

Bahan Pakan Alternatif Sumber Energi untuk Substitusi Jagung pada Unggas (Ulasan)

Alternative Energy Source Feed Ingredients for Corn Substitution in Poultry (Review)

D. N. Edi*

Seksi Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak
UPT Pembibitan Ternak dan Kesehatan Hewan, Madura
Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, Pamekasan 69383, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding E-mail: didiknuredi@yahoo.co.id
(Diterima: 23 Oktober 2020; Disetujui: 20 Januari 2021)

ABSTRAK

Tujuan dari ulasan ini adalah untuk memberikan gambaran tentang potensi bahan pakan alternatif sumber energi untuk substitusi jagung pada unggas. Ulasan ini membahas kandungan nutrisi, rekomendasi batasan penggunaan dan dampak penggunaan bahan pakan alternatif terhadap produktivitas unggas. Bahan pakan alternatif yang dapat digunakan diantaranya adalah sorgum, gandum, jewawut, galek, tepung kentang, onggok, bungkil sawit, tepung kulit pisang, *solid heavy phase*, menir beras, mie afkir, dan roti afkir. Penggunaan bahan pakan alternatif harus memperhatikan batasan penggunaan, jenis unggas dan umur unggas. Selain itu, penggunaan bahan pakan alternatif juga harus diformulasikan dengan memperhatikan keseimbangan nutrisi utama yaitu energi metabolis, protein kasar, serat kasar, lemak kasar, asam amino pembatas, kalsium, fosfor, dan densitas pakan. Penggunaan bahan pakan alternatif sesuai batasan penggunaan dapat menekan harga pakan, produktivitas ternak unggas tetap optimal, dan meningkatkan profitabilitas peternak.

Kata kunci: bahan pakan alternatif, batasan penggunaan, energi, jagung, substitusi

ABSTRACT

This review aimed to provide an overview of the potency of alternative energy source feed ingredients for corn substitution in poultry. This review discussed nutrient contents, recommended upper limit of usage, and the effect of using alternative feed ingredients on poultry productivity. Alternative feed ingredients that can be used included sorghum, wheat, foxtail millet, dried cassava, potato flour, cassava waste, palm kernel meal, banana peel flour, solid heavy phase, broken rice, noodle waste, and bread waste. The use of alternative feed ingredients should recognize the upper limit of usage, types of poultry, and birds' age. Besides, alternative feed ingredients should be formulated by considering the balance of primary nutrients such as metabolizable energy, crude protein, crude fiber, crude fat, limiting amino acids, calcium, phosphorus, and feed density. The use of alternative feed ingredients according to the upper limits of usage could reduce feed prices, keep optimum poultry productivity, and increase farmer profitability.

Keywords: alternative feed ingredients, corn, energy, substitution, upper limits of usage

PENDAHULUAN

Bahan baku pakan sumber energi pada pakan unggas banyak menggunakan jagung yaitu sekitar 50-55% dari total bahan pakan (Okereke, 2011). Jagung merupakan sumber energi utama pada unggas dan menyumbangkan lebih dari 70% dari

kebutuhan energi metabolis pada unggas dan sisanya berasal dari bahan pakan sumber protein dan nutrisi lainnya (Sultana *et al.*, 2016). Jagung merupakan komoditas utama pertanian setelah beras/padi. Tiga Provinsi utama penghasil jagung di Indonesia adalah Jawa Timur 25,60%, Jawa Tengah 14,11% dan Lampung 8,29% dari total produksi nasional

(Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementan RI, 2018).

Jagung merupakan sumber pangan fungsional dengan empat peran yaitu untuk pangan (*food*), pakan (*feed*), bahan bakar industri (*fuel*), bahan baku industri (*fiber*) dan diperkirakan sekitar 58% kebutuhan jagung dalam negeri dimanfaatkan untuk pakan, 30% untuk pangan, sisanya untuk industri dan pembenihan (Panikkai *et al.*, 2017). Menurut Kaul *et al.* (2019) secara global 63% jagung digunakan untuk bahan pakan ternak utama, sisanya digunakan untuk sumber minyak, pati dan bahan bakar.

Permintaan jagung setiap tahun mengalami kenaikan seiring dengan pertumbuhan populasi ternak (Sinurat *et al.*, 2007), karena merupakan salah satu komoditas utama dalam industri pakan (Nafiah, 2009). Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Kementan RI (2018) melaporkan bahwa kebutuhan jagung nasional pada tahun 2018 untuk bahan baku pakan ternak mandiri 4,83 juta ton dan 8,30 juta ton untuk industri pakan, diproyeksikan meningkat menjadi 5,12 juta ton (pakan ternak mandiri) dan 9,75 juta ton (industri pakan ternak) pada tahun 2020. Mengurangi sebagian penggunaan jagung dalam formulasi pakan unggas dengan mensubstitusi dengan bahan pakan alternatif merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kebutuhan jagung untuk pakan.

Bahan pakan alternatif yang memungkinkan untuk menggantikan jagung adalah bahan pakan yang mempunyai nutrisi hampir setara dengan jagung. Menurut Sinurat *et al.* (2007), salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan jagung untuk pakan adalah dengan memanfaatkan bahan baku lokal terutama hasil samping pertanian. Menurut Kasapidou *et al.* (2015) hasil samping agroindustri pertanian sekitar 30% nya potensial digunakan untuk pakan dan dapat mengurangi produk samping yang terbuang sehingga akan menciptakan integrasi pertanian dengan peternakan yaitu produk samping dari satu komponen berfungsi sebagai sumber

daya untuk komponen lainnya “zero waste”. Pemakaian produk samping agroindustri berperan untuk mengatasi masalah dalam pencemaran lingkungan (Kiramang, 2011).

Artikel ini akan mengkaji bahan baku alternatif sumber energi untuk substitusi jagung pada unggas. Bahan baku tersebut merupakan hasil penelitian yang telah direkomendasikan sebagai bahan pakan alternatif sumber energi, untuk mensubstitusi jagung pada ternak unggas. Kajian ini berupa karakteristik nutrisi, rekomendasi batasan penggunaan dan dampak pada produktivitas unggas.

PEMBAHASAN

Karakteristik Nutrien Bahan Baku Sumber Energi

Bahan baku alternatif untuk mengganti sebagian ataupun seluruhnya dari jagung harus memiliki beberapa syarat utama sebagai bahan baku sumber energi unggas. Menurut Hartadi (1980) beberapa syarat bahan baku sumber energi adalah kandungan protein kasar (PK) kurang dari 20%, serat kasar (SK) kurang dari 18%, kandungan dinding sel (ADF) kurang dari 35%. Pada dasarnya unggas sebagian besar sumber energi metabolis berasal dari pati (karbohidrat sederhana), dengan serat kasar rendah, palatabilitas tinggi karena secara anatomis dan fisiologi sistem pencernaan unggas sederhana sehingga sulit mencerna sumber energi dari karbohidrat kompleks (selulosa dan hemiselulosa) (Sultana *et al.*, 2016; Teme *et al.*, 2019).

Karakteristik nutrisi untuk substitusi jagung dikondisikan memiliki karakteristik nutrisi yang mirip dengan jagung dengan cara pengolahan untuk meningkatkan nutrisi (misal fermentasi, pelleting, pemanasan) atau dengan penambahan imbuhan pakan (misal enzim, fitobiotik, zat warna sintetis). Hasil kajian kepustakaan bahan baku alternatif untuk substitusi jagung dapat berasal dari hasil utama produk pertanian (sorgum, gandum, jewawut, gaplek dan kentang), hasil samping produk pertanian dan perkebunan (onggok,

Tabel 1. Kandungan nutrisi jagung dan bahan baku alternatif sumber energi.

