

PEMANFAATAN BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) TERFERMENTASI SEBAGAI PAKAN AYAM KAMPUNG (USING FERMENTED JATROPHA CURCAS MEAL AS KAMPUNG CHICKEN FEED)

Sumiati¹⁾, Dewi Apri Astuti¹⁾, Sri Suharti¹⁾

ABSTRACT

Jatropha curcas meal (JCM) is very potential as protein source for poultry. The JCM contained high crude protein, i.e. 56,4-63,8% (without hull) and 22,39-31,41% (hulled JCM). JCM serves as a highly nutritious and economic protein supplement in animal feed, if the toxins and antinutrients contained in the JCM are removed. The toxic compounds isolated from *Jatropha* seed include curcin, phorbol esters, and the antinutrients include antitrypsins, tannin, saponin, phytic acid, and high fiber. The objective of this research was to evaluate the effect of feeding fermented JCM on the performances of kampung chickens. In this study, tempeh fungi (fungi using in fermenting soybean) used to ferment the JCM. Two hundred kampung chickens were used in this experiment and reared from day old up to 10 weeks of age. The data analyzed with a Completely Randomized Design with 5 treatment diets and 4 replications, with 10 birds in each replicate. The experimental diets were: T0 (the control diet, without *Jatropha curcas* meal), T1 (the diet contained 5% untreated *Jatropha curcas* meal), T2 (the diet contained 5% fermented *Jatropha curcas* meal + cellulase 200 ml/ton of feed), T3 (the diet contained 5% fermented *Jatropha curcas* meal + 1000 FTU phytase), and T4 (the diet contained 5% fermented *Jatropha curcas* meal + cellulase 200 ml/ton + 1000 FTU phytase). The results showed that there were no significant difference on the parameters observed due to the treatments. Feeding fermented *Jatropha curcas* meal supplemented with cellulase + phytase (T4) yielded the final body weight and feed conversion ratio similar to those the control (T0) diet. There was no mortality observed in all treatments. Using JCM 5% in the diet is safe for the kampung chickens.

Keywords : *Jatropha curcas* meal, fermentation, kampung chicken.

ABSTRAK

Bungkil biji jarak pagar (BBJ) sangat potensial sebagai sumber protein untuk ternak unggas. Kandungan protein BBJ sebesar 56,4-63,8% (tanpa kulit) dan 22,39-31,41% (berkulit). Akan tetapi racun dan anti nutrisi (curcin, forbolester, asam fitat, antitripsin, serat kasar) yang tinggi dalam BBJ membatasi penggunaannya sebagai pakan. Dengan demikian perlu ada pengolahan terlebih dahulu sebelum BBJ digunakan sebagai pakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian BBJ yang difermentasi menggunakan jamur tempe dalam ransum terhadap performa ayam kampung. Penelitian ini menggunakan 200 ekor ayam kampung yang dipelihara dari umur 0-10 minggu. Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan Rancangan Acak Lengkap, terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. Ransum perlakuan yang diberikan adalah: T0 (ransum kontrol, tanpa BBJ), T1 (ransum mengandung BBJ tanpa diolah 5%), T2 (ransum mengandung BBJ fermentasi 5% + selulase 200 ml/ton pakan), T3 (ransum mengandung BBJ fermentasi 5% + fitase 1000 FTU), dan T4 (ransum mengandung BBJ fermentasi 5% + selulase 200 ml/ton + fitase 1000 FTU). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian BBJ baik yang diolah maupun yang tidak diolah tidak mempengaruhi performa ayam kampung. Pemberian BBJ fermentasi yang disuplementasi selulase 200 ml/ton digabung dengan enzim fitase 1000 unit (T4) menghasilkan bobot badan akhir dan konversi ransum sama dengan ransum kontrol (tanpa BBJ). Tidak ada mortalitas akibat perlakuan dalam penelitian ini. Penggunaan BBJ sebanyak 5% dalam ransum, baik yang diolah maupun yang tidak diolah, aman untuk ayam kampung.

Kata kunci : Bungkil biji jarak (*Jatropha curcas*), fermentasi, ayam kampung.

