

Pemanfaatan Insekta sebagai Bahan Pakan dalam Ransum Ayam Pedaging

(The Utilization of Insects as Feedstuff in Broiler Diet)

Cecep Hidayat

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16720 Indonesia
hidayat_c2p@yahoo.com

(Diterima 7 September 2018 – Direvisi 15 November 2018 – Disetujui 23 November 2018)

ABSTRACT

Insect meal is an unconventional feedstuff and is expected to be an alternative protein source in broiler diet in the future, as an impact of high price and a limited supply of a fish meal. The objective of this paper is to describe the potency of insects as a feedstuff in broiler diet. Some types of insects, i.e., bees, flies, crickets, grasshoppers, termites, ants, and cockroaches have the potential to be a feedstuff protein source. Several studies reported that insect has high protein content (10.3-76.2%). The use of insects as feedstuffs in broiler diet is constrained by several limiting factors, i.e. the presence of chitin, high crude fat content, and the presence of contaminants. Processing insects before being used as feedstuffs is necessary. Separation of chitin and crude fat content are highly recommended before using insect as protein source feedstuff in broiler diet. The use of insects in a broiler diet ranges from 4 to 29.65% depending on the type of insect, life phase of insect and the type of processing. Research and development to increase insect utilization in broiler diet are still needed.

Key words: Broiler, insect, diet

ABSTRAK

Tepung insekta adalah bahan baku tidak konvensional dan diharapkan menjadi sumber protein alternatif dalam ransum ayam pedaging di masa depan, seiring dengan semakin meningkatnya harga tepung ikan. Tujuan penulisan makalah ini untuk menguraikan potensi penggunaan insekta sebagai bahan pakan dalam ransum ayam pedaging. Beberapa jenis insekta antara lain lebah, lalat, jangkrik, belalang, rayap, semut dan kecoa berpotensi sebagai sumber protein karena mengandung kadar protein yang tinggi (10,3-76,2%). Penggunaan insekta sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging terkendala oleh beberapa faktor pembatas, yaitu terdapatnya kitin, kandungan lemak kasar yang tinggi dan adanya kontaminan berbahaya. Pengolahan insekta sebelum dimanfaatkan sebagai bahan pakan sangat diperlukan. Pemisahan kitin dan penurunan kadar lemak kasar insekta direkomendasikan, sebelum insekta digunakan sebagai bahan pakan untuk ternak ayam pedaging. Penggunaan insekta dalam ransum ayam pedaging berkisar 4 hingga 29,65% tergantung jenis, fase hidup insekta dan pengolahannya. Penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan penggunaan tepung insekta dalam ransum ayam pedaging masih perlu dilakukan.

Kata kunci: Ayam pedaging, insekta, ransum

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan menjadi syarat utama dalam mendukung keberhasilan pembangunan peternakan. Pembangunan peternakan di Indonesia sebagai upaya pemenuhan kebutuhan protein hewani akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Atas dasar tersebut, maka menjadi suatu keniscayaan bahwa dukungan ketersediaan pakan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap protein hewani, terutama yang berasal dari produk hasil ternak. Hal tersebut berlaku pula pada subsektor peternakan ayam pedaging. Peternakan ayam pedaging menjadi pemasok kebutuhan daging utama nasional. Tingkat produksi daging ayam ras pedaging di Indonesia terus meningkat

setiap tahunnya dan dari tahun 2013 hingga tahun 2016 mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 3,10; 5,43; 17,02% (Ditjen PKH 2017). Sampai saat ini, penggunaan bahan pakan sumber protein hewani dan nabati dalam formulasi ransum ayam pedaging masih didominasi oleh tepung daging dan tulang, tepung ikan, serta bungkil kedelai, meskipun Indonesia masih harus mengimpor dari negara lain.

Secara global, pencarian bahan pakan sumber protein alternatif pengganti tepung ikan dan bungkil kedelai menjadi suatu topik utama dalam penelitian bidang pakan dan nutrisi ternak. Veldkamp & Bosch (2015) menyatakan bahwa insekta banyak dipromosikan sebagai sumber alternatif protein hewani dengan kualitas yang tinggi, efisien dan dapat disediakan secara berkelanjutan. Pemanfaatan insekta

sebagai bahan pakan sumber protein hewani pada ransum ayam pedaging didasari oleh beberapa hal. Pertama, insekta kaya dengan kandungan nutrisi, yaitu protein (Makkar et al. 2014), vitamin, mineral (kalsium), energi dan lemak (van Huis et al. 2013). Kedua, insekta mampu menjadi *bioconverter* limbah organik sekaligus digunakan sebagai substrat atau media tumbuh insekta, sehingga pemanfaatan dan pengembangan insekta sebagai pakan dapat memanfaatkan limbah organik sebagai substrat pembiakan insekta, dimana akan diperoleh dua manfaat sekaligus, kebersihan lingkungan dan produksi insekta, yang dapat digunakan sebagai bahan pakan (Mutafela 2015). Ketiga, pada pemeliharaan ayam secara ekstensif, secara alami ternak ayam sudah terbiasa mengonsumsi insekta pada berbagai siklus hidup insekta dari alam bebas (Bovera et al. 2015). Keempat, produksi protein hewani dari insekta terbilang murah, karena cepat tumbuh dan mudah bereproduksi, serta memiliki efisiensi penggunaan pakan/substrat yang tinggi (Jayaprakash et al. 2016). Kelima, akan selalu ada kebutuhan bahan pakan sumber protein hewani di dalam ransum ayam pedaging, karena komposisi asam amino dari protein hewani lebih baik dibandingkan dengan bahan pakan sumber protein nabati, khususnya dalam hal kandungan asam amino esensial yang mengandung sulfur. Hal inilah yang menyebabkan bahan pakan sumber protein hewani, seperti tepung ikan, selalu digunakan dalam ransum ayam pedaging. Akan tetapi, karena tepung ikan telah menjadi sumber daya yang sangat terbatas, yang tercermin dari terus meningkatnya harga tepung ikan di pasaran, menyebabkan sumber protein hewani lain sangat dibutuhkan untuk menjaga agar produksi ayam pedaging tetap optimal di masa depan. Untuk membahas potensi penggunaan insekta sebagai bahan pakan dalam ransum ayam pedaging, maka makalah ini disusun, sehingga diharapkan dapat memaksimalkan kelebihan dan menangani kekurangan insekta, ketika digunakan sebagai komponen bahan pakan dalam menyusun ransum ayam pedaging. Selain itu, sebagai upaya dalam mendukung pengembangan insekta sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging di masa yang akan datang.

JENIS-JENIS INSEKTA YANG POTENSIAL UNTUK DIGUNAKAN SEBAGAI BAHAN PAKAN

Footitt & Adler (2009) mengatakan bahwa sekitar 20% saja dari 80 juta jenis insekta yang ada di dunia, yang sudah diidentifikasi dan diberi nama. Hossain & Blair (2007) menjelaskan bahwa untuk mengembangkan jenis insekta sebagai bahan pakan sumber protein, maka yang perlu diperhatikan adalah, pertama, jenis insekta tersebut harus memiliki siklus

reproduksi yang pendek, sehingga dapat diperoleh produksi insekta yang besar dalam jangka waktu yang pendek. Kedua, jenis insekta yang dipilih harus memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama protein dan asam amino mengandung sulfur. Sebagaimana tepung ikan, keunggulan dari bahan pakan sumber protein hewani dibandingkan dengan bahan pakan sumber protein nabati adalah ketersediaan asam amino mengandung sulfur. Ketiga, jenis insekta tersebut juga harus mudah dibudidayakan secara intensif, sehingga memungkinkan untuk diproduksi secara berkelanjutan. Keempat, jenis insekta yang dipilih tidak menimbulkan efek alergi atau keracunan pada ternak inang.