Bahan baku	BK (g/kg)	Abu (g/kg)	PK (g/kg)	SK (g/kg)	LK (g/kg)	KH (g/kg)	Pati (g/kg)	EM (kkal/kg)	Sumber
Jagung	872	14	81	26	40	753	610	3356	Kumaravel and Natarajan, 2015; Weurding <i>et al.</i> , 2001
Sorgum	856	14	78	25	30	730	616	3320	Nopriani, 2006; Weurding <i>et al.</i> , 2001
Gandum	873	16	115	29	15	753	739	2985	Octavia <i>et al.</i> , 2018; Kumar <i>et al.</i> , 2011; Weurding <i>et al.</i> , 2001
Jewawut	905	35	103	71	65	747	639	3075	Goodarzi Boroojeni <i>et al.</i> , 2011; Kumaraveol and Natarajan, 2015
Gaplek	886	61	23	48	4	751	617	2970	Weurding <i>et al.</i> , 2001; Mampioper <i>et al.</i> , 2008; Bhuiyan and Iji, 2015
Tepung kentang	942	27,1	86	21	9,8	-	774	3345	Adami <i>et al.</i> , 2017; Mampioper <i>et al.</i> , 2008
Onggok	826	15,4	17	148	7,9	670	465	2783	Edi, 2010; Musita, 2018
Bungkil sawit	940	3	140	206	97	524	420	2690	Edi, 2010; Sundu <i>et al.</i> , 2006
SHP	924	127	100	214	151	-	-	3080*	Sinurat <i>et al.</i> , 2007
Kulit pisang	147	156	52	123	155	-	590	2864	Putra dan Sudarwati, 2019; Fitroh <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang fermentasi	194	115	63	152	83	-	-	2805	Hudiansyah <i>et al.</i> , 2015; Putra dan Sudarwati, 2019
Menir beras	894	6,2	81	5	6	-	802	3090	Ashour <i>et al.</i> , 2016; Astuti, 2009
Mie afkir	943	21,6	116	6,5	182	731	-	3650	Widodo <i>et al.</i> , 2010; Marsono dan Astanu, 2002
Roti afkir	930	8	102	120	134	566	-	2952*	Kusmayadi, 2019

Keterangan: BK (bahan baku), PK (protein kasar), SK (serat kasar), LK (lemak kasar), KH (karbohidrat), EM (energi metabolis), GE (gross energi); *EM = 70% GE (Schaible, 1979 disitasi oleh Edi, 2010)

bungkil sawit, kulit pisang, *solid heavy phase* (SHP)) dan produk afkir industri (menir beras, mie afkir, roti afkir). Kandungan nutrisi bahan baku alternatif sumber energi dibandingkan dengan jagung ditampilkan pada Tabel 1.

Pakan sumber energi menempati porsi sekitar 50-60% pada formulasi pakan unggas sehingga rata-rata menyumbangkan protein sekitar 5 g/kg pakan atau sekitar 30% dari kebutuhan protein unggas dengan asumsi

rataan kandungan protein bahan baku sumber energi 81 g/Kg (Tabel 1) dan kebutuhan protein unggas sekitar 17 g/ek/hari (Riberio *et al.*, 2016). Sumbangan protein dari bahan baku sumber energi pada unggas cukup tinggi sehingga kandungan tentang profil asam amino pada bahan baku sumber energi alternatif perlu dikaji. Samadi (2012) menyatakan bahwa kandungan asam amino esensial yang tidak tepat baik kelebihan ataupun kekurangan akan

Tabel 2. Kandungan asam amino dan makro mineral pada bahan baku alternatif sumber energi.

Bahan baku	Lis (%)	Met (%)	Tre (%)	Trip (%)	Sis (%)	Arg (%)	Ca (%)	P (%)	Sumber
Jagung	0,23	0,16	0,27	0,06	0,17	0,36	0,01	0,28	Hy-line, 2014
Sorgum	0,25	0,19	0,35	0,12	0,19	0,41	0,04	0,29	Hy-line, 2014
Gandum	0,31	0,17	0,31	0,14	0,25	0,52	0,05	0,30	Hy-line, 2014
Jewawut	0,34	0,25	0,52	0,26	0,23	0,79	0,05	0,43	Singh, 2004)
Gaplek	0,08	0,02	0,06	-	-	0,08	0,28	0,07	Bhuiyan and Iji, 2015
Tepung kentang	1,30	-	2,90	-	1,00	0,40	0,02	0,27	Adami <i>et al.</i> , 2017; Hur <i>et al.</i> , 2011
Onggok	0,03	-	0,01	0,02	0,01	0,04	0,09	0,04	Edi, 2010; Aro and Aletor, 2012
Bungkil sawit	0,59	0,30	0,55	0,17	0,2	2,18	0,36	0,71	Sundu <i>et al.</i> , 2006; Edi, 2010
SHP	0,13	0,19	0,48	0,40	-	0,39	0,47	0,18	Sinurat <i>et al.</i> , 2007
Kulit pisang	-	-	-	-	-	-	0,27	0,26	Fitroh <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang fermentasi	0,25	0,04	-	-	-	0,21	0,86	0,41	Hudiansyah dan Sunarti, 2015
Menir beras	0,27	0,15	0,21	-	-	0,65	0,01	0,07	Chen <i>et al.</i> , 2020
Mie afkir	0,21	0,14	0,26	-	-	0,38	0,13	0,24	Sukarman, 2011

Keterangan: Lis (lisin), Met (metionin), Tre (treonin), Trip (tripsin), Sis (sistin), Arg (arginin), Ca (kalsium), P (fosfor).

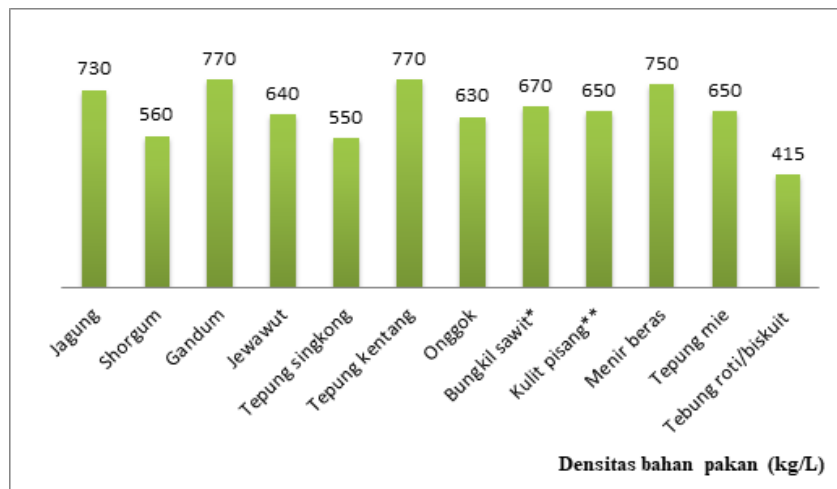
mengakibatkan ketidakseimbangan asam amino dan antagonis. Kandungan asam amino dan mineral makro pada unggas disajikan pada Tabel 2.

Asam amino yang dijasikan pada Tabel 2 merupakan asam amino esensial dan beberapa diantaranya merupakan asam amino pembatas pada jagung. Asam amino pembatas pada jagung adalah lisin, metionin dan triptopan (Scott *et al.*, 2006). Mineral yang terpenting dan merupakan pembatas dalam metabolisme pada unggas adalah kalsium dan fospor (Adedokun and Adeola, 2013) mineral kalsium dan fospor berfungsi untuk pembentukan tulang dan cangkang telur (Bangun, 2013).

Densitas merupakan karakteristik fisik kepadatan bahan baku. Secara umum densitas nutrisi merupakan faktor penting yang memberikan pengaruh pada pertumbuhan, keseragaman, kesehatan dan ekonomi serta produktifitas ayam pedaging (Ismail *et al.*, 2016). Densitas pakan rendah menyebabkan

intake nutrisi rendah bila dibandingkan dengan pakan yang mempunyai densitas tinggi, jika konsumsi sama. Densitas pakan erat kaitannya dengan bentuk pakan, densitas pakan rendah akan menyebabkan densitas nutrisi rendah sehingga dapat menurunkan kualitas pakan dan performan unggas (Jafarnejad *et al.*, 2010). Densitas bahan baku sumber energi ditampilkan pada Grafik 1.