PENDAHULUAN

Bungkil biji jarak mengandung nutrisi yang sangat kaya, terutama kandungan proteinnya yang hampir sama dengan bungkil kedelai, bahkan bisa lebih. Menurut Makkar *et al.*, (1998), kandungan

¹⁾Dep. Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

protein bungkil biji jarak dari biji jarak varietas beracun sebesar 56,4% dan dari varietas tidak beracun sebesar 63,8%. Menurut Francis *et al.*, (2005), persentase protein sejati (true protein) pada bungkil biji jarak pagar sangat tinggi, yaitu sekitar 90%, non-protein nitrogennya sekitar 7,8 – 9%. Meski kadar proteinnya sangat tinggi, bungkil biji jarak pagar beracun, karena antara lain mengandung zat kursin (curcin) dan ester forbil. Untuk dijadikan pakan ternak, bungkil biji jarak harus diolah terlebih dahulu. Menurut Francis *et al.*, (2005), racun utama dari *Jatropha curcas* adalah *phorbol ester* (phorbol – 12 – myristate 13 acetat). Selain phorbol ester, jarak mengandung antinutrisi seperti inhibitor tripsin, lectin dan fitat.

Zat-zat antinutrisi tersebut di atas, terutama *phorbol ester* membuat bungkil biji jarak sangat beracun jika diberikan pada ternak kalau tidak diolah terlebih dahulu. Leeson dan Summers (2001) melaporkan bahwa pengaruh racun biji jarak pada ayam terjadi pada pemberian 2 dan 4 % tepung biji jarak selama 3 minggu (0-3 minggu). Sumiati *et al.*, (2007) melaporkan bahwa pemberian bungkil biji jarak 5% dalam ransum menyebabkan kematian ayam broiler 100% dalam waktu 22 hari serta merusak jaringan hati dan ginjal sampai pada skor 3 (kisaran skor 0-3).

Hasil penelitian Herrera *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa trypsin inhibitors pada bungkil biji jarak sangat mudah diinaktivasi dengan perlakuan pemanasan kadar air tinggi pada suhu 121°C selama 25 menit. Kadar fitat sedikit menurun dengan perlakuan iradiasi pada 10 kGy, saponin menurun dengan perlakuan ekstraksi dengan ethanol dan iradiasi. Ekstraksi bungkil biji jarak dengan ethanol diikuti perlakuan dengan 0,07% NaHCO₃ dapat menurunkan aktivitas lectin dan phorbol ester. Perlakuan panas dapat meningkatkan pencernaan protein *in vitro*.

Hasil penelitian Sumiati dan Sudarman (2006) menunjukkan bahwa pemberian bungkil biji jarak yang difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* pada ayam broiler menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian bungkil biji jarak tanpa diolah. Penelitian Sumiati *et al.*, (2008) menunjukkan bahwa fermentasi bungkil biji jarak dengan *Rhizopus oryzae* sangat efektif menurunkan kadar lemak dan antitripsin. Rendahnya kadar lemak diharapkan sejalan dengan rendahnya kadar phorbol ester dalam bungkil biji jarak, karena menurut Wink (1983), phorbol ester terdapat pada lemak yang masih berada dalam bungkil biji jarak. Akan tetapi pada penelitian tersebut kandungan serat kasar dan asam fitat yang dihasilkan masih tinggi, sehingga

dalam penggunaan bungkil biji jarak pagar hasil fermentasi tersebut dalam ransum perlu ditambahkan enzim selulase dan enzim fitase.

Menurut Sing (2008), asam fitat adalah suatu antinutrisi yang terkandung dalam pakan berasal tanaman. Sebagai suatu anion reaktif, asam fitat membentuk berbagai macam garam tidak larut dengan mineral termasuk fosfor (P), kalsium (Ca), zinc (Zn), magnesium (Mg) dan kuprum (Cu). Asam fitat juga membentuk ikatan kompleks dengan protein dan enzim proteolitik (pepsin dan tripsin). Karena kekurangan enzim fitase dalam saluran pencernaannya (endogenous) yang dapat menghidrolisis asam fitat: P, Ca, protein and nutrien lain yang terikat dengan asam fitat kurang tersedia untuk unggas. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan bungkil biji jarak dengan cara fermentasi menggunakan jamur tempe (sumber *Rhizopus oligosporus*). Dalam perlakuan *feeding trial* dengan ayam kampung, penggunaan bungkil biji jarak terfermentasi di atas disertai suplementasi enzim selulase 200 ml/ton dan atau enzim fitase 1000 FTU. Enzim selulase digunakan untuk memecah selulosa dan enzim fitase digunakan untuk memecah asam fitat.

BAHAN DAN METODE

Fermentasi Bungkil Biji Jarak

Dalam penelitian ini digunakan jamur tempe sebagai sumber *Rhizopus oligosporus* untuk fermentasi bungkil biji jarak. Penggunaan jamur tempe ini dengan tujuan mencari teknologi tepat guna dalam fermentasi bungkil biji jarak, sehingga dapat dengan mudah dilakukan di tingkat peternak. Prosedur untuk fermentasi bungkil biji jarak adalah sebagai berikut:

Bungkil biji jarak yang sudah digiling, kemudian ditambah air biasa (air dari kran) sampai kadar air bungkil mencapai kurang lebih 60%. Bungkil biji jarak kemudian diautoclave selama 30 menit dengan suhu 121 °C. Setelah itu, bungkil dibiarkan hingga dingin. Bungkil kemudian diletakan pada nampan dan ditambah dengan jamur tempe. Kemudian disimpan di atas anyaman bambu yang sudah dialasi plastik yang sudah ditusuk-tusuk menggunakan garpu makan, diratakan setebal kurang lebih 2 cm, kemudian ditutup plastik yang sama dengan alas, Bungkil tersebut siap diinkubasi sampai 3 hari dan tempe bungkil biji jarak siap dipanen. Bungkil hasil fermentasi tersebut kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama

kurang lebih 24 jam (sampai kering), bungkil tersebut kemudian digiling dianalisis proksimat, energy bruto, Ca, P, asam fitat, dan aktivitas tripsin inhibitor. Bungkil tersebut siap dicampur dengan bahan lain untuk membuat ransum ayam kampung.

Feeding Trial pada Ayam Kampung

Perlakuan ransum yang diberikan adalah sebagai berikut:

- T0 = ransum tanpa bungkil biji jarak (bbj)
- T1 = ransum mengandung 5% bbj tanpa perlakuan
- T2 = ransum mengandung 5% bbj terfermentasi *Rhizopus oryzae*+selulase 200ml/ton
- T3 = ransum mengandung 5% bbj terfermentasi *Rhizopus oryzae*+fitase 1000 FTU
- T4 = ransum mengandung 5% bbj terfermentasi *Rhizopus oryzae*+selulase 200 ml/ton + fitase 1000 FTU

Ransum disusun isokalori dan iso protein berdasarkan kandungan zat makanan Leeson dan Summer (2005). Ransum perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi ransum perlakuan ayam kampung

| Bahan pakan | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | (%) | | | | |
| Jagung kuning | 51.23 | 53.21 | 53.21 | 53.21 | 53.21 |
| Dedak padi | 20.50 | 15.00 | 14.50 | 14.50 | 14.50 |
| Bkl.kc. kedelai | 17.00 | 16.50 | 16.50 | 16.50 | 16.50 |
| BBJ tidak diolah | 0 | 5.00 | 0 | 0 | 0 |
| BBJ fermentasi | | | | | |
| MBM | 7.50 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |
| Minyak | 3.00 | 2.50 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Garam | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Premiks | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| DL-methionine | 0.173 | 0.187 | 0.187 | 0.187 | 0.187 |
| selulase, ml/ton | | | 200 | 0 | 200 |
| Fitase, FTU/kg ¹⁾ | | | 0 | 1000 | 1000 |

Komposisi nutrient berdasarkan perhitungan: ²⁾

| | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| EM, kkal/kg | 2855.64 | 2862.71 | 2865.11 | 2865.11 | 2865.11 |
| Protein, % | 18.23 | 18.39 | 18.26 | 18.26 | 18.2 |
| Lemak, % | 5.6 | 5.15 | 5.43 | 5.43 | 5.4 |
| Serat kasar, % | 3.81 | 4.77 | 5.65 | 5.65 | 5.65 |
| Ca, % | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| Ptersedia, % | 0.61 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Na, % | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| Lysine, % | 0.83 | 0.83 | 0.82 | 0.82 | 0.82 |
| Methionine, % | 0.36 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| Meth + cystine, % | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.62 |

¹⁾ DSM Nutrition Product

²⁾ Berdasarkan komposisi zat makanan Leeson dan Summers (2005)

Ransum perlakuan diberikan pada ayam kampung sebanyak 200 ekor yang dipelihara sejak anak ayam umur 1 hari (doc) sampai umur 10 minggu. Ransum perlakuan mulai diberikan pada anak ayam umur 3-10 minggu. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan, 4 ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 10 ekor ayam. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan jika berbeda nyata diuji lanjut dengan uji jarak Duncan (Steel dan Torrie, 1995). Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah: konsumsi ransum, penambahan bobot badan, konversi ransum, bobot badan akhir dan mortalitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Kimia Bungkil Biji Jarak

Komposisi kimia bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang diolah disajikan pada Tabel 2.

Fermentasi BBJ menggunakan jamur tempe menurunkan sedikit kadar protein (9,4%), menurunkan kadar lemak sangat besar, yaitu 93,3%. Kandungan Beta-N meningkat sebesar 12,5%, energi bruto bertambah 55 kkal/kg. Kandungan asam fitat menurun sebesar 26,8%. Dari hasil ini menunjukkan bahwa enzim lipase yang dihasilkan *Rhizopus oligosporus* efektif merombak lemak bungkil biji jarak, sehingga diduga racun phorbol ester pun menurun drastis dengan perlakuan ini. Menurut Wink (1993), phorbol ester terdapat pada minyak yang masih tersisa pada bungkil biji jarak.

Tabel 2. Komposisi kimia bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang difermentasi

| Komponen* | <i>J. curcas</i> tanpa diolah | <i>J. curcas</i> terfermentasi |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Bahan kering, % | 84,99 | 94,01 |
| Abu, % | 5,63 | 5,95 |
| Protein kasar, % | 24,71 | 22,39 |
| Lemak, % | 5,8 | 0,39 |
| CF, % | 32,58 | 44,22 |
| NFE, % | 16,27 | 21,06 |
| Ca, % | 1,00 | 0,68 |
| P, % | 0,99 | 0,35 |
| GE, kkal/kg | 3893 | 3984 |
| Pytic acid, %** | 10,18 | 7,45 |
| Aktivitas tripsin inhibitor** | 23,75 | 7,61 |

* Zat makanan dianalisis di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB

** Asam fitat dan aktivitas tripsin dianalisis di Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor

Dengan turunnya kadar lemak yang sangat besar pada perlakuan ini diharapkan racun utama bungkil biji jarak ini turun dengan drastis pula. Kadar serat kasar pada bungkil biji jarak perlakuan ini meningkat cukup besar (35,5%), hal ini karena pada masa tumbuhnya, kapang *Rhizopus oligosporus* pertama kali menggunakan fraksi yang mudah dicerna dulu, sehingga serat yang susah dicerna tersisa pada hasil fermentasi.

Pengaruh Perlakuan terhadap Performa Ayam kampung

Data performa ayam kampung penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. Pemberian *J. curcas* (T0, T1, T2, T3, T4) tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi ransum, bobot badan akhir, penambahan bobot badan maupun konversi ransum ayam kampung. Hal ini membuktikan bahwa pemberian 5% bungkil biji jarak yang tidak maupun yang diolah tidak mempengaruhi selera makan, diduga BBJ yang digunakan dalam penelitian ini merupakan varietas rendah phorbolsters.

Tabel 3. Rataan konsumsi ransum, bobot badan akhir, penambahan bobot badan dan konversi ransum ayam kampung selama 10 minggu penelitian

| Peubah | Perlakuan | | | | |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Konsumsi ransum (g/ekor) | 2567,53 ^a | 2663,76 ^a | 2752,32 ^a | 2685,05 ^a | 2520,50 ^a |
| Bobot badan akhir (g/ekor) | 955,08 ^a | 858,33 ^a | 872,34 ^a | 935,83 ^a | 951,25 ^a |
| Pertambahan bobot badan (g/ekor) | 919,36 ^a | 823,88 ^a | 837,99 ^a | 901,18 ^a | 916,75 ^a |
| Konversi ransum | 2,93 ^a | 3,51 ^a | 3,49 ^a | 3,2 ^a | 2,89 ^a |

Pada umumnya, keberadaan phorbolsters dalam pakan mempunyai pengaruh nyata terhadap palatabilitas ransum (Aregheore *et al.*, 2003). Sumiati *et al.*, (2007) melaporkan bahwa pemberian 5% BBJ sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan konsumsi pakan pada broiler. Makkar *et al.*, (1998) melaporkan bahwa terdapat varietas *J. curcas* yang berbeda, yaitu varietas non-toxic and toxic. Varietas toxic mengandung phorbolsters sampai 2,7 mg/g biji jarak dan non-toxic hanya mengandung sampai 0,11 mg/g biji jarak.

Walaupun secara statistik, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap performa ayam kampung, akan tetapi, pemberian 5% BBJ tanpa

diolah (T1) mengganggu pertumbuhan sebesar 10,39% dibandingkan dengan kontrol (T0). Pemberian BBJ terfermentasi yang disuplementasi dengan selulase (T2) cenderung meningkatkan pertumbuhan sekitar 1,7% dibandingkan dengan ransum yang mengandung BBJ tanpa diolah (T1). Suplementasi BBJ terfermentasi dengan fitase (T3) meningkatkan penambahan bobot badan sekitar 9,38%, dan suplementasi selulase + fitase dalam ransum yang mengandung BBJ terfermentasi meningkatkan pertumbuhan sekitar 11,27% (T4). Pertambahan bobot badan T4 hampir sama dengan kontrol (T0/tanpa BBJ dalam ransum).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi selulase dalam ransum yang mengandung BBJ terfermentasi hanya mempunyai pengaruh kecil terhadap peningkatan pertumbuhan ayam kampung. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya serat kasar dan lignin yang terkandung dalam BBJ, sehingga enzim selulase dengan konsentrasi 200 ml/ton ransum tidak efektif untuk memecah serat kasar tersebut. Sumiati *et al.* (2008) mendapatkan hasil bahwa BBJ yang digunakan dalam penelitian ini mengandung 44,22 % serat kasar and 25,8% lignin.

Suplementasi fitase dalam ransum yang mengandung BBJ terfermentasi terlihat efektif dalam mendegradasi asam fitat yang terkandung dalam BBJ. Fitase adalah enzim yang menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfor inorganic, menyebabkan meningkatnya utilisasi fosfor dan performa broiler secara keseluruhan (Singh *et al.*, 2003). Suplementasi selulase + fitase (T4) dalam ransum yang mengandung BBJ terfermentasi (T4) menghasilkan penambahan bobot badan lebih tinggi dibandingkan dengan suplementasi enzim secara tunggal (T2 atau T3). Perlakuan ini juga menghasilkan bobot badan akhir hampir sama dengan perlakuan ransum tanpa bungkil biji jarak pagar (control) serta efisiensi penggunaan ransum tertinggi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi fitase mikroba meningkatkan penambahan bobot badan, konsumsi ransum dan efisiensi penggunaan ransum pada ayam broiler (Singh *et al.*, 2003). Terdapat perbaikan yang nyata dalam performa ayam broiler sebagai akibat suplementasi enzim fitase, dilaporkan oleh Karim (2006), Pillai *et al.*, (2006), Singh dan Sikka (2006) dan Selle *et al.*, (2007).

Tidak ada ayam kampung yang mati karena perlakuan selama penelitian ini, walaupun pemberian BBJ tanpa diolah (T1) mengganggu pertumbuhan sekitar 10,13% dibandingkan dengan kontrol (T0). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian BBJ 5%

dalam ransum tidak toksik terhadap ayam kampung, dan phorbol ester yang terkandung dalam BBJ yang digunakan dalam penelitian ini rendah (varietas rendah phorbol ester).

Pengaruh Perlakuan terhadap Karkas dan Organ Dalam

Pengaruh perlakuan terhadap organ dalam ayam kampung umur 9 minggu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data organ dalam ayam kampung penelitian umur 9 minggu

| Peubah | Perlakuan | | | | |
|---------------------|-----------|------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Karkas (%) | 60,3 | 62,4 | 62,0 | 61,6 | 61,9 |
| Usus halus (%) | 6,5 | 5,8 | 5,3 | 6,0 | 5,4 |
| Rempela (%) | 3,2 | 3,94 | 3,6 | 4,06 | 3,4 |
| Hati (%) | 1,9 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,2 |
| Empedu (%) | 0,09 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| Bursa fabricius (%) | 0,09 | 0,17 | 0,22 | 0,17 | 0,20 |

Pemberian BBJ dalam ransum cenderung meningkatkan persentase karkas, rempela, hati dan bursa fabricius. Hasil ini menunjukkan bahwa BBJ mempunyai kualitas protein yang tinggi, sehingga menghasilkan karkas/daging yang lebih banyak. Dengan meningkatnya persentase berat bursa fabricius menunjukkan bahwa respon imun ayam yang diberi BBJ meningkat. Menurut Tizzard (1988), bursa fabricius berperan dalam reaksi tanggap kebal.

KESIMPULAN

Pemberian bungkil biji jarak 5%, baik yang difermentasi maupun tidak, aman untuk ayam kampung. Suplementasi campuran enzim (selulase 200ml/ton+ fitase 1000 unit/kg) menghasilkan performa ayam kampung terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada DIKTI dan LPPM IPB yang telah mendanai penelitian ini selama 3 tahun dengan surat perjanjian: No. 318/SP2H/ PP/ DP2M/III/2008 tanggal 5 Maret 2008; No.22/13.24.4/SPK/BG-PD/2009 tanggal 30 Maret 2009; dan No. 17/13.24.4/SPK/PD/2010 tanggal 5 Maret 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Herrera, J.M., P. Siddhuraju, G. Francis, G. Davila-Ortiz, and K.Becker. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chemistry* 96: 80-89.
- Karim, A. 2006. Responses of broiler chicks to non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation. *Int. J. Of Poultry Science*. 5(3): 251-254.
- Leeson, S. and J.D. Summers. 2001. *Nutrition of the Chicken*. 4th Ed. University Book. Guelph, Ontario.
- Leeson, S. and J.D. Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd Ed. University Book. Guelph, Ontario.
- Makkar, H.P.S, Aderibigbe, A.O., Becker, K., 1998. Comparative evaluation of a non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chem*. 62, 207-215.
- Pillai, P.B., D.T. O'Conner, C.M. Owens, and J.I. Emmert. 2006. Efficacy of an *Escherichia coli* phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. *Poult. Sci*. 85(10): 1737-1745.
- Selle, P.H., V. Ravindran, G. Ravindran, and W.L. Bryden. 2007. Effect of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens. *Asian-Australasian J. Of Anim.Sci*. 20(7): 1100-1107.
- Singh, P.K. 2008. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. *World's Poultry Science Journal*, 64(4): 553-577.
- Sing, J., and S.S. Sikka. 2006. Effects of phytase supplementation at different Ca:P ratios of the growth performance of broiler chicks. *Indian J. Of Poultry. Sci*. 41(2): 159-164.
- Singh, P.K., V.K. Khatta, R.S. Thakur, S. Dey, and M.L. Sangwan. 2003. Effect of phytase supplementation on the performance of broiler chickens fed maize and wheat based diets with different level of non-phytate phosphorus. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16(11): 1642-1649.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika-Suatu Pendekatan Biometrik. Bambang Sumantri (Penerjemah). P.T. Gramedia. Jakarta.
- Sumiati. 2005. Rasio molar asam fitat:Zn untuk menentukan suplementasi Zn serta penambahan enzim fitase dalam ransum berkadar asam fitat tinggi. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Sumiati dan A. Sudarman. 2006. Toksisitas, prosesi dan nilai hayati energi dan protein bungkil biji jarak (*Jatropha curcas L.*) untuk pakan ternak unggas. Laporan Akhir Hibah Penelitian Program *Due-like* IPB. Bogor.
- Sumiati, A. Sudarman, L.N. Hidayah, and W.B. Santoso. 2007. Toxicity of *Jatropha curcas L.* meal toxins on Broilers. Proceeding of Seminar AINI (Indonesian association of Nutrition and Feed Science) VI, July 26-27, 2007, pp.195-201.
- Sumiati, D.A. Astuti, dan S.Suharti. 2008. Pemanfaatan Limbah Biodiesel (Bungkil dan daun Jarak Pagar) (*Jatropha curcas L.*) sebagai Pakan Unggas Berikut Kajian Anthelmintik dan Gangguan Metabolisme. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. LPPM IPB. Bogor.
- Tizzard. 1988. Pengantar Imunologi Veteriner. Terjemahan: M. Partodiredjo. Airlangga University Press. Surabaya.
- Wink, M. 1993. Forschungs bericht zum project "Nutzung pflanzlicher Öle als Kraftstoffe" Consultan's report prepared for GTZ, Germany.