Beberapa peneliti (Bosch et al. 2014; van Huis et al. 2013; Veldkamp et al. 2012) telah melaporkan bahwa terdapat beberapa jenis insekta yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pakan sumber protein, yaitu lebah (*Anthophila*), tawon (*Apocrita*), lalat tentara hitam (*black soldier fly*/BSF, *Hermetia illuscens*), lalat (*Musca domestica*, *Calliphora vicina*), jangkrik (*Acheta domestica*, *Anabrus simplex*, *Acheta domestica*, *Gryllus bimaculatus*), ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*), belalang (*Ruspolia differens*, *Ruspolia nitidula*, *Acanthacris ruficornis ruficornis*), kecoa (*Blatta orientalis*, *Periplaneta americana*), rayap (*Kaloterms flavicollis*, *Macrotermes subhyalinus*), kutu (*Pediculus humanus capitis*), tonggeret (*Cicadidae*), ulat (*Bombyx mori*, *Samia cynthia ricini*), semut dan kumbang (*Alphitobius diaperinus*, *Tribolium castaneum*).

KANDUNGAN NUTRIEN INSEKTA

Insekta dilaporkan kaya dengan kandungan nutrisi, baik makronutrien (protein dan energi) maupun mikronutrien (vitamin dan mineral) (Bovera et al. 2015). Józefiak et al. (2016) melaporkan bahwa kandungan nutrisi yang terkandung pada insekta sangat tergantung kepada kandungan nutrisi substrat atau media tumbuh yang digunakan dalam membudidayakan insekta tersebut, *species*, manajemen budidaya dan fase siklus hidup (Jintasataporn 2012). Insekta dalam siklus hidupnya mengalami metamorfosis (perubahan bentuk). Sebagai contoh, insekta jenis BSF memiliki siklus hidup sebagai berikut, larva (18 hari), kemudian fase pupa (14 hari) dan berakhir sebagai spesies dewasa (Wardhana 2016). Beberapa laporan terkait kandungan nutrisi beberapa spesies insekta telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa beberapa insekta sangat potensial untuk dijadikan sebagai bahan pakan sumber protein, karena mengandung protein kasar yang tinggi dan sebanding dengan kualitas gizi dari tepung ikan maupun bungkil kedelai kualitas mutu 1 menurut SNI (BSN 2013). Kandungan protein kasar dari

Tabel 1. Kandungan makronutrien beberapa insekta

Jenis insekta	Spesies	Siklus hidup	Kadar air (% bahan segar)	Protein kasar	Lemak kasar	Serat kasar	Abu	Pustaka
				----- % BK -----				
Lebah	<i>Apis mellifera ligustica</i>	Larva	74,40	35,30	14,50	nd	4,10	Ghosh et al. (2016)
		Pupa	79,30	45,90	16,00	nd	3,80	
		Dewasa	65,60	51,00	6,90	nd	11,50	
Jangkrik	<i>Gryllodes sigillatus</i>	Dewasa	nd	70,00	18,20	3,60	4,70	Zielińska et al. (2015)
	<i>Acheta domesticus</i>	Dewasa		64,40-70,80	18,50-22,80	nd	3,60-5,10	Rumpold & Schluter (2013)
Ulat Hongkong	<i>Tenebrio molitor</i>	Larva	nd	52,40	24,70	1,90	3,60	Zielińska et al. (2015)
	<i>Tenebrio molitor</i>	Dewasa		63,30	7,50	19,90	3,60	Ravzanaadii et al. (2012)
Belalang	<i>Schistocerca gregaria</i>	Dewasa	nd	76,00	12,90	2,50	3,30	Zielińska et al. (2015)
	<i>Ruspolia differens</i>	Dewasa		44,30	46,20	4,90	2,60	Rumpold & Schluter (2013)
<i>Black soldier fly</i>	<i>Hermetia illucens</i>	Prepupa	61,30	41,20	33,60	nd	10,00	Spranghers et al. (2016)
		Larva	74,20	17,50	5,30	23,20	11,50	
Kumbang	<i>Rhynchophorus phoenicis</i>	Larva	nd	10,30-41,70	19,50-69,80	2,80-25,10	2,50-5,70	Rumpold & Schluter (2013)
Kupu-kupu	<i>Bombxy mori</i>	Pupa	nd	48,70-58,00	30,10-35,00	2,00	4,00-8,60	Rumpold & Schluter (2013)
	<i>Cirina forda</i> Westwood	Larva	nd	20,20-74,40	5,30-14,30	1,80-9,40	1,50-11,51	
Lalat	<i>Musca domestica</i>	Larva	nd	60,40	14,10	8,60	10,70	Pieterse & Pretorius (2014)
		Pupa	nd	76,20	14,40	15,70	7,70	
Tepung ikan (mutu 1)*			<10	>66	<11,10	<1,60	nd	BSN (2013)
Bungkil kedelai (mutu 1)*			<12	>52,20	nd	<2,20	<6,80	BSN (2013)

nd: Tidak ada data; BK: Bahan kering; *: Digunakan sebagai pembanding

beberapa insekta yang sudah dilaporkan (Tabel 1) bervariasi antara 10-76% dari bahan kering. Perlu diperhatikan dalam membaca kandungan protein kasar insekta adalah bahwa terdapatnya beberapa senyawa nitrogen non-protein (bukan protein) dalam insekta, yaitu kitin, asam nukleat, fosfolipid dan produk ekskresi seperti amonia,. Atas dasar tersebut, maka nilai kandungan protein kasar insekta perlu dikoreksi dalam perhitungannya pada saat mengkonversi nitrogen terhadap protein. Untuk mengukur kandungan protein kasar yang tepat pada insekta, Lakemond (2017) merekomendasikan perubahan nilai faktor konversi nitrogen terhadap protein yang biasa digunakan dalam pengukuran kadar protein kasar, yaitu 6,25 menjadi 4,76 untuk insekta dalam bentuk larva dan 5,60 untuk insekta dalam bentuk ekstrak protein.

Kandungan lemak kasar beberapa insekta dilaporkan bervariasi antara 5-33% bahan kering. Kandungan lemak kasar insekta bervariasi antar spesies dan siklus hidup (Tabel 1). Amza & Tamiru (2017) mengatakan bahwa kandungan lemak kasar insekta sangat ditentukan oleh tipe media/substrat yang digunakan dalam membudidayakan insekta tersebut. Sebagian besar, lemak yang terdapat dalam tubuh insekta adalah trigliserida, yang disintesis dari karbohidrat, asam lemak atau protein. Konversi karbohidrat yang ada pada substrat/media tumbuh menjadi lemak tubuh insekta disebabkan karena kapasitas lemak untuk sintesis dari karbohidrat lebih tinggi daripada sintesis glikogen, hal inilah yang menyebabkan kandungan lemak insekta lebih tinggi daripada kandungan glikogen (Arrese & Soulages 2010). Paul et al. (2017) melaporkan bahwa kualitas lemak insekta sangat baik, hal ini terlihat dari rasio asam lemak tidak jenuh terhadap asam lemak jenuh (P/S rasio atau *polyunsaturated/saturated ratio*) beberapa insekta, yaitu *Acheta domesticus*, *Chorthippus parallelus*, *Conocephalus discolor* adalah 1,32; 1,80 dan 2,75. Hal ini menunjukkan bahwa asam lemak tidak jenuh pada insekta tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak jenuhnya. Dengan kandungan lemak tinggi, insekta memiliki potensi digunakan dalam ransum ayam pedaging tidak hanya sebagai sumber protein, akan tetapi juga sebagai sumber energi.

Kandungan serat kasar beberapa insekta ada pada kisaran 1,9-25% bahan kering (Tabel 1). Finke (2007) mengatakan bahwa serat kasar pada insekta merepresentasikan kandungan kitin, karena kitin (linear polimer unit b-(1-4) N-acetyl-D-glucosamine) memiliki struktur yang mirip dengan selulosa (polimer linier unit b-(1-4)-D-glucopyranose) dan pada fraksi *acid detergent fiber* (ADF) insekta terbukti mengandung nitrogen. Kitin berfungsi untuk memperkuat struktur dari organisme tersebut. Atas dasar tersebut maka kitin dianggap sebagai bagian dari serat kasar. Kitin tidak

dapat dicerna oleh hewan monogastrik. Keberadaan gugus nitrogen pada kitin, menyebabkan molekul kitin memiliki kemampuan untuk bergabung dengan makromolekul lainnya dan menyebabkan terbentuknya ikatan dengan jenis dan sifat fisikokimia baru. Misalnya, ikatan kovalen antara kitin dan protein yang terbentuk antara N-asetil dari kitin, bereaksi dengan α -asam amino (terutama tirosin) dan protein kutikular, akan membentuk kompleks yang stabil namun mudah terdisosiasi setelah pH berubah (Longvah et al. 2011). Ternak ayam dilaporkan memiliki kitinase dalam saluran pencernaannya, akan tetapi kemampuannya sangat terbatas dalam memanfaatkan kitin (Sanchez-Muros et al. 2014). Atas dasar tersebut, maka direkomendasikan dilakukan proses pemisahan kitin dari insekta ketika insekta akan digunakan sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging.

