*, *A. glabrata*, *Desmodium ovalifolium* dan yang sekarang sedang banyak digunakan di perkebunan kelapa sawit adalah spesies *Mucuna bracteata*. Jenis ini berasal dari India dan dapat membentuk bintil akar dengan rhizobia alam (Kang et al. 2007). Bila dilihat dari tekstur daun yang tidak berbulu dan lunak, kemungkinan *M. bracteata* ini disukai, tetapi perlu waktu untuk membiasakannya. Kelemahan *M. bracteata* adalah tanaman hibrida, tidak dapat menghasilkan biji. Jenis ini oleh perkebunan kelapa sawit di impor dari luar negeri sehingga setiap kali membuka kebun sawit, biji harus di impor. *M. bracteata* dapat ditanam melalui stek, namun pada luasan perkebunan kelapa sawit, penggunaan stek hampir tidak mungkin karena stek yang diperlukan akan sangat banyak. Kelemahan lainnya adalah jenis tanaman ini kurang toleran terhadap naungan berat. Walaupun produksi hijauan lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman penutup tanah yang konvensional, misalnya *Pueraria phaseoloides*, *Calopogonium cerealium* tetapi hijauan *M. bracteata* mengandung fenolik pada level yang tinggi, akan menghalangi sapi untuk memakannya (Mathews 1998). Menurut pengamatan penulis, *M. bracteata* ditanam saat mulai penanaman kepala sawit, sampai umur kelapa sawit sekitar tiga tahun (TM 1). Setelah itu, kanopi kelapa sawit mulai menutup, intensitas cahaya berkurang, *M. bracteata* kurang toleran lagi dan tumbuh di luar area tanaman kelapa sawit atau pada lahan yang tidak ternaungi, yaitu di pinggiran areal kelapa sawit. Selain itu, vegetasi lain yang tumbuh di bawah perkebunan merupakan tumbuhan yang relatif toleran naungan, namun dengan meningkatnya umur tanaman pokok dimana kanopi makin rapat maka vegetasi lain tersebut akan mengalami pertumbuhan melambat yang akhirnya mati (Addison 2003).

Intensitas cahaya pada perkebunan kelapa sawit terendah pada umur kelapa sawit 10-15 tahun, yaitu kurang dari 20%, sedangkan di perkebunan karet intensitas cahaya kurang dari 20% dihasilkan pada umur tanaman karet 7-25 tahun (Wilson & Ludlow 1990). Pada kondisi intensitas cahaya yang sangat rendah (naungan berat) maka jenis TPT tidak banyak yang dapat beradaptasi (Tabel 1). Salah satu yang sangat toleran terhadap naungan berat adalah rumput *Stenotaphrum secundatum* (Mullen & Shelton 1996; Purwantari 2015 (*unpublished*)). Di salah satu perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Tengah, rumput *S. secundatum* dan leguminosa *A. pintoi* merupakan salah satu TPT yang tahan naungan di bawah kelapa sawit umur 19-20 tahun. Diharapkan kedua jenis TPT tersebut dapat digunakan untuk pembiakan sapi dengan sistem penggembalaan (Purwantari et al. 2015 *unpublished*).

Berdasarkan toleransi terhadap naungan, maka TPT dapat dikelompokkan menjadi: (1) Toleran naungan ringan (>60% IC); (2) Toleran naungan sedang (40-60% IC); dan (3) Toleran naungan berat (<40%). Mekanisme tanaman dalam merespon toleran naungan, dilaporkan bahwa ada keterlibatan gen. Khumaida et al. (2015) melaporkan salah satu gen yang terlibat dalam mekanisme respon tanaman kedelai di naungan adalah *Chlorophyll A Oxygenase gen* (gen CAO). Pada tanaman yang toleran naungan terlihat bahwa kandungan *chlorophyll b* tinggi, yang disintesis oleh gen CAO tersebut, daunnya memperlihatkan warna hijau yang lebih gelap dibandingkan dengan tanaman yang tidak toleran naungan. Warna daun yang hijau gelap tersebut mengindikasikan adanya akumulasi unsur nitrogen. Kondisi ini perlu diwaspadai karena kandungan N biomassa atau hijauan yang tinggi dapat menyebabkan keracunan bagi ternak (Yuningih 2007). Namun, sampai saat ini belum ada laporan keracunan pada sapi atau ternak lain yang digembalakan di perkebunan kelapa sawit. Secara umum, TPT yang tumbuh di bawah naungan akan meningkat kualitasnya (Tabel 2) dan sebaliknya menurun produksinya. Konsentrasi N pada daun leguminosa yang ditanam di bawah naungan menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan yang bukan di naungan (Addison 2003).

**Tabel 1.** Jenis beberapa TPT tropis toleran terhadap level naungan

| Rumput                                | Leguminosa                        |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Berat (<40% intensitas cahaya)        |                                   |
| <i>Axonopus compressus</i>            | <i>Calopogonium caeruleum</i>     |
| <i>Brachiaria miliiformis</i>         | <i>Desmodium ovalifolium</i>      |
| <i>Ottochloa nodosa</i>               | <i>Pueraria javanica</i>          |
| <i>Paspalum conjugatum</i>            |                                   |
| <i>Stenotaphrum secundatum</i>        |                                   |
| Sedang (40-60% intensitas cahaya)     |                                   |
| <i>Brachiaria brizantha</i>           | <i>Calopogonium mucunoides</i>    |
| <i>Brachiaria decumbens</i>           | <i>Centrosema pubescens</i>       |
| <i>Brachiaria humidicola</i>          | <i>Desmodium intortum</i>         |
| <i>Brachiaria humilis</i>             |                                   |
| <i>Imperata cylindrica</i>            |                                   |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Riversdale |                                   |
| Ringan (>60% intensitas cahaya)       |                                   |
| <i>Brachiaria mutica</i>              | <i>Stylosanthes guianensis</i>    |
| <i>Cynodon plectostachyus</i>         | <i>Stylosanthes hamate</i>        |
| <i>Digitaria decumbens</i>            | <i>Macroptilium atropurpureum</i> |
| <i>Pennisetum purpureum</i>           |                                   |

**Sumber:** Wong (1990) yang dimodifikasi

**Tabel 2.** Nilai nutrisi vegetasi alam di bawah perkebunan kelapa sawit di Malaysia

| Lokasi       | Spesies                      | Komposisi kimia |                 |            |
|--------------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------|
|              |                              | Protein (%)     | Serat kasar (%) | EM (MJ/kg) |
| Kelapa sawit | <i>Paspalum conjugatum</i>   | 15,8            | -               | 9,8        |
|              | <i>Axonopus compressus</i>   | 13,0            | -               | 9,0        |
|              | <i>Imperata cylindrica</i>   | 8,7             | -               | 7,7        |
|              | <i>Nephrolepis biserrata</i> | 18,2            | -               | 10,5       |
| Area terbuka | <i>Axonopus compressus</i>   | 7,5             | 30,0            | 9,0        |
|              | <i>Paspalum conjugatum</i>   | 13,6            | 26,3            | 8,9        |
|              | <i>Imperata cylindrica</i>   | 11,7            | 32,0            | 9,0        |
|              | <i>Asystasia intrusa</i>     | 15,8            | 35,8            | 8,9        |
|              | <i>Asystasia intrusa</i>     | 22,8            | 33,5            | 9,6        |
|              | <i>Centrosema pubescens</i>  | 25,4            | 35,7            | 6,5        |

EM: Energi metabolis

**Sumber:** Wan Mohamed et al. (1987) dan Chin (1991) yang dimodifikasi

Dari segi kualitas, rumput yang ditanam di bawah naungan meningkat dengan adanya penimbunan mineral P, Ca, Mg serta peningkatan kandungan N (Eriksen & Whitney 1981). Produksi rumput *B. humidicola* mencapai optimal bila ditanam pada intensitas cahaya 100% dan menurun dengan drastis bila ditanam di bawah naungan (Sirait et al. 2005). Pada leguminosa *C. mucunoides*, kualitas hijauan tidak meningkat dengan adanya naungan (Fanindi et al. 2010).

### KESIMPULAN

Sumber daya genetik TPT merupakan salah satu komponen yang menentukan keberhasilan subsektor peternakan di Indonesia, namun pengembangannya masih belum dioptimalkan. Pemanfaatan dan budidayanya dapat diintegrasikan pada sistem pertanian baik dengan tanaman pangan, hortikultura, kehutanan atau perkebunan sebagai tanaman penutup (*cover crops*). Tanaman pakan ternak sebagai penutup tanah di perkebunan atau TPT yang akan diintroduksi di area perkebunan harus memenuhi persyaratan toleran naungan. Telah teridentifikasi tiga kelompok TPT yang tahan naungan berat, sedang dan ringan dari jenis rumput dan leguminosa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abberton MT, McDuff JH, Marshall AH, Humphreys MW. 2007. The genetic improvement of forage grasses and legumes to reduce greenhouse gas emissions. Rome (Italy): FAO.
- Abberton MT. 2007. Interspecific hybridization in the genus *Trifolium*. *Plant Breed.* 126:337-342.
- Addison HJ. 2003. Shade tolerance of tropical forage legumes for use in agroforestry systems [Thesis]. [Townsville City (AUS)]: James Cook University.
- Adriadi A, Chairul, Solfiyeni. 2012. Analisis vegetasi gulma pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis quineensis* Jacq) di Kilangan, Muaro Bulian, Batang Hari. *J Biol Univ Andalas.* 1:108-115.
- Chin FY. 1991. Some aspects of management and utilization of ground vegetation under rubber and oil palm animal production. In: Proceeding 2nd Meet FAO Region SEA Forage Working Group on Grazing Feed Resources. Los Banos, 26 Februari-5 March 1991. Los Banos (US): UP. p. 121-128.
- Devendra C. 2011. Integrated tree cropss-ruminants systems in South East Asia: Advances in productivity enhancement and environmental sustainability. *Asian-Australas J Anim Sci.* 24:587-602.
- Engels JMM, Vissers L. 2003. A guide to effective management of germplasm collections. Rome (Italy): IPGRI Handbooks for Genebanks.
- Eriksen FI, Whitney AS. 1981. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron J.* 73:427-433.
- Fanindi A, Prawiradiputra BR, Abdullah L. 2010. Pengaruh intensitas cahaya terhadap produksi hijauan dan benih kalopo (*Calopogonium mucunoides*). *JITV.* 19:205-214.
- Fanindi A, Sutedi E. 2014. Karakter morfologi rumput benggala (*Panicum maximum* cv. Gatton) yang ditanam menggunakan jenis benih yang berbeda. *JITV.* 19:1-8.
- Hanson J, Maass BL. 1997. Conservation of tropical forage genetic resources. International grassland [Internet]. [cited 2016 May 1]. Available from: [www.internationalgrasslands.org](http://www.internationalgrasslands.org)
- Humam S. 2007. Perbaikan sifat agronomi dan kualitas sorgum sebagai sumber pangan, pakan ternak dan bahan industri melalui pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi. Dalam: Peningkatan Perolehan HKI dari Hasil Penelitian yang Dibiayai oleh Hibah Kopetitif. Prosiding Seminar Nasional Hasil

- Penelitian yang Dibiayai oleh Hibah Kompetitif. Bogor, 1-2 Agustus 2007. Bogor (Indonesia): Fakultas Pertanian IPB. hlm. 226-233.
- Jank L, Valle CB, Resende RM. 2011. Breeding tropical forages. *Crops Breed Appl Biotechnol*. 11:27-34.
- Kang SH, Mathews C, Shamsuddin ZH. 2007. Symbiotic effectiveness of *Mucuna bracteata* brady rhizobial isolates in acid conditions. *JISSAA*. 13:126-149.
- Khan M, Hussain F. 2012. Palatability and animal preference of plants in Tehsil Takht-e-Nasrati, District Karak. *Pakistan Afric J Agric Res*. 7:5858-5872.
- Khumaida N, Kisman, Sopandie D. 2015. Cloning and characterization of partial Chorophyll A Oxygenase (CAO) gene involved in shade tolerance mechanism in soybean. *J Trop Crops Sci*. 2:1-4.
- KNSDG. 2013. Sosialisasi kebijakan pengelolaan sumber daya genetika untuk pangan dan pertanian. Jakarta (Indonesia): Komisi Nasional Sumber Daya Genetika.
- Lestari EG, Dewi IS, Amin N, Soeranto H, Nazaruddin. 2014. Induksi mutasi dan kultur *in vitro* sorgum manis untuk mendapatkan galur baru dengan kandungan brik gula tinggi sebagai bahan bioetanol. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Sistem Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Yogyakarta, 11 Desember 2014. Yogyakarta (Indonesia): UPN Veteran Yogyakarta. hlm. 207-218.
- Mathews C. 1998. The introduction and establishment of a new leguminous cover crops plant, *Mucuna bracteata* under oil plam in Malaysia. *Planter*. 74:359-368.
- Muchtadi TR. 2006. Kebijakan RISTEK dalam meningkatkan kegiatan penelitian keanekaragaman hayati. Dalam: Lokakarya Nasional Keanekaragaman Hayati di Ujung Tanduk. Jakarta, 18-19 Desember 2009. Jakarta (Indonesia): Organisasi Profesi Ilmiah dan LIPI.
- Mullen BF, Shelton HM. 1996. *Stenotaphrum secundatum*: A valuable forage species for shaded environments. *Trop Grasslands*. 30:289-297.
- Prawirosukarto S, Syamsuddin G, Darmosarkoro N, Purba A. 2005. Tanaman penutup dan gulma pada kebun kelapa sawit. Buku I. Medan (Indonesia): Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Purwantari ND, Sajimin, Fanindi A, Sutedi E. 2012. Sumber daya genetika tanaman pakan ternak adaptif lahan kritis. Jakarta (Indonesia): IAARD Press.
- Purwantari ND. 1995. Interaksi antara *strain* rhizobia dan legum semak pakan dalam nodulasi dan fiksasi nitrogen. *Forum Ilmu Peternakan*. 1:9-20.
- Samedani B, Juraimi AS, Rafii MY, Anuar AR, Sheikh Awadz SA, Anwar MP. 2013. Allelopathic effects of litter *Axonopus compressus* against two weedy species and its persistence in soil. *Sci World J*. 2013:1-8.
- Sirait J, Purwantari ND, Simanihuruk K. 2005. Produksi dan serapan nitrogen rumput pada naungan dan pemupukan yang berbeda. *JITV*. 10:175-181.
- Sudarmono. 2006. Perlunya keterpaduan pemerintah dan masyarakat mengatasi kepunahan tumbuhan endemik di Indonesia. *Inovasi*.
- Sujiprihati S, Bermawie N, Hadad M. 2006. Kajian teknis dan sosio-ekonomis pengelolaan berkelanjutan sumber daya genetika tanaman hortikultura dan tanaman obat. Dalam: Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia Manfaat Ekonomi untuk Mewujudkan Ketahanan Nasional. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 10-17.
- Sutedi E, Yuhaeni S, Prawiradiputra BR. 2002. Karakterisasi rumput benggala (*Panicum maximum*) sebagai pakan ternak. Dalam: Haryanto B, Setiadi B, Adjid RMA, Sinurat AP, Situmorang P, Prawiradiputra BR, Tarigan S, Wiyono A, Purwadaria MBT, Murdiati TB, et al., penyunting. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 30 September-1 Oktober 2002. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 161-164.
- Sutriyono, Setyawati N, Prakoso H, Iswanrijanto A, Supriyono E. 2009. Keanekaragaman jenis gulma pada ekosistem sawah di kawasan pesisir Provinsi Bengkulu dan kemungkinannya sebagai pakan itik. Laporan penelitian hibah penelitian strategis nasional. Bengkulu (Indonesia): Universitas Bengkulu.
- Syafiruddin H. 2011. Komposisi dan struktur hijauan pakan ternak di bawah perkebunan kelapa sawit. *Agrinak*. 1:25-30.
- Umar S. 2009. Potensi perkebunan kelapa sawit sebagai pusat pengembangan sapi potong dalam merevitalisasi dan mengakselerasi pembangunan peternakan berkelanjutan. Pidato pengukuhan jabatan guru besar tetap. Medan (Indonesia): Universitas Sumatera Utara.
- Wan Mohamed WE, Hutagalung RI, Chen CP. 1987. Feed availability, utilisation and constraints in plantation-based livestock production system. In: Proceeding 10th Malaysian Annual Conference on Advances in Animal Feeds and Feeding in the Tropics. Pahang, 2-4 April 1987. Pahang (Malaysia): Malaysian Society of Animal Production. p. 81-100.
- White DS, Peters M, Horne P. 2013. Global impacts from improved tropical forages: A meta-analysis revealing overlooked benefits and costs, evolving values and new priorities. *Trop Grasslands*. 1:12-34.
- Wilson JR, Ludlow MM. 1990. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: Proceeding Workshop on Forages for Plantation Crops. Bali, 27-29 June 1990. Canberra (AUS): ACIAR. p. 10-24.
- Wong CC. 1990. Shade tolerance of tropical forages: A review. In: Proceeding Workshop on Forages for Plantation Crops. Bali, 27-29 June 1990. Canberra (AUS): ACIAR. p. 64-69.
- Yuningih. 2007. Keracunan nitrat-nitrit pada ternak ruminansia dan pencegahannya. *J Litbang Pertanian*. 26:153-159.

## Pemanfaatan Fitase sebagai Upaya Penanggulangan Asam Fitat dalam Ransum Ayam Pedaging

### (Utilization of Phytase to Overcome Phytic Acid in Broiler Diet)

Cecep Hidayat

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002  
*hidayat\_c2p@yahoo.com*

(Diterima 21 Desember 2015 – Direvisi 16 Mei 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

#### ABSTRACT

Phytic acid has been considered as an antinutrient in broiler diet due to its strong chelator of divalent minerals. Phytic acid has ability for binding positively charged proteins, amino acids, and/or multivalent cations or minerals. The resulting complexes are insoluble, difficult to be hydrolyzed during digestion in poultry, and thus, nutritionally less available for absorption. The reduction of phytate activity can be carried out by phytase supplementation. The application of phytase with respect to animal feed supplement is reviewed in this paper. Application of phytase in broiler diet may liberate cations and other nutrients bound by phytate-P complexes resulting in improved production parameters in broilers. This is because phytase supplement increased nutrient (protein, minerals, amino acid, energy, and carbohydrate) digestibilities and availabilities. Overall, phytase could increase nutrient utilization in broiler, hence, increase the economic efficiency of broiler production and reduce the phosphor pollution to the environment.

**Key words:** Phytic acid, phytase, broiler, growth

#### ABSTRAK

Asam fitat dianggap sebagai zat antinutrisi dalam ransum ayam pedaging karena mampu mengikat mineral bervalensi dua, disamping zat gizi lain seperti protein atau asam amino. Hasil pengikatan asam fitat dengan zat gizi menyebabkan zat gizi tersebut tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan ayam sehingga menurunkan tingkat ketersediaan untuk metabolisme dalam tubuh ayam pedaging. Penanganan zat antinutrisi asam fitat dapat dilakukan melalui suplementasi fitase ke dalam ransum. Beberapa studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase ke dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan pertumbuhan karena meningkatnya pencernaan zat gizi (protein, asam amino, energi, karbohidrat dan mineral) dalam usus. Penggunaan enzim fitase dalam ransum ayam pedaging juga meningkatkan efisiensi ekonomi dan menekan cemaran fosfor terhadap lingkungan.

**Kata kunci:** Asam fitat, fitase, ayam pedaging, pertumbuhan

#### PENDAHULUAN

Penambahan bahan sumber fosfor ke dalam ransum ayam pedaging akan menyebabkan sebagian besar dari fosfor tersebut terekskresikan melalui feses dan akan menyebabkan pencemaran air dan tanah, terutama ketika feses tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk (Toth et al. 2006; Costa et al. 2008; Guo et al. 2009). Dampak negatif bagi lingkungan tersebut jika tidak dikendalikan akan berdampak negatif pula terhadap sektor peternakan karena dianggap sebagai sumber pencemaran lingkungan sehingga suatu waktu dapat dipolitisasi sebagai dasar dilakukannya tekanan terhadap sektor peternakan untuk menghentikan aktivitas peternakannya.

Upaya pengurangan jumlah bahan pakan sumber fosfor yang digunakan dalam ransum ayam pedaging penting dilakukan karena akan mengurangi pengeluaran

fosfor lewat feses sehingga akan menekan pencemaran lingkungan oleh fosfor yang berasal dari feses. Strategi dalam upaya untuk menekan pencemaran fosfor terhadap lingkungan dari cemaran fosfor yang terkandung dalam feses ternak ayam atau ternak monogastrik adalah melalui peningkatan pemanfaatan fosfor yang terkandung dalam ransum serta menghindari penggunaan bahan pakan sumber fosfor yang berlebihan.

Pencemaran fosfor melalui feces diakibatkan masih tingginya kandungan fosfor dalam feses, yang menunjukkan rendahnya tingkat pemanfaatan fosfor dalam ransum oleh tubuh ayam pedaging. Hal tersebut diakibatkan oleh fosfor yang terdapat dalam ransum ayam pedaging masih terikat dengan asam fitat yang juga ada dalam bahan pakan nabati. Fosfor terikat fitat sulit untuk dimanfaatkan dalam saluran pencernaan ayam pedaging atau ternak monogastrik, karena dalam

saluran pencernaan ayam pedaging atau ternak monogastrik kurang memiliki fitase yang mampu menghidrolisis fitat (Greiner & Konietzny 2006).

Asam fitat merupakan senyawa sekunder di dalam tanaman yang berupa simpanan utama dari fosfor dalam biji-bijian tanaman, terhitung sekitar 60-80% dari total fosfor dan molekul asam fitat mengandung mineral P yang tinggi, yaitu sekitar 28,8% (Wu et al. 2009). Karena ransum ayam sebagian besar terdiri dari bahan pakan nabati (terutama tanaman serealia), maka asam fitat sangat penting diperhatikan ditinjau dari aspek nutrisi bagi ternak ayam pedaging, karena peran negatif asam fitat sehingga dikelompokkan sebagai zat antinutrisi. Asam fitat memiliki kemampuan mengikat secara kuat kation bervalensi dua seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  serta memiliki kemampuan pula untuk mengikat pati, protein dan asam amino sehingga tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan (Noureddini & Dang 2009; Cowieson et al. 2006a). Upaya penanggulangan untuk menekan efek negatif fitat dalam pakan adalah dengan suplementasi fitase eksogen. Hasil beberapa studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase ke dalam ransum mampu memecah ikatan fitat dalam saluran pencernaannya sehingga terjadi peningkatan absorpsi mineral, asam amino, protein dan energi (Oduguwa et al. 2007; Selle & Ravindran 2007; Pirgozliev et al. 2008; Adeola & Walk 2013).

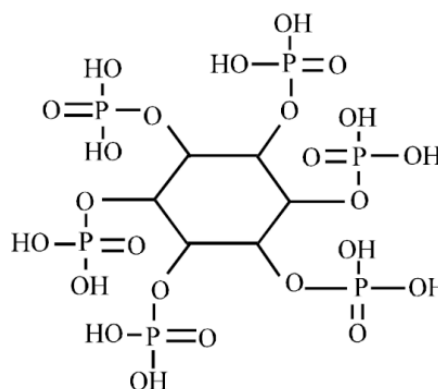
Assuena et al. (2009) melaporkan bahwa fosfor memiliki peran penting dalam tubuh ayam, yaitu berperan dalam proses metabolisme dan secara khusus berperan penting dalam pertumbuhan ayam pedaging. Hal tersebut dikarenakan secara ekonomi, fosfor merupakan zat gizi yang memiliki nilai ekonomi tertinggi ketiga dalam formulasi ransum ayam pedaging setelah energi dan asam amino sehingga perlu dioptimalkan penggunaannya (Woyengo & Nyachoti 2013). Pemanfaatan asam fitat sebagai sumber fosfor dalam ransum ayam melalui proses hidrolisis pemecahan fosfat yang terikat fitat diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan fosfor dalam ransum. Hal ini dapat menekan biaya pakan dengan menghindari penggunaan bahan pakan sumber fosfor yang ditambahkan ke dalam ransum.

Penanggulangan efek negatif asam fitat dapat dilakukan dengan melakukan penambahan fitase ke dalam ransum. Khan et al. (2013) menyatakan bahwa penambahan fitase dalam ransum ternak unggas memiliki dampak pada peningkatan proses hidrolisis asam fitat sehingga meningkatkan ketersediaan mineral, asam amino dan energi bagi tubuh ayam, dimana pada akhirnya mengakibatkan terjadinya peningkatan kinerja pertumbuhan. Penambahan fitase dalam ransum ayam pedaging juga sudah dilaporkan mampu meningkatkan kesehatan saluran pencernaan usus sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan

energi (Oduguwa et al. 2007; Pirgozliev et al. 2008). Oleh karena itu, makalah ini ditulis dengan tujuan untuk mengulas upaya penanggulangan asam fitat dalam ransum ayam pedaging melalui suplementasi fitase dalam ransum.

## ASAM FITAT

Wu et al. (2009) mengatakan bahwa asam fitat (*myo-inositol hexakisphosphate*) adalah senyawa sekunder di dalam tanaman yang berupa simpanan utama dari fosfor dalam biji-bijian tanaman, terhitung sekitar 60-80% dari total fosfor. Molekul asam fitat mengandung mineral P yang tinggi, yaitu sekitar 28,8%. Gambar 1 menunjukkan struktur kimia asam fitat.



Gambar 1. Struktur kimia asam fitat

Sumber: Coulibaly et al. (2011)

Asam fitat dilaporkan pertama kali pada tahun 1855 sebagai bentuk penyimpanan fosfor dalam tanaman dan memiliki fungsi sebagai zat antinutrisi bagi ternak monogastrik (Cowieson et al. 2011). Fosfor sendiri merupakan zat gizi penting bagi ayam pedaging yang dibuktikan dengan perannya dalam proses metabolisme yang sangat penting bagi pertumbuhan ayam pedaging (Assuena et al. 2009). Kandungan asam fitat dalam berbagai bahan pakan nabati yang umum digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ayam pedaging bervariasi tergantung pada beberapa faktor, yaitu jenis atau tipe dan varietas tanaman serta umur panen (Steiner et al. 2007). Fitat terdapat dalam biji-bijian dari tanaman serealia dan bijian yang mengandung minyak. Fitat dalam biji-bijian tersebut berperan secara fisiologis untuk menyimpan nutrien, terutama fosfor yang akan dilepaskan dengan bantuan fitase *endogenous* saat perkecambahan terjadi (Steiner et al. 2007; Saad et al. 2011). Bahan pakan berasal dari hasil samping proses penggilingan biji-bijian tanaman serealia, termasuk pula bungkil, dilaporkan mengandung asam fitat lebih tinggi dibandingkan dengan biji legum (Steiner et al. 2007). Tahir et al.

(2012) melaporkan bahwa kandungan asam fitat dalam beberapa bahan pakan yang sering digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum unggas adalah sebagai berikut, jagung (0,186%), bungkil kedelai (0,395%), *distiller's dried grains with solubles* (DDGS) (0,257%), tepung limbah roti (0,192%), gandum (0,251%) dan tepung kanola (0,695%). Dedak padi termasuk bahan pakan yang mengandung asam fitat tinggi. Hidayat et al. (2014) melaporkan bahwa kandungan asam fitat dalam dedak padi mencapai 6,63%.

Asam fitat memiliki sifat untuk membentuk kompleks dengan zat gizi, termasuk protein dan mineral. Karena fungsi asam fitat pada berbagai pH, serta kuatnya muatan negatif dari asam fitat, menyebabkan asam fitat dapat dengan mudah mengikat komponen bermuatan positif seperti mineral (Greiner & Konietzny 2006). Cowieson et al. (2006a) menemukan bahwa keberadaan asam fitat mengakibatkan pencernaan fosfor menjadi rendah menjadi sekitar 10% dan diekskresikan melalui feses (Toth et al. 2006). Woyengo & Nyachoti (2013) menjelaskan mekanisme asam fitat yang terkandung dalam ransum dapat menurunkan pencernaan zat gizi pada ternak monogastrik, yaitu: (1) Membentuk ikatan dengan zat gizi dan enzim pencernaan dalam usus halus, selanjutnya menurunkan aktivitas enzim pencernaan dalam usus halus; (2) Membentuk ikatan dengan protein dan enzim pencernaan dalam lambung sehingga menurunkan aktivitas pepsin dalam lambung; dan (3) Membentuk ikatan dengan zat gizi *endogenous*, yang menyebabkan penurunan tingkat penyerapan kembali zat gizi *endogenous* dalam usus halus.

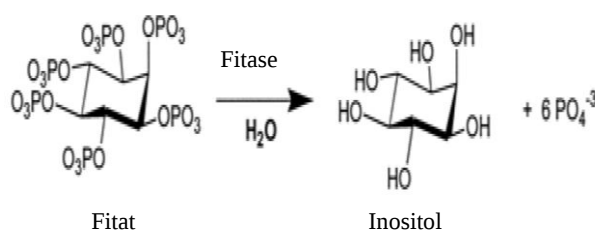
Ketiga mekanisme tersebut di atas akan menyebabkan meningkatnya aliran zat gizi *endogenous*. Sedangkan mekanisme 1 dan 2 akan menyebabkan berkurangnya pencernaan zat gizi dalam *ileum*.

## FITASE

Khattak et al. (2006) menjelaskan bahwa enzim merupakan unit fungsional dari metabolisme sel, karena enzim dapat meningkatkan kecepatan reaksi tanpa ikut serta dalam reaksi itu sendiri, baik sebagai substrat ataupun produk. Ketika enzim mengkatalis substrat, enzim secara kimia memodifikasi zat (substrat) melalui aksi enzim tersebut. Salah satu enzim yang penting dalam formulasi ransum ternak unggas adalah fitase.

Fitase (*myo-inositol-hexakisphosphate-3-phosphohydrolase*) adalah enzim yang mengkatalis *myo-inositol hexakisphosphate* (fitat) menjadi *orthophosphate* anorganik dan serangkaian *phosphoric* yang lebih rendah (*inositol pentaphosphate* menjadi *monophosphate*) dan akhirnya menjadi *myo-inositol*

bebas (Selle & Ravindran 2007), proses hidrolisis fitat oleh fitase divisualisasikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Proses hidrolisis fitat oleh fitase

**Sumber:** Mittal et al. (2011)

## Sumber fitase

Greiner et al. (2007) mengemukakan bahwa pada tahun 1962 dilakukan upaya pertama kali pengembangan fitase sebagai enzim untuk bahan pakan ternak dan pada tahun 1991 fitase pertama kali tersedia secara komersial. Selle & Ravindran (2007) dan Khalid et al. (2013) mengemukakan bahwa terdapat empat sumber fitase, yaitu: (1) Fitase yang bersumber dari usus hewan, fitase ditemukan dalam sekresi yang dihasilkan oleh usus hewan (fitase asal hewan); (2) Fitase yang berasal dari mikroba dalam saluran pencernaan (misalnya seperti dalam ternak ruminansia); (3) Fitase endogen dari tanaman/bahan pakan; dan (4) Fitase yang diproduksi oleh mikroorganisme. Fitase yang bersumber dari mikroba paling banyak digunakan untuk tujuan komersial (Khalid et al. 2013). Jenis mikroba *Aspergillus* sp terutama dari *strain A. niger* dan *A. ficuum* banyak digunakan oleh produsen fitase komersial. Beutler (2009) mengatakan bahwa terdapat beberapa jenis fitase yang dapat dikomersialkan dan digunakan sebagai pakan imbuhan hasil isolasi dari jamur, ragi dan bakteri. Jamur dan bakteri adalah sumber fitase yang paling penting, perbedaan sumber fitase mengakibatkan perbedaan sifat fisik dan kimia fitase sehingga menyebabkan perbedaan aktivitas fitase dan perbedaan pengaruh ketika diberikan kepada ternak monogastrik (Beutler 2009).