Bahan baku alternatif yang mempunyai densitas menyerupai jagung adalah gandum, kentang dan menir beras yaitu diatas 700 Kg/L dan yang memiliki densitas antara 600-700 Kg/L adalah jewawut, onggok, bungkil sawit, tepung kulit pisang, tepung mie afkir (Grafik 1). Bahan baku dengan densitas rendah <600 Kg/L, diperlukan peningkatan densitas dengan cara dibuat pellet atau crumbel (Ismail *et al.*, 2016), seperti tepung gaplek dan tepung roti afkir atau biskuit. Bozkurt *et al.* (2019) menyebutkan perubahan fisik dan kimia selama prosesing pakan sangat berpengaruh pada performan ternak, terutama pada ayam



Grafik 1. Densitas bahan baku pakan unggas sumber energi pada unggas
(Sumber: Charrondiere *et al.*, 2015; *Sundu *et al.*, 2006; **Atapattu and Senevirathne, 2012)

pedaging yaitu berpengaruh pada pencernaan pakan, konsumsi serta kesehatan dan fungsi saluran pencernaan.

Batasan Penggunaan

Batasan penggunaan bahan baku alternatif sumber energi untuk substitusi jagung bervariasi tergantung dari beberapa hal diantaranya adalah karakteristik nutrisi bahan baku pakan, kandungan antinutrisi, perlakuan pendahuluan dan aplikasinya pada jenis unggas serta umur unggas. Level substitusi jagung dengan bahan baku alternatif sumber energi pada unggas disajikan pada Tabel 3. Rekomendasi tersebut merupakan persen terhadap jagung bukan dalam formulasi pakan. Rekomendasi batasan penggunaan bahan baku alternatif ini merupakan level optimal dengan parameter produktivitas ternak dan profitabilitas peternak. Analisa ekonomi penggunaan jagung dibandingkan dengan substitusi bahan baku alternatif dapat dilihat pada Tabel 4. Indikator profitabilitas peternak dapat dilihat dari nilai IOFC (*Income Over Feed Cost*), harga pakan dan total biaya produksi untuk menghasilkan per unit produk ternak unggas (daging, telur) (Kusmayadi, 2019; Medugu *et al.*, 2010).

Karakteristik nutrisi bahan baku alternatif yang mirip dengan jagung dapat

mensubstitusi jagung lebih banyak dan sebaliknya. Bahan baku alternatif yang mengandung energi tinggi atau hampir sama dengan jagung dapat mensubstitusi jagung hingga 100%, misalnya sorgum dan gandum (Tabel 3). Antinutrisi merupakan faktor pembatas kedua yang perlu diperhatikan karena dapat menurunkan kualitas bahan pakan dalam formulasi pakan unggas (Jayanegara *et al.*, 2019). Antinutrisi pada bahan baku unggas sumber energi antara lain adalah tanin, HCN (*Hydrogen cyanide*), densitas rendah, serat kasar tinggi dan kandungan NSP (*Non Starch Polysaccharide*). Kandungan serat kasar dalam pakan dibutuhkan oleh ternak unggas pada level tertentu untuk efek toksikologi, efek prebiotik dan efisiensi pakan sebaliknya dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menurunkan pencernaan pakan (Has *et al.*, 2014), sehingga dalam formulasi pakan dicari level optimalnya disesuaikan dengan jenis dan umur unggas.

Jenis dan umur unggas dapat mempengaruhi level substitusi jagung dengan bahan baku alternatif karena setiap jenis unggas mempunyai karakteristik anatomi sistem pencernaan yang berbeda sehingga mempengaruhi proses pencernaan dan penyerapan nutrisi pakan (Kierończyk *et al.*,

Tabel 3. Level substitusi jagung dengan bahan baku alternatif sumber energi

Bahan baku	Jenis unggas	Substitusi Jagung (%)	Perlakuan	Sumber
Sorghum	Ayam petelur layer	50	-	Issa <i>et al.</i> , 2016
	Ayam petelur layer	100	6% tepung indigofera dan probiotik (43×10^{12} CFU/mL)	Sriagtula <i>et al.</i> , 2019
	Ayam pedaging finisher	21	-	Bulu <i>et al.</i> , 2018
	Ayam pedaging stater	100	Sorghum low tanin (<i>Sorghum bicolor</i> cultivar Faourou)	Tandiang <i>et al.</i> , 2014
	Ayam pedaging finisher	100	Sorghum low tanin (<i>Sorghum bicolor</i> cultivar Faourou)	Tandiang <i>et al.</i> , 2014
Gandum	Ayam petelur layer	100	Enzim <i>cocktail</i> (0,09%)	Zarei <i>et al.</i> , 2011
	Ayam pedaging	20	Penambahan enzim xilanase (11000 unit/Kg pakan)	Octavia <i>et al.</i> , 2018
	Ayam pedaging	50	Penambahan enzim 200 g/ton (enzim amilase dan protease)	ElKatcha <i>et al.</i> , 2014
Jewawut	Ayam petelur layer	42	-	Cisse <i>et al.</i> , 2017
	Ayam petelur	50	-	Issa <i>et al.</i> , 2016
	Ayam pedaging	42	-	Cisse <i>et al.</i> , 2017
	Ayam pedaging	100	-	Goodarzi Boroojeni <i>et al.</i> , 2011
Gaplek	Ayam petelur layer	25	-	Anderemi <i>et al.</i> , 2012
	Ayam petelur layer	30	-	Okereke, 2011
	Ayam petelur layer	45	-	Mampiooper <i>et al.</i> , 2008
	Ayam pedaging stater	30	-	Okereke, 2011
	Ayam pedaging finisher	35	-	Okereke, 2011
	Ayam pedaging finisher	46,5	-	Mampiooper <i>et al.</i> , 2008
	Ayam pedaging stater	51	-	Mampiooper <i>et al.</i> , 2008
	Ayam pedaging	100	Pellet dan penambahan enzim (xylanase, amylase, protease and phytase)	Bhuiyan and Iji, 2015
Tepung kentang	Puyuh petelur	35	-	Okereke, 2011
	Ayam petelur	25	-	Okereke, 2011
	Ayam petelur	30	-	Sultana <i>et al.</i> , 2016
	Ayam petelur grower	45	-	Okereke, 2011

Bahan baku	Jenis unggas	Substitusi Jagung (%)	Perlakuan	Sumber
	Ayam pedaging stater	20	-	Okereke, 2011
	Ayam pedaging	30		Sultana <i>et al.</i> , 2016
	Ayam pedaging	40	-	Adami <i>et al.</i> , 2017
	Ayam pedaging finisher	50	-	Okereke, 2011
	Puyuh petelur	38,7	-	Okereke, 2011
Onggok	Ayam petelur layer	10	-	Diarra dan Devi, 2015
	Ayam petelur layer	20	Penambahan metionin 0,15-0,30%	Diarra dan Devi, 2015
	Ayam petelur layer	50	-	Oladunjoye <i>et al.</i> , 2010
	Ayam petelur layer	70	Low HCN (treatment)	Oladunjoye <i>et al.</i> , 2010
	Ayam pedaging finisher	10	-	Babatunde, 2013
	Ayam pedaging	15	Penambahan metionin 0,15-0,30%	Diarra dan Devi, 2015
	Ayam pedaging	20	-	Ali-Mursyid <i>et al.</i> , 2010
	Ayam pedaging	30	Fermentasi	Ali-Mursyid <i>et al.</i> , 2010
Bungkil sawit	Ayam petelur layer	10	-	Zanu <i>et al.</i> , 2012
	Ayam petelur layer	12,5	Penambahan enzim (mannanase, α -galactosidase and protease) 1 kg/ton	Chong <i>et al.</i> , 2008
	Ayam petelur layer	25	Penambahan enzim (mannanase, α -galactosidase and protease) 2 kg/ton	Chong <i>et al.</i> , 2008
	Ayam pedaging	10	Penambahan enzim (amylase, hemicellulase, cellulose, protease dan betaglucanase) 0,05%	Shakila <i>et al.</i> , 2012
	Ayam pedaging	12,5	-	Natsir <i>et al.</i> , 2018
	Ayam pedaging	15	Fermentasi	Alshelmani <i>et al.</i> , 2016
	Ayam pedaging	25	Penambahan enzim mannanase	Natsir <i>et al.</i> , 2018
	Ayam pedaging	40	Penambahan asam amino dan enzim	Sundu <i>et al.</i> , 2006
	Itik petelur	50	-	Onunkwo <i>et al.</i> , 2018
SHP	Ayam petelur fase layer	25	Dikeringkan	Sinurat <i>et al.</i> , 2007