Kandungan asam amino beberapa insekta dari beberapa laporan ditunjukkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 ditunjukkan pula kandungan asam amino tepung ikan (Sitompul 2004), sebagai pembandingan untuk melihat kandungan asam amino dari beberapa jenis insekta. Kandungan asam amino yang terkandung dalam tubuh insekta ditentukan oleh spesies, siklus hidup dan media tumbuh yang digunakan dalam budidaya insekta. Jenis asam amino esensial yang tinggi pada beberapa jenis insekta yang ditunjukkan pada Tabel 2 adalah arginin, leusin, lisin, treonin, isoleusin dan valin. Tetapi leusin merupakan asam amino esensial yang paling tinggi. Sementara itu, jenis asam amino non-esensial yang tinggi pada beberapa insekta yang tertera pada Tabel 2 adalah asam glutamat, asam aspartat, serin dan alanin. Asam glutamat sebagai asam amino non-esensial yang paling tinggi di semua fase pertumbuhan insekta. Kandungan asam amino esensial dan non-esensial yang tinggi pada insekta tersebut sama dengan yang terkandung pada tepung ikan (INRA-CIRAD-AFZ 2018a) dan bungkil kedelai (INRA-CIRAD-AFZ 2018b).

KECERNAAN ZAT GIZI INSEKTA PADA AYAM PEDAGING

Informasi nilai pencernaan dari jenis-jenis insekta pada ayam pedaging masih sangat terbatas. Beberapa peneliti melaporkan bahwa secara umum insekta mudah dicerna (Bosch et al. 2014; De Marco et al. 2015) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Persentase tingkat pencernaan zat gizi insekta menunjukkan seberapa besar zat gizi yang mampu dimanfaatkan oleh tubuh ayam pedaging dari total zat gizi yang terkandung dalam insekta tersebut. Tingkat pencernaan zat gizi insekta pada ayam pedaging bervariasi dan ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu spesies insekta, siklus hidup dan pengolahan

Tabel 2. Kandungan asam amino beberapa insekta

Asam amino (% protein)	Jenis insekta											Tepung ikan ^{10*}
	Lebah			Jangkrik		Ulat Hongkong		Belalang (<i>S. gregaria</i> , dewasa) ⁶	BSF (<i>H. illucens</i> , prepupa) ⁷	Kumbang (<i>R. phoenic</i> , larva) ⁸	Kupu-kupu (<i>B. mori</i> , pupa) ⁹	
	<i>A. mellifera ligustica</i> ¹			<i>G. sigillatus</i> (dewasa) ²	<i>A. domesticus</i> (dewasa) ³	<i>T. molitor</i> (larva) ⁴	<i>T. molitor</i> (dewasa) ⁵					
	Larva	Pupa	Dewasa									
Esensial												
Metionin	3,30	nd	nd	1,59	2,19	0,96	0,55	0,82	4,74	2,18	3,40	1,80
Valin	4,82	5,23	5,29	4,70	4,84-5,22	3,97	3,37	5,66	5,85	4,10-5,49	4,70-5,22	5,93
Isoleusin	4,53	5,01	4,31	2,66	3,64-4,59	2,14	3,92	2,82	4,17	2,40-7,75	3,40-4,61	4,30
Leusin	7,08	6,97	7,45	5,78	6,67-10,00	4,58	5,17	7,77	6,94	4,70-5,89	6,20-7,06	7,24
Lisin	5,38	6,54	5,10	3,84	5,11-5,37	2,67	2,23	3,51	5,68	4,20-6,39	6,10-7,72	5,12
Treonin	4,53	4,14	4,12	3,68	3,11-3,61	2,61	2,15	3,55	3,98	2,86-2,90	3,90-4,53	4,25
Fenilalanin	0,57	0,44	0,78	2,20	nd	1,61	1,54	1,87	4,13	nd	nd	4,30
Histidin	1,98	2,40	1,96	1,72	2,27-2,34	1,61	1,71	2,06	3,30	1,10	2,70-3,54	1,42
Triptofan	nd	nd	0,02	nd	0,63-0,76	nd	nd	nd	1,63	0,51	1,50-1,90	nd
Arginin	4,53	5,01	4,51	4,66	nd	2,56	2,63	3,98	4,93	nd	nd	6,80
Non-esensial												
Tirosin	4,25	4,36	3,53	3,18	nd	2,88	1,64	3,31	nd	nd	nd	2,89
Asam aspartat	7,37	7,63	6,27	7,28	nd	5,05	3,59	6,61	9,17	nd	nd	8,00
Serin	3,97	4,36	4,51	4,04	nd	2,88	2,20	3,37	4,03	nd	nd	6,80
Asam glutamat	14,16	18,30	11,76	10,66	nd	7,97	5,24	10,75	10,17	nd	nd	12,79
Glisin	3,97	5,45	5,88	4,07	nd	3,18	5,44	4,94	5,49	nd	nd	6,95
Alanin	4,53	6,32	7,61	5,80	nd	4,43	4,79	8,88	6,12	nd	nd	5,66
Sistein	0,85	0,87	1,37	1,11	nd	0,55	0,59	0,36	0,61	nd	nd	1,14

nd: Tidak ada data; *: Digunakan sebagai pembanding; BSF: *Black soldier fly*

Sumber: ¹Ghosh et al. (2016); ¹Jie et al. (2016); ^{2,4,6}Zielińska et al. (2015); ²Hackewitz (2018); ^{3,8,9}Rumpold & Schluter (2013); ^{4,5}Ravzanaadii et al. (2012); ⁷Sprangers et al. (2016); ⁷Al-Qazzaz et al. (2016); ⁸Okunowo et al. (2017); ¹⁰Sitompul (2004)

penghilangan kandungan lemak, serta kandungan kitin (De Marco et al. 2015; Schiavone et al. 2017).

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat pencernaan bahan kering beberapa insekta berkisar pada angka 53-81%. Sementara itu, tingkat pencernaan bahan organik sebesar 66%. Hal tersebut menunjukkan bahwa komponen organik insekta sebagian besar dapat dimanfaatkan oleh tubuh ayam pedaging. Tingkat pencernaan protein kasar beberapa insekta bervariasi antara 51-69%. Variasi pencernaan protein kasar diduga disebabkan karena pertama, adanya komponen nitrogen non-protein dalam insekta yang terukur sebagai protein kasar saat dianalisis di laboratorium, akan tetapi tidak dapat dimanfaatkan oleh tubuh ayam pedaging. Kedua, keberadaan kitin yang mampu membentuk ikatan kompleks dengan protein menyebabkan protein menjadi tidak mampu dicerna dalam saluran pencernaan ayam pedaging. Tingkat pencernaan lemak kasar insekta oleh tubuh ayam pedaging cukup tinggi (88-99%). Tingkat pencernaan yang tinggi akan mengakibatkan nilai energi metabolis insekta juga akan tinggi. Seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Tingkat energi metabolis insekta untuk metode pengukuran *apparent metabolizable energy* (AME) ada pada angka 2758-4151 Kal/kg. Sementara itu, pada metode pengukuran energi metabolis AMEn (pengukuran AME yang dikoreksi dengan retensi nitrogen) ada pada angka 2357-3965 Kal/kg. Nilai energi metabolis insekta berkaitan dengan nilai pencernaan energi kasar insekta. Bovera et al. (2015) mengatakan bahwa kandungan energi metabolis insekta bervariasi sebagaimana kandungan kitin dan lemak di dalamnya.