## Sifat fitase

Fitase dari biji-bijian yang digunakan sebagai bahan pakan imbuhan sering kali rusak oleh proses pemanasan ketika dilakukan proses pembuatan pelet. Slominski et al. (2007) mengamati berkurangnya aktivitas fitase dalam ransum ayam berbasis gandum sebesar 59% setelah dilakukan pembuatan pelet dengan uap pada suhu 67°C. Afsharmanesh et al. (2008) juga

melaporkan berkurangnya aktivitas fitase dalam dedak gandum sebesar 43% karena perlakuan panas pada suhu 80°C. Fitase merupakan protein dengan berat molekul tinggi sehingga sensitif terhadap kelembaban dan suhu yang tinggi. Hal tersebut perlu diperhatikan ketika dilakukan pemrosesan pakan serta ketika dilakukan proses penyimpanan fitase sehingga fitase harus disimpan di tempat gelap, dingin dan kering (Slominski et al. 2007).

Penggunaan fitase sebagai pakan imbuhan dalam ransum ayam, harus memenuhi beberapa kriteria. Pertama, efektif dalam melepaskan fosfat terikat fitat dalam saluran pencernaan. Kedua, stabil dalam menahan inaktivasi akibat panas dari proses pengolahan pakan dan proses penyimpanan. Ketiga, murah ketika diproduksi (Greiner & Farouk 2007).

### Mekanisme kerja fitase

Kathirvelan et al. (2015) melaporkan bahwa proses pelepasan fosfor oleh fitase dalam saluran pencernaan ayam adalah sebagai berikut, fosfor yang terkandung dalam biji-bijian yang tersimpan sebagai kompleks mineral dan dikenal sebagai fitin. Fitin tersebut ketika dalam bentuk tidak kompleks disebut asam fitat. Asam fitat terdiri dari gula (mirip dengan glukosa) yang disebut *myo-inositol*, tempat dimana grup fosfat ( $\text{PO}_4$ ) terikat. Bioavailabilitas fosfor terikat fitat tersebut umumnya sangat rendah pada ternak ayam, karena ayam tidak memiliki kemampuan untuk memanfaatkan fosfor dalam bentuk tersebut (fosfor terikat fitat). Hanya fosfatase dan fitase yang mampu membebaskan fosfor terikat fitat dari cincin *inositol* dan membuatnya tersedia untuk diserap dalam usus. Variasi kadar fosfor terikat fitat dalam bahan pakan ikut mempengaruhi ketersediaan fosfor. Fitase melepaskan fosfat dari cincin *inositol* dimana pelepasan fosfor tersebut sangat tergantung pada

kondisi pH usus. Dengan mekanisme kerja fitase dalam saluran pencernaan ayam tersebut, beberapa hasil percobaan penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging menunjukkan bahwa suplementasi fitase terbukti mampu meningkatkan pencernaan mineral, asam amino dan energi metabolis ransum (Woyengo et al. 2008).

### SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN AYAM PEDAGING

Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa suplementasi fitase pada ransum dengan kandungan fosfor rendah menghasilkan pengaruh yang positif dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan ayam pedaging (Ghazalah et al. 2006; Singh 2008; Assuena et al. 2009). El-Deek et al. (2009) melaporkan bahwa penambahan fitase ke dalam ransum ayam pedaging sampai aras 500 FTU/kg mampu meningkatkan bobot badan (BB) dan pertambahan bobot badan (PBB) ayam pedaging dengan tingkat peningkatan sebesar 5,6 dan 6,1% dibandingkan dengan BB dan PBB untuk ayam pedaging yang diberi perlakuan tanpa penambahan fitase pada umur 42 hari. Beberapa hasil percobaan juga melaporkan bahwa suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging disamping mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan juga mampu meningkatkan konsumsi pakan dan efisiensi pakan (Pillai et al. 2006; Singh & Sikka 2006; Selle & Ravindran 2007; Jongbloed & Thissen 2010).

Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum bertambahnya tingkat suplementasi fitase dalam ransum dapat meningkatkan pertambahan bobot hidup dan efisiensi penggunaan pakan. Berdasarkan Tabel 1 juga ditunjukkan bahwa terdapat peluang dalam menggunakan fitase dengan dosis tinggi pada ransum ayam pedaging.

**Tabel 1.** Kinerja pertumbuhan ayam pedaging pada berbagai tingkat suplementasi fitase dalam ransum

| Tingkat suplementasi fitase      | PBB<br>(g/ekor/hari) | Konsumsi ransum<br>(g/ekor/hari) | FCR         | Sumber                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 0 FTU <sup>1)</sup> /kg          | 33,8                 | 50,3                             | 1,471       | Jongbloed & Thissen (2010)  |
| 100-5.000 FTU/kg                 | 34-34,3              | 50,9- 51,9                       | 1,472-1,474 |                             |
| 0 FTU/kg                         | 18                   | 24                               | 1,32        | Selle & Ravindran (2007)    |
| 375-12.000 FTU/kg                | 25-32                | 31-37                            | 1,23-1,15   |                             |
| 0 FTU/kg                         | 94                   | 103                              | 1,09        | Stefanello et al. (2015)    |
| 1.000 FTU/kg                     | 95                   | 102                              | 1,06        |                             |
| 0 FTU/kg                         | 40                   | 82                               | 2,04        | Nourmohammadi et al. (2010) |
| 500-1.000 FTU/kg                 | 41-43                | 83-85                            | 2,01-1,98   |                             |
| 0 g fitase/kg ransum             | 107                  | 178                              | 1,65        | Johnson et al. (2014)       |
| 0,1; 0,3; 0,9 g fitase/kg ransum | 111-120              | 188-187                          | 1,68-1,55   |                             |

<sup>1)</sup>Satu unit aktivitas fitase (FTU) didefinisikan sebagai jumlah enzim yang mampu membebaskan fosfor anorganik 1 µmol per menit dari larutan Na-fitat 0,0051 mol/l pada pH 5,5 dan suhu 37°C (Jones et al. 2010).

Keuntungan suplementasi fitase dalam dosis tinggi, memiliki implikasi tidak hanya untuk kinerja pertumbuhan ternak semata, tetapi juga untuk kesehatan ternak, serta memiliki pengaruh positif pada kualitas daging dan telur (Cowieson et al. 2011). Efek positif yang ditimbulkan tersebut terjadi akibat: (1) Pelepasan mineral dari kompleks fitat-mineral; (2) Pemanfaatan *inositol* oleh anak ayam; (3) Peningkatan daya cerna pati; dan (4) Peningkatan daya cerna protein (El-Husseiny et al. 2006; El-Deek et al. 2009). Selain berpengaruh secara positif terhadap kinerja pertumbuhan ayam pedaging, Suplementasi fitase juga dilaporkan mampu meningkatkan kualitas karkas ayam pedaging. Hal tersebut terjadi karena suplementasi fitase mampu meningkatkan kenaikan bobot badan ayam pedaging akibat lebih terkait dengan peningkatan deposisi protein daripada penumpukan lemak (Pillai et al. 2006). Pengaruh suplementasi fitase terhadap organ dalam ayam pedaging juga telah dilaporkan. Suplementasi fitase (sampai 500 FTU/kg) pada ransum ayam pedaging dilaporkan tidak mempengaruhi persentase bobot jantung, hati dan persentase lemak perut, namun secara signifikan meningkatkan bobot relatif ampela dan panjang usus (El-Deek et al. 2009).

#### SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP METABOLISME ENERGI PADA AYAM PEDAGING

Keberadaan asam fitat dalam ransum ayam pedaging banyak dilaporkan mengakibatkan terjadinya penurunan metabolisme energi. Ravindran et al. (2006) melaporkan peningkatan konsentrasi asam fitat dalam ransum ayam pedaging berbasis tepung jagung dan kedelai dari konsentrasi 10,0 sampai dengan 13,6 g/kg melalui penambahan dedak/bekatul, mengakibatkan penurunan energi metabolis/*Apparent Metabolizable Energy* (AME) ransum sebesar 2,1% (3.353 menjadi 3.281 kal/kg). Hal tersebut karena asam fitat mampu mengikat zat gizi seperti karbohidrat, lemak dan protein sehingga mengurangi metabolisme energi pakan oleh tubuh ayam pedaging. Asam fitat juga mengurangi metabolisme energi karena secara tidak

langsung asam fitat meningkatkan sekresi natrium (Na) yang menghambat proses penyerapan glukosa pada saluran pencernaan (Woyengo et al. 2009).

Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging telah dilaporkan mampu meningkatkan metabolisme energi ransum (Cowieson et al. 2008; Olukosi et al. 2008; Santos et al. 2008; Khan et al. 2013). Suplementasi fitase telah secara konsisten meningkatkan metabolisme energi ransum ayam pedaging berbasis gandum dan/atau sorgum dalam banyak studi. Driver et al. (2006) melaporkan bahwa suplementasi fitase mampu meningkatkan nilai AME rata-rata sebesar 0,36 MJ/kg bahan kering atau 2,8% terhadap kontrol (tanpa suplementasi fitase). Sementara itu, Roland (2006) menemukan terjadi peningkatan daya cerna karbohidrat dalam ransum yang disuplementasi fitase. Liu et al. (2008) mengatakan fitase memiliki dampak positif pada aktivitas enzim *endogenous* yang mengatalis karbohidrat, dimana sebelumnya aktivitas enzim tersebut terhambat oleh fitat. Suplementasi fitase meningkatkan AME sebesar 2,8% jika dibandingkan dengan ransum tanpa suplementasi fitase (Selle et al. 2006a). Truong et al. (2015) melaporkan bahwa suplementasi fitase pada aras 500 FTU/kg meningkatkan pencernaan pati pada *jejunum* sebesar 17,6% pada ayam pedaging yang beri pakan berbasis jagung dan gandum. Terjadi peningkatan pencernaan pati dari 2,51 sampai dengan 4,80% pada tiga bagian usus. Fitase meningkatkan pencernaan pati dalam semua segmen usus halus. Peningkatan pencernaan pati ini disebabkan oleh peningkatan penyerapan glukosa yang dihasilkan oleh fitase (Truong et al. 2015). Pada Tabel 2 ditunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap tingkat penggunaan energi ransum ayam pedaging. Tabel 2 terlihat bahwa penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan pemanfaatan energi ransum pada ayam pedaging. Khalid et al. (2013) menjelaskan keterkaitan suplementasi fitase terhadap perbaikan metabolisme energi pada ayam pedaging, dimana dinyatakan bahwa pemanfaatan energi pada ternak ayam tergantung pada: (1) Tingkat keasaman bahan

**Tabel 2.** Pemanfaatan energi ransum dengan suplementasi fitase pada ayam pedaging

| Perlakuan                                                                              | Pemanfaatan energi ransum                                                                 | Sumber                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Suplementasi 500 FTU fitase pada ayam umur 14-21 hari                                  | Nilai AME meningkat dari 3.322 menjadi 3.517 kal/kg                                       | Santos et al. (2008)     |
| Suplementasi fitase 0 dan 12.000 FTU/kg pada ayam umur 5-15 hari                       | Nilai AME meningkat dari 3.209 menjadi 3.559 kal/kg                                       | Driver et al. (2006)     |
| Suplementasi fitase 0 dan 1.000 FTU/kg pada ransum berbasis jagung dan bungkil kedelai | Nilai IDE ( <i>ileal digestible energy</i> ) meningkat dari 3.187 menjadi 3.267 kal/kg BK | Stefanello et al. (2015) |
| Suplementasi fitase 0,0; 0,1; 0,3; 0,9 g/kg pada ayam umur 0-21 hari                   | Nilai AME berurutan sebagai berikut 2.698; 2.690; 2.729; 2.799 kal/kg                     | Johnson et al. (2014)    |

pakan/ransum dan dalam perut; (2) Sumber dan aras fitat, fitase, protein, energi dalam ransum; (3) Cara pemberian pakan *ad libitum*/dibatasi; (4) Konfigurasi spesifik dan stabilitas dari kompleks fitat; dan (5) Tingkat sinkronisasi antara energi dan pelepasan nitrogen dalam usus halus dengan pola akresi protein/lemak tubuh.

Poin 2 dan 4 menunjukkan bahwa keberadaan fitat dan suplementasi fitase menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pemanfaatan energi ransum pada tubuh ayam pedaging.

### SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP KECERNAAN PROTEIN DAN ASAM AMINO PADA AYAM PEDAGING

Pada ternak unggas, terbentuknya kompleks antara protein-fitat terjadi di dalam *proventrikulus* akibat kondisi pH yang rendah (Selle et al. 2012). Kemampuan fitat untuk membentuk kompleks dengan protein pada pH yang berbeda dapat mempengaruhi struktur protein, serta kelarutan dan pencernaan protein (Greiner & Konietzny 2006). Mekanisme interaksi antara protein dan fitat masih belum diketahui secara jelas, namun interaksi tersebut mengakibatkan kelarutan protein pakan menjadi rendah dalam saluran pencernaan ayam pedaging (Cowieson et al. 2008). Penurunan kelarutan protein sebagai efek interaksi dengan fitat, bertanggung jawab terhadap penurunan pencernaan Na, Ca, asam amino dan energi, akibat kelebihan sekresi HCl (asam klorida), musin, pepsin, empedu dan  $\text{NaHCO}_3$ , serta meningkatnya aliran energi, asam amino tertentu dan Na ke dalam lumen (Cowieson & Ravindran 2007; Liu et al. 2008). Protein terikat fitat menurun kelarutannya akibat tahan terhadap pepsin pada saat proses proteolisis sebagai akibat pengurangan kelarutan dan perubahan struktur setelah membentuk ikatan dengan fitat. Pepsin dan asam klorida memulai proses pemecahan protein dalam *proventrikulus* unggas sehingga menghasilkan peptida untuk dipecah lagi melalui proses proteolisis dalam usus halus sehingga sangat jelas keberadaan fitat menyebabkan penurunan kelarutan protein akibat diikat

fitat, karena ikatan protein-fitat menyebabkan protein tidak terpecah pada saat terjadinya proses proteolisis tersebut (Selle et al. 2006a; 2006b). Pada Tabel 3 ditunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap tingkat pemanfaatan protein ransum pada ayam pedaging. Suplementasi fitase mampu meningkatkan tingkat penggunaan protein ransum pada ayam pedaging yaitu dengan meningkatnya nilai pencernaan protein yang ditunjukkan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging mampu meningkatkan penggunaan protein ransum untuk kemudian dideposisikan menjadi protein dalam tubuh. Khan et al. (2013) mengungkapkan bahwa aras fitase yang mampu meningkatkan pencernaan protein pada ternak ayam pedaging masih belum dapat ditentukan. Hal ini diakibatkan oleh masih bervariasinya hasil pengamatan yang didapat, sebagai akibat pengaruh dari beberapa faktor yaitu: (1) Jenis penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan; (2) Perbedaan antara jenis bahan; (3) Kandungan Ca dan P non-fitat dalam ransum; dan (4) Keseimbangan elektrolit dalam ransum. Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa retensi nitrogen meningkat secara signifikan pada ayam pedaging yang diberi ransum mengandung fitat rendah kemudian dilakukan suplementasi fitase (Centeno et al. 2007; Panda et al. 2007).

Keberadaan asam fitat dalam ransum ayam pedaging selain berdampak negatif terhadap pencernaan protein, juga berdampak negatif terhadap pencernaan asam amino. Beberapa hasil percobaan melaporkan bahwa konsumsi fitat, walaupun dalam jumlah sedikit (<1% dalam ransum ayam pedaging) memiliki dampak negatif pada kelarutan/kecernaan zat gizi ransum termasuk asam amino (Cowieson & Ravindran 2007). Asam amino yang sangat dipengaruhi kelarutan/kecernaannya dalam saluran pencernaan ayam akibat konsumsi fitat adalah asam amino glisin, serin, treonin, prolin (Peter et al. 2001; Ravindran et al. 2006; Selle et al. 2006b; Schlegel et al. 2009). Hasil studi Kumar et al. (2010) menunjukkan bahwa efek pengikatan fitat tergantung pada kondisi pH, dimana pada pH rendah, fitat dapat mengikat asam amino arginin, lisin dan histidin untuk membentuk sebuah kompleks.

**Tabel 3.** Pemanfaatan protein ransum dengan suplementasi fitase pada ayam pedaging

| Perlakuan                                                                        | Pemanfaatan protein ransum                                                              | Sumber                |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Suplementasi fitase 0 vs 500 FTU/kg pada ayam umur: - 14-21 hari<br>- 28-35 hari | Nilai pencernaan protein ileal meningkat:<br>79,3% menjadi 84,0%<br>83,2% menjadi 84,9% | Santos et al. (2008)  |
| Suplementasi fitase 0 vs 750 FTU/kg pada ayam umur: - 14-21 hari<br>- 28-35 hari | Nilai pencernaan protein ileal meningkat:<br>80,8% menjadi 84,5%<br>83,7% menjadi 87,3% | Santos et al. (2008)  |
| Suplementasi fitase 0,0; 0,1 0,3; 0,9 g/kg pada ayam umur 0-21 hari              | Kecernaan protein berurutan sebagai berikut:<br>62,1; 61,6; 63,9; 62,1%                 | Johnson et al. (2014) |

Terdapat beberapa studi yang difokuskan pada topik pengaruh suplementasi fitase dalam ransum ayam pedaging terhadap pencernaan asam amino, beberapa diantaranya menunjukkan manfaat positif yang signifikan (Ravindran et al. 2006; Cowieson et al. 2006b; Cowieson et al. 2008; Agbede et al. 2010; Pirgozliev et al. 2011; Selle et al. 2012), walaupun terdapat juga hasil studi yang melaporkan bahwa tidak ada pengaruh suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging terhadap pencernaan asam amino (Agbede et al. 2010).

Selle et al. (2006b) menyatakan bahwa variasi respon yang ditunjukkan dari pengaruh suplementasi fitase terhadap pencernaan asam amino diakibatkan oleh sejumlah faktor, yaitu (1) Pilihan penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan; (2) Perbedaan antara jenis bahan pakan yang digunakan dalam uji; (3) Kandungan Ca dan P non-fitat; (4) Keseimbangan elektrolit dalam ransum uji; (5) Kemampuan tercerna asam amino dalam ransum; (6) Sumber dan konsentrasi fitat dalam ransum; (7) Kandungan protein dan asam amino dalam ransum uji; dan (8) Jumlah suplementasi dan tipe fitase.

Jenis penanda/indikator yang digunakan dalam uji pencernaan asam amino menjadi salah satu faktor penting dalam variasi yang ditunjukkan oleh efek suplementasi fitase pada pencernaan asam amino seperti yang dilaporkan oleh Olukosi et al. (2012) yang menunjukkan bahwa, terlepas dari aras suplementasi fitase yang digunakan, pencernaan asam amino pada ayam pedaging meningkat ketika menggunakan penanda (*marker*) titanium (Ti) dibandingkan dengan chromium (Cr). Selain itu, Cowieson et al. (2008) melaporkan bahwa penggunaan fitase dari dua jenis mikroba (bakteri dan jamur) yang berbeda juga dilaporkan mengurangi pencernaan nitrogen dan asam amino pada ayam pedaging.

Studi terbaru mengenai penggunaan fitase secara tegas menunjukkan bahwa fitase meningkatkan pencernaan asam amino pada ayam pedaging. Amerah et al. (2014) melaporkan bahwa suplementasi fitase mikroba yang bersumber dari bakteri *Buttiauxella* dengan aras 1.000 FTU/kg secara signifikan meningkatkan rata-rata pencernaan 17 asam amino sebesar 12,3%. Selanjutnya, Truong et al. (2014; 2015) melaporkan bahwa suplementasi 500 FTU/kg *Buttiauxella* fitase (fitase bersumber dari bakteri *Buttiauxella*) meningkatkan secara signifikan rata-rata koefisien cerna dari 16 asam amino pada usus halus bagian *jejunum* proksimal sebesar 49,7%, *jejunum* distal sebesar 20,2%, *ileum* proksimal sebesar 9,07% dan *ileum* distal sebesar 7,24% pada ayam pedaging yang diberi pakan berbasis jagung.

## SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM TERHADAP RETENSI MINERAL PADA AYAM PEDAGING

Beberapa hasil penelitian mengenai pengaruh asam fitat pada pencernaan mineral menunjukkan hubungan yang negatif antara konsentrasi asam fitat dengan pencernaan mineral pada ayam pedaging. Ravindran et al. (2006) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi asam fitat dalam ransum dari 10,4 sampai dengan 13,6 g/kg mengakibatkan berkurangnya pencernaan mineral Ca dan Fe dari 37,7 sampai dengan 36,0% dan dari 21,8 sampai dengan 20,3%, secara berurutan. Selle et al. (2006b) mengungkapkan bahwa keberadaan fitat menyebabkan ketersediaan mineral, termasuk kalsium untuk diserap dalam usus ayam pedaging menjadi terbatas, padahal kalsium merupakan mineral penting dalam pembentukan tulang. Satu molekul fitat dapat mengikat sampai lima atom Ca sehingga membentuk kompleks. Kompleks tersebut dibentuk dalam saluran pencernaan, fitat mengikat sejumlah besar Ca dari ransum yang membuat fitat menjadi faktor pembatas tidak hanya untuk P tetapi juga Ca (Selle et al. 2006b). Pada Tabel 4 menunjukkan beberapa penelitian mengenai pengaruh tingkat suplementasi fitase terhadap mineralisasi tulang dan tingkat retensi mineral ransum pada ayam pedaging. Secara umum suplementasi fitase berdampak positif terhadap penggunaan mineral ransum yang ditunjukkan dengan meningkatnya tingkat retensi dan deposisi mineral dalam tubuh ayam pedaging, karena terjadi pelepasan P anorganik dari molekul fitat. Efek menguntungkan dari suplementasi fitase pada *tibia* dapat dijelaskan dengan memahami peran negatif asam fitat, yaitu mampu membentuk kompleks dengan kation yang berbeda-beda yaitu Ca, Mg, K, Mn, Fe dan Zn sehingga mengurangi ketersediaan mineral tersebut untuk diserap dalam usus (El-Husseiny et al. 2006; El-Deek et al. 2009).

Pada ternak ayam, penyerapan mineral terjadi pada bagian atas usus (Khalid et al. 2013). Kalsium merupakan mineral penting dalam komposisi tulang, karena itu, ketersediaan kalsium dalam ransum merupakan salah satu perhatian terbesar dalam nutrisi ayam pedaging. Kalsium bukan merupakan kation dengan kekuatan ikatan paling kuat dengan fitat (misalnya dibandingkan dengan kation Zn), namun Ca umumnya terdapat dalam ransum ayam dalam jumlah tinggi, menyebabkan mineral Ca dengan mudah diikat oleh fitat dan mengendap dalam saluran pencernaan, tidak terserap dalam usus. Ketika proses hidrolisis oleh fitase terjadi, kapasitas fitat dalam mengikat Ca menurun sehingga melepaskan Ca untuk kemudian

**Tabel 4.** Mineralisasi tulang dan retensi mineral dengan suplementasi fitase dalam ransum pada ayam pedaging

| Perlakuan                                                                                                                    | Hasil                                                                                                                                                                                           | Sumber                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Suplementasi 0 vs 500 FTU/kg ransum pada ayam umur 42 hari                                                                   | Peningkatan mineral pada tulang yaitu: Ca (20,3 menjadi 24,2 %); P (9,8 menjadi 10,8%); Mg (0,32 menjadi 0,53%); K (1,6 menjadi 1,8%); Zn (111,4 menjadi 128,5 ppm); Na (46,9 menjadi 53,7 ppm) | Santos et al. (2008)       |
| Meta analisis mengenai suplementasi fitase terhadap retensi mineral fosfor pada ayam                                         | Retensi fosfor meningkat sebesar 8,60% (fitase 1.039 FTU/kg) dan 5,02% (fitase 371 FTU/kg) dibandingkan tanpa suplementasi fitase                                                               | Bougouin et al. (2014)     |
| Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg ransum ayam umur 42 hari                                                               | Kandungan Ca pada tulang meningkat dari 330 menjadi 340 g/kg                                                                                                                                    | Guo et al. (2009)          |
| Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg pada ayam pedaging                                                                     | Nilai pemanfaatan fosfor pada ayam pedaging dari 66,04 menjadi 83,34%                                                                                                                           | Setiawati et al. (2015)    |
| Penambahan fitase pada aras 0 vs 500 FTU/kg dalam ransum ayam pedaging                                                       | Ketersediaan zat gizi, abu tulang, persentase Ca dan P pada abu tulang meningkat                                                                                                                | Rezaei et al. (2007)       |
| Suplementasi 250 FTU/kg terhadap ransum dengan kandungan fosfor rendah (0,50-0,52% kandungan P dalam ransum)                 | Retensi Ca meningkat dari 58,7 menjadi 66,6%. Retensi P meningkat dari 52,7 menjadi 54,6%                                                                                                       | Mondal et al. (2007)       |
| Suplementasi 0; 500; 750; 1.000 FTU/kg fitase pada ransum ayam pedaging yang mengandung asam fitat rendah, sedang dan tinggi | Koefisien pencernaan untuk perlakuan fitase 0; 500; 750 1.000 FTU/kg berurutan untuk Ca 0,352; 0,381; 0,380; 0,406 dan Mg 0,127; 0,159; 0,159; 0,182                                            | Ravindran et al. (2006)    |
| Pengaruh aras suplementasi fitase (0-5.000 FTU/kg ransum) pada ayam pedaging                                                 | Kecernaan P, Cu dan kandungan Zn pada tulang meningkat seiring dengan aras suplementasi fitase                                                                                                  | Jongbloed & Thissen (2010) |

diserap dalam usus halus (Selle et al. 2009). Beberapa penelitian telah dikembangkan dan dapat menguatkan gagasan bahwa fitase memiliki kapasitas untuk meningkatkan pencernaan Ca. Konsentrasi Ca dalam ransum dan rasio keseluruhan Ca:P merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas fitase dalam saluran pencernaan (Beutler 2009).

#### **SUPLEMENTASI FITASE DALAM RANSUM AYAM DITINJAU DARI ASPEK EKONOMI DAN LINGKUNGAN**

Plumstead et al. (2008) mengatakan bahwa suplementasi fitase pada ransum ayam pedaging dengan kandungan fosfor rendah mengakibatkan tercapainya respon produksi optimum. Hal demikian berimbas pada penurunan biaya pakan, karena tidak ada biaya yang dikeluarkan untuk penambahan bahan sumber fosfor. Biaya untuk menambahkan bahan sumber fosfor merupakan biaya terbesar ketiga di dalam formulasi pakan ternak setelah biaya penyediaan protein dan energi (Costa et al. 2008). Bahan sumber fosfor dari P anorganik diperhitungkan tinggi secara ekonomi, karena bahan sumber fosfor yang berasal dari sumber mineral tersebut tidak dapat diperbaharui di alam dan dalam jangka panjang, sumber daya alam tersebut akan habis (Selle & Ravindran 2007; Adeola & Cowieson 2011). Lei et al. (2007) mengatakan

suplementasi fitase merupakan upaya efektif dari aspek nutrisi dan ekonomi yang dapat digunakan oleh ternak monogastrik guna memperoleh fosfor yang memadai dari ransum berbasis tanaman.

Terlepas dari aspek ekonomi, aspek lingkungan juga menjadi salah satu alasan penting penggunaan fitase. Penambahan bahan sumber fosfor ke dalam ransum ayam pedaging akan menyebabkan sebagian besar dari fosfor tersebut terekskresikan melalui feses dan akan menyebabkan pencemaran air dan tanah, ketika feses tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk (Costa et al. 2008). Dampak negatif bagi lingkungan tersebut jika tidak dikendalikan, suatu saat akan menjadi dasar dilakukannya tekanan terhadap sektor peternakan untuk menghentikan aktivitas peternakannya. Pengurangan jumlah penggunaan fosfor dalam ransum ayam pedaging diharapkan akan menyebabkan pengurangan pengeluaran fosfor lewat feses sehingga akan menekan pencemaran lingkungan dari fosfor yang berasal dari feses. Sebagai pelajaran untuk Indonesia, di Eropa penggunaan fitase menjadi jalan keluar dalam penyediaan P dalam ransum ternak monogastrik. Upaya ini seiring dengan dilarangnya penggunaan tepung daging dan tulang atau *meat and bone meal* (MBM) sebagai sumber fosfor dalam ransum ternak monogastrik, karena ditakutkan adanya kemungkinan terjadinya transfer penyakit seperti *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) (Costa et al. 2008).

**Tabel 5.** Suplementasi fitase dalam ransum ayam pedaging yang mengandung dedak padi tinggi

| Perlakuan                                                                                                 | Hasil                                                                                                   | Sumber                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Suplementasi fitase pada tingkat 0, 500, 1.000 FTU/kg pada ransum ayam pedaging mengandung 30% dedak padi | Nilai FCR menurun untuk perlakuan 0, 500 dan 1.000 FTU/kg berurutan 2,78; 2,75; 2,59                    | Tirajoh et al. (2010) |
| Suplementasi fitase 0 vs 1.000 FTU/kg pada ransum ayam pedaging yang mengandung 50% dedak padi            | Pertambahan bobot badan meningkat dari 1,48 menjadi 1,65 kg/ekor dan FCR menurun dari 2,15 menjadi 1,95 | Setyatwan (2005)      |

### FITASE UNTUK MENANGGULANGI ASAM FITAT DALAM DEDAK PADI

Saad et al. (2011) melaporkan bahwa asam fitat banyak terkandung dalam dedak padi. Hidayat et al. (2014) menyebutkan bahwa kandungan asam fitat dalam dedak padi lokal di Indonesia sebesar 6,63% dari bahan kering. Kandungan asam fitat dalam dedak padi merupakan yang tertinggi apabila dibandingkan dengan kandungan asam fitat dalam bahan pakan lain yang sering digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ayam pedaging (jagung dan bungkil kedelai).

