

Meat bone meal sebagai pakan hewan alternatif : sebuah ulasan singkat

Meat bone meal as an alternative animal feed: a brief review

Yanuartono¹, Alfarisa Nururrozi¹, Indarjulianto Soedarmanto^{1*}, Hary Purnamaningsih¹, & Dhasia Ramandani²

¹Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada. Jl. Fauna No.2, Karangmalang, Depok, Sleman. 55281 Yogyakarta. Tel : +62-274-560862, Fax +62-274-560861

²Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

Jl. Yacaranda, Sekip Unit 1, Caturtunggal, Depok, Sleman

*Email: indarjulianto@ugm.ac.id

ABSTRAK

Meat bone meal (MBM) dapat dianggap sebagai limbah pemotongan hewan utama, karena proporsi bahan dan residu terbesar tidak dapat digunakan sebagai bahan pangan manusia sehingga digunakan untuk memproduksi MBM. Meat bone meal tidak hanya lebih murah, tetapi juga sumber protein kasar, mulai dari 35 hingga 55% serta kandungan kalsium dan fosfor yang tinggi, sehingga menjadikannya bahan pakan penting untuk ternak dan hewan kesayangan. Larangan penggunaan MBM sebagai bahan pakan ternak disebabkan oleh munculnya wabah bovine spongiform encephalopathy (BSE) yang disebut juga penyakit sapi gila. Meat bone meal terbukti menjadi vektor yang sangat potensial untuk BSE dan dapat dianggap sebagai penyebab utama penyebaran penyakit tersebut. Tujuan dari ulasan ini adalah untuk memberikan informasi mengenai manfaat dan risiko menggunakan MBM dalam industri peternakan.

Kata kunci: Meat bone meal, Protein kasar, Ternak, Bovine Spongiform Encephalopathy

ABSTRACT

Meat bone meal (MBM) can be considered the main slaughter by-product, because of the greatest proportion of materials and residues that cannot be used in human nutrition and are thus used to produce MBM. Meat and bone meal is not only cheaper, but also a source of crude protein content, ranging from 35 to 55% as well as of calcium and high availability phosphorous, this makes them important feed ingredients for livestock and companion animals. Prohibition of using MBM as animal feed ingredients is caused by the emergence of a common outbreak of bovine spongiform encephalopathy (BSE) called mad cow disease. Meat and bone meal was shown to be a tremendously efficient vector for BSE and can be considered to be the main culprit in the epizootic spread of the disease. The purpose of this review is to provide information regarding the benefits and risks of using MBM in the livestock industry.

Keywords: meat bone meal, crude protein, livestock, bovine spongiform encephalopathy

PENDAHULUAN

Meat Bone Meal (MBM) atau tepung daging dan tulang adalah bahan baku pakan yang terbuat dari hasil limbah pengolahan hewan dan merupakan sumber protein serta

mineral (Chang et al., 2015). Menurut Meeker & Hamilton (2006), limbah pengolahan hewan adalah produk sekunder yang diperoleh selama pembuatan komoditas utama. Sartorelli et al. (2003) menambahkan bahwa meat bone meal dapat dianggap sebagai produk samping yang

utama dalam industri pemotongan hewan ternak karena memiliki proporsi materi dan residu yang paling besar dan tidak dapat digunakan sebagai bahan pangan manusia. Limbah pengolahan hewan yang tidak bernilai tersebut melalui proses pengolahan lanjut diubah menjadi bahan pakan yang bernilai tinggi. Berbagai macam limbah hewan ternak tersebut adalah tulang, darah, kepala, jeroan, kuku, kulit, bulu, dan lemak (Bolarinwa et al., 2012). Menurut Narodslawsky (2003), tingginya permintaan konsumen terhadap daging berkualitas tinggi telah mengakibatkan sekitar 50% dari berat ternak yang dipotong digunakan sebagai bahan MBM. Sifat dari bahan baku serta metode pengolahan yang digunakan dapat mengakibatkan hasil produk MBM sangat bervariasi dalam hal komposisi kimia dan kualitas protein (Ravindran & Bryden, 1999; Eagleson et al., 2018). Meat bone meal dapat berasal dari berbagai limbah pemotongan hewan seperti chicken byproduct meals (CBPM), beef meat and bone meal (BMBM), porcine meat and bone meal (PMBM), turkey (byproduct) meal, Poultry by-product meals (PBMs), lamb meal, fish byproduct dan shrimp by-products (Garcia et al., 2006; Aldrich, 2006; Meeker & Hamilton, 2006; Djunaidi & Hardini 2010; Fernandes et al., 2013; Hernández et al., 2014; Caruso, 2015). Menurut Lovell (1989) kandungan protein MBM berkisar antara 45 -55 %. Selain sebagai sumber protein dan mineral, MBM juga mengandung asam amino lisin tinggi, akan tetapi kandungan methionine dan cystine rendah (Scott et al., 1982). Hendriks et al. (2002) menyatakan bahwa MBM juga merupakan sumber energi dan mineral terutama Ca dan P.

Meat Bone Meal banyak digunakan sebagai bahan pakan dalam industri peternakan ruminansia maupun non ruminansia seperti babi, unggas, hewan kesayangan, akuakultur (Zhu et al., 2004; Eagleson et al., 2018). Larangan penggunaan MBM sebagai bahan pakan ternak disebabkan oleh munculnya wabah bovine spongiform encephalopathy (BSE) yang umum disebut mad cow disease atau penyakit sapi gila. Kivelä et al. (2015) menambahkan bahwa saat digunakan sebagai bahan pakan ruminansia, MBM dicurigai sebagai pembawa prion yang menyebabkan BSE. Di Indonesia, larangan penggunaan MBM tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 482/Kpts/PD.620/8/2006 yang salah satu pasalnya menyatakan bahwa jenis ruminansia dan produknya yang berisiko membawa agen penyakit BSE yang berasal dari negara atau bagian negara (zone) yang terjangkit BSE yang statusnya tidak dapat ditentukan (Undetermined BSE Risk) dan negara atau bagian negara (zone) yang terjangkit BSE yang statusnya dapat dikendalikan (Controlled BSE Risk) dilarang pemasukannya ke dalam Wilayah Negara Republik Indonesia (Anonim, 2006). Keluarnya peraturan tersebut diharapkan dapat melindungi industri peternakan terutama ruminansia dari ancaman berjangkitnya BSE. Sampai saat ini MBM telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan berbagai macam ternak yang ditujukan untuk meningkatkan nilai protein bahan pakan dengan harga yang terjangkau oleh peternak. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengkaji serta memberikan informasi berkaitan dengan manfaat dan risiko penggunaan MBM dalam industri peternakan secara umum.

SUMBER MBM

Saat ini jumlah hewan yang dipotong semakin meningkat seiring dengan peningkatan produksi ternak dan pada akhirnya akan menghasilkan limbah pemotongan hewan dalam jumlah yang besar. Setelah melalui proses yang panjang, limbah pemotongan hewan tersebut diubah menjadi MBM yang dapat digunakan sebagai pakan alternatif untuk ternak sehingga dapat menekan biaya pakan (Caires et al., 2010). Tabel 1 menggambarkan prosentase hasil pemotongan hewan yang dapat dikonsumsi manusia dan yang menjadi limbah untuk diproses lebih lanjut (Alm, 2012).

Tabel 1. Prosentase bagian yang dapat dikonsumsi dan yang menjadi limbah dari berbagai hewan potong (Alm, 2012).

Hewan potong	Konsumsi manusia (%)	Limbah (%)
Ayam	68	32
Babi	62	38
Sapi	54	46
Kambing/domba	52	48

Sebenarnya limbah pemotongan hewan maupun industri peternakan akan menghasilkan berbagai macam produk yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan, contohnya poultry by-product meal (PBM), feather meal (FeM), tepung limbah penetasan telur puyuh, dan blood meal (BM) (Dominy & Ako, 1988; Yang et al., 2004 ; Agbebi et al., 2009; Munguti et al., 2014; Maknun et al., 2015) yang dapat dilihat pada tabel 2. Tabel 2 menyajikan jenis hewan potong dan berbagai bagian limbah yang banyak dimanfaatkan

sebagai bahan pakan sumber protein ternak maupun hewan kesayangan.