Persentase pencernaan asam amino beberapa larva insekta (*T. molitor*, *H. illucen* dan *M. domestica*) pada ayam pedaging ditunjukkan pada Tabel 4. Tingkat pencernaan asam amino larva insekta cukup tinggi, terutama untuk asam amino esensial. Persentase pencernaan asam amino metionin bervariasi antara 80-88%, lisin (80-87%), arginin (79-90%), histidin (64-85%), isoleusin (80-83%), leusin (82-84%), fenilalanin (82-91%), treonin (73-80%) dan valin (81-90%). Sementara itu, persentase pencernaan asam amino non-esensial dari ketiga larva insekta bervariasi pada tingkat pencernaan berikut, alanin (85-93%), serin (71-89%), asam glutamat (81-88%), asam aspartat (82-89%), prolin (69-84%), tirosin (83-92%), sistein (44-82%) dan glisin (66-89%). Apabila dibandingkan antara *apparent ileal digestibility* (AID) asam amino (esensial atau non-esensial) insekta dengan tepung ikan atau bungkil kedelai (Tabel 4), terlihat bahwa tingkat pencernaan asam amino insekta tidak kalah apabila dibandingkan dengan tepung ikan dan bungkil kedelai, bahkan secara umum tingkat pencernaan asam amino dari *T. molitor* lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ikan atau bungkil kedelai.

Tabel 3. Persentase pencernaan zat gizi dan nilai energi metabolis beberapa larva insekta pada ayam pedaging dengan menggunakan metode *total tract digestibility*

Kecernaan	<i>T. molitor</i> ¹	<i>H. illucens</i> ²	<i>M. domestica</i> ³
Bahan kering (%)	60	53	81
Bahan organik (%)	66	66	nd
Protein kasar (%)	60	51	69
Lemak kasar (%)	88	99	94
Abu (%)	nd	nd	83
Energi kasar (%)	64	69	nd
Serat kasar (%)	nd	nd	62
AME (Kal/kg)	4027	4151	3398
AMEn (Kal/kg)	3826	3965	nd

AME: *Apparent metabolizable energy*; AMEn: AME dikoreksi atas keseimbangan nitrogen; nd: Tidak ada data

Sumber: ^{1,2}De Marco et al. (2015); ¹Bovera et al. (2015); ²Schiavone et al. (2017); ³Hall et al. (2018)

PENGHAMBAT PENGGUNAAN INSEKTA DALAM RANSUM AYAM PEDAGING

Kandungan nutrisi serta tingkat pencernaan zat gizi insekta masih belum cukup untuk melihat sejauh mana tingkat potensi pemanfaatan insekta dalam ransum ayam pedaging. Hal yang perlu diperhatikan dalam menilai suatu bahan pakan yang masih belum umum digunakan lainnya adalah tingkat keamanan penggunaannya. Yen (2010) mengatakan bahwa tidak semua insekta aman digunakan dalam pakan ternak, dimana dilaporkan bahwa beberapa insekta, dilaporkan dapat menyebabkan reaksi alergi, botulisme (penyakit yang bersifat neuromuscular (melumpuhkan syaraf)), parasit dan keracunan. Nishimune et al. (2000) memberikan contoh, bahwa pupa dari ulat sutera Afrika (*Anaphevenata*) mengandung *thiaminase* dan dapat menyebabkan defisiensi tiamin. Akan tetapi, Schabel (2010) memberikan solusi bahwa risiko negatif terhadap kesehatan ternak yang diakibatkan oleh insekta dapat dikendalikan dengan menggunakan substrat media yang bebas polutan dan menggunakan teknis pemanenan, penanganan pascapanen, serta teknis penyimpanan yang tepat, yang sesuai dengan rekomendasi hasil penelitian. Penggunaan insekta sebagai bahan pakan perlu memperhatikan serta mengendalikan risiko bahaya unsur kimia dan mikrobiologi yang terkandung di dalamnya. Substrat atau media tumbuh insekta dilaporkan mempengaruhi unsur kimia dan mikrobiologi insekta, sebagai akibat transfer dan

Tabel 4. Persentase pencernaan asam amino dari beberapa larva insekta pada ayam pedaging menggunakan metode pengujian *apparent ileal digestibility* (AID)

Kecernaan asam amino (%)	<i>T. molitor</i> ¹	<i>H. illucen</i> ²	<i>M. domestica</i> ³	Tepung ikan ^{4*}	Bungkil kedelai ^{5*}
Esensial					
Arginin	90	79	88	79	88
Histidin	85	64	85	76	80
Isoleusin	82	83	80	81	77
Leusin	82	84	83	83	89
Lisin	85	80	87	84	85
Metionin	80	83	88	83	89
Fenilalanin	91	82	88	81	92
Treonin	80	73	78	76	76
Valin	82	90	81	82	87
Non-esensial					
Alanin	93	92	85	79	83
Serin	89	71	82	74	82
Asam glutamat	88	81	86	80	89
Asam aspartat	89	82	86	75	80
Prolin	84	65	69	nd	nd
Tirosin	83	92	91	77	92
Sistein	84	44	82	57	66
Glisin	89	66	77	71	74

*: Digunakan sebagai pembanding

Sumber: ¹De Marco et al. (2015); ²Schiavone et al. (2017); ³Hall et al. (2018); ³Pieterse & Pretorius (2014); ⁴Ravindran et al. (2005); ⁵De Coca Sinova et al. (2008)

bioakumulasi dari substrat atau senyawa racun yang diproduksi oleh insekta sendiri untuk alat pertahanan diri, serta hadirnya berbagai kontaminan antara lain prion, residu obat hewan dan pestisida, mikotoksin, racun tanaman, logam berat, serta dioksin yang ditimbulkan selama proses budidaya dengan menggunakan media tumbuh yang terkontaminasi (Veldkamp et al. 2012; Belluco et al. 2013; Charlton et al. 2015; Finke et al. 2015).

Pembatas penggunaan insekta dalam ransum ayam pedaging lainnya adalah keberadaan kitin (Ijaiya & Eko 2009). Kitin sebagian besar tidak bisa dicerna dalam saluran pencernaan ayam pedaging dan mengakibatkan tidak tercernanya zat gizi lain, terutama protein, karena kitin mempunyai kemampuan membentuk ikatan kompleks dengan zat gizi lain, terutama protein, sehingga menjadikan protein tidak dapat dicerna dalam saluran pencernaan.

Kandungan lemak kasar insekta yang tinggi diperhitungkan akan membatasi tingkat penggunaan insekta sebagai sumber protein dalam ransum ayam pedaging, sehingga akan menekan jumlah persentase penggunaan insekta dalam formulasi ransum ayam pedaging. Hal ini dikarenakan, umumnya tingkat

kebutuhan ayam pedaging dalam berbagai umur dibatasi kebutuhannya terhadap lemak kasar (maksimum 10%) (Jafarnejad & Sadegh 2011). Beberapa laporan penelitian penggunaan insekta dalam ransum ayam pedaging tanpa dilakukan pemisahan lemak dan kitin menyebabkan tingkat penggunaan tepung insekta dalam ransum ayam pedaging menjadi rendah. Mohammed et al. (2017) menggunakan tepung *black soldier fly* sebesar 4% dalam ransum. Ijaiya & Eko (2009) menggunakan tepung *Anaphe infracta* maksimum 7,33% dalam ransum. Brah et al. (2018) merekomendasikan penggunaan tepung *Ornithocris cavroisi* maksimum 6,5% dalam ransum *starter* dan 5,5% dalam ransum *grower*. Ullah et al. (2017) menggunakan tepung *Bombyx mori* maksimum 8% dalam ransum *finisher*.