Sebagai bahan pakan lokal yang mudah ditemui, dedak padi banyak digunakan oleh para peternak unggas di Indonesia. Penggunaan dedak padi sebagai bahan pakan utama dalam ransum unggas harus diperhatikan karena adanya zat antinutrisi asam fitat sehingga suplementasi fitase dalam ransum mengandung dedak padi menjadi salah satu cara yang tepat. Beberapa hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan fitase ke dalam ransum unggas yang mengandung dedak padi tinggi dapat memecah ikatan fitat dalam saluran pencernaan sehingga absorpsi mineral, asam amino dan protein menjadi meningkat (Cowieson et al. 2006a; Adeola & Walk 2013). Tabel 5 menunjukkan beberapa hasil penelitian mengenai pemanfaatan fitase dalam ransum ayam pedaging yang mengandung dedak padi tinggi yang sudah dilakukan di Indonesia. Tabel 5 menunjukkan bahwa suplementasi fitase memberikan dampak positif terhadap peningkatan kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa suplementasi fitase mampu menekan efek negatif asam fitat yang terkandung dalam dedak padi.

### KESIMPULAN

Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging menjadi solusi untuk meningkatkan ketersediaan zat gizi dalam ransum karena fitase mampu meningkatkan pencernaan zat gizi, seperti protein, asam amino, karbohidrat, mineral serta penggunaan energi ransum. Penggunaan fitase dalam ransum ayam pedaging juga meningkatkan efisiensi ekonomi dengan menekan pengeluaran biaya untuk penambahan bahan pakan sumber mineral fosfor. Selain itu, penggunaan fitase

juga bermanfaat untuk menekan polusi fosfor pada lingkungan, dengan menekan keluarnya fosfor melalui feses ternak ayam yang umum digunakan sebagai pupuk.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adeola O, Cowieson AJ. 2011. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *J Anim Sci.* 89:3189-218.
- Adeola O, Walk CL. 2013. Linking ileal digestible phosphorus and bone mineralization in broiler chickens fed diets supplemented with phytase and highly soluble calcium. *Poult Sci.* 92:2109-2117.
- Afsharmanesh M, Scott TA, Silversides FG. 2008. Effect of wheat type, grinding, heat treatment, and phytase supplementation on growth efficiency and nutrient utilization of wheat-based diets for broilers. *Can J Anim Sci.* 88:57-64.
- Agbede JOO, Kluth H, Rodehutsord M. 2010. Studies on the effects of microbial phytase on amino acid digestibility and energy metabolisability in caecectomised laying hens and the interaction with the dietary phosphorus level. *Br Poult Sci.* 50:583-591.
- Amerah AM, Plumstead PW, Barnard LP, Kumar A. 2014. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poult Sci.* 93:906-915.
- Assuena V, Junqueira OM, Duarte KF, Laurentiz AC, Filardi RS, Sgavioli S. 2009. Effect of dietary phytase supplementation on the performance, bone densitometry, and phosphorus and nitrogen excretion of broilers. *Rev Bras Ciência Avícola.* 11:25-30.
- Beutler AL. 2009. The efficacy of Quantum™ phytase in laying hens fed corn-soybean meal based diets [Thesis]. [Saskatoon (Canada)]: University of Saskatchewan.
- Bougouin A, Appuhamy JADRN, Kebreab E, Dijkstra J, Kwakkel RP, France J. 2014. Effects of phytase supplementation on phosphorus retention in broilers and layers: A meta-analysis. *Poult Sci.* 93:1981-1992.
- Centeno C, Arijia I, Viveros A, Brenes A. 2007. Effects of citric acid and microbial phytase on amino acid digestibility in broiler chickens. *Br Poult Sci.* 48:469-479.

- Costa FGP, Goulart CC, Figueiredo DF, Oliveria FS, Silva JHV. 2008. Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. *Inter J Poult Sci.* 7:311-314.
- Coulbaly A, Kouakou B, Chen J. 2011. Phytic acid in cereal grains, healthy or harmful ways to reduce phytic acid in cereal grains and their effects on nutritional quality. *Am J Plant Nutr Fertil Technol.* 1:1-22.
- Cowieson AJ, Wilcock P, Bedford MR. 2011. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. *Worlds Poult Sci J.* 67:225-236.
- Cowieson AJ, Acamovic T, Bedford MR. 2006a. Phytic acid and phytase: Implications for protein utilization by poultry. *Poult Sci.* 85:878-885.
- Cowieson AJ, Acamovic T, Bedford MR. 2006b. Supplementation of corn-soy-based diets with an *Escherichia coli*-derived phytase: Effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. *Poult Sci.* 85:1389-1397.
- Cowieson AJ, Ravindran V, Selle PH. 2008. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. *Poult Sci.* 87:2287-2299.
- Cowieson AJ, Ravindran V. 2007. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *Bri J Nut.* 98:745-752.
- Driver JP, Atencio A, Edwards HM, Pesti GM. 2006. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. *Poult Sci.* 85:96-99.
- El-Deek AA, Osman M, Yakout HM, Yahya E. 2009. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary corn gluten meal levels. *Egypt Poult Sci J.* 29:77-97.
- El-Husseiny OM, Abou El-Wafa S, Shaban M. 2006. Influence of dietary phytase on broilers performance fed low-phosphorus corn/soybean or sunflower diets based on digestible or deficient amino acids. *Egypt Poult Sci J.* 26:427-454.
- Ghazalah AA, Abd-Elsamee MO, El-Manyalawi MAE, Eman S, Moustafa. 2006. Response of broiler chicks to microbial phytase supplementation in diets differ in available phosphorus sources and levels. *Egypt Poult Sci J.* 26:1321-1341.
- Greiner ME, Böhmman T, Krcmar H. 2007. A strategy for knowledge management. *J Knowl Manag.* 11:3-15.
- Greiner R, Farouk AE. 2007. Purification and characterization of a bacterial phytase whose properties make it exceptionally useful as a feed supplement. *Protein J.* 26:467-474.
- Greiner R, Konietzny U. 2006. Phytase for food application. *Food Technol Biotechnol.* 44:125-140.
- Guo Y, Shi Y, Li F, Chen J, Zhen C, Hao Z. 2009. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol.* 150:270-282.
- Hidayat C, Sumiati, Iskandar S. 2014. Respon pertumbuhan ayam lokal Sentul G-3 terhadap ransum berkadar dedak tinggi yang diberi suplementasi enzim fitase dan ZnO. *JITV.* 19:193-202.
- Johnson LA, Deep A, Classen H. 2014. Digestibility and performance responses of broiler chickens fed a pea-based diet with different levels of dietary microbial phytase. *Univ Saskatchewan Undergrad Res J.* 2014:39-44.
- Jongbloed AW, Thissen JTNM. 2010. Meta analysis on quantification of the effect of microbial phytase on the availability of copper and zinc in growing pigs and broilers. Internal Report 201003. Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research.
- Jones CK, Tokach MD, Dritz SS, Ratliff BW, Horn NL, Goodband RD, DeRouchey JM, Sulabo RC, Nelssen JL. 2010. Efficacy of different commercial phytase enzymes and development of an available phosphorus release curve for *Escherichia coli*-derived phytases in nursery pigs. *J Anim Sci.* 88:3631-3644 doi:10.2527/jas.2010-2936.
- Kathirvelan C, Janani SR, Ramesh J, Pur Ushothaman MR. 2015. Significance of usage of phytase in poultry nutrition. *Int J Sci Env Tech.* 4:1214-1217.
- Khalid MF, Hussain M, Rehman AU, Shahzad MA, Sharif M, Rahman ZU. 2013. Broiler performance in response to phytate and supplemented phytase. *Iran J Appl Anim Sci.* 3:1-12.
- Khan SA, Chaudhry HR, Mustafa YS, Jameel T. 2013. The effect of phytase enzyme on the performance of broilers. *Biol Pakistan.* 59:99-106.
- Khattak FM, Pasha TN, Hayat Z, Mahmud A. 2006. Enzymes in poultry nutrition. *J Anim Pl Sci.* 16:1-7.
- Kumar V, Sinha AK, Makkar HPS, Becker K. 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chem.* 120:945-959.
- Lei XG, Porres JM, Mullaney EJ, Brinch-Pedersen H. 2007. Phytase: Source, structure, and application. In: Polaina J, Maccabe AP, editors. *Ind Enzym Struct Funct Appl.* New York (US): Springer. p. 505-529.
- Liu N, Ru YJ, Li FD, Cowieson AJ. 2008. Effect of diet containing phytate and phytase on the activity and messenger ribonucleic acid expression of carbohydrase and transporter in chickens. *J Anim Sci.* 86:3432-3439.
- Mittal A, Singh G, Goyal V, Yadav A, Aneja KR, Gautam SK, Aggarwal NK. 2011. Isolation and biochemical characterization of acido-thermophilic extracellular phytase producing bacterial strain for potential application in poultry feed. *Jundishapur J Microbiol.* 4: 273-282.

- Mondal MK, Panda S, Biswas P. 2007. Effect of microbial phytase in soybean meal based broiler diets containing low phosphorous. *Int J Poult Sci*. 6:201-206.
- Noureddini H, Dang J. 2009. Degradation of phytates in distillers' grains and corn gluten feed by *Aspergillus niger* phytase. *Appl Biochem Biotechnol*. 159:11-23.
- Nourmohammadi R, Hosseini SM, Farhangfar H. 2010. Influence of citric acid and microbial phytase on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *AJAVS*. 5:282-288.
- Oduguwa OO, Pirgozliev V, Acamovic T. 2007. Energy metabolisability and digestibility of amino acids by broilers fed on malted sorghum sprouts supplemented with polyethylene glycol, charcoal, phytase and xylanase. *Br Poult Sci*. 48:55-63.
- Olukosi OA, Cowieson AJ, Adeola O. 2008. Influence of enzyme supplementation of maize-soyabean meal diets on carcass composition, whole-body nutrient accretion and total tract nutrient retention of broilers. *Br Poult Sci*. 49:436-45.
- Olukosi OA, Bolarinwa OA, Cowieson AJ, Adeola O. 2012. Marker type but not concentration influenced apparent ileal amino acid digestibility in phytase-supplemented diets for broiler chickens and pigs. *J Anim Sci*. 90:4414-4420.
- Panda AK, Rao SVR, Raju MVLN, Gauja SS, Bhanja SK. 2007. Performance of broiler chickens fed low non-phytate phosphorus diets supplemented with microbial phytase. *Poult Sci*. 44:258-264.
- Peter CM, Parr TM, Parr EN, Webel DM, Baker DH. 2001. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, zinc, copper and manganese. *Anim Feed Sci Technol*. 94:199-205.
- Pillai PB, O'Connor-Dennie T, Owens CM, Emmert JL. 2006. Efficacy of an *Escherichia coli* phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. *Poult Sci*. 85:1737-1745.
- Pirgozliev V, Bedford MR, Acamovic T, Mares P, Allymehr M. 2011. The effects of supplementary bacterial phytase on dietary energy and total tract amino acid digestibility when fed to young chickens. *Br Poult Sci*. 52:245-254.
- Pirgozliev V, Oduguwa O, Acamovic T, Bedford MR. 2008. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. *Br Poult Sci*. 49:144-154.
- Plumstead PW, Leytem AB, Maguire RO, Spears JW, Kwanyuen P, Brake J. 2008. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. *Poult Sci*. 87:449-458.
- Ravindran V, Morel PC, Partridge GG, Hruby M, Sands JS. 2006. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poult Sci*. 85:82-89.
- Rezaei M, Borbor S, Zaghari M, Teimouri A. 2007. Effect of phytase supplementation on nutrients availability and performance of broiler chicks. *Int J Poult Sci*. 6:55-58.
- Roland DA. 2006. Comparison of nathuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. *Poult Sci Assoc*. 22:102-108.
- Saad N, Esa NM, Ithnin H, Shafie NH. 2011. Optimization of optimum condition for phytic acid extraction from rice bran. *African J Plant Sci*. 5:168-176.
- Santos FR, Hruby M, Pierson EEM, Remus JC, Sakomura NK. 2008. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. *J Appl Poult Res*. 17:191-201.
- Schlegel P, Nys Y, Jondreville C. 2009. Zinc availability and digestive zinc solubility in piglets and broilers fed diets varying in their phytate contents, phytase activity and supplemented zinc source. *Animal*. 4:200-209.
- Selle PH, Cowieson AJ, Cowieson NP, Ravindran V. 2012. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: A reappraisal. *Nutr Res Rev*. 25:1-17.
- Selle PH, Cowieson AJ, Ravindran V. 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livest Sci*. 124:126-141.
- Selle PH, Creswell DC, Cadogan DJ, Partridge GG, Scott T. 2006a. Phytase supplementation of wheat-based broiler diets reduces dependence on meat-and-bone meal. *J Poult Sci*. 43:330-338.
- Selle PH, Ravindran V, Bryden WL, Scott T. 2006b. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry: A review. *J Poult Sci*. 43:89-103.
- Selle PH, Ravindran V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Anim Feed Sci Technol*. 135:1-41.
- Setiawati D, Sukanto B, Wahyuni HI. 2015. Deposisi P tulang ayam *broiler* diberi ransum dengan penambahan enzim fitase pada kadar protein berbeda. *Bul Nutr Makanan Ternak*. 11:1-6.
- Setyatwan H. 2005. Pengaruh suplementasi fitase, seng oksida (ZnO) dan tembaga sulfat (CuSO<sub>4</sub>) terhadap performans ayam *broiler*. *J Ilmu Ternak*. 5:58-63.
- Singh J, Sikka SS. 2006. Effect of phytase supplementation at different Ca:P ratios of the growth performance of broiler chicks. *Indian J Poult Sci*. 41:159-164.
- Singh PK. 2008. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: A review. *Worlds Poult Sci J*. 64:553-577.
- Slominski BA, Davie T, Nyachoti MC, Jones O. 2007. Heat stability of endogenous and microbial phytase during feed pelleting. *Livest Sci*. 109:244-246.

- Stefanello C, Vieira SL, Santiago GO, Kindlein L, Sorbara JOB, Cowieson AJ. 2015. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poult Sci.* 94:2472-2479.
- Steiner T, Mosenthin R, Zimmermann B, Greiner R, Roth S. 2007. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Anim Feed Sci Technol.* 133:320-334.
- Tahir M, Shim MY, Ward NE, Smith C, Foster E, Guney A. C, Pesti GM. 2012. Phytate and other nutrient components of feed ingredients for poultry. *Poult Sci.* 91:928-935.
- Tirajoh S, Piliang WG, Ketaren PP. 2010. Suplementasi enzim pemecah serat dan fitase terhadap performans ayam *broiler*. *JITV.* 15:40-46.
- Toth JD, Dou Z, Ferguson JD, Galligan DT, Ramberg CF. 2006. Nitrogen vs phosphorus-based dairy manure applications to field crops: Nitrate and phosphorus leaching and soil phosphorus accumulation. *J Environ Qual.* 35:2302-2312.
- Truong HH, Liu SY, Selle PH. 2015. Phytase influences the inherently different starch digestive dynamics of wheat and maize-based broiler diets. *Australas Poult Sci Symp.* 26:126-129.
- Truong HH, Yu S, Peron A, Cadogan DJ, Khoddami A, Roberts TH, Liu SY, Selle PH. 2014. Phytase supplementation of maize, sorghum and wheat-based broiler diets with identified starch pasting properties influences phytate (IP6) and sodium jejunal and ileal digestibility. *Anim Feed Sci Technol.* 198:248-256.
- Woyengo TA, Cowieson AJ, Adeola O, Nyachoti CM. 2009. Ileal digestibility and endogenous flow of minerals and amino acids: responses to dietary phytic acid in piglets. *Br J Nutr.* 102:428-433.
- Woyengo TA, Guenter W, Sands JS, Nyachoti CM, Mirza MA. 2008. Nutrient utilisation and performance responses of broilers fed a wheat-based diet supplemented with phytase and xylanase alone or in combination. *Anim Feed Sci Technol.* 146:113-123.
- Woyengo TA, Nyachoti CM. 2013. Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry current knowledge and directions for future research. *Can J Anim Sci.* 93:9-21.
- Wu P, Tian JC, Walker CE, Wang FC. 2009. Determination of phytic acid in cereals - A brief review. *Int J Food Sci Technol.* 44:1671-1676.

## ***Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak**

### **(Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as an Alternative Protein Source for Animal Feed)**

April Hari Wardhana

Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl. RE Martadinata No. 30, Bogor 16114  
[wardhana24id@yahoo.com](mailto:wardhana24id@yahoo.com)

(Diterima 15 Februari 2016 – Direvisi 20 Mei 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

#### **ABSTRACT**

Increasing demand of protein source for animal feed, particularly fish meal and soybean meal has led to a problem in the future. It is a need to look for an alternative protein source, in order to meet amino acid requirements maintaining livestock production level. Insects possessing high quality, efficient and rich protein content at all life stages such as Black Soldier Fly (BSF, *Hermetia illucens*) could be used as one of the alternatives. The flies grow and reproduce easily, have high feed efficiency and can be reared on bio-waste streams. These are neither pests nor vectors of diseases. Insect meal generally possesses levels of chemical contaminants which are below recommended maximum concentrations. The larvae have antibacterial (*Escherichia coli* O15:H7, *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis*) and antiviral (enterovirus and adenovirus) properties. Larvae of BSF could be scaled up easily and possess 40-50% protein content, including some essential amino acids that can be used to replace both fish meal and soybean meal in feed.

**Key words:** Black soldier fly, *Hermetia illucens*, protein, feed

#### **ABSTRAK**

Peningkatan permintaan sumber protein untuk pakan ternak, terutama tepung ikan dan bungkil kedelai menjadi masalah di masa yang akan datang. Diperlukan sumber protein alternatif untuk memenuhi kebutuhan asam amino guna mempertahankan produksi ternak. Insekta yang kaya akan protein pada setiap tahapan metamorfosisnya, dengan kualitas protein yang bagus dan efisien, antara lain *Black Soldier Fly* (BSF, *Hermetia illucens*) dapat digunakan sebagai salah satu alternatif. Lalat ini mampu tumbuh dan berkembang biak dengan mudah, memiliki tingkat efisiensi pakan yang tinggi serta dapat dipelihara pada media limbah organik. *Black Soldier Fly* bukan merupakan lalat hama atau vektor suatu penyakit. Kandungan senyawa kimia kontaminan di dalam tepung BSF berada pada tingkat di bawah ketentuan maksimum yang direkomendasikan. Larva BSF memiliki sifat antibakteri (*Escherichia coli* O15:H7, *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis*) dan antivirus (enterovirus dan adenovirus). Larva BSF dapat diproduksi secara mudah dan cepat, mengandung protein sebesar 40-50%, termasuk asam amino esensial yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti tepung ikan dan bungkil kedelai untuk pakan ternak.

**Kata kunci:** *Black soldier fly*, *Hermetia illucens*, protein, pakan

#### **PENDAHULUAN**

Penyediaan pakan ternak yang berkualitas merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan industri peternakan dan menjadi komponen terbesar dalam kegiatan usaha tersebut, yaitu 50-70% (Katayane et al. 2014). Beski et al. (2015) menyatakan bahwa komponen protein mempunyai peran yang penting dalam suatu formula pakan ternak karena terlibat dalam pembentukan jaringan tubuh dan terlibat aktif dalam metabolisme vital seperti enzim, hormon, antibodi dan lain sebagainya. Di negara-negara berkembang, sumber protein untuk formula pakan umumnya bertumpu pada protein hewani dan nabati, seperti bungkil kedelai,

tepung ikan, tepung darah atau tanaman leguminosa. Namun demikian, protein adalah komponen pakan paling mahal dibandingkan dengan yang lainnya. Akibatnya, secara ekonomi, pemenuhan sumber protein cukup membebani biaya produksi.

Indonesia sebagai salah satu negara pengimpor tepung dan minyak ikan terkena dampak negatif akibat kenaikan harga komoditas tersebut. Fahmi et al. (2007) menyebutkan bahwa Indonesia menganggarkan kurang lebih US\$ 200 juta per tahun untuk mengimpor tepung dan minyak ikan. Kendala yang lain adalah adanya tindakan penangkapan ikan yang berlebihan dan tidak terencana akan menyebabkan terhambatnya keberlangsungan pasokan ikan untuk industri pakan

(Adeniyi et al. 2015). Peternak sering memperoleh kualitas tepung ikan yang tidak menentu akibat diolah dari berbagai sumber dan ketersediaannya terbatas sehingga mempengaruhi kualitas dan harga ransum (Rambet et al. 2016). Semakin meningkatnya harga sumber-sumber protein dan adanya ancaman ketahanan pakan ternak, tekanan lingkungan, pertambahan populasi manusia serta meningkatnya permintaan protein di pasar menyebabkan harga protein yang berbasis hewan semakin mahal (FAO 2013). Oleh karena itu, studi pakan yang berkembang pada saat ini ditujukan untuk mencari sumber protein alternatif dengan memanfaatkan insekta.

Penggunaan insekta sebagai sumber protein telah banyak didiskusikan oleh para peneliti di dunia (Wang et al. 2005; Oyegoke et al. 2006; Premalatha et al. 2011). Menurut Van Huis (2013), protein yang bersumber pada insekta lebih ekonomis, bersifat ramah lingkungan dan mempunyai peran yang penting secara alamiah. Insekta dilaporkan memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi dan dapat dipelihara serta diproduksi secara massal. Disamping itu, budidaya insekta dapat mengurangi limbah organik yang berpotensi mencemari lingkungan (Li et al. 2011). Faktor lain yang menguntungkan adalah sumber protein berbasis insekta tidak berkompetisi dengan manusia sehingga sangat sesuai untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak, termasuk unggas dan ikan (Veldkamp et al. 2012).

*Black Soldier Fly* (BSF), lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*, Diptera: *Stratiomyidae*) adalah salah satu insekta yang mulai banyak dipelajari karakteristiknya dan kandungan nutriennya. Lalat ini berasal dari Amerika dan selanjutnya tersebar ke wilayah subtropis dan tropis di dunia (Čičková et al. 2015). Kondisi iklim tropis Indonesia sangat ideal untuk budidaya BSF. Ditinjau dari segi budidaya, BSF sangat mudah untuk dikembangkan dalam skala produksi massal dan tidak memerlukan peralatan yang khusus. Tahap akhir larva (prepupa) dapat bermigrasi sendiri dari media tumbuhnya sehingga memudahkan untuk dipanen. Selain itu, lalat ini bukan merupakan lalat hama dan tidak dijumpai pada pemukiman yang padat penduduk sehingga relatif aman jika dilihat dari segi kesehatan manusia (Li et al. 2011).

Dari berbagai insekta yang dapat dikembangkan sebagai pakan, kandungan protein larva BSF cukup tinggi, yaitu 40-50% dengan kandungan lemak berkisar 29-32% (Bosch et al. 2014). Rambet et al. (2016) menyimpulkan bahwa tepung BSF berpotensi sebagai pengganti tepung ikan hingga 100% untuk campuran pakan ayam pedaging tanpa adanya efek negatif terhadap pencernaan bahan kering (57,96-60,42%), energi (62,03-64,77%) dan protein (64,59-75,32%), walaupun hasil yang terbaik diperoleh dari penggantian tepung ikan hingga 25% atau 11,25% dalam pakan.

Sebagai sumber bahan baku pakan, produk berbasis insekta juga harus aman dari kontaminan kimia. Charlton et al. (2015) menganalisis keamanan beberapa insekta sebagai sumber protein dalam pakan ternak antara lain lalat rumah (*Musca domestica*), lalat botol biru (*Calliphora vomitoria*), lalat hembus (*Chrysomya* spp) dan BSF. Secara umum, semua produk berbasis insekta tersebut relatif aman karena berada di bawah konsentrasi maksimum yang direkomendasikan oleh *European Commission* (EC), *World Health Organization* (WHO) dan Codex.

Makalah ini akan membahas tentang potensi pemanfaatan BSF sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak, termasuk karakteristik BSF dan kandungan nutriennya setelah dipelihara dalam berbagai media sehingga dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif bagi para peternak yang tertarik menggunakan tepung BSF sebagai pengganti tepung ikan.

## MORFOLOGI DAN SIKLUS HIDUP *BLACK SOLDIER FLY*

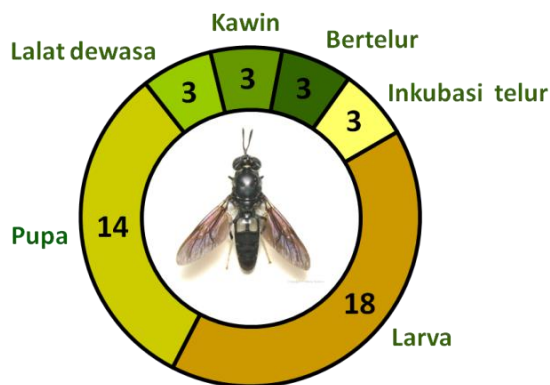
*Black Soldier Fly* berwarna hitam dan bagian segmen basal abdomennya berwarna transparan (*wasp waist*) sehingga sekilas menyerupai abdomen lebah. Panjang lalat berkisar antara 15-20 mm dan mempunyai waktu hidup lima sampai delapan hari (Gambar 1). Saat lalat dewasa berkembang dari pupa, kondisi sayap masih terlipat kemudian mulai mengembang sempurna hingga menutupi bagian torak. Lalat dewasa tidak memiliki bagian mulut yang fungsional, karena lalat dewasa hanya beraktivitas untuk kawin dan bereproduksi sepanjang hidupnya. Kebutuhan nutrien lalat dewasa tergantung pada kandungan lemak yang disimpan saat masa pupa. Ketika simpanan lemak habis, maka lalat akan mati (Makkar et al. 2014). Berdasarkan jenis kelaminnya, lalat betina umumnya memiliki daya tahan hidup yang lebih pendek dibandingkan dengan lalat jantan (Tomberlin et al. 2009).



**Gambar 1.** Morfologi larva, pupa dan lalat dewasa BSF

**Sumber:** McShaffrey (2013) dan koleksi pribadi

Menurut Tomberlin et al. (2002) bahwa siklus hidup BSF dari telur hingga menjadi lalat dewasa berlangsung sekitar 40-43 hari, tergantung dari kondisi lingkungan dan media pakan yang diberikan (Gambar 2). Lalat betina akan meletakkan telurnya di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran unggas atau ternak, tumpukan limbah bungkil inti sawit (BIS) dan limbah organik lainnya. Lalat betina tidak akan meletakkan telur di atas sumber pakan secara langsung dan tidak akan mudah terusik apabila sedang bertelur. Oleh karena itu, umumnya daun pisang yang telah kering atau potongan kardus yang berongga diletakkan di atas media pertumbuhan sebagai tempat telur.



Angka yang tercantum dalam skema menunjukkan lama waktu perkembangan BSF dalam setiap tahapan metamorfosisnya (hari).

**Gambar 2.** Siklus hidup lalat BSF

**Sumber:** Tomberlin et al. (2002) yang dimodifikasi

Di alam, lalat betina akan tertarik dengan bau senyawa aromatik dari limbah organik (atraktan) sehingga akan datang ke lokasi tersebut untuk bertelur. Atraktan diperoleh dari proses fermentasi dengan penambahan air ke limbah organik, seperti limbah BIS, limbah sayuran atau buah-buahan atau penambahan EM4® (bakteri) dan mikroba rumen. Jumlah lalat betina yang meletakkan telur pada suatu media umumnya lebih dari satu ekor. Keadaan ini dapat terjadi karena lalat betina akan mengeluarkan penanda kimia yang berfungsi untuk memberikan sinyal ke betina-betina lainnya agar meletakkan telur di tempat yang sama. Telur BSF berwarna putih dan berbentuk lonjong dengan panjang sekitar 1 mm terhimpun dalam bentuk koloni.

Seekor lalat betina BSF normal mampu memproduksi telur berkisar 185-1235 telur (Rachmawati et al. 2010). Literatur lain menyebutkan bahwa seekor betina memerlukan waktu 20-30 menit untuk bertelur dengan jumlah produksi telur antara

546-1.505 butir dalam bentuk massa telur (Tomberlin & Sheppard 2002). Berat massa telur berkisar 15,8-19,8 mg dengan berat individu telur antara 0,026-0,030 mg. Waktu puncak bertelur dilaporkan terjadi sekitar pukul 14.00-15.00. Lalat betina dilaporkan hanya bertelur satu kali selama masa hidupnya, setelah itu mati (Tomberlin et al. 2002).

Lebih lanjut disebutkan bahwa jumlah telur berbanding lurus dengan ukuran tubuh lalat dewasa. Lalat betina yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dengan ukuran sayap lebih lebar cenderung lebih subur dibandingkan dengan lalat yang bertubuh dan sayap yang kecil (Gobbi et al. 2013). Jumlah telur yang diproduksi oleh lalat berukuran tubuh besar lebih banyak dibandingkan dengan lalat berukuran tubuh kecil. Selain itu, kelembaban juga dilaporkan berpengaruh terhadap daya bertelur lalat BSF. Sekitar 80% lalat betina bertelur pada kondisi kelembaban lebih dari 60% dan hanya 40% lalat betina yang bertelur ketika kondisi kelembaban kurang dari 60% (Tomberlin & Sheppard 2002).

Dalam waktu dua sampai empat hari, telur akan menetas menjadi larva instar satu dan berkembang hingga ke instar enam dalam waktu 22-24 hari dengan rata-rata 18 hari (Barros-Cordeiro et al. 2014). Ditinjau dari ukurannya, larva yang baru menetas dari telur berukuran kurang lebih 2 mm, kemudian berkembang hingga 5 mm. Setelah terjadi pergantian kulit, larva berkembang dan tumbuh lebih besar dengan panjang tubuh mencapai 20-25 mm, kemudian masuk ke tahap prepupa. Tomberlin et al. (2009) menyebutkan bahwa larva betina akan berada di dalam media lebih lama dan mempunyai bobot yang lebih berat dibandingkan dengan larva jantan. Secara alami, larva instar akhir (prepupa) akan meninggalkan media pakannya ke tempat yang kering, misalnya ke tanah kemudian membuat terowongan untuk menghindari predator dan cekaman lingkungan.

Holmes et al. (2013) membandingkan lima substrat dalam stadia pupa, yaitu serbuk gergaji, tanah, humus, pasir dan tidak menggunakan substrat. Stadia pupa yang dipelihara pada substrat pasir dan humus lebih lama dibandingkan pada substrat tanah dan serbuk gergaji. Stadia pupa tanpa substrat berjalan paling cepat karena untuk mengurangi risiko dari predator atau ancaman lingkungan. Namun, kondisi ini menyebabkan daya tetas pupa menjadi *imago* (lalat dewasa) lebih rendah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini diduga karena energi yang tersimpan selama menjadi larva banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Bobot pupa betina rata-rata 13% lebih berat dibandingkan dengan bobot pupa jantan (Tomberlin et al. 2009). Setelah 14 hari, pupa berkembang menjadi lalat dewasa (*imago*). Dua atau tiga hari kemudian lalat dewasa siap untuk melakukan perkawinan.

Suhu merupakan salah satu faktor yang berperan dalam siklus hidup BSF. Suhu yang lebih hangat atau di atas 30°C menyebabkan lalat dewasa menjadi lebih aktif dan produktif. Suhu optimal larva untuk dapat tumbuh dan berkembang adalah 30°C, tetapi pada suhu 36°C menyebabkan pupa tidak dapat mempertahankan hidupnya sehingga tidak mampu menetas menjadi lalat dewasa. Pemeliharaan larva dan pupa BSF pada suhu 27°C berkembang empat hari lebih lambat dibandingkan dengan suhu 30°C (Tomberlin et al. 2009). Suhu juga berpengaruh terhadap masa inkubasi telur. Suhu yang hangat cenderung memicu telur menetas lebih cepat dibandingkan dengan suhu yang rendah.

