

Potensi dan Pemanfaatan Tepung Pucuk *Indigofera* sp. sebagai Bahan Pakan Substitusi Bungkil Kedelai dalam Ransum Ayam Petelur

Palupi R^{1,3}, Abdullah L², Astuti DA², Sumiati²

¹Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan Pascasarjana IPB

²Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor

³Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

E-mail: palupiarda@yahoo.com

(Diterima 20 Juni 2014 ; disetujui.27 Agustus 2014)

ABSTRACT

Palupi R, Abdullah L, Astuti DA, Sumiati. 2014. Potential and utilization of *Indigofera* sp. shoot leaf meal as soybean meal substitution in laying hen diets. JITV 19(3):210-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v19i3.1084>

The objective of this study was to determine the potential of *Indigofera* sp. shoot leaf meal to substitute soybean meal in poultry diet. One hundred and sixty laying hens of Isa Brown strain, at 30 weeks old were used in this study and kept in individual cages. A Randomized Completely Design was applied with four treatments and four replications. The treatments were four levels of soybean meal protein substitution by *Indigofera* sp shoot meal protein in the diets: The level were 0% (R0), 15% (R1), 30% (R2) and 45% (R3). Eggs were collected daily and were evaluated on: weight, shell, albumen, yolk, intensity of yolk and haugh unit. Results showed that the nutrients content of *Indigofera* sp shoot leaf meal were crude protein 28.98%, crude fat 3.30%, crude fiber 8.49%, calcium 0.52% and phosphorus content was 0.34%. *Indigofera* sp shoot leaf meal contained a complete amino acids. The vitamin A and β -carotene were high, i.e 3828.79 IU/100g and 507.6 mg/kg, respectively. It is concluded that *Indigofera* sp shoot leaf meal is potential to be used as an alternative source of protein. Substitute 45% soybean meal protein with *Indigofera* sp shoot leaf meal in laying hen diets increase egg quality and increase intensity of yolk colour to 55.88%.

Key Words: Egg Quality, Soybean Meal, Nutrients, *Indigofera* sp. Shoot Leaf Meal

ABSTRAK

Palupi R, Abdullah L, Astuti DA, Sumiati. 2014. Potensi dan pemanfaatan tepung pucuk *Indigofera* sp. sebagai bahan pakan substitusi bungkil kedelai dalam ransum ayam petelur. JITV 19(3): 210-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v19i3.1084>

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi nutrisi yang dimiliki tepung pucuk *Indigofera* sp. (TPI) dan memanfaatkannya sebagai bahan pakan substitusi protein bungkil kedelai dalam ransum ayam petelur. Penelitian ini menggunakan ayam petelur strain ISA Brown umur 30 minggu sebanyak 160 ekor yang ditempatkan pada kandang individu. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini merupakan substitusi protein bungkil kedelai dengan protein TPI R0 = ransum kontrol, R1= substitusi 15% protein bungkil kedelai dengan TPI, R2 = substitusi 30% protein bungkil kedelai dengan TPI substitusi 45% protein bungkil kedelai dengan TPI. Telur dikumpulkan setiap hari untuk mendapatkan data berat telur, berat kerabang, berat putih telur, berat kuning telur, warna kuning telur dan haugh unit. Hasil evaluasi kandungan nutrisi TPI adalah protein kasar 28,98%, lemak kasar 3,30 %, serat kasar 8,49%, kalsium 0,52% dan kandungan fosfor 0,34%. TPI mengandung asam amino yang lengkap dan memiliki vitamin A serta β -karoten yang tinggi, yaitu berturut-turut 3828,79 IU/100g dan 507,6 mg/kg. TPI berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan sumber protein. Substitusi 45% protein bungkil kedelai dengan protein TPI dapat meningkatkan kualitas telur dan meningkatkan intensitas warna kuning telur yang mencapai 55,88%.

Kata Kunci: Bungkil Kedelai, Kualitas Telur, Nutrien, Tepung Pucuk *Indigofera* sp.

PENDAHULUAN

Tingkat kemakmuran suatu negara ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain: jumlah penduduk yang miskin, tingkat pengangguran, tingkat kematian bayi dan ibu yang melahirkan serta tingkat pendidikan. Pendidikan yang tinggi dan kemampuan intelektual

tidak dapat dipisahkan dari besarnya konsumsi protein hewani negara. Peningkatan populasi penduduk Indonesia, memacu pemerintah untuk memenuhi kebutuhan protein bagi seluruh rakyat Indonesia, termasuk protein hewani. Salah satu sumber protein hewani yang memiliki komposisi asam amino terlengkap dan yang murah adalah telur ayam.

Pemenuhan kebutuhan protein hewani dari sebutir telur ayam mudah didapat dengan harga yang terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Usaha untuk memproduksi telur tidak hanya ditentukan oleh bibit yang unggul, tetapi juga ditentukan oleh kecukupan nutrisi dari ransum. Nutrisi yang utama yang harus dipenuhi adalah protein. Usaha peternakan ayam petelur selama ini sangat tergantung sekali dengan bahan pakan sumber protein impor. Salah satunya adalah bungkil kedelai. Tangendjaja (2007), menyatakan bahwa Indonesia selama ini tiap tahunnya mengimpor kedelai 1,5 juta ton/tahun. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bungkil kedelai impor, perlu usaha untuk mengkaji bahan pakan sumber protein alternatif yang dapat menggantikan sebagian protein bungkil kedelai.

Salah satu bahan pakan yang berpotensi sebagai bahan pakan sumber protein adalah daun *Indigofera* sp. Tanaman *Indigofera* sp. memiliki produktivitas yang tinggi dan kandungan nutrisi yang cukup baik, terutama kandungan proteinnya yang tinggi. Tarigan et al. (2010) menyatakan bahwa produksi bahan kering tanaman *Indigofera* sp. yang dipotong pada umur 60 hari dengan tinggi potongan 1,0 m adalah sebesar 31,2 ton/ha/tahun, yang merupakan produksi yang paling tinggi jika dibandingkan dengan umur pemotongan yang lebih tua atau yang lebih muda. Kemudian pada umur pemotongan 60 hari dihasilkan kandungan protein kasar yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan umur pemotongan 90 hari atau 30 hari. Tarigan & Ginting (2011) melaporkan bahwa pemberian 30-45% *Indigofera* sp. dalam ransum kambing yang berbasis rumput dengan kualitas rendah menghasilkan respon yang optimal terhadap konsumsi, pencernaan pakan dan penambahan bobot hidup kambing. Setianto et al. (2005) melaporkan bahwa pemberian campuran cassava dan 10% *Indigofera arrecta* sebagai pengganti jagung dalam ransum tidak mempengaruhi konsumsi ransum puyuh.