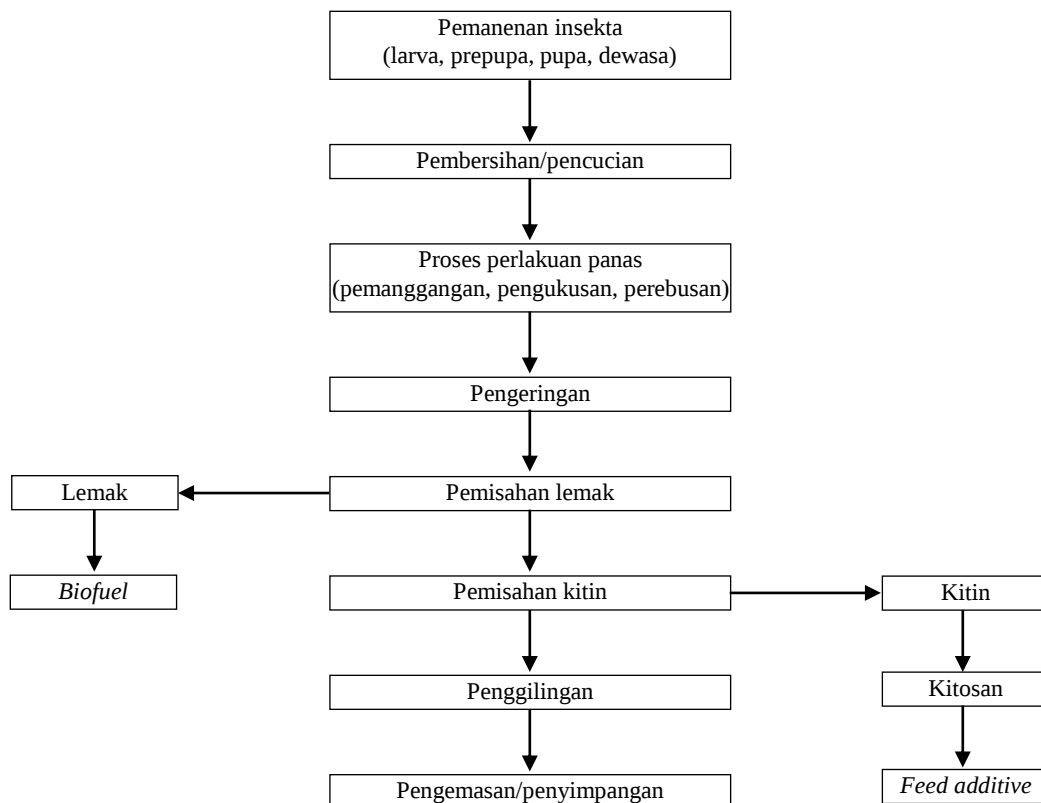
Lemak kasar yang tinggi juga akan merangsang terjadinya oksidasi lemak selama masa penyimpanan pakan yang mengakibatkan pakan menjadi mudah mengalami ketengikan, sehingga menurunkan kualitas gizi dan palatabilitas pakan. Oleh karena itu, untuk menangani hal tersebut, maka direkomendasikan agar insekta sebelum digunakan sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging, perlu

dilakukan penanganan berupa pemisahan kitin dan lemak. Pemisahan kitin dan lemak akan secara langsung meningkatkan kandungan protein kasar dan tingkat pencernaan protein kasar tepung insekta dalam saluran pencernaan ayam pedaging. Schiavone et al. (2017) melaporkan perbandingan kandungan nutrisi tepung *black soldier fly* yang telah dipisahkan kandungan lemaknya dengan menggunakan teknik mekanik (fisik) tanpa menggunakan larutan kimiawi, dengan dua perlakuan pemisahan lemak, yaitu pemisahan lemak tingkat sedang dan tinggi, menghasilkan kandungan nutrisi yang dihitung berdasarkan bahan kering berturut-turut 18,6 vs 4,6% lemak kasar; 55,3 vs 65,5% protein kasar; 24,4 vs 21,2 MJ/kg *gross energy*; 5 vs 6,9% kitin; 90,1 vs 90,7% bahan organik; dan 94,2 vs 98,5% bahan kering.

Tantangan ke depan, penggunaan tepung insekta dalam ransum ayam pedaging lainnya adalah bagaimana menjamin produksi insekta secara konstan dengan harga produksi yang murah, sehingga dapat bersaing dengan bahan pakan sumber protein lainnya (tepung ikan, bungkil kedelai, tepung daging dan tulang). Untuk produksi insekta sebagai bahan pakan sumber protein, maka perlu ditentukan spesies insekta yang paling cocok untuk dikembangkan dalam skala industri (Rumpold & Schluter 2013).

PROSES PENANGANAN INSEKTA UNTUK DIJADIKAN BAHAN PAKAN DALAM RANSUM AYAM PEDAGING

Untuk menekan terjadinya efek negatif yang ditimbulkan dalam penggunaan insekta sebagai bahan pakan dalam ransum ayam pedaging, maka insekta perlu diberi penanganan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam ransum ayam pedaging (Gambar 1). Setelah insekta dipanen, maka penanganan pertama adalah pembersihan dengan pencucian. Hal ini dilakukan sebagai upaya sanitasi untuk mencegah kontaminasi dengan bakteri patogen, logam berat dan pestisida yang mungkin terdapat dalam insekta akibat terbawa dari substrat/media tumbuh yang digunakan, terutama ketika menggunakan substrat dari limbah organik. Langkah penanganan berikutnya adalah pemberian perlakuan panas. Perlakuan panas diperlukan untuk membebaskan insekta dari bakteri patogen seperti *Salmonella* yang mungkin terbawa dari substrat (Fink-Gremmels 2012). Jenis perlakuan panas insekta akan mempengaruhi kandungan protein kasar yang terkandung dalam produk tepung insekta yang dihasilkan. Teknik perlakuan panas bisa dilakukan dengan pemanggangan, pengukusan atau perebusan. Selcuk et al. (2010) menjelaskan bahwa jenis perlakuan



Gambar 1. Proses penanganan insekta untuk dijadikan sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging

Sumber: Ssepuuya et al. (2017) yang dimodifikasi

panas insekta dengan perebusan dapat menyebabkan protein ikut hilang bersama dengan air yang keluar dari bahan, seperti halnya protein yang larut dalam air antara lain protamin, histon, pepeton dan proteosa (Erkan & Ozden 2011). Studi Utami (2018) melaporkan larva insekta jenis ulat Hongkong (*T. molitor* L) dan *black soldier fly* (*H. illucens*) yang diolah dengan cara pengukusan dan perebusan, merekomendasikan bahwa pengolahan yang tepat, dengan memperhatikan kualitas fisik dan kimiawi produk tepung insekta yang dihasilkan adalah dengan pengukusan pada suhu 98°C selama 45 menit.

Insekta selanjutnya dikeringkan, hal ini dilakukan untuk mencegah aktivitas mikroba selama penyimpanan (Grau et al. 2017). Penanganan berikutnya adalah pemisahan lemak (*defatting*) dan kitin. Teknik pemisahan lemak dapat dilakukan dengan metode fisik/mekanik (*pressing*), pengukusan (*steaming*) atau kimiawi menggunakan ekstraksi. Pemisahan lemak dari insekta dapat dilakukan dengan metode mekanik dengan menggunakan alat yang memberikan tekanan kepada insekta yang sudah dibuat mati sebelumnya (proses pematian insekta bisa dilakukan dengan memasukkan kepada *freezer*/alat pendingin atau diberikan perlakuan panas), sehingga menyebabkan terjadinya pengeluaran komponen lemak intraseluler (Kroeckel et al. 2012). Metode *defatting* dengan *pressing* dapat menurunkan kandungan lemak bahan hingga kurang lebih 5% (Harlystiarini 2017). Pemisahan lemak insekta juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode kimiawi, yaitu menggunakan ekstraksi larutan eter atau heksana (Fasakin et al. 2003). Metode *defatting* dengan ekstraksi menggunakan larutan eter atau heksana dapat menurunkan kandungan lemak kasar pada bahan yang diberi perlakuan *defatting* hingga kurang lebih 2% (Harlystiarini 2017). Pemisahan lemak dengan dua metode di atas membutuhkan alat dan biaya yang tidak sedikit. Metode *defatting* lainnya yang sederhana adalah dengan pengukusan. Harlystiarini (2017) melaporkan bahwa metode pengukusan mampu menurunkan kandungan lemak tepung larva insekta jenis *black soldier fly* kurang lebih 10% (37,56 vs 27,36%).

Pemisahan kitin dari insekta dapat dilakukan dengan beberapa teknik, diantaranya adalah dengan ekstraksi menggunakan alkali dan menggunakan enzim yang dapat melepaskan kitin dari ikatan kompleks kitin-protein (enzim kitinase) (Kroeckel et al. 2012; Lin et al. 2012). Kitin yang diperoleh dari insekta dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan kitosan. Kitosan dapat digunakan sebagai *feed additive* pada ransum ayam pedaging yang berfungsi sebagai antimikroba alami.