Tabel 2. Pemanfaatan limbah pemotongan hewan sebagai pakan hewan

Jenis limbah	Pakan hewan	Pustaka
<i>Blood meal</i>	Layer	Donkoh et al., 2001
<i>Blood meal</i>	broiler	Tabinda et al., 2007
<i>Blood meal</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	Aladetahun & Sogbesan, 2013
<i>Poultry by-product meal</i>	Domba	Klemesrud et al., 1997
<i>Poultry by-product meal</i>	broiler	Hassanabadi et al., 2008
<i>Poultry by-product meal</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Barreto-Curiel et al., 2016
<i>Feather meal</i>	Sapi perah	Leme et al., 1978
<i>Feather meal</i>	Sapi perah	Moss et al., 1995
<i>Feather meal</i>	Broiler	Ajayi & Iyayi, 2015
<i>Porcine meat and bone meal</i>	Domba	Scott et al., 2000
<i>Porcine meat and bone meal</i>		Karakas et al., 2001
<i>Porcine meat and bone meal</i>	Catfish	Lochmann et al., 2012
<i>Meat bone meal</i>	Sapi perah	Brundage & Sweetman, 1963
<i>Meat bone meal</i>	Broiler	Ravindran et al., 2002
<i>Meat bone meal</i>	Babi	Traylor et al., 2005

Meskipun sumber protein hewani dapat diperoleh dari berbagai sumber tersebut, namun MBM merupakan sumber protein hewani yang paling banyak digunakan. Meat bone meal diperoleh dari pemotongan hewan ruminansia seperti sapi, babi, kambing dan

domba (Russ & Meyer-Pittroff 2004; Johnson et al., 2011; Alm, 2012) atau campuran dari semua spesies hewan yang berbeda tergantung pada bahan yang dapat diperoleh (Liu, 2000). Namun demikian, bagian tubuh hewan tidak seluruhnya dapat di jadikan tepung tulang seperti darah, rambut, kuku, tanduk, potongan kulit dan isi perut. Guna menjaga kualitas bahan pakan asal limbah pemotongan hewan, Association of American Feed Control Officials merekomendasikan bahwa rambut, bulu, kuku, tanduk, darah dan limbah yang lain harus berada dalam jumlah yang sangat kecil (Kawauchi et al., 2014).

Bulu unggas terdiri dari protein kompleks berupa keratin yang dapat dipecah dengan metode hidrolisa dan diproses lebih lanjut melalui pemasakan dengan tekanan tinggi sehingga membuatnya lebih mudah dicerna. Tepung bulu/Feather meal (FM) merupakan sumber protein yang relatif murah dan memiliki kandungan total sistein, valin, dan treonin lebih tinggi jika dibandingkan dengan bungkil kedelai (Bielorai et al., 1983). Lebih lanjut, Sarmwatanakul & Bamrongtum (2000) menyatakan bahwa profil asam amino Feather meal mirip dengan tepung ikan. Feather meal telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan dalam industri peternakan sapi (Murphy et al., 1992; Strzetelski et al., 1999), babi (Apple et al., 2003), unggas (Latshaw et al., 1994; Hasni et al., 2014), ikan (Ejere et al., 2014; Absalom et al., 2017).

Menurut Makinde (2006) sebagian besar darah yang berasal dari rumah pemotongan sapi sampai saat ini tidak banyak dimanfaatkan secara efisien dan berdampak pencemaran lingkungan sekitar. Blood meal mengandung

asam amino dari fraksi protein yang ideal, dimana kandungan lisinnya sangat tinggi jika dibandingkan dengan MBM (Batterham, et al., 1986; Gatnau et al., 2001). Sampai saat ini BM telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan dalam industri peternakan sapi (Waltz et al., 1989; Harvey & Spears, 1989), babi (Fitzpatrick & Bayley, 1977), unggas (Makinde & Sonaiya, 2011; Nwogor et al., 2015) dan perikanan (Aladetohun & Sogbesan, 2013). Meat bone meal limbah pemotongan sapi telah umum digunakan dalam industri perunggasan sebagai alternatif sumber protein yang lebih murah menggantikan bungkil kedelai (Pizzolante et al., 2016). Li et al. (2018) menyatakan bahwa MBM asal limbah pemotongan babi (porcine meat and bone meal/PMBM) telah digunakan secara luas di Amerika Serikat sebagai sumber protein dalam pakan catfish. Penggunaan porcine meat and bone meal (PMBM) pada budidaya catfish lebih pada penekanan biaya jika dibandingkan dengan menggunakan sumber protein nabati seperti tepung kedelai.

Sumber protein murah lain adalah poultry by-product meal (PBM) yang berasal dari limbah pemotongan unggas (Yu, 2007). Kandungan protein kasar (57,75) dan asam amino PBM relatif hampir sama dengan tepung ikan fish meal (FM) yaitu sebesar (68,50%) sehingga dapat dijadikan sebagai sumber protein yang bagus untuk berbagai macam ternak maupun ikan (Erturk & Sevgili, 2003; NRC, 2011). Tingginya kandungan protein dengan harga yang murah menjadikan PBM sebagai sumber protein alternatif menggantikan FM yang mahal. Oleh karena itu, limbah pengolahan hewan masih merupakan pilihan yang baik untuk daerah di mana sumber protein lain

mungkin dianggap terlalu mahal atau tidak tersedia sama sekali. Menurut Shariff & Mona (2013), urutan sumber protein alternatif dari yang paling mahal sampai dengan yang termurah adalah turkey by product meal, poultry by product meal, chicken by product meal, meat meal, meat and bone meal, meat meal by-products dan bone meal. Akan tetapi dalam tulisannya mereka tidak mencantumkan fishery by-products dalam urutan tersebut karena kemungkinan harganya mendekati fish meal sehingga dianggap masih terlalu mahal.

NILAI NUTRISI MBM

Meat bone meal merupakan bahan pakan penting untuk hewan ternak, unggas dan dan hewan kesayangan di hampir semua negara. Meat bone meal cocok digunakan sebagai salah satu bahan pakan untuk berbagai jenis hewan ternak serta ikan dan udang karena merupakan sumber protein, asam amino, beberapa macam vitamin dan mineral yang cukup baik. Sejumlah penelitian yang menunjukkan hasil analisa proksimat MBM telah banyak dilakukan. Komposisi nutrisi MBM rata rata gross energy (GE) 4000 kcal/kg, protein 50.4%, lemak 10.0%, abu 29%, Ca, 10.3% dan P 5.1% (Liu, 2000). Nilai nutrisi MBM menurut NRC (1994) dapat dilihat dari susunan komposisi MBM seperti yang tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi nutrisi MBM (NRC, 1994)

Kandungan	Meat Bone Meal
Protein kasar	50.4%
Lemak	10.0%
Kalsium	10.3%
Fosfor	5.1%
TME _N	2666 kcal/kg

Asam amino	
Methionine	0.7%
Cystine	0.7%
Lysine	2.6%
Threonine	1.7%
Isoleucine	1.5%
Valine,	2.4%
Tryptophan	0.3%
Arginine	3.3%
Histidine	1.0%
Leucine	3.3%
Phenylalanine	1.8%
Tyrosine	1.2%
Glycine	6.7
Serine	2.2

Berdasar pada tingkat kandungan protein dalam produk akhir, MBM dapat dibagi menjadi 2 yaitu tepung daging (kandungan protein > 55%) dan MBM (kandungan protein sekitar 40-55%). Sedangkan berdasar pada proporsi antara tulang dengan jaringan lunak yang digunakan dalam proses produksi, hasil akhir produk dibagi menjadi kadar abu rendah (abu <20%) dan kadar abu tinggi (abu > 20%) (Johnston & Coon, 1979; Liu, 2000; Eagleson, 2015). Tingginya kandungan tulang atau kadar abu dalam MBM akan memiliki dampak negatif terhadap kualitas protein karena kandungan kolagen yang tinggi dan buruknya keseimbangan asam amino. Boomgaardt & Baker (1972) menambahkan bahwa kolagen dan gelatin sangat miskin kandungan asam amino esensial. Salah satu kelemahan penggunaan MBM sebagai bahan pakan adalah ketidakseimbangan kandungan asam amino. Meat bone meal defisiensi sejumlah asam amino esensial seperti lisin dan methionin dan triptofan (Watanabe & Pongmaneer, 1991; Nengas et al., 1999; El-Haroun et al., 2016). Wang et al. (1997) dalam penelitiannya menemukan bahwa beberapa

asam amino seperti tryptophan, threonine isoleucine, phenylalanine, tyrosine methionine lysine valine dan histidine dalam MBM sangatlah terbatas jumlahnya. Menurut Shirley & Parsons (2000), komposisi asam amino MBM sangatlah bervariasi tergantung dari sumber bahan baku dan cara pemrosesan. Peningkatan kadar abu dan kolagen dalam MBM dapat mengakibatkan penurunan asam amino esensial dan peningkatan asam amino non-esensial.