Selama ini belum ada kajian pemisahan antara bagian tanaman *Indigofera* sp. dalam ransum sebelum diberikan pada ternak. Bahan pakan yang dibutuhkan oleh ternak unggas adalah bahan pakan yang memiliki protein yang tinggi dan kandungan serat kasarnya rendah. Bagian pucuk suatu tanaman biasanya memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik jika dibandingkan dengan bagian lainnya. Berdasarkan uraian diatas, dilakukan kajian potensi tepung pucuk *Indigofera* sp. sebagai bahan pakan alternatif sumber protein untuk mengurangi pemakaian bungkil kedelai dan pemanfaatannya dalam ransum ayam petelur.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agrostologi dan Laboratorium Ilmu Nutrisi Unggas Fakultas Peternakan IPB pada bulan Maret sampai Juni 2013. Analisis kandungan nutrisi dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, analisis asam amino dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB, sedangkan analisis kandungan vitamin dan fitokimia dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah pucuk *Indigofera* sp. yang dipanen pada umur 60 hari. Proses pembuatan tepung pucuk *Indigofera* sp. diawali dengan pemanenan tanaman *Indigofera* sp. yang mempunyai umur defoliasi 60 hari, dengan cara memotong bagian pucuk yang berdiameter <0,5 cm. Kemudian dilanjutkan dengan penjemuran pucuk *Indigofera* sp. di rumah kaca sampai kering agar tidak menyebabkan perubahan warna hijau. Selanjutnya digiling sampai menjadi tepung, dan siap untuk digunakan dalam penyusunan ransum.

Pemanfaatan tepung pucuk *Indigofera* sp. pada ayam petelur menggunakan 160 ekor, ayam ras petelur strain ISA Brown yang berumur 30 minggu, dengan bobot awal rata-rata 1625±44,71 g. Ayam dipelihara dalam kandang sistem *cage* dengan ukuran 22 x 40 x 40 cm terbuat dari kawat. Dalam setiap kandang berisi 1 ekor ayam (kandang individu). Setiap ulangan terdiri dari 10 ekor ayam petelur. Kandang dilengkapi dengan tempat makan, tempat air minum dan lampu pijar untuk penerangan pada malam hari.

Analisis kandungan nutrisi tepung pucuk *Indigofera* sp. meliputi: analisis proksimat (bahan kering, protein kasar, lemak, serat kasar), kandungan kalsium dianalisis dengan metode AAS, sedangkan fosfor menggunakan spektrofotometri. Untuk mengetahui kandungan protein murni, dilakukan analisis Non Protein Nitrogen (NPN). Analisis kandungan asam amino, vitamin, β-karoten dan kandungan fitokimia tanin serta saponin dilakukan dengan HPLC. Berdasarkan analisis kandungan asam amino, dilakukan perhitungan skor asam amino dan indeks asam amino esensial. Skor asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. dihitung dengan rumus:

$$\text{Skor asam amino sampel} = \frac{\text{Kandungan asam amino esensial defisien}}{\text{Asam amino standar FAO}} \times 100\%$$

sedangkan perhitungan indeks asam amino esensial yang dikalkulasi berdasarkan persamaan Oser (1951), yaitu

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100a}{a_e} \times \frac{100b}{b_e} \times \frac{100c}{c_e} \times \dots \times \frac{100j}{j_e}}$$

Keterangan:

- a, b, c...j : Persentase asam amino esensial masing-masing bahan dasar pakan yang dievaluasi
- a_e, b_e, c_e...j_e : Persentase asam amino dalam pakan yang juga terdapat dalam protein telur
- n : Jumlah asam amino esensial

Penelitian penggunaan tepung pucuk *Indigofera* sp (TPI) pada ayam petelur menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 (empat) perlakuan ransum yang mengandung proporsi TPI yang mensubstitusi protein bungkil kedelai dalam ransum ayam petelur, yaitu:

- Perlakuan R0: Ransum kontrol (ransum penelitian tanpa pemakaian TPI).
- Perlakuan R1: Substitusi 15% protein bungkil kedelai dengan protein TPI dalam ransum, yang setara dengan 5,2% TPI.
- Perlakuan R2: Substitusi 30% protein bungkil kedelai dengan protein TPI dalam ransum, setara dengan 10,4 % TPI.

Perlakuan R3: Substitusi 45% protein bungkil kedelai dengan protein TPI dalam ransum, setara dengan 15,6% TPI.

Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi yang digunakan untuk menyusun masing-masing ransum perlakuan berdasarkan Palupi et al. (2014) yang disajikan pada Tabel 1. Ransum perlakuan diberikan pada ayam petelur selama 10 minggu.

Untuk melihat pengaruh pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp terhadap kualitas telur ayam, dilakukan pengukuran berat telur, berat kerabang telur, berat putih telur, berat kuning telur, warna kuning telur dan *Haugh* Unit. Telur yang diproduksi ditimbang tiap butirnya, kemudian dirata-ratakan. Setelah penimbangan telur, diambil 2 butir telur setiap ulangan sebagai sampel.

Sampel telur ini dipecahkan dan dipisahkan antara isi dan kulit. Sedangkan isi telur dipisahkan antara putih dan kuning telurnya. Selanjutnya masing-masing putih dan kuning telur ditimbang.

Untuk mengukur warna kuning telur, sampel yang diukur mulai diambil pada produksi telur minggu ketiga. Setiap minggu, selama 5 minggu telur disampel pada dua hari berturut-turut, setiap ulangan pada perlakuan diambil 2 butir telur untuk sampel. Warna kuning telur dari sampel telur dibandingkan dengan warna *Egg Roche Yolk Colour Fan*.