Meskipun lalat dewasa tidak memerlukan pakan sepanjang hidupnya, tetapi pemberian air dan madu dilaporkan mampu memperpanjang lama hidup dan meningkatkan produksi telur. Rachmawati et al. (2010) membuktikan bahwa puncak kematian lalat dewasa yang diberi minum madu terjadi pada hari ke-10 hingga 11, sedangkan pada lalat yang diberi minum air terjadi kematian tertinggi pada hari kelima hingga kedelapan dan berlanjut pada hari ke-10 hingga 12. Ditinjau dari waktu bertelurnya, lalat betina yang diberi minum madu mencapai puncak waktu bertelur pada hari kelima, sedangkan pada perlakuan pemberian air terjadi pada hari ketujuh.

### **Faktor yang mempengaruhi aktivitas kawin *Black Soldier Fly***

Aktivitas kawin BSF umumnya terjadi pada pukul 8.30 dan mencapai puncaknya pada pukul 10.00 di lokasi yang penuh tanaman (vegetasi) ketika suhu lingkungan mencapai 27°C. Lalat betina hanya kawin dan bertelur sekali selama masa hidupnya. Saat melakukan aktivitas kawin, lalat jantan akan memberikan sinyal ke lalat betina untuk datang ke lokasi yang telah ditentukan oleh pejantan. Perkawinan BSF terjadi di tanah dengan posisi jantan dan betina berlawanan (saling membelakangi) atau di daerah yang penuh dengan vegetasi. Namun, ada juga laporan yang menyebutkan bahwa perkawinan dapat juga terjadi di udara. Kondisi ruang udara yang cukup dan kepadatan jumlah lalat merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan aktivitas kawin BSF.

Intensitas cahaya dan suhu sangat berpengaruh terhadap kesuksesan aktivitas kawin lalat BSF (Zhang et al. 2010; Gobbi et al. 2013). Umumnya lalat dewasa membutuhkan penerangan yang tinggi tetapi masih di bawah intensitas sinar matahari. Minimal intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk aktivitas kawin adalah 70  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , sedangkan puncak aktivitas kawin terjadi pada kondisi penerangan 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  atau lebih dari 200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  hingga 500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Sheppard et al. 2002). Oleh karena itu, untuk memicu

terjadinya aktivitas kawin BSF diperlukan penerangan buatan apabila lingkungan dalam keadaan mendung atau penerangan kurang.

Zhang et al. (2010) menyatakan bahwa penggunaan lampu *quartz-iodine* 500 watt dengan intensitas cahaya 135  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  mampu menstimulasi aktivitas kawin dan bertelur dibandingkan dengan kondisi di bawah sinar matahari. Namun, ketika intensitasnya ditingkatkan menjadi 160  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  dilaporkan tidak terjadi aktivitas kawin. Lebih lanjut dijelaskan bahwa panjang gelombang 450-700 nm berpengaruh terhadap tingkah laku kawin lalat BSF, sedangkan pada panjang gelombang 350-450 nm tidak menstimulasi terjadinya aktivitas kawin BSF. Panjang gelombang cahaya yang masih dapat dilihat oleh insekta sekitar 700 nm (Briscoe & Chittka 2001).

### **Media perkembangan larva *Black Soldier Fly***

Larva lalat BSF dapat tumbuh dan berkembang subur pada media organik, seperti BIS, kotoran sapi, kotoran babi, kotoran ayam, sampah buah dan limbah organik lainnya. Kemampuan larva BSF hidup dalam berbagai media terkait dengan karakteristiknya yang memiliki toleransi pH yang luas (Mangunwardoyo et al. 2011). Selain itu, kemampuan larva dalam mengurai senyawa organik ini juga terkait dengan kandungan beberapa bakteri yang terdapat di dalam saluran pencernaannya (Dong et al. 2009; Yu et al. 2011). Banjo et al. (2005) berhasil mengidentifikasi beberapa bakteri yang diisolasi dari sistem pencernaan larva BSF, yaitu *Micrococcus* sp, *Streptococcus* sp, *Bacillus* sp dan *Aerobacter aerogens*.

Kualitas dan kuantitas media perkembangan larva lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrisi tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya (Gobbi et al. 2013; Makkar et al. 2014). De Haas et al. (2006) menyatakan bahwa kualitas media perkembangan larva berkorelasi positif dengan panjang larva dan persentase daya tahan hidup lalat dewasa. Jumlah dan jenis media yang kurang mengandung nutrisi dapat menyebabkan bobot pupa kurang dari normal, akibatnya pupa tidak dapat berkembang menjadi lalat dewasa (Wardhana & Muharsini 2004). Larva BSF yang dikoleksi dari alam dan ditumbuhkan pada media organik dengan kualitas cukup memiliki performans yang lebih baik dibandingkan dengan larva dari koloni laboratorium (Tomberlin et al. 2002). Bobot larva BSF yang diberi pakan dalam jumlah terbatas tidak berbeda nyata dengan yang diberi pakan melimpah (Myers et al. 2008). Namun, lalat dewasa yang menetas dari kelompok larva dengan pakan terbatas memiliki umur yang lebih pendek (tiga sampai empat hari). Menurut Zarkani & Miswati (2012) kualitas media pertumbuhan larva juga berpengaruh terhadap jumlah rasio antara

latat jantan dan betina yang menetas dari pupa. Lalat dewasa jantan akan banyak menetas dari larva yang dipelihara pada jumlah media yang terbatas.

Untuk mengatasi ketergantungan media larva BSF dengan BIS, maka digunakan limbah *loading ramp* sawit, yaitu limbah yang dihasilkan saat proses pemasukan tandan buah segar ke dalam bak/gerobak/troli sebelum proses perebusan. Limbah ini memiliki kandungan protein sekitar 9,81% dengan kadar lemak mencapai 10,32%. Kandungan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan BIS, yaitu 16-17% protein dan 13-15% lemak (Sundu & Dingle 2003). Adapun limbah solid memiliki kandungan protein lebih tinggi (12,63%), tetapi kandungan lemaknya lebih rendah (7,12%) dibandingkan dengan limbah *loading ramp* (Hadadi et al. 2007).

Media BIS juga menghasilkan kadar protein dan berat kering larva yang lebih tinggi dibandingkan dengan media dari kotoran ayam (Katayane et al. 2014). Keadaan ini diduga karena kualitas protein yang ada di dalam kotoran ayam petelur merupakan senyawa *Non Protein Nitrogen* (NPN) sehingga berkualitas lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein pada BIS. Disamping itu, kandungan nutrisi yang terkandung dalam kotoran ayam petelur juga lebih rendah dibandingkan dengan BIS (Arief et al. 2012). Studi lain menyatakan bahwa substrat yang berkualitas rendah akan menghasilkan larva BSF yang lebih sedikit karena media pertumbuhannya mengandung komponen gizi yang kurang atau terbatas. Apabila kandungan nilai gizi pada media pertumbuhan berkurang, maka fase larva dapat mencapai empat bulan, tetapi apabila

nutrinya cukup, maka fase larva hanya memerlukan waktu dua minggu.

### KANDUNGAN NUTRISI LARVA *BLACK SOLDIER FLY*

Persentase kandungan nutrisi larva BSF secara umum dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan protein pada larva ini cukup tinggi, yaitu 44,26% dengan kandungan lemak mencapai 29,65%. Nilai asam amino, asam lemak dan mineral yang terkandung di dalam larva juga tidak kalah dengan sumber-sumber protein lainnya, sehingga larva BSF merupakan bahan baku ideal yang dapat digunakan sebagai pakan ternak (Fahmi et al. 2007).

Ditinjau dari umur, larva memiliki persentase komponen nutrisi yang berbeda. Kadar bahan kering larva BSF cenderung berkorelasi positif dengan meningkatnya umur, yaitu 26,61% pada umur lima hari menjadi 39,97% pada umur 25 hari. Hal yang sama juga terjadi pada komponen lemak kasar, yaitu sebesar 13,37% pada umur lima hari dan meningkat menjadi 27,50% pada umur 25 hari. Kondisi ini berbeda dengan komponen protein kasar yang cenderung turun pada umur yang lebih tua (Tabel 2).

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan protein kasar larva yang muda lebih tinggi dibandingkan dengan larva yang tua. Kondisi ini diduga karena larva yang masih muda mengalami pertumbuhan sel struktural yang lebih cepat. Tetapi, apabila ditinjau dari skala produksi massal maka kuantitas produksi menjadi faktor yang perlu

**Tabel 1.** Persentase kandungan nutrisi larva BSF

| Proksimat | (%)   | Asam amino      | (%)   | Asam lemak       | (%)        | Mineral | (%)       |
|-----------|-------|-----------------|-------|------------------|------------|---------|-----------|
| Air       | 2,38  | Serin           | 6,35  | Linoleat         | 0,70       | Mn      | 0,05 mg/g |
| Protein   | 44,26 | Glisin          | 3,80  | Linolenat        | 2,24       | Zn      | 0,09      |
| Lemak     | 29,65 | Histidin        | 3,37  | <i>Saturated</i> | 20,00 mg/g | Fe      | 0,68      |
|           |       | Arginin         | 12,95 | Monomer          | 8,71       | Cu      | 0,01      |
|           |       | Treonin         | 3,16  |                  |            | P       | 0,13      |
|           |       | Alanin          | 25,68 |                  |            | Ca      | 55,65     |
|           |       | Prolin          | 16,94 |                  |            | Mg      | 3,50      |
|           |       | Tirosin         | 4,15  |                  |            | Na      | 13,71     |
|           |       | Valin           | 3,87  |                  |            | K       | 10,00     |
|           |       | Sistin          | 2,05  |                  |            |         |           |
|           |       | Isoleusin       | 5,42  |                  |            |         |           |
|           |       | Leusin          | 4,76  |                  |            |         |           |
|           |       | Lisin           | 10,65 |                  |            |         |           |
|           |       | Taurin          | 17,53 |                  |            |         |           |
|           |       | Sistein         | 2,05  |                  |            |         |           |
|           |       | NH <sub>3</sub> | 4,33  |                  |            |         |           |
|           |       | Ornitina        | 0,51  |                  |            |         |           |

**Sumber:** Fahmi et al. (2007)

**Tabel 2.** Hasil analisis proksimat kandungan nutrisi tahap larva prepupa yang dipelihara pada media BIS

| Umur (hari) | Kadar (%)    |               |             |           |
|-------------|--------------|---------------|-------------|-----------|
|             | Bahan kering | Protein kasar | Lemak kasar | Abu kasar |
| 5           | 26,61        | 61,42         | 13,37       | 11,03     |
| 10          | 37,66        | 44,44         | 14,60       | 8,62      |
| 15          | 37,94        | 44,01         | 19,61       | 7,65      |
| 20          | 39,20        | 42,07         | 23,94       | 11,36     |
| 25          | 39,97        | 45,87         | 27,50       | 9,91      |

Sumber: Rachmawati et al. (2010)

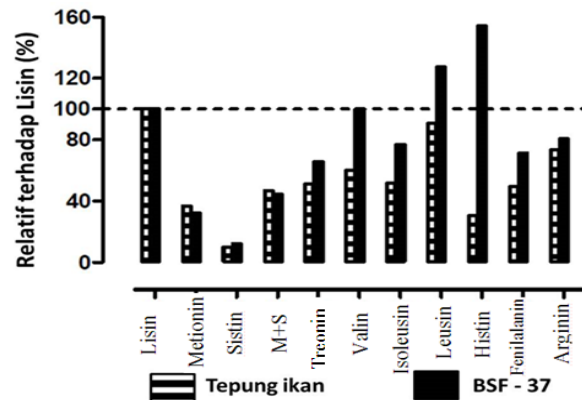
dipertimbangkan sehingga diperlukan bobot larva yang lebih tinggi (prepupa). Dalam skala industri, produksi tepung larva dari tahap instar yang tua lebih menguntungkan. Rachmawati et al. (2010) menyatakan bahwa larva yang lebih besar (prepupa) sangat ideal digunakan untuk campuran pakan atau bahan baku pelet karena mampu memenuhi kuantitas produksi. Larva muda lebih sesuai diberikan untuk pakan ikan secara langsung, karena bentuknya yang kecil sesuai dengan ukuran mulut ikan.

Newton et al. (2005) membandingkan persentase kandungan asam amino esensial dan non-esensial dari larva BSF kering yang diberi pakan kotoran sapi potong dan babi. Kandungan asam amino esensial larva BSF yang diberi pakan kotoran sapi potong relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi pakan kotoran babi, kecuali kandungan treonin dan triptofan. Hal yang sama juga terjadi pada asam amino non-esensial, yaitu kandungannya sistin, serin dan asam glutamat pada larva yang diberi pakan kotoran babi relatif lebih rendah. Apabila dibandingkan dengan tepung kedelai, kandungan lisin, leusin, fenilalanin dan treonin larva BSF yang diberi pakan kotoran sapi dan babi tidak berbeda nyata. Meskipun kandungan isoleusin dan arginin lebih rendah daripada tepung kedelai, tetapi kandungan metionin, histidin, valin dan triptofan dalam BSF lebih tinggi.

Data lain juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan persentase kandungan mineral pada larva BSF yang diberi pakan kotoran unggas dan babi (Newton et al. 2005). Kandungan mineral fosfor lebih tinggi pada larva yang diberi pakan kotoran unggas daripada yang dipelihara pada media kotoran babi. Sebaliknya, larva pada media kotoran babi memiliki kandungan protein dan abu yang relatif lebih tinggi, tetapi tidak berbeda secara nyata dengan larva yang diberi pakan kotoran unggas.

Elwert et al. (2010) membandingkan pola asam amino tepung ikan dengan tepung BSF yang telah dikurangi lemaknya (BSF-37). Gambar 3 menunjukkan bahwa pola asam amino keduanya relatif sama.

Berdasarkan analisis jenis asam amino (relatif terhadap lisin) terlihat bahwa kandungan isoleusin, leusin, treonin, valin, fenilalanin dan arginin relatif lebih tinggi pada tepung BSF dibandingkan dengan tepung ikan. Perbedaan yang mencolok terlihat pada kandungan histidin. Adapun kandungan metionin pada tepung BSF relatif lebih rendah dibandingkan dengan tepung ikan.



**Gambar 3.** Perbandingan pola asam amino antara tepung ikan dan larva BSF yang telah dikurangi kadar lemaknya

Sumber: Elwert et al. (2010)

### PEMANFAATAN BLACK SOLDIER FLY SEBAGAI PAKAN TERNAK

Pemanfaatan BSF sebagai campuran pakan babi pertama kali dipublikasi oleh Newton et al. (1977). Tepung larva BSF cukup sesuai sebagai bahan pakan karena mengandung asam amino, lemak dan kalsium yang dibutuhkan untuk pertumbuhan babi, meskipun kandungan abunya relatif tinggi. Berdasarkan hasil uji palatabilitas, ternak babi lebih suka pakan yang mengandung larva BSF daripada pakan berbasis tepung kedelai sebagai sumber protein. Selanjutnya, tepung prepupa BSF diujikan pada babi yang disapih secara dini dan dibandingkan dengan tepung plasma darah. Kelompok yang diberi pakan dengan kandungan 50% tepung prepupa BSF menunjukkan performans yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol, tetapi pada kelompok 100% memberikan performans lebih rendah. Kondisi tersebut diduga karena kandungan lemak dan abu yang terlalu tinggi pada sediaan prepupa BSF (Newton et al. 2005). Menurut Veldkamp & Bosch (2015) profil asam amino yang terkandung dalam tepung BSF mirip dengan tepung kedelai, khususnya kandungan metionin atau metionin + sistin yang merupakan asam amino esensial untuk pertumbuhan babi dan ayam pedaging. Pemberian tepung BSF pada ransum akan memenuhi kebutuhan asam-asam amino tersebut.

Berbeda dengan studi pada babi, pemanfaatan tepung BSF sebagai pakan pada unggas dipelajari lebih intensif. Elwert et al. (2010) menguji efektivitas tepung BSF dalam meningkatkan bobot badan ayam pedaging dibandingkan dengan pakan yang mengandung tepung ikan. Bobot badan ayam pada fase *starter* dan *grower* tidak berbeda nyata antara kelompok yang diberi pakan yang mengandung tepung BSF dengan kelompok yang diberi tepung ikan. Bukti ini mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung BSF akan memberikan hasil yang sama, tetapi secara operasional lebih ekonomis. Maurer et al. (2016) menyatakan bahwa substitusi tepung kedelai secara sebagian atau menyeluruh dengan tepung BSF tidak mempengaruhi asupan pakan, performans telur, bobot telur dan efisiensi pakan pada ayam petelur jika dibandingkan dengan pemberian pakan standar.

Studi lain juga diuji pada burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) dengan cara mengganti tepung ikan dengan tepung BSF, termasuk melakukan beberapa kombinasi tepung ikan dan tepung BSF dengan persentase yang berbeda (Widjastuti et al. 2014). Substitusi 50-75% tepung ikan dengan tepung BSF memberikan respon yang positif terhadap produksi dan bobot telur puyuh, tingkat konsumsi pakan serta konversi pakan. Hal ini dapat dipahami karena tepung BSF memiliki protein dengan karakteristik asam amino yang relatif sama dengan tepung ikan (Newton et al. 2005).

### Keuntungan *Black Soldier Fly* sebagai pakan ternak

Pemanfaatan larva BSF sebagai pakan ternak memiliki keuntungan secara langsung maupun tidak langsung. Larva BSF mampu mengurai limbah organik, termasuk limbah kotoran ternak secara efektif karena larva tersebut termasuk golongan detritivora, yaitu organisme pemakan tumbuhan dan hewan yang telah mengalami pembusukan. Dibandingkan dengan larva dari keluarga lalat *Muscidae* dan *Calliphoridae*, larva ini tidak menimbulkan bau yang menyengat dalam proses mengurai limbah organik sehingga dapat diproduksi di rumah atau pemukiman. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Banks et al. (2014) yang menunjukkan adanya penurunan senyawa volatil pada media yang diberi larva BSF berdasarkan pengamatan di laboratorium.

Kemampuan larva dalam mengurai senyawa organik ini dilaporkan terkait dengan kandungan beberapa bakteri yang terdapat di dalam sistem pencernaannya (Dong et al. 2009; Yu et al. 2011). Tomberlin et al. (2002) dan Myers et al. (2008) melaporkan bahwa larva BSF mampu mengurangi limbah hingga 58% dan menurunkan konsentrasi populasi nitrogen di kandang. Sebanyak 58 tons prepupa dapat dihasilkan dari kotoran ayam petelur

dengan kapasitas 100.000 ekor dalam waktu lima bulan sehingga sangat ideal untuk dikembangkan sebagai agen biokonversi dan sumber protein alternatif (Tomberlin & Sheppard 2002). Diener et al. (2011) juga melaporkan bahwa larva BSF mampu mengurai hingga 68% sampah perkotaan, 50% untuk kotoran ayam, 39% untuk kotoran babi serta 25% untuk campuran kotoran ayam dan sapi, sedangkan menurut Zakova & Barkovcova (2013), larva BSF mampu mengurai sampah tanaman hingga 66,53%.

Keuntungan yang lain adalah larva BSF bukan merupakan vektor suatu penyakit dan relatif aman untuk kesehatan manusia sehingga jarang dijumpai di pemukiman terutama yang berpenduduk padat. Disamping itu, populasi lalat BSF mampu mengurangi populasi lalat *M. domestica* (lalat rumah). Apabila dalam limbah organik telah didominasi oleh larva BSF, maka lalat *M. domestica* tidak akan bertelur di tempat tersebut. Tomberlin & Sheppard (2002) menyebutkan bahwa koloni BSF yang berkembang di kotoran ayam mampu menurunkan populasi lalat *M. domestica* (Diptera: *Muscidae*) sebesar 94-100%. Lebih lanjut dijelaskan bahwa koloni tersebut mampu mengurangi akumulasi kotoran ayam dalam kandang hingga 50%. Secara alamiah, larva lalat BSF akan mengeluarkan senyawa kimia yang mencegah lalat *M. domestica* untuk bertelur di tempat yang sama (Tomberlin et al. 2009).

Disamping itu, larva BSF dilaporkan bersifat sebagai antibiotik. Studi antibakteri yang dilakukan di Korea menunjukkan bahwa larva BSF yang diekstrak dengan pelarut metanol memiliki sifat sebagai antibiotik pada bakteri Gram positif, seperti *Klebsiella pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae* dan *Shigella sonnei*. Sebaliknya, hasil analisis tersebut juga menunjukkan bahwa ekstrak larva ini tidak efektif untuk bakteri Gram positif, seperti *Bacillus subtilis*, *Streptococcus mutans* dan *Sarcina lutea* (Choi et al. 2012). Ekstrak metanol larva BSF mampu menghambat proliferasi bakteri Gram negatif, sehingga pemanfaatannya sebagai sumber pakan ternak akan bermakna ganda, yaitu kandungan proteinnya yang tinggi dan kandungan antibiotik untuk membunuh bakteri Gram negatif yang merugikan. Pelarut kimia yang lain juga diuji untuk mengekstraksi larva antara lain pelarut air, etanol, heksan dan kloroform, namun tidak memberikan efek antibiotik. Laporan lain menyebutkan bahwa larva BSF mampu menurunkan populasi *Salmonella* spp hingga 6 log10 pada feses manusia selama delapan hari, tetapi tidak efektif untuk bakteri *Enterococcus* spp dan bakteriofag  $\phi$ X174 (Lalander et al. 2013). Larva BSF ini mampu menurunkan populasi *Escherichia coli* O157:H7 dan *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* pada kotoran unggas (Erickson et al. 2004) dan *E. coli* pada kotoran sapi perah (Liu et al. 2008).

Beberapa penelitian membuktikan bahwa apabila larva BSF memakan kotoran unggas atau limbah yang mengandung bakteri patogen maka di dalam tubuh sebagian prepupa akan ditemukan bakteri yang sama, meskipun dalam jumlah yang sangat rendah. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi terjadinya transfer bakteri tersebut ke ternak maka disarankan untuk dilakukan pengolahan. Lalander et al. (2013) merekomendasikan untuk mengeringkan prepupa terlebih dahulu sebelum diberikan sebagai pakan ternak. Pengolahan dalam bentuk pelet yang melalui proses pengeringan dapat mengeliminasi potensi terjadinya penularan bakteri patogen, seperti *Salmonella* spp.

Larva BSF juga dilaporkan mampu menurunkan daya tahan hidup virus. Lalander et al. (2015) melakukan pengamatan terhadap konsentrasi virus yang diinokulasikan pada sampah organik selama 14 hari. Virus golongan enterovirus terbukti paling peka terhadap aktivitas larva BSF dibandingkan dengan adenovirus dan reovirus. Beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi virus antara lain karena aktivitas larva, adsorpsi ke dalam partikel dan terjadinya mekanisme inaktivasi amoniak. Selain itu, larva BSF juga diuji efektivitasnya terhadap viabilitas telur *Ascaris suum*. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas larva BSF hanya mampu mengurangi telur *A. suum* antara 37-44% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (Lalander et al. 2015).

Studi lain membuktikan bahwa larva BSF berpotensi juga sebagai sumber biodiesel alternatif. Sebanyak 1.248,6 g kotoran segar sapi perah yang diurai oleh 1.200 larva BSF dalam waktu 21 hari dilaporkan dapat menghasilkan biodiesel. Dari formula tersebut diperoleh sekitar 70,8 g larva kering dan diproses untuk menghasilkan sekitar 15,8 g biodiesel. Residu larva pasca-pemrosesan dapat digunakan untuk pakan ternak (Li et al. 2011).

#### ANALISIS EKONOMI *BLACK SOLDIER FLY*

Dibandingkan dengan harga tepung larva lalat hijau (*Calliphoridae*), harga tepung larva BSF relatif lebih mahal, tetapi lebih murah jika dibandingkan dengan tepung ikan. Harga tepung larva lalat hijau dilaporkan berkisar Rp. 1.500 sampai Rp. 2.000 per kilogram, sedangkan tepung ikan lokal berkisar Rp. 12.000 per kilogram dan tepung ikan impor mencapai Rp. 15.000 per kilogram (Hadadi et al. 2007). Rachmawati et al. (2010) menyebutkan bahwa harga pelet berbasis larva BSF yang diproduksi di daerah Sungai Gelam (Jambi) adalah Rp. 3.500 per kilogram dengan harga bungkil kelapa sawit berkisar Rp. 1.200 per kilogram. Harga ini lebih murah dibandingkan dengan harga pelet komersial yang mencapai Rp.

7.000-10.000 per kilogram sehingga secara ekonomis cukup menguntungkan bagi peternak. Harga yang sama juga dilaporkan oleh Fahmi (2010) yaitu Rp. 2.000 per kilogram untuk prepupa BSF yang dijual ke unit pembuatan pakan, selanjutnya dijual kembali dalam bentuk pelet dengan harga Rp. 3.500 per kilogram.

Upaya pencarian sumber protein alternatif tidak akan berarti jika bahan bakunya tidak dapat diproduksi secara massal, baik dalam skala petani maupun industri. Media perkembangan larva BSF yang berbasis limbah organik merupakan faktor yang penting dalam proses produksi, karena tidak berkompetisi dengan kebutuhan manusia sehingga tidak menjadi pesaing dalam pemanfaatannya seperti penggunaan tepung ikan maupun tepung kedelai. Oleh karena itu, lokasi budidaya larva BSF sebaiknya berdekatan dengan sumber limbah organik sehingga keberlangsungan budidaya larva ini sebagai sumber protein alternatif pakan ternak dapat berjalan berkesinambungan, termasuk menjaga kestabilan harga yang mudah dijangkau oleh para peternak.

#### KESIMPULAN

Sebagai sumber pakan BSF mengandung protein tinggi (40-50%). Secara ilmiah telah terbukti bahwa pemanfaatan tepung BSF pada babi, ayam petelur ayam pedaging dan burung puyuh sebagai sumber alternatif protein dalam pakan ternak mempunyai prospek yang bagus. Pemanfaatan tepung BSF ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan peternak pada protein dari tepung ikan dan tepung kedelai yang harganya semakin mahal dan terbatas ketersediaannya. Disamping dapat menjaga dan meningkatkan produksi ternak, tepung BSF juga mengandung senyawa yang bersifat sebagai antibiotika dan antiviral sehingga dari segi kesehatan ternak juga menguntungkan. Kemampuannya dalam mengurai limbah organik sebagai media perkembangbiakannya dan tingginya toleransi pada variasi iklim di lingkungan tropis menjadikan BSF mudah untuk diproduksi dalam skala massal di tingkat peternak maupun industri. Dengan demikian, pemanfaatan BSF sebagai sumber protein alternatif mampu mengurangi biaya produksi dalam industri peternakan tanpa harus menurunkan kualitasnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, Victoria O, Folorunsho, Yemi C. 2015. Performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fed dietary levels of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) prepupa meal as a protein supplement. Int J Res Fish Aquac. 5:89-93.
- Arief M, Ratika NA, Lamid M. 2012. Pengaruh kombinasi media bungkil kelapa sawit dan dedak padi yang difermentasi terhadap produksi maggot *Black Soldier*

- Fly (Hermetia illucens)* sebagai sumber protein pakan ikan. *J Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 4:1-5.
- Banjo AD, Lawal OA, Olusole OO. 2005. Bacteria associated with *Hermetia illucens* (Linnaeus) diptera: *Stratiomyidae*. *Asian J Microbiol Biotechnol Environ Sci Pap*. 7:351-354.
- Banks IJ, Gibson WT, Cameron MM. 2014. Growth rates of Black Soldier Fly larvae on fresh human faeces and their implication for improving sanitation. *Trop Med Int Heal*. 19:14-22.
- Barros-Cordeiro KB, Nair B   S, Pujol-Luz JR. 2014. Intrapuparial development of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*. *J Insect Sci*. 14:1-10.
- Beski SSM, Swick RA, Iji PA. 2015. Specialised protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Anim Nutr*. 1:47-53.
- Bosch G, Zhang S, Dennis GABO, Wouter HH. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *J Nutr Sci*. 3:1-4.
- Briscoe AD, Chittka L. 2001. The evolution of color vision in insects. *Annu Rev Entomol*. 46:471-510.
- Charlton AJ, Dickinson M, Wakefield ME, Fitches E, Kenis M, Han R, Zhu F, Kone N, Grant M, Devic E, et al. 2015. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *J Insects Food Feed*. 1:7-16.
- Choi WH, Yun JH, Chu JP, Chu KB. 2012. Antibacterial effects of extract of *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae against Gram-negative bacteria. *Entomol. Res*. 42:219-226.
-   i  kov   H, Newton GL, Lacy RC, Koz  nek M. 2015. The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Manag*. 35:68-80.
- De Haas EM, Wagner C, Koelmans AA, Kraak MHS, Admiraal W. 2006. Habitat selection by chironomid larvae: Fast growth requires fast food. *J Anim Ecol*. 75:148-155.
- Diener S, Studt Solano NM, Roa Gutiérrez F, Zurbr  gg C, Tockner K. 2011. Biological treatment of municipal organic waste using Black Soldier Fly larvae. *Waste Biomass Valorization*. 2:357-363.
- Dong SZ, Chen YF, Huang YH, Feng DY. 2009. Research on feed characteristics of *Bacillus natto*. *Chinese J Anim Nutr*. 21:371-378.
- Elwert C, Knips I, Katz P. 2010. A novel protein source: Maggot meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed. In: Tagung Schweine-und Gefugelnahrung (Lutherstadt Witterberg, 23-25 Novemb 2010). Halle (Germany): Institut fur Agrar-und Ern  hrungsweissenshafte. Universitat Halle-Wittenberg. p. 140-142.
- Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP. 2004. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* in chicken manure by larvae of the Black Soldier Fly. *J Food Prot*. 67:685-690.
- Fahmi MR, Hem S, Subamia IW. 2007. Potensi maggot sebagai salah satu sumber protein pakan ikan. Dalam: Dukungan Teknologi untuk Meningkatkan Produk Pangan Hewan dalam Rangka Pemenuhan Gizi Masyarakat. Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 125-130.
- Fahmi MR. 2010. Manajemen pengembangan maggot menuju kawasan pakan mina mandiri. Dalam: Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Jakarta (Indonesia): Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. hlm. 763-767.
- FAO. 2013. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gobbi P, Martínez-Sánchez A, Rojo S. 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). *Eur J Entomol*. 110:461-468.
- Hadadi A, Herry, Setyorini, Surahman A, Ridwan E. 2007. Pemanfaatan limbah sawit untuk bahan pakan ikan. *J Budidaya Air Tawar*. 4:11-18.
- Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK. 2013. Substrate effects on pupation and adult emergence of *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). *Environ Entomol*. 42:370-374.
- Katayane AF, Wolayan FR, Imbar MR. 2014. Produksi dan kandungan protein maggot (*Hermetia illucens*) dengan menggunakan media tumbuh berbeda. *J Zootek*. 34:27-36.
- Lalander C, Diener S, Magri ME, Zurbrugg C, Lindstrom A, Vinneras B. 2013. Faecal sludge management with the larvae of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)-from a hygiene aspect. *Sci Total Environ*. 458-460:312-318.
- Lalander CH, Fidjeland J, Diener S, Erikson S, Vinneras B. 2015. High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp reduction using Black Soldier Fly for waste recycling. *Agron Sustain Dev*. 35:261-271.
- Li Q, Zheng L, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, Yu Z. 2011. Bioconversion of dairy manure by Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) for biodiesel and sugar production. *Waste Manag*. 31:1316-1320.
- Liu Q, Tomberlin JK, Brady JA, Sanford MR, Yu Z. 2008. Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environ Entomol*. 37:1525-1530.
- Makkar HPS, Tran G, Heuze V, Ankreas P. 2014. State of the art on use of insects as animal feed. *Anim Feed Sci Technol*. 197:1-33.
- Mangunwardoyo W, Aulia, Hem S. 2011. Penggunaan bungkil inti kelapa sawit hasil biokonversi sebagai