Wang & Parsons (1998a) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa dari sejumlah sampel MBM, kandungan rata-rata Ca adalah 39 g/kg dan P 60 g/kg. Sementara itu hasil penelitian Jeng *et al.* (2006) menunjukkan MBM memiliki kandungan N (8%), Ca (10%) dan P (5%), sedangkan pH cenderung asam (6,5). Kualitas protein yang bervariasi dan kandungan Ca dan P yang tinggi merupakan faktor pembatas utama penggunaan MBM dalam ransum hewan. Kandungan lemak MBM bervariasi 8 - 15% dengan rata-rata 10%, variasi prosentase tergantung cara pemrosesan dan tujuan penggunaan secara komersial (NRC, 1994).

Meskipun memiliki nilai nutrisi yang cukup tinggi, akan tetapi penggunaan MBM sebagai bahan pakan hewan memiliki beberapa kendala yang patut dicermati. Kendala tersebut antara lain karena MBM tersusun dari residu daging, organ dalam, tulang, lemak, dan sejumlah kecil rambut serta darah. Susunan bahan yang kompleks tersebut mengakibatkan perbedaan komposisi kimia dan kualitas nutrisi produk MBM karena antar pabrik tidak ada kesepakatan dalam hal keseragaman rasio dari komponen tersebut saat proses produksi (Wang & Parsons 1998b; Liu, 2000). Ashley

(1983) dalam laporannya menyatakan bahwa kandungan protein kasar dan abu MBM yang diproduksi di Inggris dan Eropa sangatlah bervariasi. Kadar protein kasar berkisar antara 31 - 66%, sedangkan kadar abu berkisar antara 12 - 40%. Lebih lanjut Wang & Parsons (1998b) melaporkan bahwa dari 32 sampel MBM yang dianalisa, kandungan protein sangatlah bervariasi antara 40 - 60% dan kandungan abu 20 - 47%. Faktor penting lain yang berpengaruh terhadap nilai nutrisi MBM adalah sumber bahan mentah, yaitu jenis hewan dan kandungan abu. Johnson & Parsons (1997) menemukan bahwa rasio efisiensi protein/ protein efficiency ratio (PER) poultry by-product meals pada umumnya lebih tinggi dari lamb meals, sedangkan rasio efisiensi protein lamb meals lebih tinggi dibandingkan dengan MBM asal sapi atau babi.

MEAT BONE MEAL SEBAGAI BAHAN PAKAN RUMINANSIA

Meat bone meal telah lama digunakan sebagai campuran pakan ternak ruminansia sebagai bahan baku ternak pengganti seperti jagung dan bungkil kedelai. Saat ini berbagai macam teknologi pengolahan pembuatan MBM telah digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisinya, teknologi tersebut antara lain adalah termokimia (Cascarosa *et al.*, 2012), kimia (Valladao *et al.*, 2007), fisika (Chang *et al.*, 2015), biologis (Salminen & Rintala, 2002) dan pemasakan pada temperatur 950 -1100 C (Fanimu, 1991). Brundage & Sweetman (1963) melakukan penelitian dengan menggunakan sapi perah yang diberi pakan tambahan MBM ke

dalam tepung gandum atau barley. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ransum tersebut memiliki palatabilitas yang tinggi dan mampu menekan biaya pakan. Penelitian pada kambing Alpine yang diberi MBM menunjukkan pencernaan NDF, dan retensi P lebih tinggi dibandingkan kontrol MBM yang ditambah urea serta dapat dimanfaatkan secara efisien oleh kambing pada periode laktasi awal (Lu et al., 1990). Grummer et al. (1994) melakukan penelitian pengaruh penambahan MBM (4%) dan BM (0,9%) dari bahan kering ke dalam tepung kedelai pada produksi susu sapi Holstein. Pakan basal yang diberikan pada penelitian tersebut berupa 30% silase alfalfa (30%), silase jagung (18%) dan campuran konsentrat berbasis jagung (52%). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa produksi susu lebih tinggi pada sapi dengan penambahan MBM dan BM tepung kedelai dibandingkan dengan kontrol yang hanya diberi tepung kedelai. Namun demikian, menurut McDonald et al. (2002) MBM lebih cocok untuk non-ruminansia karena membutuhkan pakan berkualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan ruminansia. Pemberian MBM untuk ruminansia harus diberikan secara bertahap karena bahan pakan tersebut memiliki palatabilitas yang rendah. Amaral-Phillips & Hemken (2006) dalam tulisannya menambahkan bahwa karena palatabilitas yang rendah, MBM sebaiknya dicampur dengan bahan pakan yang

lain seperti tepung bijian dan diberikan secara bertahap guna adaptasi selama dua minggu. Selain hal tersebut, mereka juga menyarankan batasan maksimal asupan hingga 1,5-2,5 lbs MBM/sapi/hari dalam campuran ransum total. Lebih lanjut, Bernard (2010) menyatakan bahwa meskipun palatabilitasnya rendah, akan tetapi meat bone meal mengandung protein tak terdegradasi (undegradable protein) dengan konsentrasi tinggi sehingga bermanfaat bagi sapi selama periode laktasi awal dan sapi dengan produksi susu yang tinggi.

Namun sejak adanya kenyataan bahwa bahan pakan MBM asal ruminansia adalah penyebab BSE maka berakibat industri pakan berbahan MBM mengalami kesulitan dalam pemasarannya. Sejumlah penelitian diatas menunjukkan bahwa MBM bermanfaat sebagai sumber protein pada ruminansia dan dapat menekan biaya pakan yang tinggi jika menggunakan bahan sumber protein yang lain seperti biji bijian. Penggunaan MBM terutama berasal dari limbah pemotongan sapi sebagai bahan pakan ternak pada akhirnya terkendala sejumlah larangan di berbagai negara sebagai akibat dari wabah BSE.

MEAT BONE MEAL SEBAGAI BAHAN PAKAN UNGGAS

Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan berpengaruh untuk mendapatkan ayam dengan pertumbuhan yang

cepat dan produksi yang efisien. Selain itu, pakan juga perlu mendapatkan perhatian yang lebih karena 60-70% biaya produksi digunakan untuk pakan. Dengan demikian, diperlukan efisiensi penggunaan pakan ayam yang tinggi guna menekan biaya produksi. Sudah sejak lama MBM digunakan sebagai bahan pakan pada broiler (Kratzer & Davis 1959; Bozkurt et al., 2004a; Muir et al., 2013). Saat ini, meskipun penggunaan MBM untuk bahan pakan ruminansia telah dilarang di berbagai negara, tetapi masih tetap digunakan sebagai bahan pakan sumber protein broiler sebagai pengganti bungkil kedelai yang mahal (Monin, 1998).

Penelitian Johnson & Parsons (1997) menunjukkan bahwa rasio efisiensi protein (PER menurun dari 1,70-1,0 berbanding terbalik dengan kandungan abu MBM yang meningkat dari 2% menjadi 35% dalam dua sampel MBM. Hasil sama juga ditunjukkan penelitian pada pertumbuhan anak ayam yang dilakukan oleh Shirley & Parsons (2001) menunjukkan bahwa kandungan abu yang tinggi pada MBM berdampak negatif pada nilai rasio efisiensi protein (PER). Bozkurt et al. (2004b) melakukan penelitian efek suplementasi (MBM) 2%, 3,5% dan 5,0% pada pakan broiler dari umur 22 sampai 42 hari. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan 2%, 3,5% dan 5,0% tidak berbeda nyata pada parameter pertambahan bobot

badan, konsumsi pakan, FCR dan tingkat kematian. Namun demikian, penambahan 2%, 3,5% dan 5,0% membutuhkan biaya pakan yang paling rendah dibandingkan diet kontrol tanpa penambahan MBM. Varianti et al. (2017) mengkaji pengaruh pemberian pakan dengan sumber protein berbeda terhadap efisiensi penggunaan protein pada 126 ayam lokal persilangan umur 2 - 10 minggu. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ayam yang diberi pakan campuran dengan sumber protein bungkil kedelai, tepung ikan, MBM dan Poultry Meat Meal (PMM) memiliki konsumsi protein yang berbeda nyata lebih tinggi daripada perlakuan pakan yang lain. Hasil tersebut kemungkinan disebabkan karena ayam mendapatkan sumber protein yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain sehingga asam amino yang dikonsumsi semakin lengkap.