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi ransum perlakuan selama penelitian

Bahan pakan	R0 (%)	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)
Jagung	57	54,3	53,5	52,1
Dedak	3,5	3,2	1,6	1,3
Bungkil kedelai	20	17	14	11
Tep. pucuk <i>Indigofera</i> sp.	0	5,2	10,4	15,6
Tepung ikan	7,5	8	8,5	8,8
Minyak kelapa	2,8	3,5	3,7	3,81
CaCO ₃	8	7,75	7,23	6,5
Premix	0,47	0,35	0,5	0,29
DCP	0,5	0,4	0,27	0,2
NaCl	0,2	0,2	0,2	0,2
DL-methionin	0,03	0,1	0,1	0,2
Total	100	100	100	100
Kandungan nutrisi berdasarkan perhitungan:				
Energi Metabolis (kkal/kg)	2904	2904	2916	2913
Protein kasar (%)	19,02	19,02	19,03	19,02
Lemak (%)	5,3	6,1	6,4	6,6
Serat kasar (%)	2,52	2,9	3,17	3,58
Lisin (%)	1,31	1,28	1,32	1,26
Methionin (%)	0,54	0,61	0,66	0,70
Metionin+sistin (%)	0,74	0,77	0,73	0,79
Kalsium (%)	3,70	3,90	3,90	3,90
Phosfor (%)	0,54	0,54	0,52	0,52
Natrium (%)	0,19	0,19	0,19	0,19
Clorida (%)	0,02	0,16	0,16	0,16
Vitamin A (IU)	1368	1502	1682	1847
Linoleat (%)	1,28	1,21	1,14	1,09
β-karoten (mg/kg)	0,00	26,40	52,79	79,19

Pengukuran Haugh Unit dilakukan pada telur yang diproduksi pada minggu ketiga, diambil 2 butir telur setiap ulangan pada perlakuan yang disampel. Pengukuran dilakukan menurut metode Buckle et al. (1986) yaitu:

$$HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

Keterangan:

H = Tinggi putih telur kental (mm)

W = Berat telur (g)

Analisis data

Data kandungan nutrisi tepung pucuk *Indigofera* sp dianalisis secara deskriptif, kemudian dilakukan perbandingan dengan nutrisi bungkil kedelai yang akan disubstitusi sebagian proteinnya dalam ransum ayam petelur. Data kualitas telur ayam dilakukan analisis ragam sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap. Perbedaan yang nyata pada perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Steel & Torrie 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi nutrisi tepung pucuk *Indigofera* sp.

Rataan analisis kandungan nutrisi tepung pucuk *Indigofera* sp. disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi nutrisi tepung pucuk *Indigofera* sp. dan nutrisi bungkil kedelai

Komposisi nutrisi	Tepung pucuk <i>Indigofera</i> sp.*	Bungkil kedelai**
Protein kasar (%)	28,98	48
Lemak kasar (%)	3,30	0,5
Serat kasar (%)	8,49	3,0
Kalsium (%)	0,52	0,2
Fosfor (%)	0,34	0,37

* Hasil analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan IPB (2012)

** Berdasarkan Leeson & Summers (2005)

Berdasarkan hasil analisis kandungan nutrisi (Tabel 2), tepung pucuk *Indigofera* sp. dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein karena memiliki kandungan protein kasar yang cukup tinggi yaitu 28,98% dan kandungan serat kasar yang rendah yaitu 8,49%. Lubis (1992), menyatakan bahwa golongan bahan pakan sumber protein adalah semua bahan pakan ternak yang mempunyai kandungan protein minimal 20%. Bahan pakan sumber protein biasanya berupa tepung atau bungkil (Wahju 2004). Semua pakan yang

mengandung protein 20% atau lebih dan serat kasarnya lebih rendah dari 18% biasanya berasal dari tanaman, hewan dan ikan (Tillman et al. 1998). Hasil analisa terhadap kandungan Non Protein Nitrogen (NPN) tepung pucuk *Indigofera* sp. pada penelitian ini sangat rendah yaitu 1,12%, yang berarti bahwa tepung pucuk *Indigofera* sp. mengandung protein murni sebesar 98,88% yang dapat dimanfaatkan oleh ternak.

Farrell (2005) mengingatkan bahwa bahan-bahan pakan yang pada umumnya mengandung zat-zat antinutrien dapat menghambat efisiensi pemanfaatan nutrisinya. Hasil analisis kandungan tanin pada penelitian ini menunjukkan bahwa tepung pucuk *Indigofera* sp. mengandung tanin 0,29%. Batas toleransi tanin dalam ransum ayam sebesar 2,6 g/kg (Kumar et al. 2005). Hasil analisis kandungan saponin tepung pucuk *Indigofera* sp. pada penelitian adalah 0,036 ppm. Batas toleransi saponin dalam ransum ayam sebesar 0,37% yang setara dengan 3,7 g/kg ransum (FAO 2005). Jika dibandingkan dengan jenis legumiosa lainnya seperti daun kelor (*Moringa oleifera*) yang memiliki kandungan tanin 0,3% dan saponin 6,4% (Astuti et al. 2005), maka tepung pucuk *Indigofera* sp. tidak bersifat toksik dan dapat digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ternak unggas.

Bungkil kedelai memiliki kandungan protein kasar 46-48%; serat kasar 3%; lemak 0,5%; kalsium 0,2% dan fosfor 0,37%; serta kandungan asam amino lisin 3,22%; methionin 0,72%. Proporsi bungkil kedelai dalam ransum ternak unggas berkisar antara 18-20%. Keberadaan bungkil kedelai dalam ransum ternak unggas tidak dapat digantikan 100% dengan bahan pakan sumber protein lainnya, tetapi dapat digantikan sebagian dari proporsi bungkil kedelai dalam ransum, karena kandungan protein dari tepung pucuk *Indigofera* sp. lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein bungkil kedelai, sehingga substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. harus berdasarkan proporsi protein bungkil kedelai dalam ransum.

Komposisi asam-asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp.

Kandungan asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. dan bungkil kedelai serta protein telur disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, tepung pucuk *Indigofera* sp. memiliki kandungan asam amino yang lengkap. Penilaian kualitas protein tidak saja ditentukan oleh kandungan asam amino total dari bahan pakan, tetapi juga ditentukan oleh keseimbangan asam amino esensial yang tersusun di dalam protein tersebut. Skor kimia asam amino merupakan suatu metode untuk menduga nilai biologi berdasarkan profil asam amino suatu protein pakan dibandingkan dengan profil asam

amino suatu protein yang mempunyai nilai biologi yang tinggi, sedangkan skornya ditentukan berdasarkan asam amino pembatas (Seligson & Mackey 1984). Setelah dilakukan perhitungan skor asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. yaitu skor asam amino dengan asam amino yang defisien adalah leusin, yaitu sebesar 24,56 sedangkan perhitungan skor asam amino bungkil kedelai adalah 26,50. Skor asam amino atau skor kimia merupakan derajat efisiensi pemakaian protein tersebut untuk sintesa protein tubuh.