- substrat pertumbuhan larva *Hermetia illucens* L (maggot). Biota. 16:166-172.
- Maurer V, Holinger M, Amsler Z, Fruh B, Wohlfahrt J, Stamer A, Leiber F. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. J Insect Food Feed. 2:83-90.
- McShaffrey D. 2013. *Hermetia illucens*-Black Soldier Fly-*Hermetia illucens*. Bugguide.net [internet]. [cited 31 May 2016]. Available from: <http://bugguide.net/node/view/874940/bimage>
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D. 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae fed dairy manure. Environ Entomol. 37:11-15.
- Newton GL, Booram C V., Barker RW, Hale OM. 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. J Anim Sci. 44:395-400.
- Newton GL, Sheppard DC, Watson DW, Burtle GJ, Dove CR. 2005. Using the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. Report of the Animal and Poultry Waste Management Center, North Carolina State University. Raleigh (US): North Carolina State University.
- Oyegoke OO, Akintola AJ, Fasoranti JO. 2006. Dietary potentials of the edible larvae of *Cirina forda* (westwood) as a poultry feed. African J Biotechnol. 5:1799-1802.
- Premalatha M, Abbasi T, Abbasi T, Abbasi SA. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. Renew Sustain Energy Rev. 15:4357-4360.
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S, Fahmi MR. 2010. Perkembangan dan kandungan nutrisi larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: *Stratiomyidae*) pada bungkil kelapa sawit. J Entomol Indones. 7:28-41.
- Rambet V, Umboh JF, Tulung YLR, Kowel YHS. 2016. Kecernaan protein dan energi ransum *broiler* yang menggunakan tepung maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pengganti tepung ikan. J Zooteh. 36:13-22.
- Sheppard DC, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser BC, Sumner SM. 2002. Rearing methods for the Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*). J Med Entomol. 39:695-698.
- Sundu B, Dingle J. 2003. Use of enzymes to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal. Proc Quensl Poult Sci Symp Aust. 11:1-15.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) in relation to temperature. Environmental Entomol. 38:930-934.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA. 2002. Selected life-history traits of Black Soldier Flies (Diptera: *Stratiomyidae*) reared on three artificial diets. Ann Entomol Soc Am. 95:379-386.
- Tomberlin JK, Sheppard DC. 2002. Factors influencing mating and oviposition of Black Soldier Flies (Diptera: *Stratiomyidae*) in a colony. J Entomology Sci. 37:345-352.
- Van Huis A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annu Rev Entomol. 58:563-583.
- Veldkamp T, Bosch G. 2015. Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. Anim Front. 5:45-50.
- Veldkamp TG, Van Duinkerken A, Van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, Van Boekel. 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets-a feasibility study. Wageningen (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research.
- Wang D, Shao WZ, Chuan XZ, Yao YB, Shi HA, Ying NX. 2005. Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. Asian-Australas J Anim Sci. 18:667-670.
- Wardhana AH, Muharsini S. 2004. Studi pupa lalat penyebab Myasis, *Chrysomya bezziana* di Indonesia. Dalam: Thalib A, Sendow I, Purwadaria T, Tarmudji, Darmono, Triwulanningsih E, Beriajaya, Natalia L, Nurhayati, Ketaren PP, et al., penyunting. Iptek sebagai Motor Penggerak Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis Peternakan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 4-5 Agustus 2004. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 702-710.
- Widjastuti T, Wiradimadja R, Rusmana D. 2014. The effect of substitution of fish meal by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) maggot meal in the diet on production performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*). Anim Sci. 57:125-129.
- Yu G, Cheng P, Chen Y, Li Y, Yang Z, Chen Y, Tomberlin JK. 2011. Inoculating poultry manure with companion bacteria influences growth and development of Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae. Environ Entomol. 40:30-35.
- Zakova M, Barkovcova M. 2013. Comparison of field and lab application of *Hermetia illucens* larvae. Mendelnet. 2013:798-801.
- Zarkani A, Miswati. 2012. Teknik budidaya larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: *Stratiomyidae*) sebagai sumber protein pakan ternak melalui biokonversi limbah *loading ramp* dari pabrik CPO. J Entomol Indonesia. 9:49-56.
- Zhang J, Huang L, He J, Tomberlin KJ, Li J, Lei C, Sun M, Liu Z, Yu Z. 2010. An artificial light source influences mating and oviposition of Black Soldier Flies, *Hermetia illucens*. J Insect Sci. 10:1-7.

## **Analisis Finansial Ragam Usaha Itik**

### **(Financial Analysis of Various Small Scale Duck Business)**

Broto Wibowo

*Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002*  
*broto.wib@gmail.com*

(Diterima 8 Maret 2016 – Direvisi 2 Mei 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

#### **ABSTRACT**

The development of duck farming in Indonesia significantly increases because of the higher demand of duck products. Duck farming has been developed throughout Indonesia, however it has not been evenly distributed because most of duck population are located in Java, which reaches 20,657,778 birds or 47.1% of the national duck population. Several business opportunities based on duck farming are: (1) Duck farming to produce consumption and hatching eggs; (2) Egg hatching to produce day old duck, either male or female duck; (3) Raising duck to produce pullet duck; (4) Fattening to produce male duck (three months old); (5) Production of salted egg; and (6) Egg distribution. These businesses are economically feasible.

**Key words:** Duck, egg, business, financial analysis

#### **ABSTRAK**

Perkembangan usaha peternakan itik di Indonesia semakin meningkat karena jumlah permintaan produk itik yang semakin tinggi. Ternak itik telah diusahakan dan berkembang di seluruh Indonesia, namun belum merata karena sebagian besar populasinya berada di Pulau Jawa yang mencapai 20.658.778 ekor atau 47,1% dari populasi nasional. Beberapa usaha berbasis komoditas itik yang dapat dilakukan adalah: (1) Budidaya itik untuk produksi telur konsumsi maupun telur tetas; (2) Penetasan untuk menghasilkan *day old duck* baik jantan maupun betina; (3) Pembesaran untuk menghasilkan itik dara (bayah); (4) Penggemukan untuk menghasilkan itik jantan siap potong (umur tiga bulan); (5) Pengolahan telur asin; dan (6) Distribusi telur. Masing-masing usaha tersebut di atas merupakan usaha yang menguntungkan dan layak untuk dikembangkan.

**Kata kunci:** Itik, telur, usaha, analisis finansial

#### **PENDAHULUAN**

Pada hakekatnya tujuan pembangunan peternakan adalah untuk meningkatkan populasi dan produksi ternak guna memenuhi kebutuhan protein hewani, perluasan lapangan kerja, peningkatan pendapatan masyarakat dan kelestarian sumber daya alam. Berbeda dengan komoditas pertanian lainnya, ternak mempunyai peran dan fungsi yang sangat kompleks dalam kehidupan sosial budaya masyarakat Indonesia.

Sebelum dekade 1970an, sebagian besar petani memelihara ternak secara sambilan dan hanya sebagian kecil sebagai produsen. Peran ternak tidak semata sebagai penghasil pangan, tetapi juga berperan penting dalam: (1) Mengakumulasi aset, tabungan atau asuransi; (2) Meningkatkan status sosial pemiliknya atau untuk keperluan sosial budaya dan keagamaan; dan (3) Bagian integral usaha tani sebagai hewan peliharaan untuk keperluan hobi, olah raga atau hewan kesayangan (Diwyanto & Priyanti 2009).

Pembangunan pertanian termasuk sektor peternakan mempunyai peran penting dalam

menyediakan bahan pangan bernilai gizi tinggi yaitu susu, daging dan telur. Menurut jenis komoditasnya maka sektor peternakan dikenal dalam dua kelompok, yaitu ruminansia (sapi, kerbau, domba dan kambing) dan non-ruminansia (ayam, itik dan babi). Ayam dan itik termasuk kelompok unggas yang memproduksi telur sebagai produk utamanya.

Sampai saat ini, usaha ternak itik dengan skala pemilikan yang bervariasi dari puluhan sampai ribuan ekor masih didominasi oleh peternakan keluarga. Kawasan di mana banyak sawah di sana banyak itik, terutama di Pulau Jawa masih banyak sampai saat ini. Pembudidayaan itik secara angon dan berpindah masih merupakan pilihan utama untuk daerah persawahan, selain pakan mudah dan murah adalah tingkah laku dan pembawaan ternak. Jika itik digembalakan maka pembawaannya lebih tenang dan tidak mudah stres akibat kehadiran manusia dan suasana baru (Prasetyo et al. 2005). Keterbatasan lokasi menyebabkan banyak peternak yang melakukan modifikasi pemeliharaan dari ekstensif (digembalakan) menjadi pemeliharaan intensif secara terkurung.

**Tabel 1.** Perkembangan populasi dan produksi telur itik selama 2009-2014 di Indonesia

| Komoditas              | Tahun  |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
| Ternak itik (000 ekor) | 40.680 | 44.302 | 43.488 | 44.357 | 43.710 | 44.095 |
| Telur itik (000 ton)   | 235,8  | 245    | 256,2  | 265    | 264,1  | 267,8  |

**Sumber:** Ditjennak (2014)

**Tabel 2.** Perkembangan produksi telur di Indonesia (000 ton)

| Jenis ternak | Tahun |       |         |         |         |          |
|--------------|-------|-------|---------|---------|---------|----------|
|              | 2009  | 2010  | 2011    | 2012    | 2013    | 2014     |
| Ayam buras   | 162   | 175,5 | 187,6   | 197,1   | 194,6   | 197,4    |
| Ayam ras     | 912,6 | 945,6 | 1.027,8 | 1.139,9 | 1.224,4 | 1.299, 2 |
| Itik         | 235,8 | 245   | 256,2   | 265     | 264, 1  | 267, 8   |
| Itik manila  | tad   | tad   | tad     | 11      | 26, 3   | 29, 3    |
| Puyuh        | tad   | 13,4  | 8,2     | 15,8    | 18, 9   | 19, 1    |

tad: Tidak ada data

**Sumber:** Ditjennak (2014)

Ternak itik dapat dibudidayakan secara komersial karena ternak itik mulai memproduksi menghasilkan telur rata-rata pada umur enam bulan dan dapat memproduksi secara harian sehingga itik dapat digolongkan *quick-yielding commodity* yang mempunyai keragaman cabang usaha secara parsial. Telur dan daging itik sangat disukai masyarakat terbukti dengan berkembangnya penjaja daging itik mulai dari tingkat bawah (warung tenda) hingga restoran, sedangkan telur itik sangat disukai dalam bentuk segar hingga telur olahan (asin).

Tulisan ini bertujuan untuk menunjukkan potensi sumber daya itik sebagai alternatif peluang cabang-cabang usaha berbasis komoditas itik sebagai sumber pendapatan masyarakat.

#### POPULASI DAN PENGEMBANGAN TERNAK ITIK

Ternak itik telah lama dibudidayakan dan tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Selama enam tahun terakhir (2009 hingga 2014) populasi itik di Indonesia mengalami peningkatan sekitar 8,4% pada tahun 2009 sebanyak 40.680.000 ekor, meningkat menjadi 44.095.000 ekor pada tahun 2014 (Ditjennak 2014) (Tabel 1). Demikian pula produksi telur itik (Tabel 2) terjadi peningkatan sebesar 13,6%, pada tahun 2009 sebanyak 235.800 ton meningkat menjadi 267.800 ton pada tahun 2014. Namun demikian, produksi telur itik hanya mempunyai porsi 14,8% terhadap produksi telur nasional berjumlah 1.812.800 ton, sedangkan porsi yang terbesar ditempati produksi telur ayam ras.

Ternak itik telah berkembang dan tersebar di 33 provinsi, namun demikian populasinya belum merata. Pulau Jawa masih mendominasi hingga 46,85% atau 20.658.622 ekor dari total populasi nasional, sedangkan provinsi lain yang mempunyai populasi >2 juta ekor adalah Kalimantan Selatan, Sulawesi Selatan, Sumatera Utara dan Aceh (Tabel 3).

Pada Tabel 3 populasi dan penyebaran ternak itik masih terkonsentrasi pada beberapa provinsi tertentu. Jumlah ternak itik dari 11 provinsi menempati 84,27% dari total populasi nasional, sehingga 22 provinsi lainnya hanya menempati 15,73% dari populasi

**Tabel 3.** Penyebaran populasi itik di Indonesia (2014)

| Provinsi        | Populasi (ekor) | %     |
|-----------------|-----------------|-------|
| Aceh            | 2.460.412       | 5,58  |
| Sumut           | 2.526.035       | 5,73  |
| Sumbar          | 1.202.649       | 2,73  |
| Jambi           | 1.377.577       | 3,12  |
| Sumsel          | 1.249.211       | 2,83  |
| Jabar           | 7.837.193       | 17,77 |
| Jateng          | 5.854.787       | 13,28 |
| Jatim           | 4.263.940       | 9,67  |
| Banten          | 2.121.784       | 4,81  |
| Kalsel          | 4.074.446       | 9,24  |
| Sulsel          | 4.190.723       | 9,50  |
| Provinsi lain   | 6.936.113       | 15,73 |
| Total Indonesia | 44.094.870      | 100   |

**Sumber:** Ditjennak (2014)

nasional. Hal ini menunjukkan bahwa daerah di mana populasinya masih rendah merupakan potensi dan perlu upaya yang serius untuk pengembangan ternak itik.

### JENIS-JENIS TERNAK ITIK YANG BERKEMBANG

Berbagai jenis itik yang berkembang di Indonesia sering dijumpai menggunakan nama sesuai nama daerah, antara lain itik Tegal, itik Magelang, itik Solo, itik Mojosari, itik Cihateup, itik Alabio dan lain-lain. Subhan et al. (2009) melaporkan pada awal tahun 2000 Balai Penelitian Ternak (Balitnak) Bogor berhasil menyalangkan dua jenis itik (Mojosari dengan Alabio) yang keturunannya dinamakan itik Mojosari-Alabio (MA). Pada tahun 2006, itik MA yang betina diberi nama Ratu sedangkan itik jantan diberi nama Raja. Pada tahun 2011, oleh Balitnak itik MA telah ditetapkan namanya menjadi itik Master (Mojosari-Alabio-Silangan-Terseleksi). Berbagai jenis ternak itik yang berkembang saat ini menunjukkan tingkat produksi yang bervariasi. Itik MA telah dicobakan di tingkat lapang (peternak), hasil produksinya dilaporkan oleh Prasetyo et al. (2003) bahwa itik hibrida MA sebagai bibit niaga mampu berproduksi sebesar 71,5% (260 butir/tahun/ekor).

Jenis itik lokal lainnya juga telah muncul yaitu itik hasil seleksi Balitnak yang berasal dari induk itik Peking dengan Mojosari Putih sebagai itik petelur maupun pedaging (PMp). Selain itik PMp, juga telah dikembangkan khusus sebagai penghasil daging yaitu itik EPMP yaitu persilangan dari entok jantan yang dikawinkan dengan induk hasil persilangan itik Peking dengan Mojosari Putih. Purba et al. (2015) menyatakan bahwa itik EPMP mempunyai keunggulan antara lain pertumbuhan cepat, ukuran tubuh yang cukup besar, pada umur 10 minggu bobot karkas yang dihasilkan lebih dari 2 kg sehingga potensinya sebagai itik pedaging cukup tinggi.

Jenis itik petelur yang berkembang antara lain itik Tegal (Brebes, Jawa Tengah), itik Mojosari dan Mojosari Putih (Mojokerto, Jawa Timur), itik Alabio (Amuntai, Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan), itik Magelang (Secang, Magelang, Jawa Tengah) (Gambar 1), itik Damiaking (Serang, Banten), itik Cihateup (Rajapolah, Tasikmalaya, Jawa Barat), itik Kumbang Jonti (Payakumbuh, Sumatera Barat), itik MA (Master Terseleksi dari Balitnak (Bogor, Jawa Barat) dan masih banyak lagi yang belum terungkap sesuai dengan nama daerah asal masing-masing.

Itik lokal yang dikembangkan oleh peternak di pelosok Nusantara memiliki daya adaptasi yang sangat baik terhadap lingkungan (Matitaputty & Suryana 2014). Itik Cihateup mempunyai kapasitas produksi telur dapat mencapai 200 butir/ekor/tahun dan produksi

karkas pada umur potong delapan minggu sekitar 970-1.323 g/ekor. Kemampuan produksi tersebut masih bisa ditingkatkan dengan pengelolaan budidaya yang baik dan melakukan seleksi untuk mendapatkan itik Cihateup yang unggul. Itik ini memiliki potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal dan belum ada seleksi yang terarah, apakah sebagai itik petelur atau itik potong.



**Gambar 1.** Itik Magelang salah satu itik lokal Indonesia

**Sumber:** Dokumentasi pribadi

Suparyanto et al. (2005) menyatakan bahwa itik Mojosari yang mempunyai pola warna bulu putih solid maupun itik dengan pola warna cokelat/lurik memiliki performans telur pertama yang secara statistik tidak berbeda nyata. Oleh karena itu, keduanya mempunyai peluang untuk memiliki produktivitas dan kualitas telur yang tidak berbeda pula. Hasil ini dapat dijadikan rujukan bagi peternak bahwa itik dengan pola warna bulu putih polos yang selalu muncul secara minoritas di setiap populasi tidak perlu dipandang sebagai itik yang inferior. Rata-rata bobot telur itik Mojosari cokelat 52,91 g/butir, sedangkan itik Mojosari putih 51,43 g/butir.

### BUDIDAYA TERNAK ITIK

#### Pola pemeliharaan itik

Pola pemeliharaan itik merupakan pilihan peternak dalam usaha budidaya (Tabel 4). Pilihan tersebut didasarkan pada berbagai pertimbangan antara lain adanya inovasi teknologi maupun keterbatasan lahan. Pertimbangan peternak dalam hal memilih pola pemeliharaan pada dasarnya didominasi oleh faktor penyediaan pakan. Ketersediaan teknologi budidaya dan keterbatasan lahan usaha, maka peternak telah

**Tabel 4.** Keuntungan dan kerugian pola pemeliharaan itik intensif dan ekstensif

| Uraian             | Pola pemeliharaan      |                              |
|--------------------|------------------------|------------------------------|
|                    | Intensif               | Ekstensif                    |
| Perawatan ternak   | Mudah terkontrol       | Sulit terkontrol             |
| Produksi           | Kontinyu               | Labil                        |
| Permodalan         | Besar                  | Sedikit                      |
| Keberadaan ternak  | Tetap dalam kandang    | Selalu berpindah             |
| Ketersediaan pakan | Tidak tergantung musim | Menggantungkan musim         |
| Teknologi          | Mengikuti perkembangan | Tidak mengikuti perkembangan |
| Waktu untuk tenaga | Efisien                | Kurang efisien               |

menerapkan pola intensif, sedangkan pada daerah-daerah yang masih terdapat lahan yang memungkinkan untuk menyediakan pakan itik maka peternak masih menerapkan pola ekstensif.

Pemeliharaan secara intensif yang dimaksud adalah pemeliharaan ternak itik dengan cara menempatkan ternak itik di dalam kandang sepanjang hari sehingga semua kebutuhan untuk produksi maupun reproduksi yang meliputi pakan, obat, perkawinan dan kenyamanan sangat tergantung kepada pemelihara. Sedangkan pemeliharaan secara ekstensif adalah pemeliharaan yang mengandalkan lahan dalam penyediaan pakan (gembala), walaupun ternak pada suatu saat ditempatkan dalam area terbatas. Pola intensif sudah banyak dilakukan oleh peternak di berbagai daerah (Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Selatan maupun Bali).

## USAHA BERBASIS KOMODITAS ITIK

### Usaha itik produksi telur

Peternakan itik di daerah pada umumnya mengandalkan hasil tetasan dari telur itik yang dipelihara secara turun temurun sebagai bibit sehingga tidak dapat dijamin mutu itik di kemudian hari. Wibowo et al. (2007) menyatakan bahwa peternak itik produksi telur mengawali usahanya menggunakan itik dara (bayah) yang dibeli dari pengusaha pembesaran. Keputusan ini diambil berdasarkan pertimbangan tertentu yaitu: (1) Faktor waktu, peternak akan memperoleh telur hasil produksi dalam waktu yang singkat yaitu sekitar 20 hari setelah pemeliharaan; (2) Faktor tempat; jika memelihara dari *day old duck* (DOD) maka peternak harus menambah tempat (kandang); (3) Modal, memerlukan modal tambahan yang cukup besar (pakan dan tenaga) jika peternak memelihara dari DOD. Demikian pula Bakri et al. (2005) menyatakan bahwa peternak itik petelur pada umumnya tidak lagi menetas sendiri bibit atau anak itik yang akan dipelihara, akan tetapi langsung membeli itik dewasa berumur sekitar lima bulan yang sudah siap bertelur.

Selama ini, peternak baru menghasilkan bibit ternak yaitu ternak jantan atau betina yang dibesarkan sampai siap berproduksi, bukan menghasilkan ternak bibit yaitu ternak jantan atau betina terseleksi (program pemeliharaan) sesuai persyaratan. Subiharta et al. (2005) melaporkan bahwa sebagian besar peternak (88%) sependapat bahwa penurunan produksi telur diakibatkan dari penurunan kualitas bibit. Selanjutnya dinyatakan bahwa seleksi merupakan jalan keluar untuk mengatasi masalah penurunan produksi telur dan berkeyakinan jika dilakukan seleksi maka pada akhirnya dapat meningkatkan produksi telur. Prasetyo (2006) menyatakan bahwa saat ini usaha pembibitan itik belum berkembang dengan baik, karena usaha tersebut merupakan suatu usaha dengan investasi yang relatif mahal dan dalam kurun waktu yang lama, modal yang diperlukan cukup besar dengan keuntungan yang kurang menarik pada awalnya, namun cukup menguntungkan dalam jangka panjang.



**Gambar 2.** Telur hasil produksi peternakan itik petelur

**Sumber:** Dokumentasi pribadi

Usaha pemeliharaan itik produksi telur memerlukan sarana produksi yang bermuara pada pengeluaran biaya. Pengeluaran biaya harus diimbangi dengan penerimaan yang memadai sehingga akan diperoleh keuntungan sebagai hasil usaha untuk kesejahteraan peternak dan kelangsungan usaha dikemudian hari. Budiarsana (2006) melaporkan bahwa pemeliharaan itik secara intensif terkurung sebanyak 3.000 ekor yang dipelihara mulai dari DOD hingga

masa produksi, di mana produktivitas telur 73%, harga telur Rp. 800/butir, harga itik afkir Rp. 15.000/ekor, harga DOD Rp. 5.000/ekor dan harga pakan masa produksi Rp. 1.750/kg, mampu menunjukkan nilai *internal rate of return* (IRR) sebesar 27,1%. Nilai IRR ini lebih tinggi dari bunga bank yang berlaku yaitu 12-13%. Semua dana yang diinvestasikan akan kembali seluruhnya pada bulan kelima tahun keempat.

Hasil analisis terhadap penerimaan dan biaya usaha itik produksi telur dari beberapa sumber (Tabel 5) menunjukkan bahwa nilai profitabilitas dan *return on investment* (ROI) pada kondisi menguntungkan, artinya mempunyai prospek untuk dikembangkan. Selain itu, skala usaha akan mempengaruhi nilai keuntungan. Makin tinggi skala usaha, maka diperoleh nilai perbandingan antara penerimaan dengan biaya (R/C) semakin besar. Terlihat dari Tabel 5, dengan skala usaha 1.000 ekor diperoleh nilai R/C yang lebih tinggi dari pada skala usaha 633 maupun 533 ekor. Besarnya keuntungan pada masing-masing usaha secara nominal berbeda di antara satu dengan lainnya, seperti halnya ditunjukkan pada nilai R/C. Faktor yang menyebabkan besarnya nilai keuntungan dipengaruhi oleh harga pada masing-masing *input* produksi maupun *output*-nya. Peternak bisa melakukan usaha untuk memperkecil nilai *input* produksi antara lain biaya pakan, sedangkan harga *output* produksi sangat ditentukan oleh pasar.

Faktor harga sangat dipengaruhi oleh lokasi usaha, waktu dan jumlah ternak yang diusahakan. Pada penelitian Sumanto & Ejuarini (2007) harga telur konsumsi Rp. 800/butir, harga pakan Rp. 239/ekor/hari, sedangkan pada Ekowati et al. (2005) harga telur konsumsi Rp. 600/butir, namun harga pakan lebih mahal yaitu Rp. 284,5/ekor/hari. Oleh karena itu, nilai R/C pada penelitian Sumanto & Ejuarini (2007) lebih tinggi dari pada Ekowati et al. (2005).

### Usaha penetasan telur

Penetasan adalah proses perubahan bentuk dari telur menjadi itik melalui pengeraman dalam satuan waktu tertentu. Ternak itik mempunyai sifat alami yang tidak mau mengeram sehingga penetasan telur itik

ditangani peternak dengan cara melakukan pengeraman secara alami atau buatan. Model-model penetasan yang umum dilakukan peternak yaitu penetasan secara alami (pengeram adalah ayam atau entok) dan penetasan secara buatan yaitu mesin penetasan yang menggunakan tenaga panas (minyak, matahari atau listrik). Keunggulan penggunaan mesin penetasan buatan adalah mampu menghasilkan DOD dalam jumlah banyak dan waktu yang seragam sehingga akan lebih efektif dan efisien dalam rangka memenuhi kebutuhan konsumen.

Keberhasilan penetasan telur ditentukan oleh berbagai faktor, yaitu faktor genetis dan faktor lingkungan yaitu tata laksana teknis penetasan. Kriteria keberhasilan dilihat dari tingkat fertilitas, tingkat daya tetas dan kematian embrio. Semakin tinggi fertilitas dan daya tetas dan semakin rendah kematian embrio maka penetasan dapat dikatakan sangat berhasil.

Usaha penetasan mempunyai beberapa keunggulan yaitu waktu relatif singkat (28 hari/periode) dan telur infertil masih bermanfaat untuk dikonsumsi, harga DOD jantan maupun betina (Gambar 3) walaupun berbeda namun masih di atas harga telur segar. Kegiatan penetasan dapat dilakukan di dalam bangunan rumah. Namun demikian, untuk memperoleh hasil penetasan yang optimal maka diperlukan beberapa kiat yaitu ketekunan (ketelitian) dan kemampuan memilih telur yang mampu menghasilkan daya tetas yang tinggi.



**Gambar 3.** Day old duck hasil penetasan telur itik

**Sumber:** Dokumentasi pribadi

**Tabel 5.** Analisis finansial usaha produksi telur

| Skala usaha (ekor) | Periode usaha | Penerimaan (Rp.) | Pengeluaran (Rp.) | Keuntungan (Rp./tahun) | Keuntungan (Rp./bulan) | R/C  | Sumber                      |
|--------------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------|-----------------------------|
| 633                | Bulan         | 7.425.700        | 5.336.813         | tad                    | 2.088.887              | 1,40 | Srigandono & Ekowati (2005) |
| 1.000              | Tahun         | 262.720.500      | 160.246.100       | 102.474.500            | 8.539.542              | 1,64 | Sumanto & Ejuarini (2007)   |
| 533                | Tahun         | 81.261.426       | 67.909.986        | 12.683.868*            | 1.056.989              | 1,20 | Ekowati et al. (2005)       |

\*Setelah dikurang pajak 5%; tad: Tidak ada data

Usaha penetasan merupakan usaha yang fleksibel dan produktif, namun tidak terlepas dari berbagai biaya yang diperlukan. Wibowo & Juarini (2008) menyatakan bahwa dalam usaha penetasan telur itik porsi biaya pembelian telur sebagai bahan baku mencapai 80,05% dari biaya produksi. Sedangkan penerimaan kegiatan penetasan bersumber dari telur infertil, DOD jantan dan DOD betina. Porsi penerimaan yang bersumber dari DOD betina mencapai 67,43%, DOD jantan 26,1% dan telur infertil 6,5%.

Sumanto & Juarini (2007) melaporkan bahwa usaha penetasan itik di Bali yang menggunakan tenaga panas sekam, yang dikenal dengan penetasan gerombong, dengan 1.000 butir per periode diperoleh keuntungan sebesar Rp. 1.003.000 per periode dan R/C 1,76.



**Gambar 4.** Mesin tetas telur itik

**Sumber:** Dokumentasi pribadi

Wibowo & Juarini (2008) melaporkan dalam pengamatan selama 12 bulan bahwa kegiatan penetasan telur itik dapat berlangsung sepanjang tahun dengan menggunakan mesin tetas tenaga panas listrik. Pengamatan selama 12 bulan dengan menggunakan sebanyak 306.446 butir. Tingkat fertilitas rata-rata mencapai 80,4%, sedangkan tingkat daya tetas rata-rata mencapai 70,6%. Penerimaan terdiri dari penjualan

DOD betina dan jantan maupun telur infertil Rp. 380.158.000. Keuntungan yang diperoleh sebanyak Rp. 112.181.240/tahun atau Rp. 9.348.436/bulan dan R/C sebesar 1,418 (Tabel 6).

Rohaeni et al. (2005) melakukan kajian penetasan di Kalimantan Selatan yang menggunakan mesin tetas termomodifikasi menggunakan tenaga panas sekam dan listrik pada skala 2.500 butir per minggu, dapat menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 632.500 per minggu, di mana pengeluaran sebesar Rp. 2.892.000 dan penerimaan sebesar Rp. 3.525.000. Nilai perbandingan antara penerimaan dengan biaya sebesar 1,22. Hasil analisis terhadap penerimaan dan biaya usaha penetasan telur dari beberapa sumber menunjukkan bahwa usaha penetasan telur itik mampu memberikan keuntungan (Tabel 6).