Selain MBM, limbah yang digunakan dapat berupa tepung limbah udang yang difermentasi. Tepung limbah udang merupakan sumber protein alternatif yang banyak dijumpai di Indonesia dengan harga yang murah. Penelitian Hilkiyas et al. (2017) menunjukkan bahwa penggunaan tepung limbah udang fermentasi dapat digunakan hingga level 10% karena tidak mengganggu tumbuh kembang dan karakteristik organ reproduksi puyuh petelur. Sumber protein alternatif lain yang dapat digunakan pada

pakan industri unggas adalah tepung darah (BM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung darah pada level 4% memberikan pengaruh terbaik pada pertambahan bobot badan, konversi pakan serta umur pertama kali bertelur pada burung puyuh. Perlakuan penambahan tepung darah sebanyak 4% paling efisien karena asam amino isoleusin, metionin dan arginin pada pakan tidak menyebabkan defisiensi asam amino esensial (Utomo *et al.*, 2014).

Meat Bone Meal sebagai bahan Pakan

Hewan Kesayangan

Pada tahun-tahun terakhir, industri pakan hewan kesayangan semakin berkembang pesat dan limbah pemotongan hewan menjadi bahan pokok pakan buatan karena mengandung protein, lemak dan mineral yang tinggi (Corbin, 1992; Woodgate, 2012). Industri pakan hewan kesayangan sejak lama telah memanfaatkan secara luas berbagai sumber protein termasuk MBM, tepung asal limbah pemotongan unggas, dan tepung kedelai (Fahey, 2004). Formula pakan hewan kesayangan biasanya memiliki kandungan protein 18-26% dan sejumlah besar berasal protein limbah pemotongan hewan. Banyak penelitian pakan hewan difokuskan pada penyediaan nutrisi optimal bagi hewan kesayangan yang meliputi suplementasi sumber protein berkualitas tinggi dan rasio asam amino spesifik dalam pakan (Aldrich, 2006). Limbah

pemotongan hewan yang paling sering digunakan oleh industri pakan hewan kesayangan adalah jeroan unggas, tepung tulang atau daging sapi, turkey (by-product) meal dan tepung ikan (Aldrich, 2006; Murakami *et al.*, 2018).

Limbah utama pengolahan ikan hasil tangkapan berupa kepala, jeroan, kulit, dan tulang masih kurang dimanfaatkan dan sering menimbulkan masalah dalam hal pembuangan serta pencemaran lingkungan. Alih-alih membuangnya, produk samping pengolahan ikan (fishery by-products) sebagai limbah dapat memasok protein tinggi bahan pakan dan bahan untuk meningkatkan palatabilitas pada pakan anjing dan kucing (Regenstein *et al.*, 2003). Dengan demikian, menurut FAO (2011) dan Meeker & Meisinger (2015) penggunaan limbah pemotongan hewan dalam industri pakan hewan kesayangan menyumbang keberlangsungan produksi ternak karena memungkinkan terjadinya proses daur ulang protein hewani dan berperan dalam mengurangi beban polusi lingkungan.

Namun ada kendala yang muncul dalam menggunakan MBM sebagai bahan utama pakan karena variasi yang sangat besar pada komposisi kimia dan kualitas bahan. Setiap produsen akan menggunakan kriteria yang berbeda untuk memilih dan menentukan bahan baku MBM yang akan digunakan sebagai pakan hewan kesayangan. Selain kendala tersebut, kendala

lain yang muncul adalah kondisi pengolahan bahan yang berbeda antar pemasok sehingga mengakibatkan kualitas bahan pakan yang bervariasi. Murray et al., (1998) menambahkan bahwa produk pengolahan limbah samping sapi dan unggas merupakan sumber nutrisi yang dapat dicerna dengan baik untuk anjing. Namun demikian, daya cerna bahan pakan tersebut dapat berfluktuasi karena perbedaan metode produksi dan ketersediaan bahan yang digunakan dalam pembuatannya.

RISIKO PENGGUNAAN MBM SEBAGAI BAHAN PAKAN

Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) telah menjadi perhatian masyarakat di berbagai negara mengingat penyakit ini dapat menular ke manusia akibat mengkonsumsi pangan asal ternak yang terinfeksi. Salah satu penyebab ternak terinfeksi BSE adalah bahan pakan asal MBM terutama asal ternak ruminansia. Penggunaan MBM sebagai bahan pakan hewan mengandung risiko terkontaminasi BSE sehingga perlu dilakukan evaluasi dalam proses produksinya (Karakas et al., 2001; Miller et al., 2004; Johnson et al., 2011). Menurut Davis et al. (1991) dan Smith & Bradley (2003), lebih dari 180.000 ekor sapi di Inggris terserang penyakit BSE sejak tahun 1986, selanjutnya dalam waktu yang singkat telah menyebar ke beberapa negara lainnya seperti Irlandia, Swiss dan Perancis. Kasus

BSE di Inggris dan beberapa negara Eropa lainnya telah menyebabkan kematian sejumlah orang (Deane, 1977; Collinge, 2005).

Hal tersebut telah menimbulkan kekhawatiran karena masa inkubasi dari penyakit ini baru akan terlihat setelah lebih dari 5 tahun (Bahri et al., 2002). Indonesia sampai saat ini tidak memproduksi MBM dan dinyatakan bebas dari penyakit BSE yang masih dikategorikan sebagai penyakit eksotik. Wabah penyakit BSE telah banyak terjadi di Inggris, Belanda dan Perancis yang merupakan negara pemasok ternak maupun produknya serta pakan ternak bagi Indonesia. Meskipun dinyatakan bebas dari penyakit BSE, namun bahan bahan tersebut dikhawatirkan dapat masuk ke wilayah Indonesia bila pengawasan tidak dilakukan secara ketat (Sani dan Indraningsih, 2007). Di Indonesia, larangan penggunaan MBM tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 482/Kpts/PD.620/8/2006. Peraturan Menteri Pertanian tersebut dikeluarkan dalam upaya mencegah masuknya BSE di wilayah Indonesia.

Studi epidemiologi melaporkan bahwa kasus BSE berawal dari temuan sapi terpapar agen scrapie-like yang terdapat dalam pakan ternak MBM dimana pada ruminansia, sapi lebih peka terhadap agen scrapie-like terutama jenis Frisien Holstein (Wilesmith et al., 1991; Bradley & Wilesmith, 1993).

Menurut Johnson *et al.* (2011), MBM sebagai bahan pakan dipercaya bertanggung jawab terhadap penyebaran bovine spongiform encephalopathy (BSE), karena protein prion patogenik dengan ukuran $<20 \mu\text{m}$ dapat berikatan dengan MBM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika prion terikat ke bahan yang diuji, penetrasi penyakit akan meningkat jika dibandingkan dengan prion yang tidak terikat. Salah satu cara paling efektif mengurangi risiko penularan BSE adalah larangan total atas penggunaan protein hewani dalam pakan ternak dengan beberapa pengecualian misalnya penggunaan tepung ikan di non-ruminansia (EFSA, 2007). Saat ini, epidemi BSE telah menurun secara drastis dan hampir menghilang dan muncul tekanan dari berbagai pihak untuk mengendurkan langkah-langkah pengendalian risiko termasuk larangan total penggunaan MBM (European Commission – Directorate General for Health & Consumers, 2010).

Meat bone meal asal berbagai hewan jika digunakan sebagai bahan pakan ternak pada umumnya terkontaminasi oleh *Salmonella* spp dan beberapa diantaranya dapat menimbulkan kasus klinis (Knox *et al.*, 1963; Bensink, 1979; Leiva *et al.*, 2018). Namun menurut Davies & Funk (1999) meskipun lebih dari 2.200 serotipe *Salmonella* yang berbeda telah berhasil diidentifikasi, hanya beberapa di antaranya yang

menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan. Hampir semua serotipe *Salmonella* yang telah diidentifikasi dalam protein hewani tidak berbahaya dan tidak menyebabkan penyakit.

Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh proses pembuatannya, dimana protein hewani yang dikeringkan tidak memberikan lingkungan sesuai bagi *Salmonella* untuk berkembang, terutama karena rendahnya kandungan air dalam proses tersebut.

Penelitian Sartorelli *et al.* (2003) menemukan adanya kontaminasi *Salmonella* spp pada MBM yang mencapai 90% dari jumlah sampel. Kontaminasi tersebut diduga berasal dari karkas, bulu atau usus yang diperoleh selama proses pemotongan. Suwito (2010) telah melakukan penelitian pada 38 sampel bahan pakan yang terdiri dari 15 sampel tepung ikan dan 13 sampel tepung tulang pada peternakan ayam di Sukabumi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan pakan tersebut telah terkontaminasi *Salmonella weltevreden* dan *E. coli*. Meeker (2009) menyatakan bahwa beberapa bakteri patogen merupakan organisme oportunistik seperti *Salmonella* spp. dan *Clostridium* spp. dapat mengkontaminasi ulang MBM setelah diproses serta selama penyimpanan, transportasi dan penanganan akhir. Menurut Laban *et al.* (2014) kontaminasi mikroba kemungkinan besar terjadi pada saat

pemrosesan limbah pemotongan hewan. Rekomendasi yang diberikan oleh OIE (2016) guna memenuhi standar dalam pemrosesan limbah pemotongan hewan adalah evaluasi Good Manufacturing Practices (GMP) seperti lokasi serta akses menuju fasilitas, program pengelolaan hama secara terpadu, kondisi infrastruktur fasilitas dan peralatan yang digunakan.

KESIMPULAN

Meat Bone Meal atau tepung daging dan tulang limbah pengolahan hewan dari tidak bernilai melalui proses pengolahan lanjut dapat diubah menjadi bahan pakan yang bernilai tinggi. Meat Bone Meal telah digunakan secara luas sebagai bahan pakan ternak ruminansia, unggas, hewan kesayangan dan ikan. Munculnya wabah bovine spongiform encephalopathy (BSE) yang umum disebut mad cow disease atau penyakit sapi gila berakibat keluarnya larangan penggunaan MBM sebagai bahan pakan ternak. Diperlukan proses pengolahan yang lebih baik guna mengurangi risiko kontaminasi MBM terhadap mikroorganisme yang dapat membahayakan baik manusia maupun hewan.

DAFTAR PUSTAKA

- Absalom, K.V., Uzodigwe, O.G., Igoche, L.E., Ujah, A.I.** 2017. Substitution of fish meal with hydrolyzed poultry feather meal in the diet of *Clarias gariepinus* fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*. 2, 09-17.
- Agbebi, O.T., Otubusin, S.O., Ogunleye, F.O.** 2009. Effect of different levels of substitution of fish meal with blood meal in pelleted feeds on catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882) cultured in net cages. *European Journal of Sciences Research*. 31, 6-10.
- Ajayi, H.I., & Iyayi, E.A.** 2015. Performance of Broiler Chickens Fed Hydrolysed Feather Meal May 2015 Conference: 5th Nigeria Poultry Summit. World Poultry Science Association- Nigeria branch. Ilorin, 2015At: Ilorin, Nigeria
- Aladetohun, N.F., & Sogbesan, O.A.** 2013. Utilization of blood meal as a protein ingredient from animal waste product in the diet of *Oreochromis niloticus*. *Int. J. Fish. Aquac.* 5, 234-237. DOI: 10.5897/IJFA10.031
- Aldrich, C.G.** 2006. *Pet Nutrition. Essential Rendering*. Arlington, Virginia. 159-177.
- Alm, M.** 2012. Review of the EU feed ban on non-ruminant Processed Animal Proteins: outlook of the European Fat Processors and Renderers Association (EFPRA). TAIEX Workshop, 27th November 2012, Stavropol (Russia) <http://www.fefac.eu/file.pdf?FileID=42256&CacheMode=Fresh>
- Amaral-Phillips, D.M., & Hemken, R.W.** 2006. *Using Byproducts to Feed Dairy Cattle*. https://afs.ca.uky.edu/files/using_byproducts_to_feed_dairy_cattle.pdf
- Anonim.** 2006. PERATURAN MENTERI PERTANIAN. NOMOR : 482/Kpts/PD.620/8/2006.perundangan.pertanian.go.id/admin/file/Permentan-482-06.pdf
- Apple, J.K., Boger, C.B., Brown, D.C., Maxwell, C.V., Friesen, K.G., Roberts, W.J., Johnson, Z.B.** 2003. Effect of feather meal on live animal performance and carcass quality and composition of growing-finishing swine.

- J. Anim. Sci. 81,172–181. DOI: 10.2527/2003.811172x
- Ashley, N.V.** 1983. Utilization of food wastes as raw material in the pet-food industry. In: Upgrading Waste for Feeds and Foods (Ed. D. A. Ledward, A. J. Talor and R. A. Lawrie). Butterworths, London.
- Bahri, S., Indraningsih, Widiastuti, R., Murdiati, T.B., Maryam, R.** 2002. Keamanan Pangan Asal Ternak: Suatu Tuntutan Di Era Perdagangan Bebas. *Wartazoa*. 12,47-64.
- Barreto-Curiel, F., Parés-Sierra, G., Correa-Reyes, G., Durazo-Beltrán, E., Viana, M.T.** 2016. Total and partial fishmeal substitution by poultry by-product meal (petfood grade) and enrichment with acid fish silage in aquafeeds for juveniles of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Lat. *Am. J. Aquat. Res.* 44, 327-335. DOI: 10.3856/vol44-issue2-fulltext-13
- Batterham, E.S., Lowe, R.F., Darnell, R.E., Major, E.J.** 1986. Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by the slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *British Journal of Nutrition*, 55, 427-440. DOI: 10.1079/BJN19860049
- Bensink, J.C.** 1979. Salmonella Contamination of Meat and Bone Meal. *Australian Veterinary Journal*. 55(1): 13-15. doi.org/10.1111/j.1751-0813.1979.tb09536.x
- Bernard, J.K.** 2010. Using Commodity Feeds Using Commodity Feeds In Dairy Rations In Dairy Rations. <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1577.pdf>
- Bielorai, R., Harduf, Z., Iosif, B., Alumot, E.** 1983. Apparent amino acid absorption from feather meal by chicks. *Br. J. Nutr.* 49, 395–399. <https://doi.org/10.1079/BJN19830048>
- Bolarinwa, O.A., Olukosi, O.A., Adeola, O.** 2012. Metabolizable energy value of porcine meat and bone meal for broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 92, 73-78. doi:10.4141/CJAS2011-103
- Boomgaardt, J., & Baker, D.H.** 1972. Sequence of Limiting Amino Acids in Gelatin for the Growing Chick. *Poultry Sci.* 51, 1650–1655. <http://doi.org/10.3382/ps.0511650>
- Bozkurt, M., Basmacioglu, H., Ergul, M.** 2004a. Effect of Dietary Concentration Meat and Bone Meal on Broiler Chickens Performance *International Journal of Poultry Science*. 3, 719-723 DOI: 10.3923/ijps.2004.719.723
- Bozkurt, M., Alçiçek, A., Çabuk, M.** 2004b. The effect of dietary inclusion of meat and bone meal on the performance of laying hens at old age. *South African Journal of Animal Science*. 34,31-36. DOI: 10.4314/sajas.v34i1.3807
- Bradley, R., & Wilesmith, J.W.** 1993. Epidemiology and control of bovine spongiform encephalopathy (BSE). *Brit. Med. Bull.* 49, 932–959. doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072654
- Brundage, A.L., & Sweetman W.J.** 1963. Meat and Bone Meal as a Protein Supplement for Lactating Dairy Cattle *J. Dairy Sci.* 46, 1081–1084. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(63)89212-7
- Caires, C.M., Fernandes, E.A., Fagundes, N.S., Carvalho, A.P., Maciel, M.P., Oliveira, B.R.** 2010. The use of animal byproducts in broiler feeds. Use of animal co-products in broilers diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 12, 41-46. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X201000010000>
- Caruso, G.** 2015. Fishery Wastes and By-products: A Resource to Be Valorised. *Journal of Fisheries Sciences* com 9,80-83
- Cascarosa, E., Gea, G., Arauzo, J.** 2012. Thermochemical processing of meat and bone meal: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(1): 942-957 DOI: 10.1016/j.rser.2011.09.015
- Chang, M., Xiao, J., Liu, R., Lu, L., Jin, Q., Wang, X.** 2015. Effect of defatting

- on quality of meat and bone meal. *Animal Science Journal*. 86, 319-324. doi.org/10.1111/asj.12286
- Collinge, J.** 2005. Molecular neurology of prion disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 76, 906-919. doi:10.1136/jnnp.2004.048660
- Corbin, J.E.** 1992. Inedible meat, poultry, and fish by-products in pet foods. In *Inedible Meat By-Products, Advances in Meat Research*, 8: 329–347 [AM Pearson and TR Dutson, editors]. London: Elsevier Applied Science
- Davies, P.R., & Funk, J.A.** 1999. Epidemiology and Control of salmonella in Pork-Some of the Questions. Proc. 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, August 5-7. 1-11.
- Davis, A.J., Jenny, A.L. Miller, L.D.** 1991. Diagnostic characteristic of bovine spongiform encephalopathy. *J. Vet. Diagn. Invest.* 3, 266–271. doi.org/10.1177/104063879100300318
- Deane, J.** 1997. Chancellor warned over rising cost of BSE crisis. *PA News*. June 27, 1997.
- Djunaidi, I.H., & Hardini, D.** 2010. Kandungan nutrisi dan pencernaan bahan kering in-vitro limbah udang hasil fermentasi dengan *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 20, 31 - 35
- Dominy, M.G., & Ako, H.** 1988. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *P. vannamei*. *Aquaculture*, 70, 289 - 299. doi.org/10.1016/0044-8486(88)90103-2
- Donkoh, A., Anang, D.M., Atuahene, C.C., Koomson, B., Oppong, H.G.** 2001. Further studies on the use of solar-dried blood meal as a feed ingredient for poultry. *J. Anim. Feed Sci.* 10, 159–167 DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/67953/2001>
- Eagleson, C.C.** 2015. Evaluation of the Impact of Meat and Bone Meal Nutritional Variability on Broiler Performance. 1417. <http://scholarworks.uark.edu/etd/1417>
- Eagleson, C., Clark, T., Hill, B., Daniels, B., Eagleson, A., Goodwin, Jr H.L., & Watkins, S.** 2018. Impact of meat and bone meal nutritional variability on broiler performance. *The Journal of Applied Poultry Research*. 27, 172–179. doi.org/10.3382/japr/pfx053
- EFSA,** 2007. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on a request from the European Parliament on Certain Aspects related to the Feeding of Animal Proteins to Farm Animals, *The EFSA Journal* (2007) Journal number 576, 1-41
- Ejere, V.C., Adeniji, A.O., Levi, C.A., Asogwa, C.N., & Chukwuka, C.O.** 2014. Evaluation of Poultry Feather Meal as a Dietary Protein Source for *Clarias Gariepinus* and *Heterobranchus Bidorsalis Hybrid*. *International Journal of Science and Technology*. 3, 203-208
- El-Haroun, E.R., Suloma, A., Mabroke, R.S., Salim, H., & Kumar, V.** 2016. Tryptophan Supplementation of Meat and Bone Meal in Lysine-enriched Diets Improves Growth Performance and Nutrient Utilization by Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J Aquac Res Development*. 7,1-5. DOI: 10.4172/2155-9546.1000439
- Erturk, M.M., & Sevgili, H.** 2003. Effects of Replacement of Fish Meal with Poultry By-product Meals on Apparent Digestibility, Body Composition and Protein Efficiency Ratio in a Practical Diets for Rainbow Trout, *Onchorynchus mykiss*. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16, 1355-1359. DOI: 10.5713/ajas.2003.1355
- European Commission - Health & Consumers,** 2010. The TSE Roadmap 2: A strategy paper on Transmissible Spongiform Encephalopathies for 2010-2015, European Union, Brussels
- Fahey Jr, G.C.** 2004. Soybean use— Companion animals. Soybean Meal Information Center Fact Sheet, United Soybean Board, Chesterfield, MO.
- Fanimo, A.O.** 1991. Substitution of soybeans and animal by-products for fishmeal in

- pigs rations. PhD. Thesis, Univ. Ibadan, Nigeria.
- FAO.** 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome; 2011.
- Fernandes, T.M., da Silva, J.A., da Silva, A.H.A., de Oliveira Cavalheiro, J.M., & Lúcia da Conceição, M.L.** 2013. Flour production from shrimp by products and sensory evaluation of flour based products. *Pesq. agropec. bras.* 48, 962-967. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000800022
- Fitzpatrick, D.W., & Bayley, H.S.** 1977. Evaluation of Blood Meal as A Protein Source for Young Pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 57, 745-750. doi.org/10.4141/cjas77-094
- Garcia, R.A., Rosentrater, K.A., & Flores, R.A.** 2006. Characteristics of North American Meat and Bone Meal Relevant to the Development of Non-Feed Applications. *Applied Engineering in Agriculture.* 22, 729-736. doi: 10.13031/2013.21989)
- Gatnau, R., Polo, J., & Robert, E.** 2001. Plasma protein antimicrobial substitution at negligible risk, In :Bru fau J.(ed.), *Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: from feed to food.* Zaragoza : CIHEAM.141 -150.
- Grummer, R.R., Luck, M.L., & Barmore, J.A.** 1994. Lactational Performance of Dairy Cows Fed Raw Soybeans, with or Without Animal By-product Proteins, or Roasted Soybeans. *Journal of Dairy Science.* 77, 1354-1359. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(94)77074-0
- Harvey, R.W., & Spears, J.W.** 1989. Effect of blood meal processing method on performance and nitrogen utilization by growing cattle. 24, 337-343. doi.org/10.1016/0377-8401(89)90154-5
- Hasni, M.S., Sahito, H.A., Memon, M.A., Sanjrani, M.I., Gopang, M.A., & Soomro, N.A.** 2014. Effect of Feeding Various Levels of Feather Meal as a Replacement of Fish Meal on the Growth of Broiler. *International Journal of Agriculture Innovations and Research.* 3, 2319-1473
- Hassanabadi, A., Amanloo, H., & Zamanian M.** 2008. Effects of Substitution of Soybean Meal with Poultry By-Product Meal on Broiler Chickens Performance. *J. Anim. Vet. Adv.* 7, 303-307.
- Hendriks, W.H., Butts, C.A., Thomas, D.V., James, K.A.C., Morel, P.C.A., & Verstegen, M. W.A.** 2002. Nutritional Quality and Variation of Meat and Bone Meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15,1507-1516. DOI: 10.5713/ajas.2002.1507
- Hernández, C., Osuna, L.O., Hernandez, A.B., Gutierrez, Y.S., Rodríguez, B.G., & Jimenez, P.D.** 2014. Replacement of fish meal by poultry by-product meal, food grade, in diets for juvenile spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 42, 111-120. DOI: 103856/vol42-issue1-fulltext-8
- Hilkias, W., Suprijatna, E., & Ondho, Y.S.** 2017. Pengaruh penggunaan tepung limbah udang fermentasi terhadap karakteristik organ reproduksi pada puyuh petelur (*Cotumix cotumix japonica*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan.* 27,8-18. DOI: 10.21776/ub.jiip.2017.027.02.02
- Jeng, A., Haraldsen, T.K., Grønlund, A., & Pedersen, P.A.** 2006. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and rye grass. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 76, 183-191. DOI: 10.1007/s10705-005-5170-y
- Johnson, C.J., McKenzie, D., Pedersen, J.A., & Aiken, J.M.** 2011. Meat and Bone Meal and Mineral Feed Additives may Increase the Risk of Oral Prion Disease Transmission. *J Toxicol Environ Health A.* 74, 161–166. doi: 10.1080/15287394.2011.529066
- Johnson, M.L., & Parsons, C.M.** 1997. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein values for animal protein meals. *Poultry Sci.* 76, 1722–1727. DOI:10.1093/ps/76.12.1722

- Johnston, J., & Coon, C.N.** 1979. A comparison of six protein quality assays using commercially available protein meals. *Poultry Sci.* 58, 919–927. doi.org/10.3382/ps.0580919
- Karakas, P., Versteegh, H.A., Van der Honing, T.Y., Kogut, T.J., & Jongbloed, A.W.** 2001. Nutritive value of the meat and bone meals from cattle or pigs in broiler diets. *Poult. Sci.* 80, 1180-1189. doi.org/10.1093/ps/80.8.1180
- Kawauchi, I.M., Sakomura, N.K., Pontieri, C.F.F., Rebelato, A., Putarov, T.C., Malheiros, E.B., Gomes, M.O.S., Castrillo, C., & Carciofi, A.C.** 2014. Prediction of crude protein digestibility of animal by-product meals for dogs by the protein solubility in pepsin method. *Journal of Nutritional Science.* 3, 1-5. doi:10.1017/jns.2014.32
- Kivelä, J., Chen, L., Muurinen, S., Kivijärvi, P., Hintikainen, V., & Helenius, J.** 2015. Effects of meat bone meal as fertilizer on yield and quality of sugar beet and carrot. *Agricultural And Food Science J.* 24, 68-83. DOI: https://doi.org/10.23986/afsci.8587
- Klemesrud, M.J., Klopfenstein, T.J., Lewis, A.J., Shain, D.H., & Herold, D.W.** 1997. Limiting Amino Acids in Meat and Bone and Poultry By-Product Meals. *J. Anim. Sci.* 75, 3294–3300.
- Knox, W.A., Galbraith, N.S., Lewis, M.J., Hickie, G.C., & Johnston, H.H.** 1963. A milkborne outbreak of food poisoning due to *Salmonella Heidelberg*. *J. Hyg. (Lond).* 61, 175-185. doi.org/10.1017/S002217240002088X
- Kratzer, F.H., & Davis, P.N.** 1959. The feeding value of meat and bone meal protein. *Poult. Sci.* 38, 1389– 1393. doi.org/10.3382/ps.0381389
- Laban, S.E., Moustafa, G.Z., Anwer, W., & Badawy, E.M.** 2014. Microbial Load of Poultry By-Products Following Rendering Process. *Global Veterinaria.* 12, 756-759. DOI: 10.5829/idosi.gv.2014.12.06.83248
- Latshaw, J.D., Musharaf, N., & Retrum, R.** 1994. Processing of feather meal to maximize its nutritional value for poultry. *Animal Feed Science and Technology.* 47,179-188. doi.org/10.1016/0377-8401(94)90122-8
- Leiva, A., Granados-Chinchilla, F., Redondo-Solano, M., Arrieta-González, M., Pineda-Salazar, E., & Molina, A.** 2018. Characterization of the animal by-product meal industry in Costa Rica: Manufacturing practices through the production chain and food safety *Poultry Science.* 97, 2159–2169. doi.org/10.3382/ps/pey058
- Leme, P., Forero, O., Owens, F.N., & Lusby, K.S.** 1978. Feather Meal As A Protein Source For Range Cow. Oklahoma Agricultural Experiment Station s. Animal Science Research Report. beefextension.com/research_reports/research_56_94/rr78/rr78_6.pdf
- Li, M.H., Bosworth, B.G., & Lucas, P.M.** 2018. Evaluation of Porcine Meat and Bone Meal in Diets for Pond-Raised Hybrid Catfish. *North American Journal of Aquaculture* 80, 69-73. DOI: 10.1002/naaq.10008
- Liu, M.** 2000. Nutritional Evaluation of high Ash Meat and Bone Meal for Poultry. Theses and Dissertations. www.nlc-bnc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape2/PQDD_0017/MQ56136.pdf
- Lochmann, R., Engle, C., Kumar, G., Li, M. H., Avery, J.L., Bosworth, B.G., & Tucker, C. S.** 2012. Multi-batch catfish production and economic analysis using alternative (low-cost) diets with corn gluten feed and traditional diets with meat and bone meal. *Aquaculture* 366–367, 34-39. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.052
- Lovell, T.** 1989. *Nutrition and Feeding of Fish.* Van Nostrand Reinhold. New York
- Lu, C.D., Potchoiba, M.J., Sahl, T., & Kawas, J.R.** 1990. Performance of Dairy Goats Fed Soybean Meal or Meat and Bone Meal with or Without Urea During Early Lactation. *Journal of Dairy*

- Science. 73, 726-734.
doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78726-7
- Makinde, O.A.** 2006. Processing of vegetable-carried bovine blood meal and its utilization by poultry and fish. Ph.D. Thesis, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.
- Makinde, O.A., & Sonaiya, E.B.** 2011. Utilization of sun-dried maize offal with blood meal in diets for broiler chickens. *Open Journal of Animal Sciences* 1, 106-111. doi:10.4236/ojas.2011.13014
- Maknun, L., Kismiati, S., & Mangisah, I.** 2015. Performans produksi burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) dengan perlakuan tepung limbah penetasan telur puyuh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 25, 53 – 58. DOI: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jiip.2015.025.03.07>
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A.** 2000. (Eds.) *Animal Nutrition*. Ashford Colour Press Ltd. Gosport, UK: 55-72, 199-244, 583-614.
- Meeker, D.** 2009. North American rendering: Processing high quality protein and fats for feed. *R. Bras. Zootec.* 38, 432–440. doi.org/10.1590/S1516-35982009001300043
- Meeker, D., & Hamilton, C.** 2006. An Overview of the Rendering Industry. In *Essential Rendering: All About the Animal By-Products Industry* (pp. 1–16). Kirby Lithographic Company, Inc. Retrieved from http://assets.nationalrenderers.org/essential_rendering_book.pdf
- Meeker, D.L., & Meisinger, J.L.** 2015. Companion animals symposium: rendered ingredients significantly influence sustainability, quality, and safety of pet food. *J Anim Sci.* 93, 835-847. DOI:10.2527/jas.2014-8524
- Miller, M.W., Williams, E.S., Hobbs, N.T., & Wolfe, L.L.** 2004. Environmental sources of prion transmission in mule deer. *Emerg Infect Dis.* 10, 1003-1006. doi: 10.3201/eid1006.040010
- Monin, G.** 1998. Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science.* 49, S231-S243. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)90051-1
- Moss, B.R., Lin, J.C., Steenstra J.R., & Smith, R.C.** 1995. Effect of Feather Meal and Blood Meal Supplementation on Performance of Dairy Cattle. 11, 88-94. *The professional Animal Scientist* DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)32561-4](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)32561-4)
- Muir, W.I., Lynch, G.W., Williamson, P., & Cowieson, A. J.** 2013. The oral administration of meat and bone meal-derived protein fractions improved the performance of young broiler chicks. *Animal Production Science.* 53, 369-377. DOI: 10.1071/AN12209
- Munguti, J.M., Ogello, E.O., Liti, D., Waidbacher, H., Straif, M., & Zollitsch, W.** 2014. Effects of pure and crude papain on the utilization and digestibility of diets containing hydrolysed feather meal by Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *International journal of advanced research.* 2, 809-822.
- Murakami, F.Y., de Lima, D.C., Souza, C.M.M., Kaele, G.B., de Oliveira, S.G., & Félix, A.P.** 2018. Digestibility and palatability of isolated porcine protein in dogs. *Italian Journal of Animal Science.* 18,1-7. DOI: 10.1080/1828051X.2018.1443404
- Murphy, T.M., Lusby, K.S., Horn, G.W., & Mccollum, F.T.** 1992. The Value of Feather Meal as a Protein Supplement Source in Winter Supplements for Beef Cows. *The Professional Animal Scientist.* 8,21-27. doi.org/10.15232/S1080-7446(15)32119-7
- Murray, S.M., Patil, A.R., Fahey Jr, G.C., Merchen, N.R., & Hughes, D.M.** 1998. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. *The Journal of Nutrition,* 128, 2812S–2815S. doi.org/10.1093/jn/128.12.2812S

- Narodoslawsky, M.** 2003. Renewable resources New challenges for process integration and synthesis. *Chem. Biochem. Eng. Q.* 17, 55-64.
- Nengas, I., Alexis, M.N., & Davies, S.J.** 1999. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture.* 179,13-23. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00148-9
- NRC.** 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Research Council of the National Academies, Washington D.C., 363.
- NRC.** 1994. Nutrient Requirements of Poultry (9th Rev. Ed.). Washington D. C, National Academy Press
- Nwogor, U.A., Uche, O.A., Ifeyinwa, E.C., & Emmanuel, A.C.** 2015. Effect of Locally Produced Blood Meal on Growth Performance and Packed Cell Volume of Broiler Chicks. *American Journal of Agriculture and Forestry* 3, 105-108. doi: 10.11648/j.ajaf.20150303.17
- OIE.** 2016. Bovine Spongiform Encephalopathy, Volume II. Recommendations applicable to OIE Listed diseases and other diseases of importance to international trade Chapter 11.4. Terrestrial Animal Health Code. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/current/chapitre_bse.pdf
- Pizzolante, C.C., Kakimoto, S.K., Moraes, J.E., Saccomani, A.P.O., Soares, D.F., Paschoalin, G.C., & Budiño, F.E.L.** 2016. Bovine meat and bone meal is an economically viable alternative in quail feeding in the initial phase. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences.* 88, 983-988. doi.org/10.1590/0001-3765201620150146
- Ravindran, V., & Bryden, W.L.** 1999. Amino acid availability in poultry in vitro and in vivo measurements. *Austr. J. Agric. Res.* 50, 889-908. DOI: 10.1071/AR98174
- Ravindran, V., Hendriks, W.H., Camden, B.J., Thomas, D.V., Morel, P.C.H., & Butts, C.A.** 2002. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens *Aust. J. Agric. Res.* 53, 1257–1264. DOI: 10.1071/ar02055
- Regenstein, J., Goldhor, S., & Graves, D.** 2003. Increasing the value of Alaska Pollock byproducts. Pages 459–482 in *Advances in Seafood Byproducts: 2002 Conference Proceedings.* P. J. Bechtel, ed. Alaska Sea Grant College Program, Univ. Alaska, Fairbanks
- Russ, W., & Meyer-Pittroff, R.** 2004. Utilizing waste products from the food production and processing industries. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 57-62. doi.org/10.1080/10408690490263783
- Salminen, E., & Rintala, J.** 2002. Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. *Bioresource Technology,* 83, 13–26. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00199-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00199-7)
- Sani, Y., & Indraningsih.** 2007. Neuropatologi Keracunan Organofosfat pada Sapi. *JITV.* 12, 74-85.
- Sarmwatanakul, A., & Bamrongtum, B.** 2000. Aquarium Fish Nutrition. Extension paper No. 1/2000. Ornament Fish Research and Public Aquarium. Bangkok.
- Sartorelli, S.A., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Kato, R.K., Fialho, E.T.** 2003. Nutritional and Microbiological Evaluation of Meat and Bone Meal Produced in the State of Minas Gerais. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 5,51-60. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2003000100007>
- Scott, M. L., Nesheim, M.C., & Young, R.J.** 1982. *Nutrition of the Chicken.* 3rd ed. M. L. Scott & Associates, Ithaca, NY.
- Scott, T., Mass, R., Wilson, C., Klopfenstein, T., Lewis, A.** 2000. Protein Evaluation of Porcine Meat and Bone Meal Products. *Nebraska Beef Cattle Reports.* 388. <http://digitalcommons.unl.edu/animalscibcr/388>.
- Shariff, A.H.M., & Mona, Z.** 2013. Raw Ingredients in Cat Food Manufacturing: Palatability, Digestibility and Halal Issues in Malaysia. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science.* 1,1-15.

- Shirley, R.B., & Parsons, C.M.** 2001. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. *Poult Sci.* 80, 626-32. DOI:10.1093/ps/80.5.626
- Shirley, R.B., & Parsons, C.M.** 2000. Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for poultry. *Poult. Sci.* 79, 1775-1781. DOI:10.1093/ps/79.12.1775
- Smith, P.G., & Bradley, R.** 2003. Bovine spongiform encephalopathy (BSE) and its epidemiology *British Medical Bulletin.* 66,1850-1980. doi.org/10.1093/bmb/66.1.185
- Strzetelski, J.A., Kowalczyk, J., Krawczyk, K., Osieglowski, S., Stasiniewicz, T., Lipiarska, E.** 1999. Effect of diets with hydrolysed feather keratin meal on milk yield and composition in dairy cow and calf performance. *J. Anim. Feed Sci.* 8, 497–512. doi.org/10.22358/jafs/69126/1999
- Suwito, W.** 2010. Monitoring Salmonella sp. dan Escherichia coli dalam Bahan Pakan Ternak. *Buletin Peternakan.* 34,165-168. doi.org/10.21059/buletinpeternak.v34i3.86
- Tabinda, K., Ansari, N.N., & Khan, S.H.** 2007. Effect of Different Levels of Blood Meal on Broiler Performance During Two Phases of Growth. *International Journal of Poultry Science* 6, 860-865. DOI: 10.3923/ijps.2007.860.865
- Traylor, S.L., Cromwell, G.L., & Lindemann, M.D.** 2005. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. *J. Anim. Sci.* 83, 1054-1061. doi.org/10.2527/2005.8351054x
- Utomo, J.W., Sudjarwo, E., & Hamiyanti, A.A.** 2014. Pengaruh penambahan tepung darah pada pakan terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, konversi pakan serta umur pertama kali bertelur burung puyuh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 24, 41 – 48.
- Valladao, A.B., Freire, D.M., Cammarota, M.C.** 2007. Enzymatic pre-hydrolysis applied to the anaerobic treatment of effluents from poultry slaughterhouses. *International Biodeterioration & Biodegradation,* 60, 219–225.
- Varianti, N.I., Atmomarsono, U., & Mahfudz, L.D.** 2017. Pengaruh Pemberian Pakan dengan Sumber Protein Berbeda terhadap Efisiensi Penggunaan Protein Ayam Lokal Persilangan. *Agripet* 17, 53-59. DOI : https://doi.org/10.17969/agripet.v17i1.7257
- Waltz, D.M., Stern, M.D., & Illg, D.J.** 1989. Effect of Ruminant Protein Degradation of Blood Meal and Feather Meal on the Intestinal Amino Acid Supply to Lactating Cows. *Journal of Dairy Science.* 72, 1509–1518. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79261-4
- Wang, X., & Parsons, C.M.** 1998a. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acids basis. *Poult. Sci.* 77, 1010-1015. DOI:10.1093/ps/77.7.1010
- Wang, X., & Parsons, C.M.** 1998b. Effect of raw material source, processing system, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poultry Science.* 77, 834–841. DOI:10.1093/ps/77.6.834
- Wang, X., Castanon, F., & Parsons, C.M.** 1997. Order of amino acid limitation in meat and bone meal. *Poultry Sci.* 76, 54-58. DOI: 10.1093/ps/76.1.54
- Watanabe, T.J., & Pongmaneer, A.T.** 1991. Quality evaluation of some animal protein sources for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 57, 495-501. doi.org/10.2331/suisan.57.495
- Wilesmith, J.W., Ryan, J.B.M., & Atkinson, M.J.** 1991. Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. *Vet. Rec.* 128, 199-203. doi.org/10.1136/vr.128.9.199
- Woodgate, S.L.** 2012. Ensuring the safe supply of animal-derived ingredients for animal feed, in *Animal feed contamination: Effects on Livestock and Food Safety*, Ed J. Fink-Gremmels 2012.

- Yang, Y., Xie, S., Cui, Y., Lei, W., Zhu, X., Yu, Y.** 2004. Effect of replacement of dietary fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal on growth and feed utilization of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture Nutrition*, 10, 289-294. doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00301.x
- Yu, Y.** 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal and hydrolyzed feather meal in feeds for finfish. In: *Alternative Protein Sources in Aquaculture Diets* (C. Lim, C.D. Webster and C.S. Lee(Eds), The Haworth Press, New York, 51-93
- Zhu, W., Mai, K., Zhang, B, Wang F., Yu, Y.** 2004. A study on the meat and bone meal and poultry by-product meal as protein substitutes of fish meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei* juveniles. *J Ocean Univ. China* 3, 157-160. doi.org/10.1007/s11802-004-0027-6