Cara penilaian kualitas protein dengan skor asam amino memberikan hasil setara dengan penilaian secara biologis (Pilliang & Soewondo 2006). Jika dibandingkan dengan skor asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. mendekati skor asam amino yang dimiliki bungkil kedelai. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa kualitas protein dari tepung pucuk *Indigofera* sp. mempunyai kualitas yang baik dan dapat digunakan sebagai salah satu bahan pakan sumber protein. Indeks asam amino esensial tepung pucuk *Indigofera* sp. 21,53 sedangkan indeks asam amino esensial bungkil kedelai adalah 36,57 artinya kandungan rata-rata asam amino esensial dalam tepung pucuk *Indigofera* sp. adalah 21,53% bila dibandingkan dengan protein telur. Berdasarkan perhitungan indeks asam amino esensial, maka tepung pucuk *Indigofera* sp. memiliki indeks asam amino esensial yang lebih rendah jika dibandingkan dengan indeks asam amino esensial bungkil kedelai, sehingga tepung pucuk *Indigofera* sp. belum bisa digunakan 100% untuk menggantikan protein bungkil kedelai dalam ransum. Oleh sebab itu substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk

Indigofera sp. dalam ransum ternak harus berdasarkan proporsi kandungan proteinnya.

Kandungan vitamin tepung pucuk *Indigofera* sp.

Tepung pucuk *Indigofera* sp. memiliki kandungan vitamin A, D, E dan K serta bahan aktif berupa β -karoten yang berpotensi sebagai antioksidan untuk ternak. Hasil analisis kandungan vitamin dan bahan aktif β -karoten tepung pucuk *Indigofera* sp. disajikan pada Tabel 4.

Tepung pucuk *Indigofera* sp memiliki komposisi vitamin yang lebih lengkap dan kandungan vitamin yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bungkil kedelai, sehingga dapat dikatakan bahwa tepung pucuk *Indigofera* sp. merupakan bahan pakan sumber vitamin yang lebih baik jika dibandingkan dengan bungkil kedelai, terutama vitamin A yaitu sebesar 3828,79 IU/100g. Tepung pucuk *Indigofera* sp. dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber vitamin, terutama sebagai sumber vitamin A dalam ransum, hal ini disebabkan kandungan β -karoten yang tinggi yaitu sebesar 507,6 mg/kg. Karotenoid merupakan pewarna alami yang larut dalam lemak. Lebih dari 700 jenis karotenoid telah diidentifikasi dan 50% dari total senyawa karotenoid tersebut dapat dicerna dan dapat dimetabolisme dalam tubuh (Maimani et al. 2009), tetapi hanya β -karoten, β -cryptoxanthin, α -karoten, likopen, lutein dan zeaxanthin yang merupakan komponen penyusun karotenoid darah (Krinsky & Johnson 2005).

Tabel 3. Kandungan asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. dan bungkil kedelai serta protein telur

Asam amino	Tepung pucuk <i>Indigofera</i> sp* (% w/w)	Bungkil kedelai** (% w/w)	Protein telur*** (% w/w)
Histidin	0,67	1,28	2,1
Treonin	1,14	1,87	4,9
Arginin	1,67	3,48	6,4
Tirosin	1,05	1,95	4,5
Metionin	0,43	0,67	4,1
Valin	1,56	2,22	7,3
Phenilalanin	1,60	2,34	6,3
Isoleusin	1,35	2,12	8
Leusin	2,26	3,74	9,2
Lisin	1,57	2,96	7,2

* Berdasarkan hasil analisa Laboratorium Terpadu IPB (2012)

** Berdasarkan Leeson & Summers (2005)

***Berdasarkan Leeson & Summers (2001)

Tabel 4. Kandungan vitamin tepung pucuk *Indigofera* sp. dibandingkan dengan bungkil kedelai

Uraian	Tepung pucuk <i>Indigofera</i> sp.*	Bungkil kedelai**
Vitamin A	3828,79 IU/100 g	510 SI
Vitamin D	42,46 mcg/100 g	0
Vitamin K	1,149 ppm	0
Vitamin E (α -tokoperol)	148,74 mg/kg	0,3mg/kg
β - karoten	507,6 mg/kg	0

* Berdasarkan hasil analisa laboratorium Balai Balai Besar Pascapanen Cimanggu (2012)

** Berdasarkan Tabel kandungan zat makanan NRC (1994)

Pengaruh substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. terhadap kualitas telur

Pengukuran kualitas telur pada penelitian ini dilakukan secara fisik. Pengukuran tersebut meliputi pengukuran berat telur, berat kerabang telur, berat putih telur, berat kuning telur, intensitas warna kuning telur dan haugh unit telur. Rataan kualitas telur secara fisik selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Pengaruh perlakuan terhadap berat telur

Rataan berat telur selama penelitian berkisar antara 53,95-55,99 g. Hasil analisis ragam bahwa substitusi bungkil kedelai dalam ransum dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap berat telur. Hal ini menunjukkan penggunaan tepung pucuk *Indigofera* sp. sampai 15,6% dalam ransum yang menggantikan 45% protein bungkil kedelai dalam ransum tidak menyebabkan penurunan berat telur yang dihasilkan. Kualitas protein yang dimiliki tepung pucuk *Indigofera* sp. dapat menggantikan protein bungkil kedelai dalam ransum dengan baik, karena mengandung asam-asam amino esensial yang dibutuhkan ayam untuk pembentukan telur. Hasil perhitungan indeks asam amino esensial

pada tepung pucuk *Indigofera* sp. adalah 21,45%, artinya 21,45% dari kandungan protein tepung pucuk *Indigofera* sp. merupakan asam amino esensial yang dapat digunakan oleh ternak untuk berproduksi. Walaupun indeks asam amino tepung pucuk *Indigofera* sp. lebih rendah jika dibandingkan dengan indeks asam amino esensial bungkil kedelai, akan tetapi tidak mempengaruhi berat telur yang dihasilkan. Asam amino esensial yang dimiliki tepung pucuk *Indigofera* sp., terutama asam amino methionin dan lisin mampu mempertahankan berat telur yang normal.