Penanganan terakhir sebelum digunakan sebagai bahan pakan adalah pengemasan. Pengemasan dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan selama

proses penyimpanan. Proses penyimpanan insekta untuk mencegah terjadinya kerusakan zat gizi akibat proses oksidasi adalah dengan mengemasnya pada kondisi *anaerob*, lalu untuk disimpan dalam jangka panjang, perlu disimpan pada ruangan dengan suhu di bawah 20°C, sehingga akan menekan terjadinya kerusakan akibat aktivitas mikroba di dalamnya.

Pengembangan insekta sebagai sumber bahan pakan mulai banyak dikembangkan di Indonesia. Jenis insekta yang umum dibudidayakan adalah dari jenis ulat Hongkong (*T. molitor* L) dan *black soldier fly* (*H. illucens*). Rachmawati et al. (2010) melaporkan bahwa bobot *H. illucens* yang dibudidayakan pada media bungkil kelapa sawit pada umur 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; dan 24 hari berturut-turut adalah sebagai berikut 10; 60; 100; 120; 140; 160; 170; 180; 180 mg/ekor. Morales-Ramos & Rojas (2015) melaporkan bahwa pertambahan bobot hidup larva *T. molitor* selama 12 minggu untuk setiap gram pakan yang dikonsumsi bervariasi antara 181-227 mg. Fauzi & Sari (2018) melaporkan bahwa budidaya *black soldier fly* yang dilakukan dengan 100 kg bahan baku media tumbuh, dapat menghasilkan larva sebanyak 60-70 kg larva. Pemanenan larva *black soldier fly* dilakukan sebelum umur 37 hari, umur dimana larva akan berubah menjadi lalat. Rachmawati et al. (2010) mengatakan bahwa rata-rata bahan kering larva *black soldier fly* pada berbagai umur adalah 36,28%, sehingga dapat diperhitungkan dari 100 kg bahan baku media tumbuh, dapat menghasilkan larva sebesar 21,8–25,4 kg bahan kering larva. Kandungan lemak kasar pada larva *black soldier fly* dipengaruhi oleh media tumbuh yang digunakan. Kandungan lemak kasar *black soldier fly* yang ditumbuhkan pada media bungkil kelapa sawit adalah 19,8% (Rachmawati et al. 2010). Sementara itu, Liland et al. (2017) melaporkan bahwa kandungan total lemak *black soldier fly* yang ditumbuhkan pada media tumbuh berupa tepung gandum menghasilkan total lemak 33,8%, sedangkan *black soldier fly* yang ditumbuhkan pada media tumbuh kombinasi tepung gandum dengan tanaman alga (50:50) menghasilkan kandungan total lemak *black soldier fly* sebesar 22,2%, *black soldier fly* yang ditumbuhkan pada media tumbuh 100% alga, memiliki kandungan total lemak sebesar 8,1%.

Upaya pemisahan lemak dengan mengacu kepada standar kandungan lemak tepung ikan, yaitu 9,99%, maka besaran lemak kasar yang perlu dikeluarkan dari insekta di atas sekitar 10% (dari 19,8% menjadi 9,99%). Upaya selanjutnya adalah pemisahan kitin. Caligiani et al. (2017) mengatakan bahwa kandungan kitin dalam *black soldier fly* adalah 9%, sehingga ada sekitar 9% dari bobot *black soldier fly*, yaitu berupa kitin yang perlu dipisahkan. Hal ini menunjukkan bahwa apabila dijumlahkan, pemisahan lemak dan kitin akan mengurangi berat produk tepung *black soldier fly* yang dihasilkan sekitar 19% dari berat kering yang

telah dihasilkan. Apabila mengacu kepada data produksi *black soldier fly* yang dilaporkan Rachmawati et al. (2010), maka akan diperoleh hasil perhitungan, bahwa dari 100 kg bahan baku media tumbuh, dapat menghasilkan tepung larva *black soldier fly* yang telah diturunkan kandungan lemak kasar (10%) dan kitin (9%) adalah sekitar 17,1-20,57 kg bahan kering tepung larva *black soldier fly*.

UJI BIOLOGIS PENGGUNAAN INSEKTA DALAM RANSUM AYAM PEDAGING

Beberapa jenis insekta dilaporkan telah digunakan sebagai bahan pakan sumber protein dalam ransum ayam pedaging, seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Penggunaan insekta dalam ransum ayam pedaging, baik itu digunakan sebagai pengganti tepung ikan

Tabel 5. Penggunaan beberapa jenis insekta dalam ransum ayam pedaging dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan

Jenis insekta	Spesies	Penanganan insekta/ keterangan	Perlakuan	Dampak
Lalat	<i>Black soldier fly</i> (BSF, <i>H. illucens</i>) ¹	Larva dipanen, dipanaskan, dikeringkan dan digiling	Menggantikan 33% tepung ikan pada ransum <i>grower</i> (umur 21-49 hari). Tingkat penggunaan BSF 4% dalam ransum	Bobot hidup akhir 2157 vs 2193 (kontrol) g/ekor; efisiensi pakan 0,354 vs 0,352 (kontrol)
	Lalat rumah (<i>M. domestica</i>) ²	Dipanen, dibuat mati dan dikeringkan dengan oven pada suhu 45°C	Menggantikan 0 (kontrol), 40, 50 dan 60% untuk substitusi bungkil kedelai dengan umur pemeliharaan 0-28 hari. Tingkat penggunaan <i>M. domestica</i> dalam ransum 0, 4, 5, 6%.	Meningkatkan bobot hidup akhir 5,5; 6,7; 9,5%. Memperbaiki konversi pakan 7,2; 9,6; 16,3%. Hasil uji organoleptik daging tidak berbeda untuk semua perlakuan
Belalang	<i>O. cavroisi</i> ³		Menggantikan 0, 25, 50, 75, 100% tepung ikan dalam ransum pada umur pemeliharaan 0-49 hari. Tingkat penggunaan <i>O. cavroisi</i> dalam pakan <i>starter</i> adalah 0; 3,25; 6,50; 9,75; 13% dan pakan <i>grower</i> 0; 2,75; 5,5; 8,25; 11%	Menurunkan bobot hidup akhir 10,25; 14,17; 39,89; 19,34%. Meningkatkan FCR 10,73; 8,47; 26,55; 16,38%
Ulat Hongkong	<i>T. molitor</i>	Larva (lemak tidak dikeluarkan) ⁴	Tingkat penggunaan 0, 5, 10, 15%, selama 0-53 hari	Menurunkan bobot hidup akhir 11,69; 6,23; 3,47%. Meningkatkan nilai FCR 17,71; 18,75; 28,13%
		Larva ⁵	Larva menggantikan 100% bungkil kedelai. Pemeliharaan 30-62 hari, tingkat penggunaan <i>T. molitor</i> 29,65% dalam ransum	Meningkatkan 2,97% bobot hidup akhir dan menurunkan FCR 12,35%
Kupu-kupu	<i>B. mori</i> ⁶	Dikeringkan, digiling dan dikeluarkan kitinnya, larva digunakan dalam pakan berbentuk pellet	Mengganti bungkil kedelai dengan persentase 0, 25, 50, 75, 100% dalam ransum. Pemeliharaan umur 22-42 hari. Tingkat penggunaan <i>B. mori</i> 0, 2, 4, 6, 8% dalam ransum	Perbedaan bobot hidup akhir vs kontrol -2,29; -3,15; 2,44; -4,25%. Meningkatkan nilai FCR terhadap kontrol 1,89; 2,83; 0,47; 4,25%
	<i>A. infracta</i> ⁷	Ulat dimasukkan ke dalam air panas, dikeringkan dengan sinar matahari 3-5 hari dan digiling	Mengganti tepung ikan dengan persentase 0, 25, 50, 75, 100% dalam ransum. Umur pemeliharaan 5-9 minggu. Tingkat penggunaan <i>A. infracta</i> 0; 1,74; 3,53; 5,42; 7,33% dalam ransum	Perbedaan bobot hidup akhir dengan kontrol -0,26; -2,73; -2,58; -2,84%. Meningkatkan nilai FCR terhadap kontrol 0,51; 0,51; 0,51; 5,05%