### Usaha pembesaran itik

Kegiatan pembesaran itik adalah kegiatan pemeliharaan yang dimulai sejak DOD hingga ternak itik menjelang produksi. Kegiatan ini pada umumnya dilakukan secara terpisah dengan pemeliharaan itik produksi, baik pelaku maupun tempatnya. Sumanto & Juarini (2007) menyatakan bahwa pemeliharaan itik pembesaran yang dilakukan peternak di Bali pada umumnya terdapat dua tahap yaitu pemeliharaan DOD hingga umur 1,5-2 bulan dan pemeliharaan secara semi-intensif (itik dipelihara di dalam kandang maka itik tersebut juga digembalakan pada bekas persawahan padi). Hasil perhitungan dalam usaha pembesaran sejak 0-5 bulan dengan skala 1.000 ekor maka diperoleh keuntungan sebesar Rp. 976.750/bulan, di mana R/C sebesar 1,32. Nilai R/C ini menunjukkan bahwa dengan menambah modal atau mengeluarkan biaya tambahan satu juta rupiah akan diperoleh pendapatan Rp. 320.000 pada kegiatan pembesaran itik.

### Usaha penggemukan itik jantan

Sejalan dengan marak dan berkembangnya bisnis kuliner yang menyajikan menu masakan daging bebek (itik) di berbagai daerah bisa menjadi sandaran bagi peternak itik pedaging. Setioko (2012) menyatakan

**Tabel 6.** Analisis ekonomi usaha penetasan telur itik

| Skala (butir) | Alat penetas             | Penerimaan (Rp.) | Biaya (Rp.) | Keuntungan (Rp./tahun) | Keuntungan (Rp./bulan) | R/C   | Sumber                   |
|---------------|--------------------------|------------------|-------------|------------------------|------------------------|-------|--------------------------|
| 1.000         | Tenaga panas sekam       | 2.328.000        | 1.325.000   | tad                    | 1.003.000              | 1,760 | Sumanto & Juarini (2007) |
| 306.400       | Mesin tetas              | 380.158.000      | 262.424.200 | 112.181.240            | 9.348.436              | 1,418 | Wibowo & Juarini (2008)  |
| 10.000*       | Mesin tetas dimodifikasi | 14.100.000       | 11.570.500  | tad                    | 2.530.000              | 1,220 | Rohaeni et al. (2005)    |

\*skala usaha diperhitungkan dalam satu bulan; tad: Tidak ada data

bahwa kebutuhan konsumsi itik pedaging di Indonesia dipenuhi dari impor yang sebagian besar berupa itik Peking dan dari itik lokal berupa itik petelur afkir atau itik jantan muda. Kebutuhan masyarakat terhadap daging itik akhir-akhir ini cenderung mengalami peningkatan dilihat dari semakin bertambahnya restoran maupun rumah makan yang menyajikan daging itik, khususnya di kota-kota besar di Indonesia. Fenomena ini dapat memberi dorongan bagi kalangan peternak untuk lebih meningkatkan usaha pemeliharaan itik sebagai penghasil daging. Namun demikian, terdapat kendala dalam hal budidayanya sebagaimana dikatakan oleh Purba & Ketaren (2011), bahwa kendala lain yang tidak kalah pentingnya dalam usaha pemeliharaan itik sebagai penghasil daging adalah konsumsi dan konversi penggunaan ransum yang cenderung tinggi dan harga pakan mahal mengakibatkan biaya produksi menjadi tinggi. Rata-rata konsumsi pakan kumulatif itik MA jantan selama umur delapan minggu berkisar 7.242,14 g/ekor. *Feed Conversion Ratio* (FCR) 5,03 sampai 5,35. *Feed Conversion Ratio* ini cukup tinggi, yang berarti setiap kilogram bobot badan yang dihasilkan maka diperlukan pakan sebanyak 5,03 sampai 5,35 kg.

Subhan et al. (2009) dalam penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan sagu kukus dan keong mas dalam pakan selama delapan minggu, dapat menghemat biaya pakan pada penggemukan itik jantan sebaiknya dilakukan selama enam minggu saja, karena pertambahan bobot hidup yang optimal hanya terjadi pada minggu kedua sampai minggu keempat setelah itu kenaikan tidak signifikan.

Juarini et al. (2008) menyatakan bahwa usaha pemeliharaan itik jantan untuk tujuan dipotong pada umur tiga bulan yang mendatangkan keuntungan, telah dilakukan oleh peternak di Pantura Jawa. Model pemeliharaan menggunakan dua tahap, yaitu pada tahap I (0-30 hari) dipelihara intensif dan tahap II (31-90 hari) dipelihara secara ekstensif. Hasil analisis finansial dalam usaha tersebut mampu memperoleh keuntungan sebesar Rp. 2.950.000. Sedangkan pada pemeliharaan secara intensif terkurung sejak DOD hingga potong (2,5 bulan) pada jumlah itik sebanyak 500 ekor DOD, keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 750.000.

Hariato (2010) melakukan analisis usaha penggemukan itik jantan selama 40 hari pada skala 100 ekor yang menggunakan berbagai komponen produksi (bibit, pakan dan kandang) maka diperoleh keuntungan sebesar Rp. 215.000. dengan nilai perbandingan antara penerimaan dengan pengeluaran (B/C) mencapai 1,20. Dalam analisis finansial tersebut belum dihitung sewa lahan dan tenaga kerja.

Menu olahan daging bebek ternyata menjadi daya tarik tersendiri bagi pecinta kuliner. Daging itik muda mempunyai tekstur lebih lembut, lebih empuk, lebih

gurih dan nilai gizinya lebih tinggi lantaran mulai dipotong rata-rata umur 5-6 minggu. Harga menu masakan itik lebih mahal 1-2 kali lipat jika dibandingkan dengan harga satu porsi daging ayam (goreng, bakar, *crispy* dan lain-lain). Daging itik mempunyai cita rasa khas tersendiri apalagi daging itik muda.

### Usaha pengolahan telur asin

Telur merupakan bahan pangan hewani yang bergizi tinggi untuk dikonsumsi, karena mengandung zat makanan yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia seperti protein dengan asam amino yang lengkap, lemak, vitamin, mineral serta memiliki daya cerna yang tinggi. Salah satu pemanfaatan telur itik (Gambar 5) sebagai bahan pangan adalah dengan membuat telur asin. Telur asin sudah menjadi bahan pangan yang diperdagangkan secara besar-besaran dan diminati oleh masyarakat dari berbagai kalangan (menengah hingga tinggi). Jika diperhatikan di kawasan perkotaan di daerah Brebes, Jawa Tengah, maka sepanjang jalan di dalam Kota Brebes terdapat penjaja telur asin dari skala kecil hingga toko yang berskala besar.

Pengolahan telur asin sangat mudah untuk dilakukan dan memerlukan waktu yang relatif pendek, yaitu dibutuhkan waktu antara 15-20 hari, tergantung kebutuhan dan tujuan usahanya. Kegiatan ini dapat dilakukan oleh kaum ibu maupun bapak dan dapat dilakukan sepanjang hari bahkan tidak memerlukan ruangan yang luas. Bahan baku selain telur segar adalah media pengasinan yang terdiri dari garam, air dan abu atau tanah lumpur serta tempat penampungan (ember plastik). Urutan pembuatannya adalah: (1) Telur mentah dicuci hingga bersih; (2) Membuat adonan abu, bata merah dan garam; (3) Memasukkan telur dalam adonan, waktu pengasinan 12-15 hari; (4) Telur dicuci lagi setelah 12-15 hari; dan (5) Panen telur asin mentah.



**Gambar 5.** Telur itik sebagai bahan baku telur asin

**Sumber:** Dokumentasi pribadi

Produk telur asin mempunyai cita-rasa yang khas, demikian pula harga telur asin lebih mahal dari harga telur segar. Telur asin yang sudah diperam selama 15 hari dan direbus maka akan lebih tahan lama sehingga akan menjadi efisien dalam penggunaannya. Munir & Wati (2014) menyatakan bahwa telur asin di masyarakat pada umumnya masih memiliki permasalahan, yaitu belum seragamnya rasa asin baik dari putih telur, kemasiran kuning telur serta daya terima masyarakat terhadap telur asin. Lebih lanjut dikatakan bahwa hasil penelitian terhadap 80 panelis menunjukkan bahwa konsentrasi garam yang masih dapat diterima adalah 50% dengan masa peram 15 hari (Tabel 7).

**Tabel 7.** Skor tingkat kesukaan panelis terhadap telur asin

| Peubah                     | Umur peram telur | Konsentrasi garam |      |      |
|----------------------------|------------------|-------------------|------|------|
|                            |                  | 25%               | 43%  | 50%  |
| Penampilan umum telur      | 10 hari          | 4,57              | 4,78 | 5,57 |
|                            | 15 hari          | 5,14              | 4,72 | 4,92 |
| Rasa asin putih telur      | 10 hari          | 4,78              | 4,36 | 4,21 |
|                            | 15 hari          | 4,36              | 4,07 | 4,71 |
| Tekstur masir kuning telur | 10 hari          | 4,07              | 4,64 | 4,64 |
|                            | 15 hari          | 4,43              | 4,71 | 5,00 |

1: Sangat tidak suka; 2: Tidak suka; 3: Agak tidak suka; 4: Netral; 5: Agak suka; dan 6: Sangat suka

**Sumber:** Munir & Wati (2014)

Pengasinan tidak hanya mempengaruhi karakteristik fisik, kimia maupun organoleptik dari telur asin, namun juga mempengaruhi nilai gizinya. Nilai gizi telur asin berbeda dengan telur segar seperti dalam Tabel 8.

Salah satu pelaku usaha telur asin menyatakan bahwa usaha telur asin dapat memperoleh keuntungan yang memadai. Dalam analisis rugi laba dengan tingkat kerusakan 5%, maka diperoleh penerimaan sebesar Rp. 477.500 sehingga keuntungan diperoleh sebesar Rp. 111.500 atau B/C sebesar 1,3. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan adalah adanya telur retak yang tidak kelihatan (retak rambut).

#### Usaha pemasaran telur itik

Pemasaran adalah muara akhir dari kegiatan produksi guna mendapatkan uang dengan cara

penjualan hasil produksi untuk melanjutkan usaha produksi. Kegiatan pemasaran ini tidak dapat diabaikan, bahkan melibatkan beberapa pelaku sesuai kapasitas dalam rangka menyalurkan komoditas perdagangannya mulai dari produsen hingga konsumen. Pada umumnya, penentuan harga dalam pemasaran telur itik dilakukan berdasarkan satuan butir. Hal ini sangat berbeda dengan penentuan harga dalam pemasaran telur ayam ras dengan satuan berat (kg). Juarini et al. (2005) dalam penelitiannya di Kabupaten Blitar, melaporkan bahwa pemasaran telur itik walaupun didasarkan pada satuan butiran, namun dalam hal penentuan harga telah dilakukan berdasarkan diameter lingkaran (DL) dari sebutir telur yang mempunyai ukuran (kelas) tertentu, di mana masing-masing kelas mempunyai harga yang berbeda-beda. Terdapat tiga kelas yaitu kelas A (DL >4,7 cm), kelas B (DL >4,2-4,7 cm) dan kelas C (DL ≤4,2 cm). Harga telur kelas A lebih tinggi Rp. 100 dari pada kelas C, sedangkan kelas B lebih tinggi Rp. 90 dari kelas C.

Penentuan harga telur berdasarkan kelas tersebut dimulai dari produsen (peternak) sehingga peternak memahami benar terhadap kualitas produksi telurnya. Di lain pihak, peternak mempunyai keterbukaan terhadap hasil pemasarannya. Hal ini sangat berbeda jika peternak menjual telur hanya berdasarkan butiran dan hanya ditaksir oleh pedagang. Ada kemungkinan nilai tambah penjualan telur menambah penerimaan pedagang.

Sebagai gambaran, bahwa penjualan telur sebanyak 70.000 butir dengan alat transportasi kendaraan roda empat, biaya mencapai Rp. 44.670.000 di mana harga pembelian Rp. 600/butir. Sedangkan penerimaan yang diperoleh Rp. 48.755.000 sudah diperhitungkan tingkat kerusakan telur dalam perjalanan dan harga jual telur Rp. 700/butir. Keuntungan yang diperoleh mencapai Rp. 4.085.000. dalam satu kali transaksi (biasanya dilakukan dua kali dalam satu minggu). Cabang-cabang usaha berbasis ternak itik secara singkat terangkum dalam Tabel 9.

#### KENDALA PADA BUDIDAYA TERNAK ITIK

Walaupun ternak itik mempunyai berbagai kemudahan dan keunggulan dalam pemeliharannya untuk menghasilkan telur maupun daging, namun terdapat kendala biologis di dalamnya. Kendala ini dapat diidentifikasi akibat dari pengaruh lingkungan

**Tabel 8.** Komposisi kimia telur itik segar dan telur itik asin (tiap 100 g bahan)

| Bahan pangan | Air              | Protein | Lemak | Karbohidrat | Ca (mg) | Vitamin A (SI) | Kalori (Kal) |
|--------------|------------------|---------|-------|-------------|---------|----------------|--------------|
|              | ----- gram ----- |         |       |             |         |                |              |
| Telur segar  | 70,8             | 13,1    | 14,3  | 0,8         | 56      | 1.230          | 189          |
| Telur asin   | 66,5             | 13,6    | 13,6  | 1,4         | 120     | 841            | 195          |

**Sumber:** Pudjiadi & Supriyati (2005)

**Tabel 9.** Analisis finansial pada cabang-cabang usaha berbasis ternak itik

| Jenis usaha                   | Skala usaha |        | Keuntungan |         | B/C  | Sumber                      |
|-------------------------------|-------------|--------|------------|---------|------|-----------------------------|
|                               | Volume      | Satuan | Rp.        | Periode |      |                             |
| Usaha produksi telur          | 633         | ekor   | 2.088.887  | bulan   | 1,40 | Srigandono & Ekowati (2005) |
|                               | 1.000       | ekor   | 8.539.542  | bulan   | 1,64 | Sumanto & Juarini (2007)    |
|                               | 533         | ekor   | 1.056.989  | bulan   | 1,20 | Ekowati et al. (2005)       |
| Usaha penetasan               | 306.400     | butir  | 9.350.103  | bulan   | 1,41 | Wibowo & Juarini (2008)     |
|                               | 1.000       | butir  | 1.003.000  | bulan   | 1,76 | Sumanto & Juarini (2007)    |
|                               | 10.000      | butir  | 2.530.000  | bulan   | 1,22 | Rohaeni et al. (2005)       |
| Usaha pembesaran              | 1.000       | ekor   | 976.750    | bulan   | 1,32 | Sumanto & Juarini (2007)    |
| Usaha penggemukan itik jantan | 100         | ekor   | 215.000    | 40 hari | tad  | Harianto (2010)             |
| Usaha pengolahan telur asin   | 200         | butir  | 111.500    | 15 hari | 1,32 | Yunus (komunikasi pribadi)  |
| Usaha perdagangan telur       | 70.000      | butir  | 4.190.000  | 4 hari  | tad  | Juarini et al. (2005)       |

tad: Tidak ada data

maupun pengaruh dari biologis ternak itu sendiri. Kendala akibat dari lingkungan diantaranya adalah keterbatasan *input* pakan yang memadai (kuantitas maupun kualitas), sebagaimana diutarakan oleh Prasetyo et al. (2005) bahwa ketersediaan dan harga pakan merupakan kendala utama yang dihadapi oleh peternak yang mengandalkan sawah sebagai sumber pakan maupun peternak yang ternaknya terkurung.

Kendala biologis pada ternak itik antara lain kejadian ranggas bulu sehingga mengurangi produksi telur dan bau daging yang kurang sedap. Setioko (2005) mengungkapkan bahwa kejadian ranggas atau *molting* ditandai dengan rontoknya bulu sayap maupun bulu badan dan terhentinya produksi telur. Kejadian ini amat merugikan petani, karena itik harus tetap diberi pakan, namun tidak berproduksi. Namun demikian, kejadian ranggas dapat diatasi dengan cara ranggas paksa yaitu memanipulasi keadaan lingkungan seperti pakan, minum, cahaya atau pemberian zat kimia tertentu. Diharapkan cara ini dapat diperoleh produksi telur pada siklus berikutnya menjadi semakin baik.

Susanti (2015) melaporkan bahwa selama ini, penanganan rontok bulu dilakukan dari aspek manajemen pakan. Tetapi, jika gen pengontrolnya diketahui maka seleksi dengan kriteria sifat rontok bulu pada itik akan lebih akurat, lebih cepat dan lebih efisien karena tidak perlu menunggu ternak berproduksi lebih dahulu. Kejadian rontok bulu dan produksi telur dipengaruhi oleh hormon prolaktin, yang diduga dikontrol oleh gen prolaktin.

Konsentrasi tinggi hormon prolaktin akan menghambat kerja hipofisa mengakibatkan produksi hormon gonadotropin yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH) menurun sehingga tidak terjadi ovulasi. Hal ini mengakibatkan berhentinya produksi telur dan pada saat yang bersamaan terjadi proses rontok bulu. Purba et al.

(2005) berdasarkan hasil penelitiannya terhadap itik Mojosari dan itik Alabio menyebutkan bahwa rata-rata waktu yang digunakan dari mulai tahap lama berhenti bertelur hingga periode lama bulu tumbuh lagi masing-masing 90,70 dan 96,90 hari. Waktu ini dianggap cukup lama dan memberi dampak negatif terhadap produktivitas itik yang bersangkutan. Rontok bulu itik dimulai pada masa produksi telur pada minggu ke-25 hingga 34 pada itik Alabio, sedangkan pada itik Mojosari pada minggu ke-25 hingga 35 sehingga produksi telur pada periode tersebut mengalami penurunan. Jika ternak itik mulai berproduksi pada umur 180 hari atau 26 minggu dan rontok bulu dimulai pada minggu ke-25 masa produksi, maka dapat ditentukan bahwa rontok bulu akan terjadi pada umur (180 hari + 175 hari) yaitu umur 355 hari atau 51 minggu.

Kelemahan yang lain adalah munculnya bau daging yang kurang sedap yang disebut *off odor* sehingga membatasi selera konsumen. Tindak lanjut dalam menekan atau mengurangi bau tak sedap tersebut antara lain memberikan suplementasi vitamin sebagai antioksidan dalam ransum itik mampu mengurangi intensitas bau (*off odor*) daging itik. Randa et al. (2007) melaporkan bahwa pemberian dalam bentuk kombinasi vitamin, terutama kombinasi vitamin E dan vitamin C sangat efektif dalam upaya pengurangan bau pada daging itik. Purba et al. (2010) menyimpulkan dan menyarankan bahwa kombinasi 150 ppm santoquin + 400 IU vitamin E atau 400 IU vitamin E + 250 mg vitamin C efektif menurunkan intensitas *off odor* sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas sensori pada daging itik lokal segar.

Rukmiasih et al. (2011) melaporkan bahwa penggunaan beluntas 0,5% dikombinasi dengan vitamin E 400 IU/kg memberikan hasil yang terbaik atas dasar intensitas *off odor*. Purba et al. (2013)

Perlakuan yang paling efisien untuk menurunkan *off odor* pada daging segar adalah suplementasi 150 ppm santoquinon + 100 IU vitamin E, sedangkan pada daging itik rebus dengan penambahan 50 ppm santoquinon dan 100 IU vitamin E.

### KESIMPULAN

Komoditas ternak itik mampu menciptakan berbagai usaha yang dapat dilakukan secara terpisah. Berbagai usaha yang dilakukan meliputi produksi telur, penetasan telur, pembesaran itik, penggemukan itik jantan, pengolahan telur asin dan perdagangan telur yang mampu mendatangkan keuntungan dan layak secara ekonomis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bakri B, Suwandi, Simanjuntak L. 2005. Prospek pemeliharaan terpadu “tiktok” dengan padi, ikan dan *Azolla* di wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Wartazoa*. 15:128-135.
- Budiarsana IGM. 2006. Analisis feasibilitas usaha ternak itik Mojosari Alabio. Dalam: Subandri, Diwyanto K, Kompyang IP, Inounu I, Setioko AR, Ketaren PP, Suparyanto A, Priyanti A, penyunting. Inovasi Teknologi dalam Mendukung Usaha Ternak Unggas Berdaya Saing. Prosiding Lokakarya Nasional. Semarang, 4 Agustus 2006. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak bekerjasama dengan Jurusan Sosial Ekonomi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. hlm. 117-122.
- Ditjennak. 2014. Buku statistik peternakan. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan, Kementerian Pertanian.
- Diwyanto K, Priyanti A. 2009. Pengembangan industri peternakan berbasis sumber daya lokal. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2:208-228.
- Ekowati T, Prasetyo E, Oxtaviano H. 2005. Manajemen permodalan pada anggota KTTI “Maju Jaya” untuk pengembangan usaha ternak itik di Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes. Dalam: Mathius IW, Bahri S, Tarmudji, Prasetyo LH, Triwulaningsing E, Tiesnamurti B, Sendow I, Suhardono, penyunting. Inovasi Teknologi Peternakan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat dalam Mewujudkan Kemandirian dan Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12-13 September 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 830-835.
- Harianto A. 2010. Usaha penggemukan itik jantan dalam 40 hari. *Sentra Ternak* [Internet]. [disitasi 25 Feb 2016]. Tersedia dari: [www.sentralternak.com](http://www.sentralternak.com)
- Juarini E, Sumanto, Wibowo B, Prasetyo LH. 2005. Evaluasi pengembangan itik MA dan pemasaran telur di sentra produksi Kabupaten Blitar. Dalam: Mathius IW, Bahri S, Tarmudji, Prasetyo LH, Triwulaningsing E, Tiesnamurti B, Sendow I, Suhardono, penyunting. Inovasi Teknologi Peternakan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat dalam Mewujudkan Kemandirian dan Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12-13 September 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 836-844.
- Juarini E, Wibowo B, Sumanto. 2008. Profil usaha itik potong di Pantura Jawa Barat dan Jawa Tengah. Dalam: Sani Y, Martindah E, Nurhayati, Puastuti W, Sartika T, Parede L, Anggraeni A, Natalia L, penyunting. Inovasi Teknologi Mendukung Pengembangan Agribisnis Peternakan Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 11-12 November 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 742-750.
- Matitaputty PR, Suryana. 2014. Tinjauan tentang performans itik Cihateup (*Anas platyrhynchos javanica*) sebagai sumberdaya genetik unggas lokal di Indonesia. *Wartazoa*. 24:171-178.
- Mubyarto. 1979. Pengantar ekonomi pertanian. Jakarta (Indonesia): LP3ES.
- Munir IM, Wati RS. 2014. Uji organoleptik telur asin dengan konsentrasi garam dan masa peram yang berbeda. Dalam: Pamungkas D, Widiawati Y, Noor SM, Purwantari ND, Widiastuti R, Brahmantiyo B, Herawati T, Kusumaningsih A, Handiwirawan E, Puastuti W, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner Mendukung Pertanian Bioindustri Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Malang, 12-14 Agustus 2014. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 646-649.
- Prasetyo LH, Brahmantyo B, Wibowo B. 2003. Produksi telur persilangan itik Mojosari dan Alabio sebagai bibit niaga unggulan itik petelur. Dalam: Mathius IW, Setiadi B, Sinurat AP, Ashari, Darmono, Wiyono A, Purwadaria P, Murdiati TB, penyunting. Iptek untuk Menyejahterakan Petani melalui Agribisnis Peternakan yang Berdaya Saing. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 29-30 September 2003. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 360-364.
- Prasetyo LH, Ketaren PP, Haedjosworo PS. 2005. Perkembangan teknologi budidaya itik Indonesia. Dalam: Iskandar S, Raharjo YC, Sinurat AP, Prasetyo LH, Setioko AR, penyunting. Merebut Peluang Agribisnis melalui Pengembangan Usaha Kecil dan Menengah Unggas Air. Prosiding Lokakarya Nasional Unggas Air II. Bogor, 16-17 November 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak bekerjasama dengan Masyarakat Ilmu Perunggasan Indonesia dan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. hlm. 145-160.
- Prasetyo LH. 2006. Strategi dan peluang pengembangan ternak itik. *Wartazoa*. 16:109-115.

- Pudjiadi A, Supriyati FMT. 2005. Dasar-dasar biokimia. Jakarta (Indonesia): UI Press.
- Purba M, Hardjosworo PS, Prasetyo LH, Ekastuti DR. 2005. Pola rontok bulu itik betina Alabio dan Mojosari serta hubungannya dengan kadar lemak darah (trigliserida), produksi dan kualitas telur. JITV. 10:96-105.
- Purba M, Haryati T, Sinurat AP. 2015. Performans itik pedaging EPMp dengan Pemberian pakan yang mengandung berbagai *level lisine* selama periode *starter*. JITV. 20:58-63.
- Purba M, Ketaren PP, Laconi EB, Wijaya CH. 2013. Efektivitas santoquin dan vitamin E sebagai imbuhan pakan terhadap kualitas sensori daging itik lokal. JITV. 18:42-53.
- Purba M, Ketaren PP. 2011. Konsumsi dan konversi itik lokal jantan umur delapan minggu dengan penambahan santoquin dan vitamin E dalam pakan. JITV. 16:280-287.
- Purba M, Laconi EB, Ketaren PP, Wijaya CH, Hardjosworo PS. 2010. Kualitas sensori dan komposisi asam lemak daging itik lokal jantan dengan suplementasi santoquin, vitamin E dan C dalam ransum. JITV. 15:47-55.
- Randa SY, Hardjosworo PS, Apriyantono A, Hutagalung R. 2007. Pengurangan bau (*off odor*) daging itik Cihateup dengan suplementasi antioksidan. Dalam: Darmono, Wina E, Nurhayati, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulanningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T, penyunting. Akselerasi Agribisnis Peternakan Nasional melalui Pengembangan dan Penerapan Iptek. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 21-22 Agustus 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 629-635.
- Rohaeni ES, Subhan A, Setioko AR. 2005. Usaha penetasan itik Alabio sistem sekam yang dimodifikasi di sentra pembibitan Kabupaten Hulu Sungai Utara. Dalam: Mathius IW, Bahri S, Tarmudji, Prasetyo LH, Triwulanningsih E, Tiesnamurti B, Sendow I, Suhardono, penyunting. Inovasi Teknologi Peternakan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat dalam Mewujudkan Kemandirian dan Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12-13 September 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 772-778.
- Rukmiasih, Hardjosworo PS, Ketaren PP, Matitaputty PR. 2011. Penggunaan beluntas, vitamin C dan E sebagai antioksidan untuk menurunkan *off odor* daging itik Alabio dan Cihateup. JITV. 16:9-16.
- Setioko AR. 2005. Rangsang paksa (*forced molting*): Upaya memproduktifkan kembali itik petelur. Wartazoa. 15:119-127.
- Setioko AR. 2012. Teknologi inseminasi buatan untuk meningkatkan produktivitas itik hibrida Serati sebagai penghasil daging. Pengembangan Inovasi Pertanian. 5:108-123.
- Srigandono B, Ekowati T. 2005. Usaha peternakan itik rakyat di Kabupaten Brebes: Suatu kajian potensi dan kontribusi ekonomi untuk Jawa Tengah. Dalam: Iskandar S, Raharjo YC, Sinurat AP, Prasetyo LH, Setioko AR, penyunting. Merebut Peluang Agribisnis melalui Pengembangan Usaha Kecil dan Menengah Unggas Air. Prosiding Lokakarya Nasional Unggas Air II. Bogor, 16-17 November 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak bekerjasama dengan Masyarakat Ilmu Perunggasan Indonesia dan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. hlm. 299-307.
- Subhan A, Rohaeni ES, Qomariah R. 2009. Pengaruh penggunaan kombinasi sagu kukus dan tepung keong mas dalam formulasi pakan terhadap performans itik jantan MA umur 1-8 minggu. Dalam: Sani Y, Natalia L, Brahmantyo B, Puastuti W, Sartika T, Nurhayati, Anggraeni A, Matondang RH, Martindah E, Estuningsih SE, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Kesejahteraan Peternak. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 13-14 Agustus 2009. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 633-639.
- Subiharta, Sarjana, Pramono D, Yuwono DM, Hartono. 2005. Penilaian petani terhadap kualitas bibit itik Tegal. Dalam: Iskandar S, Raharjo YC, Sinurat AP, Prasetyo LH, Setioko AR, penyunting. Merebut Peluang Agribisnis melalui Pengembangan Usaha Kecil dan Menengah Unggas Air. Prosiding Lokakarya Nasional Unggas Air II. Bogor, 16-17 November 2005. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak bekerjasama dengan Masyarakat Ilmu Perunggasan Indonesia dan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. hlm. 181-187.
- Sumanto, Juarini E. 2007. Analisis finansial usaha itik di peternak dalam rangka menunjang penyediaan protein hewani di Bali. Dalam: Darmono, Wina E, Nurhayati, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulanningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T, penyunting. Akselerasi Agribisnis Peternakan Nasional melalui Pengembangan dan Penerapan Iptek. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 21-22 Agustus 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 650-657.
- Suparyanto A, Setioko AR, Prasetyo LH, Susanti T. 2005. Ekspresi gen homozigot resesif (c/c) pada performans telur itik Mojosari. JITV. 10:6-11.
- Susanti T. 2015. Prolaktin sebagai Kandidat gen pengontrol sifat rontok bulu dan produksi telur pada itik. Wartazoa. 25:23-27.
- Wibowo B, Juarini E, Sumanto. 2007. Karakteristik pola pembibitan itik petelur di daerah sentra produksi. Dalam: Darmono, Wina E, Nurhayati, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulanningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T, penyunting. Akselerasi Agribisnis Peternakan Nasional melalui Pengembangan dan Penerapan Iptek. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan

- Veteriner. Bogor, 21-22 Agustus 2007. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 658-663.
- Wibowo B, Juarini E. 2008. Sustainabilitas usaha penetasan telur itik di Blitar, Jawa Timur. Dalam: Sani Y, Martindah E, Nurhayati, Puastuti W, Sartika T, Parede L, Anggraeni A, Natalia L, penyunting. Inovasi Teknologi Mendukung Pengembangan Agribisnis Peternakan Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 11-12 November 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 735-741.

## Pemanfaatan Bahan Pengikat Mikotoksin untuk Menanggulangi Kontaminasinya dalam Pakan

### (The Use of Mycotoxin Binder to Control Its Contamination in Feed)

Prima Mei Widiyanti dan R Maryam

Balai Besar penelitian Veteriner, Jl. RE Martadinata No. 30, Bogor 16114  
[primamw@gmail.com](mailto:primamw@gmail.com)

(Diterima 24 Februari 2016 – Direvisi 1 Juni 2016 – Disetujui 9 Juni 2016)

#### ABSTRACT

The climate in Indonesia as a tropical country is very conducive for the growth of mycotoxins producing fungi. Mycotoxins have properties as carcinogenic, mutagenic, teratogenic, estrogenic, neurotoxic, and immunotoxic. Mycotoxins reduce performance, appetite, weight, and immunity. They also cause reproductive disorders and generate the residues in animal products that affect human health. These can be prevented by controlling mycotoxins contamination in agricultural products that used for feed ingredients through good management practices (during planting, harvesting, and storage). Mycotoxins contamination can also be minimized by physical, chemical and biological treatments as well as the application of mycotoxin binders. This review describes the use of mycotoxin binders in animal feed. They are used as feed additives, may be derived from organic, inorganic materials or their combination. Combination of organic and inorganic substances proven to be more effective and efficient in controlling mycotoxin contamination. Therefore, it is recommended to use mycotoxin binders to prevent animal health disorder and to decrease mycotoxin residues in animal products.