Kandungan β -karoten pada tepung pucuk *Indigofera* sp. dapat meningkatkan pembentukan vitamin A dalam saluran pencernaan ayam petelur. Vitamin A akan berfungsi dalam proses pertumbuhan, stabilitas jaringan epitel pada membran mukosa saluran pencernaan, pernapasan, saluran reproduksi, serta mengoptimalkan indera penglihatan. Jika saluran pencernaan ayam sehat maka akan meningkatkan menyerap zat-zat makanan, terutama protein dan lemak, sehingga dihasilkan kualitas telur yang baik. Sejalan dengan hasil penelitian Damron et al. (1984) yang melaporkan bahwa penambahan β -karoten sampai 15 mg/kg ransum tidak mempengaruhi berat telur yang dihasilkan. Selanjutnya Jiang et al. (1994) menyatakan bahwa ransum yang disuplementasi dengan 400 mg/kg β -karoten dan dl-alpha-tocopheryl acetate serta kombinasinya tidak berpengaruh nyata terhadap berat telur. Pemberian vitamin A mencapai 9000 IU dalam ransum tidak berpengaruh terhadap berat telur yang dihasilkan. Rataan berat telur pada pemebrian 9000 IU vitamin A adalah 62,12 (Lin et al. 2002)

Pengaruh terhadap berat kerabang telur

Penggunaan tepung pucuk *Indigofera* sp. sebagai substitusi protein bungkil kedelai dalam ransum tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap berat kerabang telur. Rataan berat kerabang telur adalah 5,71-6,13 g. Tidak nyatanya pengaruh perlakuan terhadap berat kerabang telur, karena ransum yang digunakan pada

Tabel 5. Data kualitas telur ayam selama penelitian

Peubah yang diamati	R0	R1	R2	R3
Berat telur (g)	53,95 \pm 1,31	55,15 \pm 1,39	54,99 \pm 0,54	55,80 \pm 1,14
Berat kerabang (g)	5,71 \pm 0,30	5,98 \pm 0,15	6,05 \pm 0,34	6,13 \pm 0,15
Berat putih telur (g)	34,51 \pm 0,75	35,02 \pm 1,25	35,00 \pm 0,53	35,71 \pm 0,84
Berat kuning telur(g)	13,77 \pm 0,34	14,16 \pm 0,56	13,94 \pm 0,35	13,97 \pm 0,48
Warna kuning telur	8,5 ^a \pm 0,58	11,5 ^b \pm 0,58	12,15 ^b \pm 0,5B	13,25 ^b \pm 0,5
Haught unit	89,98 \pm 0,48	92,40 \pm 0,94	90,82 \pm 0,26	90,97 \pm 2,06

Angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,01$).

masing-masing perlakuan mempunyai kandungan protein, energi, Ca dan P yang hampir sama (Tabel 1) dan konsumsi ransum pada penelitian ini tidak berbeda nyata, sehingga konsumsi Ca dan P tidak berbeda nyata pada semua perlakuan (Tabel 6). Kalsium dan vitamin D sangat dibutuhkan untuk pembentukan kerabang telur (Acker 2000). Clunies et al. (1992) menyatakan bahwa metabolisme kalsium berpengaruh terhadap ketebalan dan bobot kerabang. Konsumsi kalsium yang tidak berbeda nyata (Tabel 6) menghasilkan berat kerabang telur yang sama pada semua perlakuan. Stadellman & Cotterill (1994) menyatakan bahwa berat kerabang telur berkisar antara 9-12% dari total berat telur. Jika dikonversikan berat kerabang telur yang dihasilkan pada penelitian ini dengan berat telur, maka proporsi kerabangnya adalah 10,58, 10,84, 11,00 dan 10,99%, secara berturut-turut untuk R0, R1, R2 dan R3.

Substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. tidak berpengaruh nyata terhadap berat kerabang, tetapi terjadi kecenderungan peningkatan nilai rataan berat kerabang telur seiring dengan peningkatan substitusi bungkil kedelai tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya β -karoten dalam ransum mengakibatkan kebutuhan vitamin A terpenuhi untuk menjalankan aktifitas metabolisme dalam tubuh ternak. Surai (2003) menyatakan bahwa sumber pakan yang mengandung karotenoid yang memiliki aktifitas pembentuk vitamin A memiliki fungsi sebagai antioksidan. Vitamin A meningkatkan kesehatan ternak ayam, melalui mekanisme peningkatan sistem imunitas, sehingga proses pencernaan zat-zat makanan berjalan lancar, terutama pencernaan protein. Protein sangat dibutuhkan ayam petelur untuk pembentukan *Calcium Binding Protein* (CBP) yang diperlukan untuk penyerapan kalsium secara aktif. Menurut Wahyu (2004) kualitas kerabang telur ditentukan oleh ketebalan dan struktur kerabang. Kandungan Ca dan P dalam pakan berperan terhadap kualitas kerabang telur, karena dalam pembentukan kerabang telur diperlukan adanya ion-ion karbonat dan ion-ion Ca yang cukup untuk membentuk CaCO_3 kerabang telur. Penggunaan tepung daun *Gliricidia sepium* sampai 15% dalam ransum ayam

petelur tidak menurunkan berat kerabang telur dan dapat meningkatkan indeks kuning telur (Odunsi et al. 2002). Pemakaian 15% tepung *Leucaena leucocephala* dalam ransum tidak mempengaruhi ketebalan kerabang telur ayam *Rhode Island Red*, dan persentase berat kerabang yang dihasilkan lebih tinggi dari persentase berat kerabang dengan pemakaian tepung *Moringa oliefera* (Abou-Elezz et al. 2011).

Pengaruh perlakuan terhadap berat putih telur

Berdasarkan analisis ragam substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. dalam ransum tidak berbeda nyata ($P>0,01$) terhadap berat putih telur. Hal ini disebabkan proporsi asam amino penyusun protein tepung pucuk *Indigofera* sp. tetap seimbang, sehingga tidak mempengaruhi komposisi protein yang menyusun sebutir telur, terutama komposisi protein putih telur. Yuwanta (2010) melaporkan bahwa kekurangan lisin pada ayam berakibat menurunkan berat kuning telur dan kekurangan methionine berakibat menurunkan berat putih telur.