Sumber: ¹Mohammed et al. (2017); ²Khan et al. (2018); ³Brah et al. (2018); ⁴Biasato et al. (2018); ⁵Bovera et al. (2016); ⁶Ullah et al. (2017); ⁷Ijaiya & Eko (2009)

maupun pengganti bungkil kedelai, masih menunjukkan hasil yang berbeda-beda terhadap kinerja pertumbuhan, maupun efisiensi penggunaan pakan. Penggunaan insekta ada yang memberikan hasil yang positif, seperti yang ditunjukkan oleh Mohammed et al. (2017), yang melaporkan bahwa penggunaan *H. illucens* dapat menggantikan 33% tepung ikan dengan tingkat penggunaan *H. illucens* sebesar 4% dalam ransum, memberikan respon kinerja produksi ayam pedaging yang tidak berbeda dengan ketika diberi bahan pakan sumber protein 100% dari tepung ikan dengan tingkat penggunaan tepung ikan sebesar 12% dalam ransum. Khan et al. (2018) juga melaporkan bahwa *M. domestica* dapat menggantikan 60% bungkil kedelai dalam ransum ayam pedaging atau setara dengan tingkat penggunaan *M. domestica* sebesar 6% dalam ransum. Sementara itu, *T. molitor* dilaporkan dapat menggantikan 100% bungkil kedelai dengan tingkat penggunaan *T. molitor* sebesar 29,65% dalam ransum ayam pedaging tanpa mengurangi kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan (Bovera et al. 2016). Sebaliknya, terdapat laporan berbeda, dimana dilaporkan bahwa penggunaan insekta sebagai pengganti tepung ikan atau bungkil kedelai dalam ransum ayam pedaging, mengakibatkan penurunan kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan, seperti yang dilaporkan oleh Brah et al. (2018), yang melaporkan bahwa penggunaan *Ornithacris cavouri* belum dapat menggantikan posisi tepung ikan (25-100%), karena menyebabkan penurunan kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan pada ayam pedaging. Hal tersebut terjadi akibat tidak dilakukannya proses pemisahan kitin. Penggunaan *O. cavouri* yang tidak dipisahkan kitinnya, meningkatkan kandungan kitin dalam ransum (Brah et al. 2018). Kitin tersebut selanjutnya menyebabkan terhambatnya proses pencernaan dan penyerapan zat gizi ransum, terutama protein. Protein merupakan zat gizi utama yang dibutuhkan dalam proses pembentukan jaringan tubuh. Hal yang sama juga ditunjukkan pada penggunaan *T. molitor*, yang juga belum mampu menggantikan peran tepung ikan (Biasato et al. 2018). Ullah et al. (2017) melaporkan bahwa *Bombyx mori* belum mampu menggantikan bungkil kedelai dalam menghasilkan tingkat kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan seperti yang dicapai oleh penggunaan bungkil kedelai. Penggunaan *Anaphe infracta* juga dilaporkan belum mampu menghasilkan kinerja pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan yang dicapai oleh penggunaan tepung ikan (Ijaiya & Eko 2009).

KESIMPULAN

Beberapa jenis insekta berdasarkan kandungan protein (10,3-76,2%) dan tingkat pencernaan zat gizinya, sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pakan sumber protein untuk ransum ayam pedaging. Pemanfaatan insekta dalam ransum ayam pedaging perlu memperhatikan tingginya lemak, keberadaan kitin dan kontaminan. Sebelum digunakan sebagai bahan pakan, insekta perlu diberikan beberapa tahapan penanganan terlebih dahulu. Penggunaan insekta sebagai pengganti tepung ikan dan bungkil kedelai dalam ransum ayam pedaging berkisar 4-29,65%, tergantung jenis, fase insekta dan pengolahannya. Perlu dilakukan penelitian untuk pemanfaatan insekta sebagai bahan pakan sumber protein alternatif dalam ransum ayam pedaging di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qazzaz MFA, Ismail D, Akit H, Idris LH. 2016. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. R Bras Zootec. 45:518-523.
- Amza N, Tamiru M. 2017. Insects as an option to conventional protein sources in animal feed: A review paper. Glob J Sci Front Res D Agric Vet. 17:12.
- Arrese EL, Soulages JL. 2010. Insect fat body: Energy, metabolism, and regulation. Annu Rev Entomol. 55:207-225.
- Belluco S, Losasso M, Alonzi CC, Paoletti MG, Ricci A. 2013. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. Compr Rev Food Sci Food Saf. 12:296-313.
- Biasato I, Gasco L, De Marco M, Renna M, Rotolo L, Dabbou S, Capucchio MT, Biasibetti E, Tarantola M, Sterpone L, et al. 2018. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. Poult Sci. 97:540-548.
- Bosch G, Zhang S, Oonincx DGAB, Hendriks WH. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. J Nut Sci. 3:1-4.
- Bovera F, Loponte R, Marono S, Piccolo G, Parisi G, Iaconisi V, Gaco L, Nizza A. 2016. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. J Anim Sci. 94:639-647.

- Bovera F, Piccolo G, Gasco L, Marono S, Loponte R, Vassalotti G, Mastellone V, Lombardi P, Attia YA, Nizza A. 2015. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor* L) as possible alternative to soybean meal in broiler diets. *Br Poult Sci.* 56:569-575.
- Brah N, Houndonougbo FM, Issa S. 2018. Grasshopper meal (*Ornithacris cavroisi*) in broiler diets in Niger: Bioeconomic performance. *Int J Poult Sci.* 17:126-133.
- BSN. 2013. Standar nasional Indonesia 2013. Jakarta (Indonesia): Badan Standar Nasional.
- Caligiani A, Marseglia A, Leni G, Baldassarre S, Maistrello L, Dossena A, Sforza S. 2017. Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin. *Food Res Int.* 105:812-820.
- Charlton, 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.
- De Coca Sinova A, Valencia DG, Jimenez-Moreno E, Lazaro R, Mateos GG. 2008. Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. *Poult Sci.* 87:2613-2623.
- De Marco M, Martinez S, Hernandez F, Madrid J, Gai F, Rotolo L, Belforti M, Bergero D, Katz H, Dabbou S, et al. 2015. Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Anim Feed Sci Technol.* 209:211-218.
- Ditjen PKH. 2017. Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2017. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Erkan N, Ozden O. 2011. A preliminary study of amino acid and mineral profiles of important and estimable 21 seafood species. *Br Food J.* 4:457-569.
- Fasakin EA, Balogun AM, Ajayi OO. 2003. Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clariid catfish *Clarias gariepinus* fingerlings. *Aquac Res.* 34:733-738.
- Fauzi RUA, Sari ERN. 2018. Analisis usaha budidaya maggot sebagai alternatif pakan lele. *J Teknol Manaj Agroindustri.* 7:39-46.
- Fink-Gremmels J. 2012. Animal feed contamination: Effects on livestock and food safety. 1st ed. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Finke MD. 2007. Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biol.* 26:105-115.
- Finke MD, Rojo S, Roos N, van Huis A, Yen AL. 2015. The European food safety authority scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *J Insects Food Feed.* 1:245-247.
- Footitt RG, Adler PH. 2009. Insect biodiversity: Science and society. New Jersey (US): Wiley-Blackwell.
- Ghosh S, Jung C, Meyer-Rochow VB. 2016. Nutritional value and chemical composition of larvae, pupae, and adults of worker honey bee. *Apis mellifera ligustica* as a sustainable food source. *J Asia-Pacific Entomol.* 19:487-495.
- Grau T, Vilcinskas A, Joop G. 2017. Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Z Naturforsch C.* 72:337-349.
- Hackewitz L V. 2018. The house cricket *Acheta domestica*, a potential source of protein for human consumption. Uppsala (Sweden): Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences. Sveriges lantbruksuniversitet Swedish University of Agricultural Sciences.
- Hall HN, Masey O 'Neill H V, Scholey D, Burton E, Dickinson M, Fitches EC. 2018. Amino acid digestibility of larval meal (*Musca domestica*) for broiler chickens. *Poult Sci.* 97:1290-1297.
- Harlystiarini. 2017. Pemanfaatan tepung larva black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan pada ransum puyuh petelur (*Cortunix cortunix japonica*) [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Hossain M, Blair R. 2007. Chitin utilisation by broilers and its effect on body composition and blood metabolites. *Brit Poult Sci.* 48:33-38.
- Ijaiya AT, Eko EO. 2009. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe infracta*) caterpillar meal on performance, carcass characteristics and haematological parameters of finishing broiler chicken. *Pak J Nut.* 8:850-855.
- INRA-CIRAD-AFZ. 2018a. Fish meal, protein 62%. [internet]. [cited 03 Nov 2018]. Available from: <https://www.feedtables.com/content/fish-meal-rotein-62>.
- INRA-CIRAD-AFZ. 2018b. Soybean meal, protein 46%. [internet]. [cited 03 Nov 2018]. Available from: <https://www.feedtables.com/content/soybean-meal-oil-5-46-protein-oil>.
- Jafarnejad S, Sadegh M. 2011. The effects of different levels of dietary protein, energy and using fat on the performance of broiler chicks at the end of the third weeks. *Asian J Poul Sci.* 5:35-40.
- Jayaprakash G, Sathiyabarathi M, Arokia-Robert M. 2016. Insects-a natural source for poultry nutrition. *Int J Sci Environ Technol.* 5:733-736.
- Jie H, Li PM, Zhao GJ, Feng XL, Zeng DJ, Zhang CL, Lei MY, Yu M, Chen Q. 2016. Amino acid composition of royal jelly harvested at different times after larval transfer. *Genet Mol Res.* 15:1-10.

- Jintasataporn O. 2012. Production performance of broiler chickens fed with silkworm pupa (*Bombyx mori*). J Agric Sci Technol A. 2:505-510.
- Józefiak D, Józefiak A, Kierończyk B, Rawski M, Świątkiewicz S, Długosz J, Engberg RM. 2016. Insects – A natural nutrient source for poultry – A review. Ann Anim Sci. 16:297-313.
- Khan M, Chand N, Khan S, Khan RU, Sultan A. 2018. Utilizing the house fly (*Musca Domestica*) larva as an alternative to soybean meal in broiler ration during the starter phase. Brazilian J Poultry Sci. 20:9-14.
- Kroeckel S, Harjes AGE, Roth I, Katz H, Wuertz S, Susenbeth A, Schulz C. 2012. When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute - Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture. 364-365:345-352.
- Lakemond CMM. 2017. Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. J Agric Food Chem. 65:2275-2278.
- Liland NS, Biancarosa I, Araujo P, Bieman D, Bruckner CG, Waagbo R, Torstensen BE, Lock EJ. 2017. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media. PLoS One. 12:e0183188.
- Lin SM, Mao SH, Guan Y, Lin X, Luo L. 2012. Dietary administration of chitooligosaccharides to enhance growth, innate immune response and disease resistance of *Trachinotus ovatus*. Fish Shellfish Immunol. 32:909-913.
- Longvah T, Mangthya K, Ramulu P. 2011. Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. Food Chem. 128:400-403.
- Makkar HPS, Tran G, Heuze V, Ankers P. 2014. State of the art on use of insects as animal feed. Anim Feed Sci Tech. 197:1-33.
- Mohammed A, Laryea TE, Ganiyu A, Adongo T. 2017. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal on the growth performance of broiler chickens. UDS Int J Dev. 4:35-41.
- Morales-Ramos JA, Rojas MG. 2015. Effect of larval density on food utilization efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). J Econ Entomol. 108:2259-2267.
- Mutafela RN. 2015. High value organic waste treatment via black soldier fly bioconversion. Diva-portal [Internet]. Available from: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:868277/FULLTEXT02>
- Nishimune T, Watanabe Y, Okazaki H, Akai H. 2000. Thiamin is decomposed due to Anaphe spp entomophagy in seasonal ataxia patients in Nigeria. J Nutr. 130:1625-1628.
- Okunowo WO, Olagboye AM, Afolabi LO, Oyedeji AO. 2017. Nutritional value of *Rhynchophorus phoenicis* (F) larvae, an edible insect in Nigeria. African Entomol. 25:156-163.
- Paul A, Frederich CM, Megido RC, Alabi T, Malim P, Uyttenbroeck R, Francis F, Blecker C, Haubruge E, Lognay G, Danthine S. 2017. Insect fatty acids: A comparison of lipids from three *Orthopterans* and *Tenebrio molitor* L. larvae. J Asia Pac Entomol. 20:337-340.
- Pieterse E, Pretorius Q. 2014. Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical and broiler-based biological assays. Anim Prod Sci. 54:347-355.
- 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.
- Ravindran V, Hew LI, Ravindran G, Bryden WL. 2005. Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. Anim Sci. 81:85-97.
- Ravzanaadii N, Kim SH, Choi WH, Hong SJ, Kim NJ. 2012. Nutritional value of mealworm, *Tenebrio molitor* as food source. Int J Indust Entomol. 25:93-98.
- Rumpold BA, Schluter OK. 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innov Food Sci Emerg Technol. 17:1-11.
- Sanchez-Muros MJ, Barroso FG, Manzano-Agugliaro F. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review. J Clean Prod. 65:16-27.
- Schabel HG. 2010. Forest insects as food: A global review. In: Durst PB, Johnson D V, Leslie RL, Shono K, editors. Forest insects as food: Humans bite back. Proceedings of a Workshop on Asia-Pacific Resources and their Potential for Development. Rome (Italy): FAO.
- Schiavone A, De Marco M, Martínez S, Dabbou S, Renna M, Madrid J, Gasco L. 2017. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. J Anim Sci Biotechnol. 8:51.
- Selcuk Z, Tiril SU, Alagil F, Belen V, Salman M. 2010. Effects of dietary L-carnitine and chromium picolinate supplementations on performance and some serum parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquac Int. 18:213-221.
- Sitompul S. 2004. Analisis asam amino dalam tepung ikan dan bungkil kedelai. Buletin Teknik Pertanian. 9:33-37.
- Sprangers T, Ottoboni M, Klootwijk C, Oryn A, Deboosere S, De Meulenaer B, Michiels J, Eeckhout M, De Clercq P, De Smet S. 2016. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae

- reared on different organic waste substrates. J Sci Food Agric. 97:2594-2600.
- Ssepuuya G, Namulawa V, Mbabazi D, Mugerwa S, Fuuna P, Nampijja Z, Ekesi S, Fiaboe KKM, Nakimbugwe D. 2017. Use of insects for fish and poultry compound feed in sub-Saharan Africa – A systematic review. J Insects Food Feed. 1:1-14.
- Ullah R, Khan S, Hafeez A, Asad S, Nazir AK, Naila C, Naseer A. 2017. Silkworm (*Bombyx mori*) meal as alternate protein ingredient in broiler finisher ration. Pak J Zool. 49:1463-1470.
- Utami U. 2018. Evaluasi kualitas ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L) dan maggot (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein hewani dengan pengolahan berbeda [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. 2013. Edible insects: Future prospects for food and feed security [Internet]. Rome (Italy): FAO Forestry. Available from: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>
- Veldkamp T, Bosch G. 2015. Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. Anim Front. 5:45-50.
- Veldkamp T, van Duinkerken G, van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, van Boekel MAJS. 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - A feasibility study [Internet]. Lelystad (Netherlands): Wageningen UR Livestock Research. Available from: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/234247>
- Wardhana AH. 2016. Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. Wartazoa. 26:69-78.
- Yen AL. 2010. Edible insects and other invertebrates in Australia: Future prospects. In: Durst PB, Johnson D V, Leslie RL, Shono K, editors. Forest insects as food: Humans bite back. Proceedings of a Workshop on Asia-Pacific Resources and their Potential for Development. Rome (Italy): FAO.
- Zielińska E, Baraniak B, Karaś M, Rybczyńska K, Jakubczyk A. 2015. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition [Internet]. Amsterdam (Netherlands): Elsevier. Available from: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/selected-species-of-edible-insects-as-a-source-of-nutrient-composition-LxUWE7plqE>