**Key words:** Mycotoxins, contamination, feed, mycotoxins binders

#### ABSTRAK

Indonesia sebagai negara tropis yang iklimnya sangat kondusif untuk pertumbuhan kapang penghasil mikotoksin. Mikotoksin adalah senyawa toksik yang bersifat karsinogenik, mutagenik, teratogenik, estrogenik, neurotoksik dan imunotoksik. Mikotoksin dapat menyebabkan penurunan performans, nafsu makan, berat badan, kekebalan (imunitas), gangguan reproduksi dan timbulnya residu pada produk ternak yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Hal ini dapat diminimalkan melalui pengendalian kontaminasi mikotoksin pada produk pertanian yang digunakan sebagai bahan pakan yang dapat dilakukan melalui manajemen yang baik (saat penanaman, pemanenan dan penyimpanan). Mengurangi kontaminasi mikotoksin dapat juga dilakukan melalui perlakuan fisik, kimia, biologi dan penggunaan bahan pengikat mikotoksin. Pada tinjauan ini dibahas mengenai bahan pengikat mikotoksin dalam pakan ternak. Bahan pengikat mikotoksin yang digunakan sebagai imbuhan pakan dapat berasal dari bahan organik, anorganik dan kombinasi keduanya. Bahan pengikat mikotoksin yang berasal dari kombinasi bahan anorganik dan organik terbukti lebih efektif dan efisien untuk pengendalian kontaminasi mikotoksin. Dengan demikian, penggunaan bahan pengikat mikotoksin perlu dilakukan untuk mencegah gangguan kesehatan ternak akibat mikotoksin serta menurunkan residu mikotoksin pada produk ternak.

**Kata kunci:** Mikotoksin, kontaminasi, pakan, bahan pengikat mikotoksin

#### PENDAHULUAN

Kapang merupakan organisme multiseluler bersifat heterotrof yang termasuk dalam anggota cendawan (fungi). Kapang memiliki filamen yang bercabang (hifa) dan dapat bereproduksi dengan spora (Baron 1996; Dharmaputra 2014). Pertumbuhan kapang dipengaruhi oleh letak geografis dan kondisi iklim suatu negara. Indonesia sebagai negara tropis dengan suhu, curah hujan dan kelembaban yang tinggi, sangat kondusif untuk perkembangbiakan kapang pada berbagai komoditas pertanian. Komoditas pertanian seperti biji-bijian, bahan pakan, bahan pangan yang

rusak dan mempunyai kadar air yang tinggi sangat mudah tercemar kapang dan mikotoksin (Bahri & Maryam 2003; Bahri et al. 2005; Rachmawati 2005).

Mikotoksin merupakan metabolit sekunder dari kapang toksigenik genus *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium*. Lebih dari 300 mikotoksin telah diidentifikasi, namun sekitar hanya 30 jenis yang diketahui benar-benar toksik. Kapang *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* dapat menghasilkan aflatoksin (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2) sedangkan *A. ochraceus* dapat menghasilkan okratoksin, *Penicillium* sp memproduksi aflatoksin dan okratoksin, sedangkan *Fusarium* sp menghasilkan fumonisin, trikotesena,

deoksinivalenol dan zearalenon (Lattanzio et al. 2007; EFSA 2009; Saeger 2011).

Mikotoksin dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan hewan, produktivitas, perekonomian, serta perdagangan dunia. Mikotoksin bersifat karsinogenik, mutagenik, teratogenik, estrogenik, neurotoksik dan imunotoksik. Mikotoksin dapat menyebabkan penurunan performans, nafsu makan, berat badan, kekebalan (imunitas), gangguan reproduksi dan residu pada produk yang dihasilkannya (Zain 2010).

Pakan ternak berasal dari beberapa jenis biji-bijian dan bahan lainnya yang rentan terhahap kontaminasi mikotoksin. Kontaminasi mikotoksin pada pakan, selain dapat menyebabkan berbagai penyakit pada ternak (mikotoksikosis) juga dapat menimbulkan residu pada produk ternak yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Telah banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pakan yang terkontaminasi mikotoksin dapat menghasilkan residu pada produk pangan asal hewan antara lain pada daging, telur dan susu sehingga membahayakan kesehatan manusia (Abbas 2005; Widiastuti 2006; Herzallah 2013; Widiastuti 2014).

Semakin meningkat penelitian tentang mikotoksin yang berpengaruh bagi kesehatan hewan dan manusia, semakin meningkat pula kepedulian akan bahaya mikotoksin baik pada pangan maupun pakan sehingga diperlukan upaya pengendaliannya. Pencegahan dan detoksifikasi mikotoksin dapat dilakukan melalui manajemen yang baik, perlakuan fisik, kimia, biologi dan penggunaan bahan pengikat mikotoksin (Maryam 2006; Kolossova et al. 2009; Grenier & Applegate 2012).

Bahan pengikat mikotoksin ditambahkan pada pakan dengan tujuan untuk mengurangi kontaminasi dan memberi perlindungan terhadap tubuh hewan dari bahaya mikotoksin. Salah satu strategi untuk mengurangi kontaminasi adalah menurunkan bioavailabilitas dengan menggunakan bahan pengikat mikotoksin yang terkandung pada pakan sehingga dapat mengurangi distribusi mikotoksin dalam darah dan organ (EFSA 2009). Penelitian dan penggunaan bahan pengikat mikotoksin banyak dilakukan di berbagai negara di dunia, karena selain mengurangi kasus mikotoksikosis pada hewan juga menurunkan residu mikotoksin pada produk hewan. Makalah ini membahas tentang penggunaan bahan pengikat mikotoksin untuk pengendalian kontaminasi mikotoksin pada pakan ternak. Diharapkan melalui pemaparan ini dapat diperoleh solusi pengendalian kontaminasi mikotoksin yang efektif dan efisien melalui penggunaan bahan pengikat mikotoksin.

## MIKOTOKSIN DAN EFEK TOKSIK

Mikotoksin adalah senyawa toksik metabolit sekunder dari beberapa genus kapang toksigenik yang tumbuh pada bahan pangan dan pakan. Efek toksik mikotoksin bervariasi yang dipengaruhi oleh sifat kimia, biologik dan toksikologik yang berbeda-beda. Selain itu, toksisitas mikotoksin ditentukan juga oleh dosis/jumlah mikotoksin yang dikonsumsi, rute dan lamanya paparan, spesies, bangsa (*breed*), umur, jenis kelamin, status kesehatan dan gizi, serta efek sinergis dari berbagai mikotoksin yang secara bersamaan terdapat pada pangan, pakan, bahan pangan dan bahan pakan. Toksisitas mikotoksin akan semakin berbahaya apabila dalam suatu individu terdapat beberapa jenis mikotoksin (Eijk 2003; Kolossova et al. 2009).

Paparan mikotoksin ke dalam tubuh dapat melalui rute ingesti (melalui mulut/saluran pencernaan), dermal (kulit) dan inhalasi (saluran pernafasan). Hewan monogastrik lebih sensitif terhadap mikotoksin, sedangkan hewan ruminansia lebih resisten terhadap mikotoksin karena mikroba rumen dapat mendegradasi mikotoksin (Zain 2010).

## PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN KONTAMINASI MIKOTOKSIN

### Penerapan manajemen yang baik

Pencegahan dan pengendalian kontaminasi mikotoksin dapat dilakukan dengan penerapan manajemen yang baik *Good Management Practices* (GMP) dan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) selama produksi bahan pakan yang dimulai dari proses penanaman, pemanenan dan penyimpanan. Hal tersebut meliputi: (1) Proses penanaman: Pemilihan varietas tanaman yang resisten terhadap kapang, penerapan rotasi tanam, penggunaan bahan kimia yang tepat, irigasi yang baik untuk mencegah stres pada tanaman, pencegahan insekta perusak tanaman yang berperan sebagai vektor dalam perkembangbiakan kapang; (2) Proses pemanenan: Pencegahan agar hasil panen tidak jatuh ke tanah untuk menekan kontaminasi mikotoksin, pencegahan keterlambatan waktu panen (kontaminasi mikotoksin meningkat pada musim penghujan dan musim dingin), pemeliharaan peralatan panen dan faktor transportasi (kelembaban peralatan) dalam kondisi baik; (3) Proses penyimpanan: Penyimpanan biji-bijian pada suhu dingin dan kering (temperatur dan kelembaban terkontrol), terbebas dari hujan dan sumber air yang lain, fasilitas penyimpanan

bersih dan hindari dari serangan hama (Grenier & Applegate 2012; Devreese et al. 2013; Deng et al. 2014).

### Perlakuan fisik

Produk pertanian seperti biji-bijian merupakan sumber bahan baku pakan ternak yang mudah terkontaminasi mikotoksin. Hal ini dapat diminimalkan dengan perlakuan fisik antara lain melalui pencucian, penggosokan, penyortiran, pemisahan, pengapungan, pemanasan, pembakaran, iradiasi dengan sinar ultra violet dan sterilisasi dengan autoklaf. Metode fisik tidak sepenuhnya berhasil karena tergantung pada tingkat keparahan kontaminasi mikotoksin dan bahkan dapat merusak nutrisi penting dalam pakan (Abbas 2005; Kolossova et al. 2009).

### Perlakuan kimia

Metode detoksifikasi secara kimia dapat dilakukan melalui reduksi dan oksidasi menggunakan asam, alkali, garam, klorin yang mempunyai kemampuan mendegradasi mikotoksin. Penambahan asam (*salicylic*, *sulfamic* dan *sulfosalysilic*) menjadikan konversi AFB1 dan AFG1 (toksisitas tinggi) menjadi AFB2 dan AFG2 (toksisitas lebih rendah), sedangkan bahan alkali menghidrolisis cincin lakton pada AFB1 menggunakan hidroksida. Selain itu, detoksifikasi mikotoksin juga dapat dilakukan melalui perlakuan dengan amoniasi dan ozonasi (Kolossova et al. 2009; Abbas 2005). Dari beberapa metode detoksifikasi secara kimia, metode amoniasi yang paling banyak digunakan untuk dekontaminasi aflatoksin. Perlakuan amoniasi banyak digunakan pada industri, karena dapat menurunkan AFB1 hingga 99% (Allameh et al. 2005). Namun, metode detoksifikasi secara kimia bisa menyebabkan toksisitas sehingga tidak diijinkan di Eropa, akan tetapi di Amerika hanya metode amoniasi yang mendapat lisensi untuk detoksifikasi aflatoksin (Devreese et al. 2013).

### Perlakuan biologis

Pengendalian mikotoksin dapat juga dilakukan dengan menggunakan agen biotransformasi untuk mendegradasi senyawa toksik menjadi tidak toksik. Agen biotransformasi meliputi bakteri, kapang, khamir dan enzim. Mikroba yang digunakan sebagai pengendali mikotoksin meliputi *Trichosporon mycotoxinivorans*, *Eubacterium*, *Nocardia*, *Sphingomonas*, *Stenophomonas*, *Rhodococcus*, *Ralstonia*, *Rhizopus*. Mikroba tersebut akan menyerap mikotoksin dalam usus hewan. *T. mycotoxinivorans* terbukti efektif sebagai agen biotransformasi terhadap

okratoksin dan zearalenon, sedangkan *N. corynebacteroides* efektif terhadap penanggulangan aflatoksin. Enzim juga berpotensi dalam pengendalian mikotoksin diantaranya enzim protease A, pancreatin, carboxypeptidase A, epoxidase dan lactonohydrolase (Schatzmayr et al. 2006; EFSA 2009; Hartinger & Moll 2011).

### Bahan pengikat mikotoksin

Pengendalian mikotoksin juga dapat dilakukan dengan penggunaan bahan pengikat mikotoksin dalam pakan yang dapat mengurangi jumlah mikotoksin yang masuk ke dalam tubuh hewan (EFSA 2009).

## BAHAN PENGIKAT MIKOTOKSIN DAN MEKANISME KERJANYA

Salah satu strategi untuk menurunkan masuknya mikotoksin ke dalam tubuh hewan adalah dengan menggunakan bahan pengikat mikotoksin. Bahan pengikat mikotoksin merupakan suatu senyawa dengan berat molekul besar yang bersifat seperti *chemical sponge* yang dapat mengikat mikotoksin di dalam saluran pencernaan hewan dan selanjutnya dikeluarkan lewat feses. Bahan tersebut juga dapat menurunkan kontaminasi mikotoksin pada pakan sehingga dapat mengurangi distribusi mikotoksin ke dalam darah dan organ tubuh hewan yang pada akhirnya dapat mencegah atau menurunkan mikotoksikosis pada hewan dan meningkatkan keamanan pangan produk ternak (EFSA 2009; Kolossova et al. 2009; Brezonik & Arnold 2011).

Bahan pengikat mikotoksin biasanya ditambahkan sebagai *feed additive* (imbuhan pakan). Persyaratan regulasi bahan pengikat mikotoksin sebagai imbuhan pakan harus memperhatikan efektivitasnya terhadap mikotoksin dan dibuktikan dengan uji *in vitro* maupun *in vivo*, faktor stabilitas, terbukti aman bagi hewan, manusia dan lingkungan, target spesies, serta tidak menimbulkan residu pada produk ternak (EFSA 2012). Jenis-jenis bahan pengikat mikotoksin yang sering digunakan antara lain:

### Bahan pengikat mikotoksin anorganik

Bahan pengikat mikotoksin anorganik berasal dari bahan-bahan anorganik (Tabel 1). Efektivitas bahan pengikat ini tergantung dari struktur kimianya dan jenis mikotoksin yang akan diserap. Hal lain yang penting untuk diperhatikan adalah struktur fisik dari bahan pengikat mikotoksin, ukuran pori dan permukaan area yang dapat diakses. Selain itu, polaritas, kelarutan, bentuk dan distribusi muatan juga dapat mempengaruhi efikasi. Kapasitas pengikatan yang tinggi dipengaruhi

oleh area permukaan dan afinitas kimia antara bahan pengikat mikotoksin dengan mikotoksin (Devreese et al. 2013).

### Aluminosilikat

Aluminosilikat yang terdapat dalam tanah liat (*clay*) secara komersial sudah digunakan sebagai imbuhan pakan untuk memperbaiki sifat fisik pakan ternak dan sebagai bahan pengikat mikotoksin. Aluminosilikat digunakan lebih dari 2% dalam pakan sebagai agen anti penggumpalan. Penelitian dengan menggunakan aluminosilikat sebagai bahan pengikat mikotoksin paling banyak dilakukan, terutama *Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate* (HSCAS), zeolit (kriptolit) dan aluminosilikat. Grup Aluminosilikat mempunyai dua subkelas yang penting yaitu fillosilikat dan tektosilikat. Fillosilikat memiliki struktur seperti lembaran, silikat (silikon dan oksigen) tetrahedral, sedangkan tektosilikat memiliki struktur kerangka tiga dimensi tetrahedral. Grup aluminosilikat yang termasuk subkelas fillosilikat antara lain bentonit, montmorillonit, smektit, kaolinit dan illit, sedangkan yang termasuk subkelas tektosilikat yaitu zeolit/kriptolit (EFSA 2009; Brezonik & William 2011; Kolosova & Stroka 2011).

Mekanisme kerja subkelas fillosilikat adalah melalui pertukaran kation yang mampu menetralkan muatan *interlayer* dalam fillosilikat terhadap aflatoxin. Kapasitas penukar kation (*Cation Exchange Capacity* atau CEC) merupakan ukuran kapasitas seberapa besar kation yang dapat bertukar yang memiliki perbedaan tipe kation dasar ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{++}$  and  $Ca^{++}$ ) dan mempunyai perbedaan sifat dalam afinitas atau pengikatannya (De Mil et al. 2015).

Bentonit berasal dari abu vulkanik, bersifat non-iritan bagi mata, inhalasi dan kulit sehingga aman digunakan serta dapat menyerap agen karena memiliki lapisan mikrostruktur kristalin dan komposisi variabel. Bentonit ditambahkan dalam pakan sebagai bahan pengikat mikotoksin dengan persentase yang direkomendasikan adalah 0,05-0,3% dari total pakan. Bentonit yang diberikan lebih dari 0,5% dapat menurunkan mineral mangan, berinteraksi dengan *coccidiostat* dan obat yang lain, namun tidak mengikat vitamin. Bentonit terbukti dapat menurunkan aflatoxin dalam susu (EFSA 2009; 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentonit dengan struktur *octahedral cis-vacant* lebih efektif daripada *trans-vacant* dalam menyerap aflatoxin (Vekiru 2015).

*Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate* mengandung ion kalsium dan proton yang telah diteliti sebagai enterosorbent selektif dan dapat mengikat aflatoxin dalam saluran pencernaan hewan, serta menurunkan toksisitas melalui proses bioavailabilitas. Aluminosilikat HSCAS kurang efektif dalam

mencegah efek toksik dari fumonisin, trikotesena dan zeralenon karena bersifat nonpolar (Kolosova & Stroka 2011; Devreese et al. 2013).

Aluminosilikat HSCAS efektif untuk pengikatan aflatoxin dalam pangan dan pakan. Mekanisme pengikatan AFB1 dapat terjadi karena adanya pembentukan kompleks sistem  $\beta$ -carbonyl dari molekul aflatoxin dengan ion aluminium dari HSCAS. Aluminosilikat ini memiliki struktur *interlayer* pipih dimana planar AFB1 dapat terikat. Interaksi ini didasarkan pada muatan negatif dari HSCAS dengan sebagian muatan positif dikarbonil dari AFB1 (Philips 1999; Philips et al. 2008).

Smektit dan senyawa anorganik tidak beracun dapat digunakan untuk mengikat aflatoxin dalam pakan atau pangan yang terkontaminasi dan mencegah toksitas. Smektit dan montmorillonit memiliki luas permukaan 800 m<sup>2</sup>/g. Untuk meningkatkan pengikatan mikotoksin dilakukan modifikasi permukaan dengan mengganti kation anorganik menjadi kation organik. Mekanisme smektit dalam pengikatan AFB1 secara spektroskopi infra merah menunjukkan adanya ikatan hidrogen antara gugus karbonil AFB1 dan air hidrasi dari pertukaran kation dalam smektit. Kekuatan ikatan ini akan dominan pada kondisi yang lembab (Jaynes et al. 2011).

Mekanisme interaksi antara smektit dan aflatoxin dapat terjadi dengan aksesibilitas ruang *interlayer* smektit ke dalam struktur aflatoxin, jenis ikatan utama antara molekul yang teradsorpsi aflatoxin dan smektit, serta dipengaruhi oleh ukuran dan polaritas yang sesuai antara molekul aflatoxin dan kemampuan menyerap dengan skala nanometer dalam *interlayer* dari smektit. Data hasil eksperimen dengan spektroskopi inframerah dan pemodelan molekuler menunjukkan bahwa pentingnya atom karbonil oksigen dalam ikatan antara molekul AFB1 dan smektit. Interaksi umum ion-dipol dan jembatan air diamati dalam adsorpsi molekul aflatoxin. Kation divalen dengan energi hidrasi yang lebih rendah mengakibatkan smektit memiliki afinitas dan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi terhadap aflatoxin (Deng et al. 2014).

Montmorillonit mengandung kalsium yang merupakan kation utama yang dapat berpindah apabila magnesium, potasium dan sodium jumlahnya sangat rendah. Ion kalsium dalam interlamelar berposisi aktif sebagai pengikat AFB1. Penambahan tembaga dalam montmorillonit berpengaruh menambah pengikatan AFB1. Zeolit atau *clinoptilolite* merupakan senyawa alumina silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia mempunyai kemampuan sebagai penyerap (*absorbent*), penukar kation dan sebagai katalis (EFSA 2009; Kolosova & Stroka 2011).

Zeolit/*clinoptilolite* yang merupakan subkelas tektosilikat dapat ditambahkan dalam pakan karena mempunyai keuntungan dalam meningkatkan

penyerapan nutrisi, memiliki efek positif mikroflora dalam usus dan dapat menurunkan efek negatif mikotoksin. Penelitian pada ayam petelur dengan menambahkan 2% zeolit/*clinoptilolite* pada pakan dapat meningkatkan rata-rata berat telur sebesar 64,69 g dibandingkan dengan kontrol sebesar 63,73 g, selain itu jumlah konsumsi pakan per hari juga lebih efisien (114 g/ekor) dibandingkan dengan kontrol (118 g/ekor) (Machacek et al. 2010). Penambahan zeolit 1% dalam pakan ayam pedaging terbukti efektif menurunkan efek aflatoksikosis yaitu meningkatkan berat badan dan mencegah kerusakan hati akibat aflatoksikosis (Miazzo et al. 2000).

### Karbon aktif

Karbon aktif merupakan serbuk berwarna hitam dengan ukuran rata-rata 0,55-0,75 mm, bersifat tidak mudah larut, dibentuk dengan pirolisis beberapa senyawa organik dengan proses aktivasi dan pengembangan struktur yang berpori banyak. Permukaan rasio massa karbon aktif bervariasi dengan kisaran 500-3.500 m<sup>2</sup>/g. Mekanisme kerja karbon aktif yaitu dengan cara penyerapan, filtrasi, pertukaran ion dan oksidasi permukaan. Karbon aktif banyak digunakan dalam pengobatan untuk menyerap toksin pada kasus keracunan dan merupakan antidota universal (Avantaggiato et al. 2003; EFSA 2009; Kolosova & Stroka 2011).

Karbon aktif terbukti dapat menurunkan deoksinivalenol dan nivalenol hingga 51 dan 21% pada usus babi secara *in vitro*, namun karbon aktif kurang efektif dalam menyerap zearalenon. Karbon aktif tidak hanya menyerap mikotoksin tetapi juga nutrisi penting dalam pakan seperti vitamin dan mineral. Mekanisme penyerapan dan proses pengikatan karbon aktif terhadap mikotoksin tergantung dari sumber bahan, permukaan area dan distribusi ukuran pori (Huwig et al. 2001; Avantaggiato et al. 2004).

Penelitian yang dilakukan secara *in vitro* pada *gastro intestinal* babi membuktikan bahwa kombinasi karbon aktif dengan aluminosilikat dapat digunakan untuk menyerap multi mikotoksin. Karbon aktif yang ditambahkan dengan aluminosilikat dapat menyerap 88% aflatoksin B1, 44% zearalenon, 29% fumonisin dan 29% okratoksin. Aflatoksin B1 dan zearalenon lebih besar persentase absorpsinya karena bersifat hidrofobik (Avantaggiato et al. 2007).

Penelitian pada pakan babi dengan menggunakan karbon aktif terbukti mencegah penyerapan deoksinivalenol dalam usus sehingga deoksinivalenol tidak terdeteksi dalam plasma darah babi (Devreese et al. 2014). Karbon aktif yang diproses dengan memperkecil ukuran partikel dan perluasan area permukaan disebut karbon superaktif. Karbon superaktif yang ditambahkan dalam pakan ayam pedaging terbukti

efektif dalam menurunkan toksisitas aflatoksin, namun kurang efektif terhadap trikotesena (Edrington et al. 1997).

### Bahan pengikat mikotoksin organik

Bahan pengikat mikotoksin organik berasal dari bahan-bahan organik seperti mikroba dan tumbuhan, diantaranya adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri asam laktat (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*) (Tabel 1). Mikroba berfungsi sebagai agen biodegradasi atau biotransformasi mikotoksin sehingga menurunkan metabolit toksik. Mikroba tersebut di dalam saluran cerna hewan akan menyerap mikotoksin. Penelitian secara *in vitro* dan *in vivo* telah banyak dilakukan untuk menguji potensi mikroba dalam menurunkan mikotoksin. Salah satu jenis mikroba khamir yang digunakan sebagai bahan pengikat mikotoksin yaitu *S. cerevisiae*. Dinding sel khamir mengandung protein dan karbohidrat (glukosa, manosa, N-asetilglukosamin). Glukan dan manan merupakan glukosa utama yang ditemukan dalam *S. cerevisiae* (EFSA 2009; Kolosova & Stroka 2011).

Di dunia terdapat sekitar 30 produk komersial bahan pengikat mikotoksin yang berbahan dinding sel khamir. Salah satu komponen dinding sel khamir yang berfungsi dalam pengikatan mikotoksin adalah glukan. Selain dalam khamir, glukan dapat ditemukan dalam sereal, alga dan jamur. Glukan yang berasal dari khamir merupakan komponen utama dinding sel (lapisan dalam) dan berasosiasi dengan komponen yang lainnya seperti kitin. Aktivitas glukan dipengaruhi oleh struktur primer, kelarutan, derajat percabangan, berat molekul, serta polimer. Produsen produk dengan bahan yang mengandung glukan dari dinding sel khamir mengklaim bahwa glukan selain meningkatkan pertumbuhan juga dapat mengikat mikotoksin yang telah diteliti secara *in vitro* dan *in vivo* terutama untuk mengikat zearalenon tanpa mengubah nilai gizi (mineral dan vitamin) (Fruhauf 2012).

Penelitian dengan bahan pengikat glukomanan (0,2% dalam pakan) dari dinding sel khamir *S. cerevisiae* terbukti efektif dalam mengatasi aflatoksikosis secara *in vivo* pada indukan ayam pedaging yang dapat meningkatkan efisiensi pakan dan produksi telur dibandingkan dengan menggunakan bahan pengikat bentonit (1%) dan *Spirulina platensis* (0,1%) (Manafi et al. 2012). Pemberian 0,2% polimer dinding sel khamir pada pakan ayam pedaging terbukti dapat menurunkan efek toksisitas deoksinivalenol (Smith et al. 2001). Dinding sel khamir *S. cerevisiae* juga memiliki kapasitas untuk menyerap zearalenon dan mengurangi bioavailabilitas toksin dalam saluran pencernaan. Dinding sel tersebut ditambahkan ke dalam pakan hewan sebagai imbuhan pakan. *Strain* dari

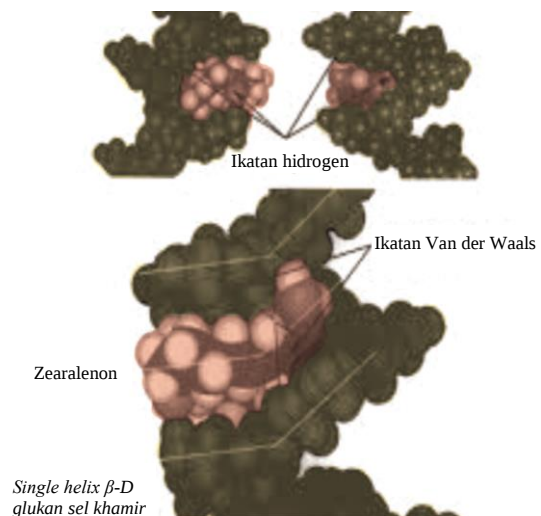
**Tabel 1.** Bahan pengikat mikotoksin yang pernah digunakan

| Jenis bahan pengikat                                                       | Mikotoksin                                          | Sumber                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anorganik:</b>                                                          |                                                     |                                                                                           |
| Bentonit                                                                   | Aflatoksin                                          | Vekiru et al. (2015)                                                                      |
| <i>Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate</i> (HSCAS)                     | Aflatoksin                                          | Phillips (1999); Phillips et al. (2008); Kolosova & Stroka (2011); Devreese et al. (2013) |
| Smektit                                                                    | Aflatoksin                                          | Jaynes & Zartman (2011); Deng et al. (2014)                                               |
| Karbon aktif                                                               | Aflatoksin B1, zearalenon, fumonisin dan okratoksin | Avantaggiato et al. (2007)                                                                |
|                                                                            | Deoksinivalenol dan nivalenol                       | Avantaggiato et al. (2004)                                                                |
|                                                                            | Deoksinivalenol                                     | Devreese et al. (2014)                                                                    |
|                                                                            | Aflatoksin                                          | Edrington et al. (1997)                                                                   |
| Zeolit/clinoptilolite                                                      | Aflatoksin                                          | Miazzo et al. (2000)                                                                      |
| <b>Organik:</b>                                                            |                                                     |                                                                                           |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i>                                            | Zearalenon                                          | Yiannikouris et al. (2004); Jouany et al. (2005); Fruhauf et al. (2012)                   |
|                                                                            | Deoksinivalenol                                     | Smith et al. (2001)                                                                       |
| <i>Lactobacillus acidophilus</i>                                           | Aflatoksin                                          | Attia et al. (2013)                                                                       |
| <i>Lactobacillus rhamnosus</i> dan <i>Propionibacterium freudenreichii</i> | Aflatoksin B1                                       | Gratz et al. (2005)                                                                       |
| <i>Enterococcus faecium</i>                                                | Aflatoksin B1                                       | Topcu et al. (2010)                                                                       |
| <i>Candida parapsilosis</i>                                                | Aflatoksin B1, B2, G1, G2                           | Niknejad et al. (2012)                                                                    |
| <i>Cholestyramin</i>                                                       | Okratoksin, fumonisin dan zearalenon                | Avantaggiato et al. (2003); Solfrizzo et al. (2001a)                                      |

*S. cerevisiae* mempengaruhi pengikatan toksin, karena kandungan glukannya berbeda-beda. Semakin tinggi kandungan  $\beta$ -D glukannya dalam dinding sel maka akan semakin tinggi kemampuan afinitas pengikatan toksin. Jika jumlah kitin semakin banyak dalam dinding sel maka afinitas terhadap toksin semakin besar, karena kitin akan menurunkan fleksibilitas dinding sel yang akan membatasi akses pengikatan zearalenon. Mekanisme pengikatan terjadi karena kesamaan geometri molekuler antara glukannya dengan zearalenon serta interaksi elektrostatis dan hidrofobik struktur tiga dimensi  $\beta$ -D glukannya *single helix* dengan zearalenon (Gambar 1) (Yiannikouris 2004; Jouany 2005).

Penambahan bakteri *L. acidophilus* pada pakan ayam pedaging yang diberi aflatoksin terbukti paling efektif dibandingkan dengan *mannan oligosakarida* dan HSCAS. *L. acidophilus* yang ditambahkan ke dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan hingga 14,7% pada ayam yang diberi aflatoksin, namun kurang efektif dalam memperbaiki morfologi hati, bursa fabrisius dan thymus yang disebabkan oleh efek negatif aflatoksin. *L. acidophilus* juga berfungsi baik dalam pengendalian mikroflora pada saluran pencernaan (Attia et al. 2013). Kombinasi bakteri *L. rhamnosus* dan *P. freudenreichii* terbukti dapat menurunkan AFB1 57-66% pada penelitian secara *in vitro* dan 25% secara

*ex vivo* (Gratz et al. 2005). Penelitian bakteri *E. faecium* terbukti dapat menurunkan aflatoksin B1 hingga 37,5% (Topcu et al. 2010). *C. parapsilosis* yang merupakan salah satu jenis khamir juga dapat menurunkan aflatoksin B1, B2, G1 dan G2 (Niknejad et al. 2012).