Bahan baku	Jenis unggas	Substitusi Jagung (%)	Perlakuan	Sumber
Kulit pisang	Ayam pedaging	5	Fermentasi	Hudiansyah <i>et al.</i> , 2015
	Ayam pedaging	10	Tepung	Fas <i>et al.</i> , 2015
	Ayam pedaging finisher	30	Perebusan	Atapattu and Senevirathne, 2012
	Itik pedaging	25	Tepung	Fitroh <i>et al.</i> , 2018
Menir beras	Ayam petelur layer	50	-	Jadhao <i>et al.</i> , 2000
	Ayam petelur layer	100	-	Sittiya <i>et al.</i> , 2014
	Ayam pedaging	25	-	Almrsomi <i>et al.</i> , 2019
	Ayam pedaging	40	-	Mir <i>et al.</i> , 2017
	Puyuh petelur	15	-	Ashour <i>et al.</i> , 2016
	Puyuh	20	Penambahan enzim	Attia <i>et al.</i> , 2006
	Puyuh	100	-	Filgueira <i>et al.</i> , 2014
	Angsa	75	-	Chen <i>et al.</i> , 2020
Mie afkir	Ayam pedaging	20	-	Widodo <i>et al.</i> , 2010
Roti afkir	Itik pedaging	10	Penambahan tepung kulit manggis 2%	Kusmayadi, 2019
	Itik pedaging	100	Penambahan tepung jerami bawang putih 20%	Trisnadewi <i>et al.</i> , 2012

2016). Umur unggas akan mempengaruhi perkembangan sistem pencernaan, kebutuhan nutrisi pakan dan produktivitas ternak unggas.

Unggas semakin tua mempunyai kecenderungan level substitusi bahan baku alternatif terhadap jagung semakin tinggi begitu juga dengan unggas lokal (itik, angsa, buras) mempunyai kecenderungan lebih tinggi level substitusinya. Hal ini dapat terjadi karena seiring dengan bertambahnya umur unggas sistem pencernaan semakin sempurna dan pada unggas lokal (ayam buras) secara fisiologi dan anatomi sedikit berbeda dengan ayam ras (Rahmawati, 2016) karena jenis pakannya berbeda. Aqsa *et al.* (2016) menambahkan bentuk fisik pakan akan mempengaruhi fisiologis sistem pencernaan, misalnya ukuran *gizzard* mudah berubah bergantung pada jenis pakan yang biasa

dimakan oleh unggas tersebut.

Perlakuan pendahuluan juga akan mempengaruhi level substitusi jagung dengan bahan baku alternatif. Bahan baku yang melalui proses perlakuan terlebih dahulu dapat mensubstitusi jagung lebih tinggi dari pada tanpa perlakuan (Tabel 3). Hal ini dapat terjadi karena dengan perlakuan antinutrisi dan densitas sebagai pembatas dapat dikurangi. Perlakuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan dapat dilakukan diantaranya dengan fermentasi, penambahan probiotik dan penambahan imbuhan pakan (Aqsa *et al.*, 2016; Sinurat *et al.*, 2007).

Dampak pada Produktivitas Ternak Unggas

Substitusi jagung dengan bahan baku alternatif mempunyai pengaruh negatif bila berlebihan maupun dapat sama bahkan lebih baik dari pada jagung pada taraf tertentu.

Tabel 4. Analisa ekonomi penggunaan jagung dibandingkan dengan substitusi bahan baku alternatif

Bahan baku	Jenis unggas	Parameter ekonomi	Level substitusi	Kontrol	Perlakuan	Sumber
Sorgum	Ayam pedaging	Harga pakan	100	52,2 NGN/kg	46,8 NGN/kg	Medugu <i>et al.</i> , 2010
Jewawut	Ayam pedaging	Harga pakan	100	52,2 NGN/kg	41,2 NGN/kg	Medugu <i>et al.</i> , 2010
Gaplek	Ayam pedaging	Total biaya pakan	25	3480 NGN/ek	3080 NGN/ek	Anaeto and Adighibe, 2011
Onggok	Ayam petelur	Harga pakan	50	53,5 NGN/kg	50,9 NGN /kg	Oladunjoye <i>et al.</i> , 2010
Bungkil sawit	Ayam pedaging	IOFC	12,5	18461 IDR/ek	18975 IDR/ek	Natsir <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang	Ayam pedaging	Harga pakan	10	105,54 NGN/kg	100,42 NGN/kg	Fas <i>et al.</i> , 2015
Menir beras	Ayam petelur	Harga pakan	50	5,67 INR/kg	5,17 INR/kg	Jadhao <i>et al.</i> , 2000
Roti afkir	Itik	IOFC	10	11486 IDR/ek	11465 IDR/ek	Kusmayadi, 2019

Keterangan: NGN (naira), INR (Rupee), IDR (Rupiah), ek (ekor), kg (kilogram), IOFC (*income over feed cost*)

Dampak biologis yang diulas dalam artikel ini terbagi dua, yaitu pengaruh terhadap produksi dan kualitas. Pengaruh bahan baku alternatif sumber energi tanpa perlakuan terhadap performan unggas ditampilkan pada Tabel 5, 6 dan 7.

Sorgum pada ayam petelur dan ayam pedaging dapat menggantikan jagung hingga 100% dengan indikator produksinya sama (Tabel 5 dan Tabel 7). Sorgum dapat menggantikan jagung karena dari segi nutrisi mirip dengan jagung (Tabel 1) tetapi untuk dapat menggantikan jagung 100% harus dilakukan beberapa perlakuan untuk mengurangi antinutrisi pada sorgum. Kandungan antinutrisi pada sorgum adalah tanin 3,67-10,66% tergantung varietasnya dan asam fitat 19,53 mg/g (Setiarto dan Widhyastuti, 2016). Perlakuan untuk mengurangi tanin dapat dilakukan dengan menambah 6% tepung indigofera dan probiotik sebanyak 43×10^{12} CFU/mL (Sriagtula *et al.*, 2019), penambahan 0,15-0,30% metionin atau cholin (Issa, 2009), fermentasi dengan *R.*

oligosporus, *L. plantarum* dan *S. Cerevisiae* (Setiarto dan Widhyastuti, 2016).

Pemanfaatan tepung gandum untuk substitusi jagung mempunyai kendala diantaranya adalah kandungan NSP tinggi. Permasalahan tersebut dapat dikurangi dengan penambahan enzim (EIKatcha *et al.*, 2014) sehingga dari laporan penelitian (Zarei *et al.*, 2011) pada ayam petelur gandum dapat menggantikan jagung hingga 100% dengan penambahan enzim *cocktail* sebanyak 0,09% campuran pakan dengan indikator produksi telur.

Jewawut dapat menggantikan jagung hingga 50% tanpa pengaruh negatif terhadap produksi dan kualitas telur pada ayam petelur. Kendala penggunaan jewawut adalah serat kasar tinggi sehingga diperlukan perlakuan misalnya fermentasi, penambahan enzim, probiotik, untuk mengurangi dampak negatifnya. Menurut Boroojeni *et al.* (2011) tepung jewawut dapat menggantikan jagung hingga 100% tanpa pengaruh negatif dengan

Tabel 5. Pengaruh substitusi jagung dengan bahan baku alternatif terhadap produksi ayam petelur

Bahan pakan alternatif	Umur	Strain	Substitusi	HDP	MT	Kon	BT	FCR	Sumber
Sorgum	30	Isa Brown	kontrol	83,2	48,8	121,8	63,8	2,5	Sriagtula <i>et al.</i> , 2019
			100	84,5	49,3	121,4	62,3	2,4	
Jewawut	31	Harco line	kontrol	83,8	-	112,0	49	1,6	Issa <i>et al.</i> , 2016
			50	84,4	-	106,0	48	1,6	
Gaplek	24	Petelur hitam	kontrol	87,9	-	109,0	60,2	-	Anaeto and Adighibe, 2011
			25	85,7	-	101,9	60,9	-	
Tepung kentang	30	-	kontrol	57,0	48,1	105,1	40,1	2,2	Sultana <i>et al.</i> , 2016
			30	52,9	46,1	105,0	39,0	2,3	
Onggok	22	Harco	kontrol	71,0	-	122,4	56,2	2,7	Oladunjoye <i>et al.</i> , 2010
			50	70,0	-	123,2	57,1	2,7	
Bungkil sawit	40	Lohman Brown	kontrol	77,0	26,7	136,3	64,7	-	Zanu <i>et al.</i> , 2012
			10	81,0	29,7	136,7	68,5	-	
SHP	17	Isa Brown	kontrol	79,3	-	110,1	60,7	2,5	Sinurat <i>et al.</i> , 2007
			25	83,7	-	113,5	57,9	2,4	
Menir beras	48	Commercial layers (Sonia)	kontrol	90,1	55,6	106,7	-	-	Sittiya <i>et al.</i> , 2014
			100	90,2	56,5	105,8	-	-	

Keterangan: Umur (minggu), HDP (hen day production, %), MT (masa telur, g/ekor/hari), Kon (konsumsi, g/ekor/hari), BT (berat telur, g/butir), FCR (feed conversi rasio),

indikator produktifitas ayam pedaging finisher. Tepung gaplek dan onggok merupakan produk olahan ketela pohon, sehingga kedua bahan baku tersebut mempunyai kendala yang hampir sama bila digunakan untuk substitusi jagung. Kendala utama dari tepung gaplek dan onggok adalah kandungan HCN nya tinggi yaitu masing-masing 40-80 mg/kg dan 175 mg/Kg (Ariani *et al.*, 2017; Afrian *et al.*, 2014). HCN adalah zat antinutrisi yang sifatnya beracun apabila dikonsumsi oleh ternak dan toleransi pada ternak adalah 0,5-3,5 mg/Kg berat badan (Afrian *et al.*, 2014). Kendala lain penggunaan onggok dan tepung gaplek adalah serat kasar tinggi dan bersifat *bulky* (densitas rendah). Densitas bahan pakan dapat dikurangi dengan dibuat pellet atau crumbel (Ismail *et al.*, 2016). Bozkurt *et al.* (2019) menambahkan bentuk pakan tepung dan crembel dapat mempengaruhi berat organ pencernaan serta performan unggas (PBB, konsumsi, FCR).

Hasil penelitain Bhuiyan and Iji, (2015) melaporkan bahwa tepung gaplek dapat menggantikan jagung 100% dengan perlakuan dibuat pelet dan penambahan enzim (xylanase, amylase, protease, phytase) pada ayam pedaging dengan indikator bobot badan akhir, konsumsi kumulatif, FCR dan pertambahan bobot badan harian. Onggok selain HCN juga mempunyai kendala NDF dan ADF tinggi mencapai 39,67 dan 16,57% (Edi, 2010), sehingga dapat menggantikan jagung pada ayam petelur maksimal 50% dan 20-30% pada ayam pedaging dengan dilakukan fermentasi terlebih dahulu (Tabel 6 dan Tabel 7). Penggunaan tepung gaplek dan onggok pada ayam petelur mempunyai kendala terhadap warna kuning telur lebih pudar (tidak kuning). Hal ini terjadi karena dalam onggok maupun tepung gaplek tidak mengandung xantofil.

Bungkil sawit dapat menggantikan jagung dengan indikator produktifitas ayam

Tabel 6. Pengaruh substitusi jagung dengan bahan baku alternatif terhadap kualitas telur ayam petelur

Bahan pakan alternatif	Umur	Strain	Substitusi	WKT	HU	TK	Sumber
Jewawut	31	Harco line	Kontrol	8,2	-	-	Issa <i>et al.</i> , 2016
			50	8,0	-	-	
Gaplek	44	Isa Brown	Kontrol	8,2	85,1	-	Mampioper <i>et al.</i> , 2008
			45	4,2	88,4	-	
Tepung kentang	30	-	Kontrol	8,2	89,7	0,38	Sultana <i>et al.</i> , 2016
			30	8,5	88,7	0,37	
Onggok	22	Harco	Kontrol	3,6	86,5	0,34	Oladunjoye <i>et al.</i> , 2010
			50	2,5	84,2	0,33	
Bungkil sawit	40	Lohman Brown	Kontrol	2,0	91,0	0,40	Zanu <i>et al.</i> , 2012
			10	4,7	94,3	0,40	
SHP	17	Isa Brown	Kontrol	5,4	99,8	0,45	Sinurat <i>et al.</i> , 2007
	17		25	5,8	101,0	0,42	
Menir beras	23	Commercial layers (Sonia)	Kontrol	7,3	88,9	0,37	Sittiya <i>et al.</i> , 2014
			100	5,6	86,9	0,36	

Keterangan: Umur (minggu), WKT (warna kuning telur), HU (haugh unit), TK (tebal kerabang, mm)

petelur hingga 10% tanpa perlakuan dan SHP hingga 25% dengan perlakuan fermentasi. Faktor pembatas penggunaan bungkil sawit dan SHP menggantikan jagung adalah NSP dan serat kasar tinggi karena keduanya merupakan produk olahan dari biji pohon sawit. Kandunga NDF dan ADF bungkil sawit mencapai 72,42 dan 23,30% (Edi, 2010). NSP pada SHP dan bungkil sawit dapat dikurangi dengan cara fermentasi dan pemberian enzim (Sinurat *et al.*, 2007; Edi, 2010).

Tepung kentang merupakan bahan baku yang bila digunakan akan berkompetisi pemanfaatannya dengan pangan. Tepung kentang dapat mensubstitusikan jagung hingga 30% pada ayam petelur dengan indikator produksi dan kualitas telur. Faktor pembatas dalam penggunaan tepung kentang adalah harganya lebih mahal dari pada jagung. Kendala ini dapat dikurangi dengan memanfaatkan kentang afkir yang tidak layak untuk pangan.

Menir beras pada ayam petelur dapat menggantikan jagung hingga 100% dengan

indikator produksi telur dan kualitas telur (Tabel 5 dan Tabel 6) dan 75% pada angsa pedaging (Tabel 7) dengan performan lebih baik. Masalah yang timbul penggunaan menir beras untuk menggantikan jagung adalah warna kuning telur lebih pudar karena dalam menir beras tidak terdapat xantofil seperti pada jagung (Jadhao *et al.*, 2000). Kandungan Permasalahan ini dapat dikurangi dengan penambahan xantofil sintesis pada formulasi pakan. Pigmen kuning (xantofil) pada jagung diantaranya adalah lutein 0,88-41,85, Zeaxanthin 0,74-30,68 dan β -carotene 0,05-16,79 $\mu\text{g/g}$ bahan kering (Muzhingi *et al.*, 2007).

Pemanfaatan produk afkir berupa mie afkir dan roti afkir dapat menggantikan jagung masing-masing hingga 20 dan 100%. Pemanfaatan mie afkir hingga 20% dari jagung dapat dilakukan pada ayam pedaging dengan indikator berat hidup sama dengan penggunaan jagung (Widodo *et al.*, 2010). Pemanfaatan tepung roti afkir hingga 100% untuk substitusi jagung pada itik bali dapat

Tabel 7. Pengaruh substitusi jagung dengan bahan baku alternatif terhadap produktifitas unggas pedaging

Bahan pakan alternatif	Strain/Jenis unggas	Umur	Substitusi dan perlakuan	LB	PBB	FCR	Kon	Sumber
Sorgum	Cobb 500	0-21	kontrol	527,5	26,4	1,76	287,0	Tandieng <i>et al.</i> , 2014
			100 Sorgum low tanin (<i>Sorghum bicolor</i> cultivar Faourou)	597,3	28,5	1,8	314,4	
Sorgum	Cobb 500	22-43	kontrol	1303	48,4	2,79	810,5	Tandieng <i>et al.</i> , 2014
			100 Sorgum low tanin (<i>Sorghum bicolor</i> cultivar Faourou)	1418	47,0	2,79	786,2	
Gandum	Cobb	0-42	kontrol	2084	48,7	1,3	2805	ElKatcha <i>et al.</i> , 2014
			50 (Penambahan enzim 200 g/ton (enzim amilase dan protease))	2030	47,4	1,4	2867	
Jewawut	Ross 308	8-21	kontrol	560	-	1,2	1113	Goodarzi Borojjeni <i>et al.</i> , 2011
			100	598	-	1,2	1134	
Jewawut	Ross 308	22-42	kontrol	1655	-	1,6	1617	Goodarzi Borojjeni <i>et al.</i> , 2011
			100	1897	-	1,5	1743	
Tepung kentang	Ross 308	22-42	kontrol	2148	-	1,9	2966	Adami <i>et al.</i> , 2017
			40	2176	-	2,0	2998	
Gaplek	Cobb 500	0-21	kontrol	696,1	75,9	1,4	948	Bhuiyan and Iji, 2015
			100 (pelet dan penambahan enzim xylanase, amylase, protease, phytase)	749,4	74,6	1,6	1162	
Onggok	Hubbard	0-35	kontrol	1510	43,2	2,1	3158	Ali-Mursyid <i>et al.</i> , 2010
			20	1591	45,5	2,1	3322	
			30 (Fermentasi)	1549	44,3	2,1	3331	
Kulit pisang	Arbor Acres	0-28	Kontrol	1997	50,6	1,9	3956	Fas <i>et al.</i> , 2015
			10 (Tepung)	1933	48,3	2,0	3939	
Mie afkir	Lohman	0-35	Kontrol	1464	-	-	-	Widodo <i>et al.</i> , 2010

Bahan pakan alternatif	Strain/Jenis unggas	Umur	Substitusi dan perlakuan	LB	PBB	FCR	Kon	Sumber
			20	1491	-	-	-	
Roti afkir	Itik bali	2-8	kontrol	1106	20,3	7,3	6218	Trisnadewi <i>et al.</i> , 2012
			100 (Penambahan tepung jerami bawang putih 20%)	1245	23,6	6,8	6742	
Menir beras	Angsa	28-42	kontrol	1205	86,1	2,5	3080	Chen <i>et al.</i> , 2020
			100	1226	87,6	2,3	2870	

Keterangan: LB (bobot hidup, g/ekor), PBB (pertambahan bobot badan harian, g/ekor/hari), Kon (konsumsi kumulatif, g/ekor), FCR (*feed conversion rasio*)

terjadi karena diberi fitobiotik berupa tepung jerami bawang putih hingga 20% dari roti afkir (Trisnadewi *et al.*, 2012).

KESIMPULAN

Bahan pakan alternatif sumber energi untuk substitusi jagung pada unggas diantaranya adalah sorgum, gandum, jewawut, gaplek dan kentang, onggok, bungkil sawit, kulit pisang, *solid heavy phase* (SHP), menir beras, mie afkir dan roti afkir. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaannya adalah batasan penggunaan, jenis dan umur unggas, antinutrisi serta keseimbangan nutrisi utama seperti energi metabolis, protein kasar, asam amino pembatas, kalsium, fosfor dan densitas pakan. Penggunaan bahan baku pakan alternatif yang tepat dapat menekan harga pakan, kebutuhan nutrisi ternak terutama energi metabolis tetap terpenuhi dan produktivitas ternak tetap optimal sehingga dapat meningkatkan profitabilitas peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adami, S., Sadeghi, G., Karimi, A., Azizi, O., Habibian, M. 2017. Effects of replacement of corn with potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber meal in broiler chicken diets. *Animal Production Science*, 57(2), 320.
- Adedokun, S. A., and Adeola, O. 2013. Calcium and phosphorus digestibility: Metabolic limits. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 600–608.
- Afriani, F. A., Liman, Ys, S. T. 2014. *Survei Populasi kapang dan kadar HCN pada onggok dengan proses pengeringan yang berbeda di propinsi lampung*.
- Ali-Mursyid, W. M., Bachruddin, Z., Zuprizal, Z., Nur-Cahyanto, M. 2010. Corn substitution using fermented solid cassava-waste on broiler chicken. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 35(1), 9–15.
- Almrsomi, T. S., AlShukri, A. Y., Areaaer, A. H. 2019. *The Effect Of Substitution Broken Rice (Oryza Sativa) For The Yellow Corn (Zea Mays) On The Performance Of Broiler Ross 308*. *Plant Archives* 19 (1) : 279-283
- Alshelmani, M. I., Loh, T. C., Foo, H. L., Sazili, A. Q., Lau, W. H. 2016. Effect of feeding different levels of palm kernel cake fermented by *Paenibacillus polymyxa* ATCC 842 on nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microflora in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 216, 216–224.

- Anaeto, M., and Adighibe, L. 2011. Cassava root meal as substitute for maize in layers ration. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 13(2), 153–156.
- Anderemi, F. A., Adenowo, T. K., Oguntunji, A. O. 2012. Effect of Whole Cassava Meal on Performance and Egg Quality Characteristics of Layers. *Journal of Agricultural Science*. 4(2) : 195-200
- Ashour, E. A., Reda, F. M., Abd El-Hack, M. E. 2016. The Influences of Partially Replacement of Maize Corn by Broken Rice and Sugar Beat Pulp on Growth Performance, Carcass Traits and Economics of Meat-Type Quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 6(3), 715-722
- Astuti, E. 2009. Karakterisasi Tepung Beras Menir Prigelatinisasi Dan Perubahan Mutunya Selama Penyimpanan. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Aqsa, A. D., Kiramang, K., Hidayat, M. N. 2016. Profil Organ Dalam Ayam Pedaging (Broiler) Yang Diberi Tepung Daun Sirih (Piper Betle Linn) Sebagai Imbuhan Pakan. *Jurnal Ilmu dan Industri Perternakan*, 3 (1) : 148-159
- Ariani, L., Estiasih, T., Martati, E. 2017. Physicochemical Characteristic Of Cassava (Manihot utilisima) with Different Cyanide Level. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(2), 119–128. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.02.12>
- Aro, S. O., and Aletor, V. A. 2012. Proximate composition and amino acid profile of differently fermented cassava tuber wastes collected from a cassava starch producing factory in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development* 24 (3)
- Atapattu, N.S.B.M and Senevirathne, T.S.M.S. 2012. Effects of Increasing Levels of Dietary Cooked and Uncooked Banana Meal on Growth Performance and Carcass Parameters of Broiler Chicken. *Pakistan Veterinary Journal*, 33(2) : 179-182
- Attia, Y. A., Aggoor, F. A. M., Ismail, F. S. A., Qota, E. M. A., Shakmak, E. A. 2006. Effect of energy level, rice by products and enzyme additions on growth performance and energy utilization of Japanese quail. *EPC 2006 XII European Poultry Conference, Verona , Italy 10-14 September, 2006*
- Babatunde, B. B. 2013. Effect of Feeding Cassava Wastes on the Performance and Meat Quality of Broiler Chickens. *Mal. J. Anim. Sci.* 16(2):63-73
- Bangun, G. D. D., Mahfuds, L. D., Sunarti, D. 2013. Pengaruh penggunaan tepung rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) dalam ransum ayam broiler terhadap berat dan ukuran tulang tibia dan tarsometatarsus. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 489-496.
- Bhuiyan, M. M., & Iji, P. A. 2015. Energy Value of Cassava Products in Broiler Chicken Diets with or without Enzyme Supplementation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(9), 1317–1326.
- Bozkurt, M., Kocer, B., Ege, G., Tuzun, A. E., Biyik, H. H., Poyrazoğlu, E. 2019. Influence of the particle size and form of feed on growth performance, digestive tract traits and nutrient digestibility of white egg-laying pullets from 1 to 112 D of age. *Poultry Science* 98 : 4016–4029
- Bulu, S., Rejeki, I. G. A. S., Mardewi, N. K. 2018. Pemakaian sorgum (*Sorghum bicolor* l.) sebagai bahan substitusi jagung (*Zea mays* l.) pada ransum terhadap berat bagian bagian karkas ayam broiler umur 6 minggu. *Gema Agro*, 23(2) : 124-128
- Charrondiere, U. R., Haytowitz, D., Stadlmayr, B. 2015. Density Database version 2. *FAO/INFOODS*
- Chen, X., Yang, H., Xu, L., Wan, X., Wang,

- Z. 2020. Effect of replacing dietary corn with broken rice on goose growth performance, body size and bare skin color. *Animals*, 10(8) : 1-10
- Chong, C. H., Zulkifli, I., Blair, R. 2008. Effects of Dietary Inclusion of Palm Kernel Cake and Palm Oil, and Enzyme Supplementation on Performance of Laying Hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(7), 1053–1058.
- Cisse, R. S., Hamburg, J. D., Freeman, M. E., Davis, A. J. 2017. Using locally produced millet as a feed ingredient for poultry production in Sub-Saharan Africa. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(1), 9–22.
- Dadalt, J. C., Gallardo, C., Polycarpo, G. V., Budiño, F. E. L., Rogiewicz, A., Berto, D. A., Trindade Neto, M. A. 2016. Ileal Amino Acid Digestibility of Broken Rice Fed to Postweaned Piglets with or without Multicarbhydrase and Phytase Supplementation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(10), 1483–1489.
- Diarra, S. S., and Devi, A. 2015. Feeding Value of Some Cassava By-Products Meal for Poultry: A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14(10), 735–741.
- Edi, D. N. 2010. Evaluasi Nilai Nutrisi Campuran Bungkil Inti Sawit dan Onggok yang Difermentasi Dengan *Mix Culture Microbes* Sebagai Bahan Pakan Unggas. Skripsi. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang
- ElKatcha, M., Soltan, M., ElKanwy, H., kawarie, El. 2014. Growth Performance, Blood Parameters, Immune response and Carcass Traits of Broiler Chicks Fed on Graded Levels of Wheat Instead of Corn without or With Enzyme Supplementation. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 40(1), 95.
- Fas, A., Oa, A., Ob, O., Oo, O., Oy, A.-A., Jo, A. 2015. Effects of Treated Banana Peel Meal on the Feed Efficiency, Digestibility and Cost Effectiveness of Broiler Chickens Diet. *Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry*, 1(6).
- Filgueira, T., Freitas, E., Quevedo Filho, I., Fernandes, D., Watanabe, P., Oliveira, A. de. 2014. Corn replacement by broken rice in meat-type quail diets. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 16(4), 345–350
- Fitroh, B. A., Wihandoyo, W., Supadmo, S. 2018. The Use 3 of Banana Peel Meal (*Musa paradisiaca*) as Substitution of Corn in the Diets on Performance and Carcass Production of Hybrid Ducks. *Buletin Peternakan*, 42(3).
- Goodarzi Boroojeni, F., Samie, A. H., Edriss, M. A., Khorvash, M., Sadeghi, G., Van Kessel, A., Zentek, J. 2011. Replacement of corn in the diet of broiler chickens using foxtail millet produced by 2 different cultivation strategies. *Poultry Science*, 90(12), 2817–2827
- Hartadi, H. 1980. Tabel-Tabel Dari Komposisi Bahan Makanan Ternak Untuk Indonesia, Data Ilmu Makanan Untuk Indonesia. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Has, H., Napirah, A., dan Indi, A. 2014. Efek peningkatan serat kasar dengan penggunaan daun murbei dalam ransum broiler terhadap persentase bobot saluran pencernaan. *JITRO*, 1(1) : 63-69
- Hudiansyah, P., Sunarti, D., Sukamto, B. 2015. Pengaruh Penggunaan Kulit Pisang Terfermentasi Dalam Ransum Terhadap Ketersediaan Energi Ayam Broiler. *AROMEDIA*, 33(2), 1-9
- Hur, On-Sook, Chang, Dong Chil, Kim, Sun Lim, Ok, Hyun-Choong, Kim, Jung-Tae, and Chun, Changhoo. 2011. Sugar, Amino Acid and Fatty Acid Composition in Potato Tubers Grown in Highland Area of Gangwon Province,

- 24(6), 688–695.
- Hy-Line Brown. 2014. Panduan Manajemen : Ayam Petelur Komersial Hy-Line Brown. *Hy-Line International EggCel*. www.hylineeggcel.com
- Ismail, F., Sherif, Kh., EL-Gogary, M., Tuama, S. 2016. Effect of nutrient density and feed form on productive performance and blood parameters of broiler chickens. *Journal of Animal and Poultry Production*, 7(3), 121–128.
- Issa, S. 2009. Nutritional Value Of Sorghum For Poultry Feed In West Africa. Disertasi. Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture. Kansas State University. Manhattan, Kansas
- Issa, S., Jarial, S., Brah, N., Harouna, L. 2016. Are millet and sorghum good alternatives to maize in layer's feeds in Niger, West Africa?. *Indian Journal of Animal Sciences*, 86 (11): 1302–1305
- Jadhao, S. B., Tiwarp, C. M., Khan, M. Y. 2000. Effect of complete replacement of maize by broken rice in the diet of laying hens. *Indian J. Anim. Nutr.*, 17 (3) : 237-242
- Jafarnejad, S., Farkhoy, M., Sadegh, M., Bahonar, A. R. 2010. Effect of Crumble-Pellet and Mash Diets with Different Levels of Dietary Protein and Energy on the Performance of Broilers at the End of the Third Week. *Veterinary Medicine International*, 2010, 1–5
- Jayanegara, A., Ridla, M., Laconi, E. B., Nahrowi. 2019. Komponen Antinutrisi Pada Pakan. IPB Press, Bogor
- Kasapidou, E., Sossidou, E., Mitlianga, P. 2015. Fruit and Vegetable Co-Products as Functional Feed Ingredients in Farm Animal Nutrition for Improved Product Quality. *Agriculture*, 5(4), 1020–1034
- Kaul, J., Jain, K., Olakh, D. 2019. An Overview on Role of Yellow Maize in Food, Feed and Nutrition Security. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02), 3037–3048
- Kierończyk, B., Rawski, M., Długosz, J., Świątkiewicz, S., Józefiak, D. 2016. Avian Crop Function – A Review. *Annals of Animal Science*, 16(3), 653–678
- Kiramang, K. 2011. Potensi dan pemanfaatan onggok dalam ransum unggas. *Jurnal Teknosains*, 5(2) : 155-163
- Kumar, P., Yadava, R., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R., Yadav, S. 2011. Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. *Life Sciences and Medicine Research*, 22 : 1-10
- Kumaravel, V. and Natarajan, A. 2015. Nutritive Value Of Pearl Millet Grains For Poultry Feed–A Review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4 (1) : 230-233
- Kusmayadi, A. 2019. Pengaruh Kombinasi Tepung Roti Afkir Dan Tepung Kulit Manggis Sebagai Substitusi Jagung Dalam Ransum Itik Cihateup Terhadap Performan Pertumbuhan Dan Income Over Feed Cost. *Jurnal Peternakan*, 16(2), 43
- Mampiooper, A., Rumetor, S. D., Pattiselanno, F. 2008. Kualitas Telur Ayam Petelur Yang Mendapat Ransum Perlakuan Substitusi Jagung Dengan Tepung Singkong. *J. Ternak Tropika*, 9 (2) : 42-51
- Marsono, Y dan Astanu, W. P. 2002. Pengkayaan Protein Mie Instan dengan Tepung Tahu. *Agritech*, 22(3) : 99-103
- Medugu, C. I., Kwari, I. D., Igwebuiké, J., Nkama, I., Mohammed, I. D., Hamaker, B. (2010). Performance and economics of production of broiler chickens fed sorghum or millet as replacement for maize in the semi-arid zone of Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(3), 321-325.
- Mir, N. A., Tyagi, P. K., Biswas, A. K., Tyagi,

- P. K., Mandal, A. B., Kumar, F., Deo, C., Biswas, A. 2015. Effect of feeding broken rice and distillers dried grains with solubles in a flaxseed-based diet on the growth performance, production efficiency, carcass characteristics, sensory evaluation of meat, and serum biochemistry of broiler chickens. *Turk J Vet Anim Sci*, 41 : 583-589
- Musita, N. 2018. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Onggok Industri Besar Dan Industri Kecil. *Majalah TEGI*, 10(1) : 19-24
- Muzhingi, T., Yeum, K., Russell, R. M., Johnson, E. J., Qin, J., Tang, G. 2007. Determination of carotenoids in yellow maize, the effects of saponification and food preparations. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 78 (3) : 112-120
- Nafiah, Y. I. 2009. Kajian Fisik-Kimia Jagung (*Zea mays*) Pipilan Pasca Proses Pengerinan dan fermentasi dengan Penambahan Asam Propionat dan Molases Selamat Penyimpanan. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Natsir, M. H., Djunaidi, I., Sjoefjan, O., Suwanto, A., Puspitasari, E., Virginia, L. J. 2018. The Effect of Corn Substitution with Palm Kernel Meal Treated by Enzyme on Production Performance and Carcass Quality of Broiler. *Bulletin of Animal Science*, 42(2) : 103-108
- Nopriani, D. 2006. Pengaruh Substitusi Jagung dengan Sorgum dan Menir Sebagai Sumber Pati Terhadap Kualitas Fisik Pelet Pakan *Broiler Finisher*. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Octavia, S., Djunaidi, I. H., dan Widodo, E. 2018. Kandungan Energi Metabolis Semu Pakan Dan Energi Metabolis Semu Terkoreksi N Pada Gandum Dengan Suplementasi Enzim Sebagai Substitusi Jagung. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(3), 68-71
- Okereke, C. O. 2011. Utilization of Cassava, Sweet Potato, and Cocoyam Meals as Dietary Sources for Poultry. *World J of Engineering and Pure and Applied Sci.*, 2 (3) : 63-68
- Oladunjoye, I.O., Ojebiyi, O., Amao, O.A., 2010. Effect Of Feeding Processed Cassava (*Manihot esculenta Crantz*) Peel Meal Based Diet On The Performance Characteristics, Egg Quality And Blood Profile Of Laying Chicken. *Agricultura Tropica Et Subtropica*. 43(2) : 119-126
- Onunkwo, D. N., Ugwuene, M. C., Eze, J. C. R. and Okpechi, F. C. 2018. Replacement Value Of Palm Kernel Meal For Maize On Growth, Egg Quality, And Economic Parameters Of Local Duck Hens. *Nigerian J. Anim. Sci.*, 20 (1): 145-151
- Panikkai, S., Nurmalina, R., Mulatsih, S., Purwati, H. 2017. Analysis of National Corn Availability to Become Self-sufficiency Throught Dynamic Model Approachmen. *Informatika Pertanian*, 26 (1) : 41-48
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementan RI. 2018. Outlook Jagung : Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementrian Pertanian Republik Indonesia
- Putra, G. Y., dan Sudarwati, H. 2019. Pengaruh penambahan fermentasi kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) pada pakan lengkap terhadap kandungan nutrisi dan pencernaan secara in vitro. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2 (1) : 42-52
- Rahmawati. 2016. Histologis Saluran Pencernaan Ayam Buras Hasil *In Ovo Feeding* Asam Amino L-Arginine. Skripsi. Progrma Studi Peternakan. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanudin. Makasar
- Ribeiro J., V., Salguero, S.C., Vieira, R.A., Silva, L.M., Silva, D.L., Hannas, M.I.,

- Albino, L.F.T. and Rostagno, H.S. 2016. Crude protein levels in diets for laying hens. *Arch. Zootec.* 65 (250): 225-229
- Samadi, S. 2012. Konsep Ideal Protein (Asam amino) Fokus Pada Ternak Ayam Pedaging (review artikel). *Jurnal Agripet*, 12(2), 42–28
- Scott, M. P., Edwards, J. W., Bell, C. P., Schussler, J. R., Smith, J. S. 2006. Grain Composition And Amino Acid Content In Maize Cultivars Representing 80 Years Of Commercial Maize Varieties. *Maydica*, 51 : 417-423
- Setiarto, R. H. B dan Widhyastuti, N. 2016. Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Berita Biologi*, 15 (2) : 149-157
- Shakila, S., Reddy, P. S., Reddy, P.V.V.S., Ramana, J. V., Ravi, A. 2012. Effect of palm kernel meal on the performance of broilers. *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences* 8 (4) 227-234
- Singh, D. 2004. Evaluation of new millet varieties as a poultry feed ingredient. Rural Industries Research and Development Corporation (Australia), Rural Industries Research and Development Corporation, & Chicken Meat Research and Development (Program). RIRDC
- Sinurat, A. P., Purwadaria, T., Bintang I. A. K., Pasaribu, T. 2007. Peningkatan Nilai Gizi Solid heavy phase dalam Ransum Unggas sebagai Pengganti Jagung. *JITV*, 12(2) : 87-95
- Sittiya, J., Yamauchi, K., Takata, K. 2014. Effects of Replacing Corn with Whole-Grain Paddy Rice in Laying Hen Diets on Egg Production Performance. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 1(1), 1–4.
- Sriagtula, R., Djulardi, A., Yuniza, A. 2019. Effects of the Substitution of Corn with Sorghum and the Addition of Indigofera Leaf Flour on the Performance of Laying Hens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(10) : 829-834
- Sukarman, S. 2011. Berbagai alternatif bahan baku lokal untuk pakan ikan. *Media Akuakultur*, 6(1) : 36-42
- Sultana, F., Khatun, H., Ali, M. A. 2016. Use of potato as carbohydrate source in poultry ration. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(30) : 1-7
- Sundu, B., Kumar, A., Dingle, J. 2006. Palm kernel meal in broiler diets: Effect on chicken performance and health. *World's Poultry Science Journal*, 62(2), 316–325
- Tandiang, D. M., Diop, M. T., Dieng, A., Yoda, G. M. L., Cisse, N., Nassim, M. 2014. Effect of Corn Substitution by Sorghum Grain with Low Tannin Content on Broilers Production: Animal Performance, Nutrient Digestibility and Carcass Characteristics. *International Journal of Poultry Science*, 13(10), 568–574. <https://doi.org/10.3923/ijps.2014.568.574>
- Teme, A. B. Y., Selan, Y. N., Amalo, F. A. 2019. Gambaran anatomi dan histologi oesofagus dan proventrikulus pada ayam hutan merah (*Gallus gallus*) asal Pulau Timor. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 2(2) : 85-103
- Trisnadewi, A. A. A. S., Utami, I. A. P., Aryani, I. G. A. I., Partama, I. B. G., Bidura, I. G. N. G. 2012. Pengaruh Penggantian Penggunaan Jagung Kuning Dalam Ransum Dengan Campuran Limbah Roti Dan Tepung Jerami Bawang Putih Terhadap Penampilan Dan Jumlah Lemak Abdomen Itik Bali Jantan. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 15 (1) : 6-10
- Weurding, R. E., Veldman, A., Veen, W. A. G., van der Aar, P. J., Verstegen, M. W. A. 2001. Starch Digestion Rate in the Small Intestine of Broiler Chickens

- Differs among Feedstuffs. *The Journal of Nutrition*, 131(9), 2329–2335.
- Widodo, E., Sjoftjan, O., Wijaya, A. Z. 2010. Limbah mie sebagai pengganti jagung dalam pakan ayam pedaging dan pengaruhnya terhadap kualitas karkas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 5(1) : 38-44
- Zanu, H. K., Abangiba, J., Arthur Badoo, W., Akparibo, A. D., Sam, R. 2012. Laying chickens response to various levels of palm kernel cake in diets. *International Journal of Livestock Production*, 3(1), 12–16.
- Zarei, M., Ehsani, M., Toriki, M. 2011. Productive performance of laying hens fed wheat-based diets included olive pulp with or without a commercial enzyme product. *Afr. J. Biotechnol*, 10 (20) : 4303-4312