Rataan berat putih telur selama penelitian berkisar antara 34,52-35,71 g. Putih telur banyak mengandung protein. Sintesis protein telur memerlukan asam amino esensial. Defisiensi asam amino esensial di dalam pakan menyebabkan pembentukan protein jaringan terhambat atau tidak terbentuk. Asam amino esensial yang sulit terpenuhi kandungannya di dalam pakan seperti lisin, methionin dan triptopan disebut sebagai asam amino kritis (Supriatna et al. 2005). Tepung pucuk *Indigofera* sp. mengandung lisin 1,57%, dan methionin 0,43%, sehingga peningkatan pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp. dalam ransum untuk menggantikan protein bungkil kedelai tidak menyebabkan menurunnya berat putih telur yang dihasilkan. Tetapi penggunaan tanaman *Indigofera* sp. segar sebanyak 15% dalam ransum menurunkan konversi pakan ternak itik, yang disebabkan oleh menurunnya massa berat telur yang dihasilkan (Akbarillah et al. 2010).

Tabel 6. Rataan konsumsi ransum, kalsium, fosfor dan asam linoleat selama penelitian

Peubah yang diamati	R0	R1	R2	R3
Konsumsi ransum (g/ekor/hari)	110,28±3,15	108,72±2,69	108,44±6,33	108,89±3,23
Konsumsi protein (g/ekor/hari)	20,98±0,60	20,68±0,51	20,64±1,20	20,71±0,61
Konsumsi kalsium (g/ekor/hari)	4,08±0,12	4,24±0,10	4,23±0,25	4,24±0,13
Konsumsi fosfor (g/ekor/hari)	0,59±0,02	0,59±0,01	0,56±0,03	0,57±0,02
Konsumsi asam linoleat (g/ekor/hari)	1,41±0,04	1,32±0,03	1,24±0,07	1,19±0,04

Pengaruh perlakuan terhadap berat kuning telur

Rataan berat kuning telur dari keempat macam perlakuan berkisar antara 13,77-14,16 g. Hasil analisis ragam menunjukkan substitusi bungkil kedelai dalam ransum dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap berat kuning telur. Hal ini disebabkan asam lemak dan protein tepung pucuk *Indigofera* sp. mampu menggantikan proporsi asam lemak dan protein dari bungkil kedelai dalam membentuk kuning telur. Shim (2002) menyatakan kolesterol telur umumnya terdapat pada kuning telur yang diproduksi di hati dan di transport lewat darah dalam bentuk lipoprotein dan di deposit dalam folikel yang sedang berkembang.

Berat kuning telur yang ransumnya mengandung tepung pucuk *Indigofera* sp. relatif sama antara semua perlakuan dengan ransum kontrol (tanpa pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp.). Hal ini dipengaruhi oleh kandungan asam linoleat dalam pakan ayam sama pada semua perlakuan, yaitu 1,09-1,28% (Tabel 1) yang telah memenuhi kebutuhan minimal ayam petelur. Kebutuhan standar minimal asam linoleat dalam ransum ayam petelur adalah 1,00% (Wahju 2004). Komposisi kuning telur adalah air 50%, lemak 32%-36%, protein 16% dan glukosa 1%-2% (Bell & Weaver 2002). Asam lemak yang banyak terdapat pada kuning telur adalah linoleat, oleat dan stearat. Tepung pucuk *Indigofera* sp. memiliki kandungan lemak yang rendah yaitu sekitar 3,39%, sehingga tidak dominan merubah komposisi asam linoleat dalam ransum yang memiliki kandungan lemak ransum yang relatif sama yaitu 5,3-6,6% (Tabel 1). Suplementasi berbagai level tanaman legum (*Onobrychis altissima* grossh) sampai 10% dalam ransum tidak mempengaruhi berat telur dan berat kuning telur yang berumur 35-45 minggu (Rahimi 2005).

Pengaruh perlakuan terhadap warna kuning telur

Hasil analisis keragaman terhadap intensitas warna kuning telur pada penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. dalam ransum berpengaruh nyata ($P<0,01$) terhadap intensitas warna kuning telur. Hal ini disebabkan oleh peningkatan konsumsi tepung pucuk *Indigofera* sp, sehingga kadar β -karoten dari telur yang diproduksi meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi β -karoten dari ayam selama penelitian. Karotenoid merupakan pigmen alami dan dikenal secara luas dari warnanya terutama warna kuning, oranye dan merah. Salah satu tipenya yang memberi manfaat yaitu β -karoten (Gross 1991). Karotenoid yang berbentuk alami terdiri dari 60-90% berbentuk trans dan 10-30% berbentuk cis. Karotenoid yang berbentuk trans sangat efektif sebagai pigmen. β -karoten merupakan

karotenoid yang berbentuk trans, sehingga β -karoten dapat mendeposit pigmen kuning pada telur ayam (Damron et al. 1984).

Hasil uji lanjut terhadap intensitas warna kuning telur pada semua perlakuan, menunjukkan bahwa ransum kontrol yang tidak mengandung tepung pucuk *Indigofera* sp. berbeda nyata ($P<0,01$) dengan ransum yang mengandung tepung pucuk *Indigofera* sp. 5,2%, 10,4% dan 15,6%. Hal ini disebabkan pada ransum tanpa tepung pucuk *Indigofera* sp. tidak mengandung β -karoten, sedangkan pada ransum yang mengandung tepung pucuk *Indigofera* sp. terdapat β -karoten (Tabel 1) yang meningkatkan pigmen warna kuning telur yang dihasilkan. Surai et al. (1998) menyatakan bahwa konsentrasi karotenoid dalam kuning telur merupakan refleksi dari makanan yang dikonsumsi oleh ayam tersebut.

Intensitas kuning telur yang semakin cerah akan memiliki kualitas lebih tinggi secara fisik, sehingga lebih disukai oleh konsumen. Apabila pakan mengandung lebih banyak karoten, yaitu xantofil, maka warna kuning telur semakin berwarna jingga kemerahan (Yamamoto et al. 2007). Sangeetha & Baskaran (2010) menyatakan bahwa ayam petelur tidak dapat mengubah semua karotenoid menjadi vitamin A, tetapi sebagian akan digunakan untuk meningkatkan warna kuning pada kuning telur. Suplementasi daun mulbery sebanyak 3% dalam ransum nyata meningkatkan warna skor kuning telur sebesar 4,61% dibandingkan ransum tanpa suplementasi daun mulbery. Penggunaan tepung daun katuk sampai 15% dalam ransum sebagai sumber vitamin A meningkatkan skor warna kuning telur yang dihasilkan, yaitu mencapai 11,17 (Wiradimadja et al. 2006). Suplementasi tepung tomat sampai 10g/kg dalam ransum meningkatkan warna kuning telur, yang merupakan gambaran karotenoid dalam kuning telur (Akdemir et al. 2012).

Pengaruh perlakuan terhadap haugh unit telur

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi bungkil kedelai dengan tepung pucuk *Indigofera* sp. dalam ransum tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap nilai HU, sehingga penggunaan tepung pucuk *Indigofera* sp. sampai 15,6% dalam ransum tidak mempengaruhi kualitas telur. Rataan nilai HU dari perlakuan pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp. berkisar antara 90,97-92,40, sedangkan nilai haugh unit telur yang tanpa pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp. adalah 89,98. Semua nilai HU tersebut digolongkan pada kualitas AA. Menurut standar *United State Department of Agriculture* (USDA 2000), nilai HU lebih dari 72 digolongkan kualitas A.

Menurut Stadellman & Cotterill (1995) faktor yang mempengaruhi nilai HU adalah tinggi albumen dan berat telur, sedangkan tinggi albumen sangat ditentukan

kepadatan albumen. Kepadatan albumen itu sendiri dipengaruhi oleh kandungan protein dalam ransum yang dikonsumsi dan status kesehatan ayam. Kandungan nutrisi yang seimbang dalam ransum dapat menurunkan kejadian kerusakan telur. Tingginya intensitas warna kuning telur pada ayam yang ransumnya mengandung tepung pucuk *Indigofera* sp. merupakan gambaran deposit vitamin A dan β -karoten yang tinggi didalam telur yang dapat mempertahankan kualitas telur dalam waktu yang cukup lama. Vitamin A dan β -karoten merupakan senyawa antioksidan yang dapat menentralsisir radikal bebas dan menurunkan reaksi oksidasi.

Substitusi protein bungkil kedelai sampai 45% dengan protein tepung pucuk *Indigofera* sp. dalam ransum, tidak mempengaruhi berat telur dan tinggi albumen. Tinggi albumen telur pada penelitian ini berkisar antara 10,52-11,55 mm, sehingga nilai HU yang dihasilkan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Widjastuti (2009) melaporkan bahwa pemakaian tepung daun pepaya sampai 10% dalam ransum, tidak mempengaruhi nilai HU telur ayam. pemakaian tepung daun katuk sebanyak 15%, yang merupakan sumber vitamin A dalam ransum tidak mempengaruhi nilai HU ayam petelur (Wiradimadja et al. 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan kajian kandungan nutrien, antinutrien, asam amino dan vitamin serta kandungan energi yang dimiliki tepung pucuk *Indigofera* sp. dibandingkan dengan bungkil kedelai, maka tepung pucuk *Indigofera* sp. dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein untuk mensubstitusi sebagian protein bungkil kedelai dalam ransum unggas. Pemakaian tepung pucuk *Indigofera* sp. sampai taraf 15,6% dalam ransum yang menggantikan 45% protein bungkil kedelai dapat meningkatkan intensitas warna kuning telur dan dihasilkan telur ayam dengan kualitas AA.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou-Elezz FMK, Sarmiento-Franco L, Santos-Ricalde R, Solorio-Sanchez F. 2011. Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance. *Cuban J Agricultural Sci.* 45:163-169.
- Acker D. 2000. *Animal science and industry*. 3rd ed. New Jersey (USA): Prentice-Hall, Inc., Englewood.
- Akbarillah T, Kususiayah, Hidayat. 2010. Pengaruh penggunaan daun indigofera segar sebagai suplemen pakan terhadap produksi dan warna yolk itik. *J Sain Peternakan Indonesia.* 5:27-33.
- Akdemir F., Orhan, C., Sahin N., Sahin K, Hayirli A. 2012. Tomato powder in laying hen diets: effect on concentrations of yolk and lipid peroxidation. *J Poult Sci.* 53:675-680.
- Astuti DA, Ekastuti DR, Firdaus. 2005. Manfaat daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai pakan ayam pedaging. *Prosiding Seminar Nasional. Pengembangan Usaha Peternakan Berdaya Saing di Lahan Kering.* Yogyakarta (Indones): Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. hlm. 179-185.
- Bell D, Weaver. 2002. *Commercial chicken meat and egg.* United States of America: Kluwer Academic Publishers.
- Buckle KA, Edward R, Fleet GH, Wooton M. 1986. *Ilmu pangan.* H Purnomo, Adiono, penerjemah. Jakarta (Indones): UI Press.
- Clunies M, Parks D, Lesson S. 1992. Calcium and phosphorus metabolism and egg shell formation of hens fed different amounts of calcium. *J Poult Sci.* 71:482-489.
- Damron BL, Goodson SR, Harms RKR, Yanky DM, Wilson HR. 1984. β -carotene supplementation of laying hen diets. *J Poult Sci.* 25:349-352.
- FAO. 2005. Endogenous and exogenous feed toxins. [diakses pada 3 Februari 2007]. <http://www.fao.org/docrep/Article/agrippa/659>.
- Farrell DJ. 2005. Matching poultry production with available feed resources: Issues and constraints. *World's Poult Sci J.* 61:198-214.
- Gross J. 1991. *Pigment in Vegetables: Chlorophylls and carotenoids.* New York (USA): Van Nostrand Reinhold.
- Jiang YH, McGeachin, RB, Bailey CA. 1994. α -Tocopherol, β -carotene and retinol enrichment of chicken eggs. *J Poult Sci.* 73:1137-1143.
- Krinsky NI, Johnson EJ. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Mol Aspects Med.* 26:459-516.
- Kumar V, Elangovan AV, Mandal AB. 2005. Utilization of reconstituted high-tannin sorghum in the diets of broiler chickens. *Asian-Aust J Anim Sci.* 18:538-544.
- Leeson S, Summers JD. 2001. *Nutrition of the chicken.* 4th ed. Canada: University Books.
- Leeson S, Summers J.D. 2005. *Comercial poultry nutrition.* 3rd ed. Nottingham (UK): Nottingham University Press.
- Lin H, Wang LH, Song Ji, Xie YM, Yang QM. 2002. Effect of dietary supplementation level of vitamin A on the egg production and immune response of heat-stressed laying hens. *J Poult Sci* 81:458-465.
- Lubis DA. 1992. *Ilmu makanan ternak.* Cetakan II. Jakarta (Indones): PT. Pembangunan.
- Maimani G, Caston MJ, Catasta G, Toti E, Cambrodon IG, Bysted A, Granado-Lorencio F, Olmeilla-Alonso B, Knuthsen P, Valoti M, Bohm V, Mayer-Miebach E, Behnlian D, Schlemmer U. 2009. Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and

- bioavailability and their protective role in humans. *Mol Nutr Food Res.* 53:194-218.
- [NRC] National Research Council. 1994. Nutrient requirement of poultry. 9th Rev ed. Washington DC (USA): National Academy Press.
- Odunsi AA, Ogunleke MO, Alagbe OS, Ajani TO. 2002. Effect of feeding *Gliricidia sepium* leaf meal on the performance and egg quality of layers. *Int J Poult Sci.* 1:26-28.
- Oser BL. 1951. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *J Am Dietetic Assn.* 57:396.
- Palupi R, Abdullah L, Astuti DA, Sumiati. 2014. High antioxidant egg production through substitution of soybean meal by *Indigofera* sp top leaf meal in laying hen diets. *Int J Poult Sci.* 13:198-203.
- Pilliang WG, Soewondo DAH. 2006. Fisiologi nutrisi, Volume 1. Bogor (Indones): IPB Press.
- Rahimi G. 2005. Dietary forage legume (*Onobrychis altissima grossh*) supplementation on serum/yolk cholesterol, triglycerides and egg yolk characteristics laying hen. *Int J Poult Sci.* 4:772-776.
- Sangeetha RK, Baskaran V. 2010. Retinol deficient rats can convert a pharmacological dose of astaxanthin to retinol: Antioxidant potential of astaxanthin, lutein and β carotene. *J Physiopharma.* 88:977-985.
- Seligson FH, Mackey LN. 1984. Variable prediction of protein quality by chemical score due to amino acid analysis and reference pattern. *J Nutr.* 114:682-691.
- Setianto J, Soetrisno E, Suharyanto, Tamzan. 2005. The effect of cassava and *Indigofera* leaf meals as corn's substitution on 1-5 week old quail's performance. *J Agric Sci.* 7:76-81.
- Shim KF. 2002. The nutrition and management of Japanese (Coturnix) quail in the tropics. Department of Animal Nutrition and Biochemistry, Singapore University.
- Stadellman WS, Cotterill OJ. 1994. Egg science and technology. 4th ed. New York and London: Food Product Press, Haworth Press, Inc.
- Stadellman WS, Cotterill OJ. 1995. Quality identification of shell egg in: Egg science and technology. W. J. Stadellman and O.J Cotterill ed. Avi. Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut.
- Steel RGD, Torrie JH. 1995. Prinsip dan prosedur statistika. Bambang Sumantri, penerjemah. Jakarta (Indones): Gramedia Pustaka.
- Supriatna E, Sarengat W, Kismiati S. 2005. Pertumbuhan organ reproduksi dan dampaknya terhadap performans produksi telur ayam buras yang memperoleh pakan dengan taraf protein berbeda saat periode pertumbuhan. Prosiding Seminar Nasional Revitalisasi Bidang Kesehatan Hewan Dan Manajemen Peternakan Menuju Ekonomi Global. Surabaya (Indones): Fakultas Kedokteran Hewan UNAIR. hlm. 45-54.
- Surai PF, Ionov IA, Kuklenko TV, Kostjuk IA, Macpherson A, Speake BK, Noble RC, Sparks NHC. 1998. Effect of supplementing the hen's diet with vitamin A on the accumulation of vitamins A and E, ascorbic acid and carotenoid in egg yolk and in embryonic liver. *Br Poult Sci.* 39:257-263
- Surai PF. 2003. Natural antioxidants in avian nutrition and production. Nottingham (UK): Nottingham University Press.
- Tangendjaja B. 2007. Inovasi teknologi pakan menuju kemandirian usaha ternak unggas. *Wartazoa.* 17:12-20.
- Tarigan A, Abdullah L, Ginting SP, Permana IG. 2010. Produksi dan komposisi nutrisi serta pencernaan *in vitro indigofera* sp pada interval dan tinggi pemotongan berbeda. *JITV.* 15:188-195.
- Tarigan A, Ginting SP. 2011. Pengaruh taraf pemberian *Indigofera* sp. terhadap konsumsi dan pencernaan pakan serta penambahan bobot hidup kambing yang diberi rumput *Brachiaria ruziziensis*. *JITV.* 16:25-32.
- Tillman AD, Hartadi H, Prawirokoesoemo S, Reksohadiprodjo S, Lebdoesoekojo. 1998. Ilmu makanan ternak dasar. Yogyakarta (Indones): Gadjah Mada University Press.
- United States Department of Agricultural - USDA. 2000. Egg-grading manual. Washington: Department of Agriculture. p. 56.
- Wahju J. 2004. Ilmu nutrisi unggas. Cetakan ke-4. Yogyakarta (Indones): Gadjah Mada University Press.
- Widjastuti T. 2009. Pemanfaatan tepung daun pemaya (*Carica papaya*. L L ess) dalam upaya peningkatan produksi dan kualitas telur ayam sentul. *J Agroland.* 16:268-273
- Wiradimadja R, Burhanuddin H, Saefulhadjar D. 2006. Peningkatan kadar vitamin A pada telur ayam melalui penggunaan daun katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) dalam ransum. *J Ilmu Ternak.* 6:28-31.
- Yamamoto T, Juneja LR, Hatta H, Kim M. 2007. Hen eggs: Basic and applied science. Canada: University of Alberta.
- Yuwanta T. 2010. Telur dan kualitas telur. Yogyakarta (Indones): Gadjah Mada University Press.