**Gambar 1.** Ikatan zearalenon dengan *single helix*  $\beta$ -D glukannya sel khamir

**Sumber:** Diaz (2008) yang dimodifikasi

Polimer sintetik juga merupakan organik bahan pengikat mikotoksin yang meliputi *cholestyramin*, *divinylbenzene-styrene* dan *polyvinylpyrrolidone*. *Cholestyramin* merupakan senyawa anionik yang dapat menyerap senyawa netral atau kationik dengan ikatan nonspesifik. *Cholestyramin* efektif mengikat okratoksin, fumonisin dan zearalenon secara *in vitro*, namun tidak mengabsorpsi nutrisi penting seperti vitamin dan mineral. (Solfrizzo et al. 2001a; Avantaggiato et al 2003).

### **Kombinasi bahan pengikat mikotoksin anorganik dan organik**

Pengujian kombinasi bahan pengikat mikotoksin anorganik dan organik menunjukkan hasil yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan hanya menggunakan salah satu jenis bahan anorganik atau organik bahan pengikat mikotoksin. Bahan pengikat mikotoksin dengan bahan campuran yang terdiri dari 1,5% karbon aktif, 1,5% zeolit dan 0,5% khamir lebih efektif dibandingkan dengan hanya menggunakan karbon aktif dalam penanggulangan aflatoksikosis secara *in vivo* pada ayam pedaging (Khadem et al. 2012).

Penelitian secara *in vitro* menggunakan bentonit, karbon aktif dan *cholestyramine* terbukti cukup baik sebagai pengikat toksin untuk fumonisin (Hartinger & Moll 2011). Penelitian dengan menggabungkan bentonit, *S. platensis* dan glukomanan dari dinding sel khamir *S. cerevisiae* terbukti efektif dalam mengatasi aflatoksikosis pada indukan ayam pedaging yang dapat meningkatkan efisiensi pakan dan produksi telur (Manafi et al. 2012).

Kombinasi sodium bentonit, mannan oligosakarida dan humat/humus terbukti dapat memproteksi efek dari aflatoksikosis (Ghahri et al. 2010). Penelitian secara *in vitro* juga membuktikan bahwa dinding sel khamir yang dikombinasi dengan karbon aktif dengan rasio 75:25 terbukti efektif dalam mengikat zearalenon (Bordini et al. 2014). Kombinasi karbon aktif dan *cholestyramine* sebagai bahan pengikat mikotoksin terhadap zearalenon terbukti efektif sebagai material adsorben, tanpa mempengaruhi penyerapan nutrisi penting seperti vitamin dan mineral (Avantaggiato et al. 2003).

### **PENGUJIAN EFEKTIVITAS BAHAN PENGIKAT MIKOTOKSIN**

#### **Metode *in vitro***

Metode untuk pengujian bahan pengikat mikotoksin dapat dilakukan dari metode *in vitro* yang sederhana hingga metode *in vivo*. Metode *in vitro*

berbasis adsorpsi dengan menggunakan cairan *gastro intestinal*, *buffer* dan sel kultur. Penelitian secara *in vitro* dapat menggunakan dosis tunggal atau dengan beberapa konsentrasi (isoterm). Metode *in vitro* biasanya dilakukan untuk memilih bahan pengikat mikotoksin yang paling potensial yang selanjutnya diuji secara *in vivo* (Kolossova & Stroka 2011). Metode *in vitro* dilakukan melalui mekanisme adsorpsi yang dipengaruhi oleh keasaman (pH). Pada pH rendah, kondisinya sesuai dengan kondisi pada lambung hewan, dengan kelebihan muatan positif karena kehadiran proton asam ( $H^+$ ). Pada pH tinggi sesuai dengan kondisi pada usus besar, kelebihan muatan negatif ( $OH^-$ ). Pengikatan mikotoksin dengan bahan pengikat toksin biasanya dilakukan pada pH 3 sesuai dengan kondisi di dalam lambung, kemudian diinkubasi pada pH yang lebih tinggi atau netral (pH 6,8) sesuai kondisi usus belakang/usus besar. Efikasi pengikatan mikotoksin tergantung pada adsorpsi dan desorpsi (Bindhu & Jin 2010).

Penelitian secara *in vitro* dengan cairan *gastro intestinal* babi menggunakan karbon aktif dan *cholestyramine* sebagai bahan pengikat mikotoksin terhadap toksin zearalenon terbukti efektif sebagai material pengikat tanpa mempengaruhi penyerapan nutrisi penting seperti vitamin dan mineral (Avantaggiato et al. 2003). Sebanyak 14 jenis bahan pengikat diuji terhadap deoksinivalenol dan nivalenol dengan media *buffer* pH 3 dan 8 sebagai skrining tes, lalu dilanjutkan pengujian dengan menggunakan cairan *gastro intestinal* babi (Avantaggiato et al. 2004).

Penelitian dengan menggunakan 18 jenis bahan pengikat mikotoksin secara *in vitro* dapat menurunkan kadar kontaminasi zearalenon, fumonisin dan okratoksin A. Pengujian dilakukan dengan menggunakan model *gastro intestinal* dinamik dari cairan *gastro intestinal* babi yang dikontrol dengan menggunakan komputer (Avantaggiato et al. 2007). Faktor pH berpengaruh terhadap gugus fenolik hidroksil dari zearalenon yang merupakan status ionisasi dari gugus fungsi pengikat mikotoksin. Dalam jangka panjang, pH yang rendah dapat mendegradasi mineral (De Mil 2015).

Penelitian serupa yang telah dilakukan di Indonesia juga menunjukkan hasil cukup efektif. Penelitian dilakukan secara *in vitro* dengan media *Ringer's* yang mengandung cairan *gastro intestinal* dengan bahan pengikat mikotoksin untuk menyerap aflatoksin B<sub>1</sub>, fumonisin B<sub>1</sub>, okratoksin, deoksinivalenol dan zearalenon (Rachmawati 2007; 2001). Penelitian dengan menggunakan 1% zeolit untuk menyerap aflatoksin pada media cairan *Ringer's* terbukti memiliki efektivitas pengikatan hingga >99,4% (Rachmawati 2010). Bahan pengikat mikotoksin jenis bentonit, zeolit dan karbon aktif diuji terhadap aflatoksin dengan menggunakan media cairan

saluran pencernaan (rumen, abomasum dan usus) dengan hasil kapasitas adsorben dipengaruhi oleh pH medium. Adsorbansi tertinggi terjadi dengan menggunakan bentonit pada media cairan rumen (pH 5-7,5) dan pH abomasum (<pH 5) (Sumantri et al. 2012).

### Metode *in vivo*

Kriteria pengikat mikotoksin untuk penelitian *in vivo* meliputi ketersediaan nutrisi yang penting untuk hewan, bukan sebagai *growth promoter*, dapat memperbaiki kondisi organ, mikotoksin diekskresikan melalui feses dan memiliki spektrum luas terhadap berbagai mikotoksin, serta dapat memperbaiki kondisi imun hewan (Kolosova & Stroka 2011).

Penelitian pada ayam pedaging yang diberi pakan mengandung aflatoksin dan *clinoptilolite*, terlihat hasil yang cukup baik secara patologi anatomi dan histopatologi (Ortatli et al. 2005). Penelitian pada ayam pedaging yang diberi pakan mengandung fumonisin dan bahan pengikat mikotoksin jenis bentonit dan zeolit, menunjukkan aktivitas *Aspartate Aminotransferase* (AST) yang bagus dalam sampel darah. Ayam yang terpapar fumonisin memiliki kadar AST yang tinggi dibandingkan dengan ayam yang diberi bahan pengikat mikotoksin, selain itu juga pada hasil pemeriksaan patologi anatomi dan histopatologi menunjukkan penurunan tingkat kerusakan pada hati, dimana yang diberi bentonit lebih protektif dibandingkan dengan zeolit (Olvera et al. 2012).

Karbon aktif sebagai bahan pengikat aflatoksin dan trikotesena pada ayam pedaging menunjukkan hasil *Feed Consumption Rate* (FCR) yang lebih baik. Karbon aktif lebih efektif untuk mengurangi aflatoksin dibandingkan dengan trikotesena. Hal ini dimungkinkan karena efek protektif tergantung pada molekul toksik dari mikotoksin tertentu dan reaksi kimia dalam saluran *gastro intestinal* (Edrington et al. 1997). Penambahan karbon aktif sebanyak 20 mg/g pakan tidak dapat menurunkan toksisitas fumonisin secara *in vivo* pada tikus, walaupun penelitian secara *in vitro* menunjukkan hasil yang bagus dalam pengikatan karbon aktif terhadap fumonisin. Hal ini membuktikan bahwa hasil penelitian secara *in vitro* tidak selalu berkorelasi dengan penelitian secara *in vivo* (Solfrizzo et al. 2001b). Namun demikian, penelitian *in vitro* dapat merupakan pengujian awal (*screening test*) untuk menyeleksi jenis dan mengetahui efektivitas bahan pengikat mikotoksin sebelum dilakukan pengujian *in vivo*, karena proses *in vivo* yang lebih lama serta membutuhkan biaya yang lebih besar (Vekiru 2015).

Penelitian secara *in vivo* di Indonesia juga dilakukan dengan bahan pengikat mikotoksin yang ditambahkan pada pakan sapi perah dapat terbukti meningkatkan kualitas kadar lemak, kadar protein total solid dan kuantitas/produksi susu (Khotimah &

Hartatie 2012). Hasil penelitian yang dilakukan pada ayam pedaging secara *in vivo* menunjukkan bahwa pengikat mikotoksin komersial cukup efektif dalam penanggulangan aflatoksikosis dan dapat meningkatkan titer antibodi terhadap penyakit *Newcastle Disease* (ND). Peningkatan titer antibodi ini berhubungan dengan peningkatan imunitas ayam yang diberi pakan dengan tambahan pengikat mikotoksin, karena efek aflatoksikosis dapat mengakibatkan menurunnya imunitas dalam tubuh (Saepulloh et al. 2011). Bahan pengikat mikotoksin terhadap penurunan residu aflatoksin B1 pada produk ayam pedaging (daging dan hati) terbukti efektif dengan pemberian HSCAS pada pakan ternak (Maryam et al. 2001).

### PEMANFAATAN BAHAN PENGIKAT MIKOTOKSIN PADA PETERNAKAN DI INDONESIA

Pemanfaatan bahan pengikat mikotoksin perlu dilakukan secara berkesinambungan mengingat kondisi iklim di Indonesia yang mendukung pertumbuhan kapang penghasil mikotoksin dan juga banyaknya peternakan di Indonesia, baik ternak unggas maupun ruminansia. Bahan pengikat mikotoksin berpotensi dalam pengendalian kontaminasi mikotoksin, menurunkan kasus mikotoksikosis dan meningkatkan keamanan produk ternak untuk kesehatan manusia.

Beberapa jenis bahan pengikat mikotoksin yang beredar di Indonesia, ada yang berasal dari bahan anorganik, organik atau kombinasi keduanya. Untuk yang berasal dari anorganik harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan yang berasal dari organik, namun untuk bahan organik memiliki efektivitas yang lebih luas terhadap beberapa mikotoksin. Jenis pengikat mikotoksin untuk ayam petelur berbeda dengan ayam pedaging karena masa produksinya lebih lama pada ayam petelur sehingga memerlukan bahan pengikat mikotoksin yang lebih luas spektrumnya (Agrina 2014).

Pengendalian mikotoksin dengan menggunakan bahan pengikat mikotoksin sudah dilakukan di Indonesia. Penelitian secara *in vitro* maupun *in vivo* tentang bahan pengikat mikotoksin juga dilakukan dengan berbagai bahan pengikat mikotoksin (Khotimah & Hartatie 2012; Maryam et al. 2001; Rachmawati 2001; Rachmawati 2007; Rachmawati 2010; Saepulloh et al. 2011; Sumantri, et al. 2012). Menurut Hendra Budi Setiawan (komunikasi pribadi), beberapa perusahaan di Indonesia sudah menyediakan bahan pengikat mikotoksin yang diproduksi sendiri ataupun di impor dari negara lain. Kesadaran peternak unggas sudah semakin meningkat terhadap pengendalian mikotoksin yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan produksi, FCR dan imunitas tubuh hewan yang akan berpengaruh terhadap daya tahan tubuh

terhadap penyakit. Pada peternakan ruminansia (sapi, kambing, domba) dan peternakan lain (babi) penggunaan bahan pengikat mikotoksin belum sebanyak pada peternakan unggas.

Bahan pengikat mikotoksin untuk peternakan sapi juga diperlukan, terutama untuk sapi perah. Sapi perah mengonsumsi rumput dan pakan lain (konsentrat) dengan komposisi berbagai biji-bijian yang rentan terkontaminasi mikotoksin. Mikotoksin dapat menyebabkan masalah pada sapi perah antara lain berupa gangguan reproduksi dan penurunan produksi yang akan berdampak bagi perekonomian peternak. Menurut Widiastuti (2014), residu aflatoxin pada susu sapi dapat terjadi apabila pakan yang dikonsumsi terkontaminasi mikotoksin sehingga diperlukan sosialisasi tentang pemanfaatan dan efektivitas bahan pengikat mikotoksin agar para peternak mengetahui dan semakin sadar terhadap pengendalian mikotoksin dengan bahan pengikat mikotoksin.

## KESIMPULAN

Pengendalian kontaminasi mikotoksin dapat dilakukan dengan berbagai cara dan salah satunya dengan menggunakan bahan pengikat mikotoksin. Bahan pengikat mikotoksin dapat berasal dari bahan anorganik, organik atau kombinasi keduanya. Bahan pengikat mikotoksin yang berasal dari kombinasi bahan anorganik dan organik terbukti lebih efektif dan efisien. Bahan pengikat mikotoksin efektif dan berpotensi dalam pengendalian kontaminasi mikotoksin serta menurunkan kasus mikotoksikosis. Penggunaan bahan pengikat mikotoksin perlu dilakukan untuk meningkatkan kesehatan hewan, menurunkan residu mikotoksin pada produk hewan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas HK. 2005. Aflatoxin and food safety. London (UK): CRC Press.
- Agrina. 2014. Cermat memilih antimikotoksin. Agrina. [Internet]. [disitasi 17 Februari 2016] Tersedia dari: <http://www.agrina-online.com/redesign2.php?rid=7&aid=4843>.
- Allameh A, Safamehr A, Mirhadi SA, Shivazad M, Razzaghi-Abyaneh M, Afshar-Naderi A. 2005. Evaluation of biochemical and production parameters of broiler chicks fed ammonia treated aflatoxin contaminated maize grains. *Anim Feed Sci Technol*. 122:289-301.
- Attia YA, Allakany HF, Abd Al-Hamid AE, Al-Saffar AA, Hassan RA, Mohamed NA. 2013. Capability of different non-nutritive feed additives on improving productive and physiological traits of broiler chicks fed diets with or without aflatoxin during the first 3 weeks of life. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 97:754-772.
- Avantaggiato G, Havenaar R, Visconti A. 2003. Assessing the zearalenone-binding activity of adsorbent materials during passage through a dynamic *in vitro* gastrointestinal model. *Food Chem Toxicol*. 41:1283-1290.
- Avantaggiato G, Havenaar R, Visconti A. 2004. Evaluation of the intestinal absorption of deoxynivalenol and nivalenol by an *in vitro* gastrointestinal model, and the binding efficacy of activated carbon and other adsorbent materials. *Food Chem Toxicol*. 42:817-824.
- Avantaggiato G, Havenaar R, Visconti A. 2007. Assessment of the multi-mycotoxin-binding efficacy of a carbon/aluminosilicate-based product in an *in vitro* gastrointestinal model. *J Agric Food Chem*. 55:4810-4819.
- Bahri S, Maryam R, Widiastuti R. 2005. Cemaran aflatoxin pada bahan pakan dan pakan di beberapa daerah Provinsi Lampung dan Jawa Timur. *JITV*. 10:236-241.
- Bahri S, Maryam R. 2003. Mikotoksin berbahaya dan pengaruhnya terhadap kesehatan hewan dan manusia. *Wartazoa*. 14:129-142.
- Baron S. 1996. Medical microbiology. Texas (US): University of Texas Medical.
- Bindhu L V, Jin KT. 2010. Mycotoxin binders-evaluation of efficiency by the *in vitro* method. *J Int Poult Prod*. 18.
- Boardini JG, Borsato D, Oliveira AS, Ono MA, Zaninelli TH, Hirooka E, Ono E. 2014. *In vitro* Zearalenone adsorption by a mixture of organic and inorganic adsorbents: Application of the box behnken approach. *World mycotoxin J*. 291-299.
- Brezonik PL, Arnold WA. 2011. Water chemistry: An introduction to the chemistry of natural and engineered aquatic systems. New York (US): Oxford University Press.
- De Mil, Devreese M, Baere SD, Ranst EV, Leckhout M, De Backer, Croubels. 2015. Characterization of 27 Mycotoxin binders & the relation with *in vitro* zearalenone adsorption at a single concentration. *J toxins*. 7:21-33.
- Deng Y, Liu L, Velazquez ALB, Szczerba, Dixon JB. 2014. Interaction of aflatoxin B1 with smectites: Inter accessibility, banding mechanisms, and size matching. In: Dixon JB, Velázquez ALB, Deng Y, editors. Aflatoxin control: Safeguarding animal feed with calcium smectite. Wisconsin (US): American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. p. 27-43.
- Devreese M, Antonissen G, De Backer P, Croubels S. 2014. Efficacy of active carbon towards the absorption of deoxynivalenol in pigs. *Toxins (Basel)*. 6:2998-3004.
- Devreese M, De Backer P, Croubels S. 2013. Different methods to counteract mycotoxin production and its

- impact on animal health. Vlaams Diergeneesk Tijdschr. 82:181-189.
- Dharmaputra OS. 2014. Fungi, mycotoxins and their control in Indonesian food and feedstuff. Bogor (Indonesia): Seameo Biotrop.
- Diaz DE. 2008. A review on the use of mycotoxin sequestering agents in agricultural livestock production. Food contaminants. p.125-150.
- Edrington TS, Kubena LF, Harvey RB, Rottinghaus GE. 1997. Influence of a superactivated charcoal on the toxic effects of aflatoxin or T-2 toxin in growing broilers. Poult Sci. 76:1205-1211.
- EFSA. 2009. Review of Mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: Mode of action, efficacy and feed/food safety. European Food Safety Authority [Internet]. [cited 2014 Feb 4]. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/22e.pdf>
- EFSA. 2011. Scientific opinion on the safety and efficacy of bentonite (dioctahedral mont morillonite) as a feed additive for all species. European Food Safety Authority [Internet]. [cited 2016 Feb 19]. Available from: [www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific-output/2007.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific-output/2007.pdf)
- EFSA. 2012. Guidance for the preparation of dossiers for technological additives. European Food Safety Authority [Internet]. [cited 2016 Feb 21]. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/>
- van der Eijk C. 2003. New technologies improve mycotoxin elimination. Feed Mix. 11:8-10.
- Fruhauf S, Schwartz H, Ottner F, Krska R, Vekiru E. 2012. Yeast cell based feed additives: Studies on aflatoxin B<sub>1</sub> and zearalenone. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 29:217-31.
- Ghahri H, Habibia R, Fam MA. 2010. Effect of sodium bentonite, mannan oligosaccharide and humate on performance and serum biochemical parameters during aflatoxicosis in broiler chickens. J Glob Vet. 5:129-134.
- Grenier B, Applegate TJ. 2012. Reducing the impact of aflatoxins in livestock and poultry. ANSC [Internet]. [cited 2014 Feb 4]. Available from: <http://www.ag.purdue.edu/ANSC>
- Gratz S, Mykkanen H, El-Nezami H. 2005. Aflatoxin B<sub>1</sub> binding by a mixture of *Lactobacillus* and *Propionibacterium*: *in vitro* versus *ex vivo*. J Food Protect. 68: 2470-2474.
- Hartinger D, Moll W. 2011. Fumonisin elimination and prospects for detoxification by enzymatic transformation. World Mycotoxin J. 4:271-283.
- Herzallah AM. 2013. Aflatoxin B<sub>1</sub> residues in eggs and flesh of laying hes fe aflatoxin B<sub>1</sub> contaminated diet. Am J Agric Biol Sci. 8:156-161.
- Huwig A, Freimund S, Käppeli O, Dutler H. 2001. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Toxicol Lett. 122:179-188.
- Jaynes WF, Zartman RE. 2011. Aflatoxin toxicity reduction in feed by enhanced binding to surface-modified clay additives. Toxins (Basel). 3:551-565.
- Jouany JP, Yiannikouris, Bertin G. 2005. The chemical bonds between mycotoxins and cell wall component of *Saccaromyces cerevisiae* have been identified. Arch Zootech. 2005:26-50.
- Khadem AA, Sharifi SD, Barati M, Borji M. 2012. Evaluation of the effectiveness of yeast, zeolite and active charcoal as aflatoxin absorbents in broiler diets. Glob Vet. 8:426-432.
- Khotimah K, Hartatie ES. 2012. Pengembangan formulasi konsentrat sapi perah dengan toksin binder untuk peningkatan kuantitas dan kualitas susu. Malang (Indonesia): Universitas Muhammadiyah Malang.
- Kolosova A, Stroka J. 2011. Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: A review. World Mycotoxin J. 4:225-256.
- Kolossova A, Stroka J, Breidbach A, Kroeger K, Ambrosio M, Bouten K, Ulberth F. 2009. Evaluation of the effect mycotoxin binders in animal feed on the analytical performance of standardised methods for the determination of mycotoxin in feed. JRC Eur. 54375:1-46.
- Lattanzio VMT, Solfrizzo M, Powers S, Visconti A. 2007. Simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A and Fusarium toxins in maize by liquid chromatography/tandem mass spectrometry after multitoxin immunoaffinity cleanup. Rapid Commun Mass Spectrom. 21:3253-3261.
- Machacek M, Vecerek V, Mas N, Suchy P, Strakova E, Serman V, Herzig I. 2010. Effect of the feed additive clinoptilolite (zeofeed) on nutrition metabolism and production performance of laying hens. J Acta Vet. 79:29-34.
- Manafi M, Murthy HNN, Pirany N, Swamy HNN. 2012. Comparative study of several mycotoxin binders during aflatoxicosis in body weight, feed consumption, feed efficiency & egg production parameters of broiler breeders. J Global Vet. 8:484-490.
- Maryam R, Nehat H, Firmansyah R, Djuariah S, Miharja. 2001. Efektivitas natrium kalsium aluminosilikat hidrat dalam penurunan residu aflatoksin pada daging dan hati ayam *broiler*. Dalam: Haryanto B, Setiadi B, Sinurat AP, Mathius IW, Situmorang P, Nurhayati, Ashari, Abubakar, Murdiati TB, Hastiono S, et al., penyunting. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 September 2001. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 708-715.
- Maryam R. 2006. Pengendalian terpadu kontaminasi mikotoksin. Wartazoa. 16:21-30.
- Miazzo R, Rosa C a, De Queiroz Carvalho EC, Magnoli C, Chiacchiera SM, Palacio G, Saenz M, Kikot A, Basaldella E, Dalcero A. 2000. Efficacy of synthetic

- zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Poult Sci.* 79:1-6.
- Niknejad F, Zaini F, Faramarzi M, Amini M, Kordbacheh P, Mahmoudi M, Safara M. 2012. *Candida parapsilosis* as a potent biocontrol agent against growth and aflatoxin production by *Aspergillus* species. *Iran J Public Health.* 41:72-80.
- Olvera JEV, Garcia HA, Hernandez AB, Vergara NVP, Moroyoqui FJC. 2012. Evaluation of pathological effects in broilers during fumonisins and clays exposure. *J Mycopathologia.* 174: 247-254.
- Ortatatli M, Oguz H, Hatipoglu F, Karaman M. 2005. Evaluation of pathological changes in broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. *J Res Vet Sci.* 78:61-68.
- Phillips TD, Afriyie-Gyawu E, Williams J, Huebner H, Ankrah N, Ofori-Adjei D, Jolly P, Johnson N, Taylor J, Marroquin-Cardona A, et al. 2008. Reducing human exposure to aflatoxin through the use of clay: A review. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 25:134-145.
- Phillips TD. 1999. Dietary clay in the chemoprevention of aflatoxin-induced disease. *Toxicol Sci.* 52:118-126.
- Rachmawati S. 2001. Efektifitas bahan pengikat mikotoksin (uji *in vitro*). Dalam: Haryanto B, Setiadi B, Sinurat AP, Mathius IW, Situmorang P, Nurhayati, Ashari, Abubakar, Murdiati TB, Hastiono S, et al., Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 September 2001. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 924-929.
- Rachmawati S. 2005. Aflatoksin dalam pakan di Indonesia: Persyaratan kadar dan pengembangan teknik deteksinya. *Wartazoa.* 15:26-37.
- Rachmawati S. 2007. Peningkatan keamanan produk ternak dari kontaminan aflatoksin menggunakan *toxin binder*. Dalam: Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 212-215.
- Rachmawati S. 2010. Efektivitas zeolit komersial sebagai bahan pengikat aflatoksin (uji *in vitro*). Dalam: Prasetyo LH, Natalia L, Iskandar S, Puastuti W, Herawati T, Nurhayati, Anggraeni A, Damayanti R, Dharmayanti NLI, Estuningsih SE, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner Ramah Lingkungan dalam Mendukung Program Swasembada Daging dan Peningkatan Ketahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 3-4 Agustus 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 837-842.
- Saeger SD. 2011. Determining mycotoxins and mycotoxigenic fungi in food and feed. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Saepulloh M, Bahri S, Rahmawati S, Dharmayanti NLP. 2011. Pengaruh *toxin binder* & aflatoxin B1 terhadap respon tanggap kebal *Newcastle disease* pada ayam pedaging. Dalam: Prasetyo LH, Damayanti R, Iskandar S, Herawati T, Priyanto D, Puastuti P, Anggraeni A, Tarigan S, Wardhana AH, Dharmayanti NLP, penyunting. Teknologi Peternakan dan Veteriner untuk Peningkatan Produksi dan Antisipatif terhadap Dampak Perubahan Iklim. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 7-8 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 753-764.
- Schatzmayr G, Zehner F, Taubel M, Schatzmayr D, Klimitsch A, Loibner AP, Binder EM. 2006. Microbiologicals for deactivating mycotoxins. *Mol Nutr Food Res.* 50:543-551.
- Smith T, Macdonald E, Haladi S. 2001. Dietary prevention of mycotoxicosis. *Alltech 17th Annu Feed Ind Symp.* 9:30-32.
- Solfrizzo M, Visconti A, Avantaggiato G, Torres A, Chulze S. 2001a. *In vitro* and *in vivo* studies to asses the effectiveness of cholestyramine as a binding agent to fumonisins. *Mycopathologia.* 151:147-153.
- Solfrizzo M, Carratu MR, Avantaggiato G, Galvano F, Pietri A, Visconti A. 2001b. Ineffectiveness of activated carbon in reducing the alteration of sphingolipid metabolism in rats exposed to fumonisin-contaminated diets. *Food Chem Toxicol.* 39:507-511.
- Sumantri I, Murti TW, Boehm J, Agus A. 2012. Kapasitas dan stabilitas pengikatan beberapa adsorben aflatoksin alami di dalam rumen *in vitro*. *Bul Peternakan.* 36:156-161.
- Topcu A, Bulat T, Wishah R, Boyaci IH. 2010. Detoxification of aflatoxin B1 and patulin by *Enterococcus faecium* strains. *Int J Food Microbiol.* 139:202-205.
- Vekiru E, Fruhauf S, Rodrigues J, Othner F, Krska R, Schatzmayr G, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2015. *In vitro* binding assesment and *in vivo* efficacy of several adsorbents againts aflatoxin B. *World Mycotoxin J.* 8:477-488.
- Widiastuti R, Maryam R, Bahri S. 2006. Aflatoksin M1 pada susu sapi segar Pangalengan dan Bogor, Jawa Barat. In: Mathius IW, Sendow I, Nurhayati, Murdiati TB, Thalib A, Beriajaya, Prasetyo LH, Darmono, Wina E, penyunting. Cakrawala Baru Iptek Menunjang Revitalisasi Peternakan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 5-6 September 2006. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 239-243.
- Widiastuti R. 2014. Residu aflatoksin dan metabolitnya pada berbagai produk pangan asal hewan dan pencegahannya. *Wartazoa.* 24:179-190.
- Yiannikouris A, François J, Poughon L, Dussap CG, Bertin G, Jeminet G, Jouany JP. 2004. Adsorption of Zearalenone by beta-D-glucans in the *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *J Food Prot.* 67:1195-1200.
- Zain ME. 2010. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J Saudi Chem Soc.* 15:129-144.

## PEDOMAN BAGI PENULIS

### KETENTUAN UMUM

Naskah yang dikirim belum pernah diterbitkan dan dalam waktu yang bersamaan tidak disampaikan kepada media publikasi lain. Perlu menandatangani surat pernyataan tentang keaslian naskah dan hak publikasi.

### RUANG LINGKUP

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

### PENGIRIMAN NASKAH

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

### TATA CARA PENULISAN NASKAH

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

Contoh tabel:

**Tabel 1.** Respons kambing terhadap berbagai bentuk fisik pakan komplit

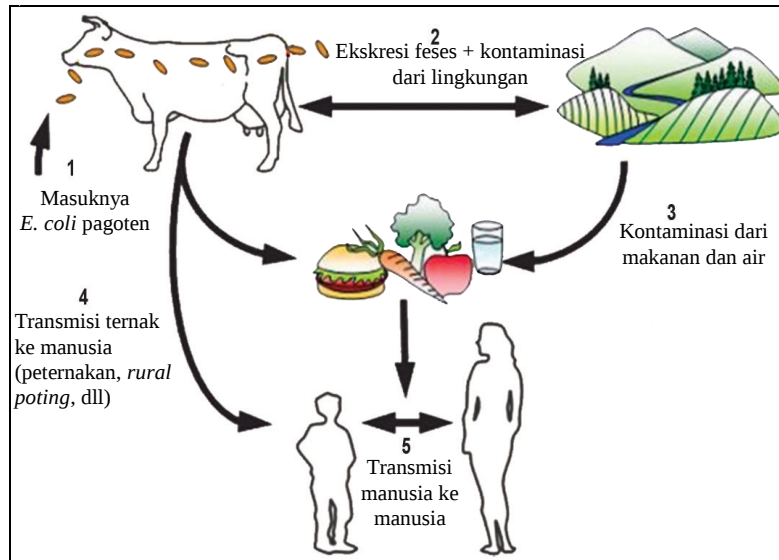
| Bentuk pakan komplit | Genotipe kambing | Umur (bulan) | Konsumsi (% BB) | PBBH (g) | NKR <sup>a)</sup> | Kecernaan (%) | Sumber                     |
|----------------------|------------------|--------------|-----------------|----------|-------------------|---------------|----------------------------|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

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

12. **Gambar dan grafik:**

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

Contoh gambar dan grafik:



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

Sumber: Scieh (2001) yang dimodifikasi

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

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

15. **Penulisan pustaka dalam teks:**

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

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

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

**Buku:**

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

**Jurnal:**

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

**Artikel dalam Buku:**

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

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

**Internet:**

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

**Prosiding:**

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

**Skripsi/Tesis/Disertasi:**

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

**Laporan:**

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

**Jurnal elektronik:**

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

Registered in:

