

PERUBAHAN KIMIAWI DAN DAYA CERNA AZOLLA YANG DIFERMENTASI DENGAN RAGI TEMPE

Surisdiarto¹

INTISARI

Penelitian dengan tujuan untuk melihat perubahan kimiawi, kandungan energi metabolis (ME) dan daya cerna protein, serat kasar, dan lemak azolla yang difermentasi dengan ragi tempe telah dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak dan Laboratorium Lapang, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Azolla yang digunakan adalah *Azolla microphylla* yang dipanen umur 35 hari, dikeringkan dan digiling. Ragi tempe yang dipakai merk "RAPRIMA" dikeluarkan oleh Koperasi Bina Kimia - LIPI, Bandung. Untuk uji biologis digunakan ayam kampung betina umur 4 bulan. Perlakuan adalah tepung azolla tanpa perlakuan (Az), tepung azolla direndam dalam air selama 24 jam, dikukus selama 30 menit, dikeringkan (ASt), tepung azolla direndam dalam air selama 24 jam, dikukus selama 30 menit, difermentasi selama 48 jam dengan ragi tempe dengan dosis 2 gram per kg (AFt). Sampel dianalisis proksimat kandungan gizinya. Pengukuran kandungan ME dan daya cerna menggunakan metoda *Quick bioassay* memakai ayam kampung. Rancangan percobaan yang dipakai adalah *Cross-over Design* dengan tiga perlakuan (Az, ASt, dan AFt), tiga individu ayam, dan tiga periode sebagai ulangan. Data ME dan daya cerna diolah dengan analisis ragam dari rancangan *Cross-over Design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukusan meningkatkan kandungan protein kasar tetapi menurunkan abu, serat kasar dan lemak. Fermentasi meningkatkan protein kasar dan serat kasar, tetapi menurunkan abu dan lemak. Kandungan ME dan daya cerna meningkat dengan pengukusan maupun fermentasi. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pengukusan dan fermentasi mengubah komposisi kimia dan meningkatkan nilai nutrisi azolla ditinjau dari kandungan ME dan daya cerna.

(Kata kunci: Azolla, Pengukusan, Fermentasi, Nilai nutrisi).

Buletin Peternakan 27 (1) : 16 - 22, 2003

¹ Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang.

CHEMICAL AND DIGESTIBILITY CHANGES OF AZOLLA MEAL AFTER FERMENTATION WITH 'RAGI TEMPE'

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the changes of chemical composition, metabolizable energy (ME) content and nutrients digestibilities of azolla after being steamed and fermented with 'ragi tempe'. *Azolla microphylla* was harvested at 35 days, dried and ground. Inoculum used for fermentation was 'ragi tempe' produced by Koperasi Bina Kimia - LIPI Bandung. Native chickens of 4 months old were used for ME and digestibility determination. The treatments were as follows Azolla meal (Az), Azolla meal was soaked for 24 hours, steamed, and dried (ASt), fermented with 'ragi tempe' for 48 hours, and dried (AFt). Samples were subjected to proximate analysis determine their chemical composition. Metabolizable energy and nutrients digestibilities were determined using *Quick bioassay* technique. Data of ME and nutrients digestibilities were subjected to analysis of variance of the *Cross-over Design*. The results showed that steaming of Azolla increased significantly its crude protein content on the other hand it decreased fat crude fiber acid ash content of azolla. Furthermore, fermentation of Azolla increased its crude protein and crude fiber, but not the fat and ash (in organic matters) Both staming and fermentation increase the nutrients digestibility and the ME of Azolla. It could be concluded that both steaming of fermentation increased the nutritive value of azolla meal.

(Key words: Azolla, Steam, Fermentation, Nutritive value).

Pendahuluan

Upaya mencari bahan pakan non-konvensional terus dilakukan untuk mengatasi kesulitan pengadaan bahan pakan konvensional yang sering dialami. Salah satu bahan yang saat ini sering dipakai sebagai obyek penelitian pakan ternak adalah azolla.

Azolla sp., sejenis tanaman air yang mampu menambat nitrogen dari udara karena bersimbiose dengan suatu jenis ganggang biru, telah berhasil digunakan dalam bidang pertanian sebagai pupuk hijau. Tanaman ini mampu menghasilkan biomassa akumulasi sebesar 1600 kg/ha dengan kandungan nitrogen sebanyak 45 kg pada umur 35 hari (Abidin, 1982). Sumitro dan Yusiati (1995) dalam penelitiannya memperoleh hasil bahan kering kurang lebih 2500 kg per hektar per minggu dengan kandungan protein sebesar 400 kg. Kandungan zat makanan tepung azolla sangat beragam karena perbedaan spesies, sistim agronomi, umur panen, dan juga musim (Hove *et al.*, 1987). Kandungan protein tepung azolla bervariasi dari 19% (Pujaningsih *et al.*,

1997) sampai 37% (Lumpkin, 1987) dengan kandungan asam amino esensial yang dapat dikatakan lengkap. Serat kasar bervariasi dari 9% (Sutawi, 1996) sampai 23% (Pujaningsih *et al.*, 1997) tergantung terutama dari umur panen. Semakin tua umur panen kandungan serat kasar semakin tinggi disertai dengan naiknya kadar lignin (Sutawi, 1996). Sumarsih (1997) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa kandungan *neutral detergent fibre* (NDF) dari *Azolla microphylla* mencapai 56,02% dan lignin 17,11%. Pada *Azolla pinnata*, NDF mencapai 67,5% dengan kandungan *acid detergent fibre* (ADF) sebesar 51,9% (Ali and Leeson, 1994). Kandungan energi metabolis tepung azolla sebagaimana dilaporkan oleh Pujaningsih *et al.* (1997) adalah sangat rendah yaitu hanya sebesar 1950 kkal/kg.

Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai nutrisi tepung azolla sebagai pakan ayam sangat beragam. Mubbayad (1987) menyatakan bahwa tepung azolla dapat dipakai sampai 15% dalam pakan ayam pedaging

tanpa mempengaruhi konsumsi pakan. Querubin *et al.* (1986) dalam penelitiannya menggunakan tiga spesies azolla, yaitu *Azolla caroliniana*, *Azolla microphylla*, dan *Azolla pinnata* sebanyak 15% dalam pakan ayam pedaging menunjukkan bahwa penampilan produksi tidak berbeda dengan pakan kontrol. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa *Azolla microphylla* hanya dapat digunakan sampai 5% dan 10% masing-masing dalam pakan ayam pedaging dan petelur (Zhang *et al.*, 1987; Sumitro dan Yusiati, 1995; Pujaningsih, *et al.*, 1997). Pemakaian azolla dalam pakan ternak itik (Sumarsih, 1997) maupun ternak ayam (Querubin *et al.*, 1986; Surisdiarto dan Koentjoko, 1999) menurunkan nilai daya cerna protein. Rendahnya daya cerna protein ataupun nilai nutrisi tepung azolla diduga disebabkan karena tingginya kandungan serat kasar, panjangnya rantai polipeptida penyusun protein, dan ketidakseimbangan asam amino bagi ayam. Oleh karena itu perlu dicari upaya untuk meningkatkan nilai nutrisi dari protein tepung azolla sehingga pemakaian tepung ini dalam pakan ayam dapat ditingkatkan mengingat tanaman azolla mudah dibudidayakan dan harganya cukup murah.

Berbagai penelitian untuk menaikkan daya cerna pakan pada ternak ruminansia telah banyak dilakukan. Perlakuan alkali pada bagas dilaporkan menaikkan daya cerna serat kasar secara *in vitro* pada ternak sapi (Tudor and Inkerman, 1989). Fermentasi dengan beberapa jenis inokulum pada campuran onggok dan kotoran ayam dilaporkan dapat meningkatkan daya cerna protein pakan (Sjofjan *et al.*, 1997).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pengukusan dan fermentasi azolla (*Azolla microphylla*) dengan ragi tempe yang mengandung *Rhizopus oligosporus* terhadap komposisi kimia (analisis proksimat) dan energi metabolis serta daya cerna protein, serat kasar, dan lemak pada ayam kampung.

Materi dan Metode

Materi

Pada penelitian ini digunakan *Azolla microphylla*. Tanaman dipanen pada umur 35 hari, dikeringkan dibawah sinar matahari dan digiling. Untuk fermentasi digunakan ragi tempe yang berisi *Rhizopus oligosporus* merk 'RAPRIMA' yang dikeluarkan oleh Koperasi Bina Kimia-LIPI Bandung. Untuk uji biologis digunakan ayam kampung betina umur kurang lebih 4 bulan.

Metode

Tepung azolla (Az) yang diperoleh direndam dalam air selama 24 jam dan dikeringkan (ASo), direndam dalam air selama 24 jam, dikukus selama 30 menit, dan dikeringkan (ASt), direndam dalam air selama 24 jam, dikukus selama 30 menit, didinginkan dan difermentasi dengan ragi tempe sebanyak 2 g per kg azolla, diperam selama 48 jam, dan dikeringkan (AFt).

Analisis proksimat yang meliputi kandungan bahan kering (BK), abu, protein kasar ($N \times 6,25$), serat kasar, dan lemak kasar dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.

Untuk menentukan kandungan ME, daya cerna protein (PD), daya cerna serat kasar (CFD), dan daya cerna lemak (EED) dilakukan uji biologis dengan metode *Quick bioassay* (Farrell, 1978) dengan menggunakan ayam kampung. Uji biologis hanya dilakukan pada sampel Az, ASt, dan AFt. Rancangan percobaan yang digunakan adalah *Cross-over Design* dengan 3 ekor ayam, 3 jenis sampel (Az, ASt, dan AFt), dan 3 periode sebagai ulangan. Pengumpulan data yang meliputi konsumsi pakan dan ekskreta dilakukan selama 2 minggu di Laboratorium Lapang Fakultas Peternakan di desa Sumber Sekar. Analisis energi bruto dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya. Variabel lain yang diukur adalah kerapatan jenis dari Az, ASt, dan AFt dengan cara menimbang bahan dalam volume satu liter dan

hasilnya dinyatakan dalam gram per liter (g/l). Data ME dan daya cerna yang diperoleh diolah dengan analisis ragam berdasarkan rancangan *Cross-over Design* (Steel and Torrie, 1980).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis proksimat terhadap tepung azolla (Az), tepung azolla direndam dan dikeringkan (ASo), tepung azolla direndam, dikukus dan dikeringkan (ASt), tepung azolla direndam, dikukus, difermentasi dan dikeringkan (AFt), dan azolla waste (AW) ditabulasikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa setelah mengalami perendaman selama 24 jam maka kandungan protein meningkat dari 19,16% menjadi 22,16% (*as dry matter basis*).

Peningkatan ini mungkin disebabkan karena pada proses perendaman ternyata terjadi pemisahan massa yaitu bagian daun mengambang dan bagian akar, batang, dan mungkin kotoran (tanah) yang terikut pada waktu panen berada didasar. Massa yang ada didasar, dalam hal ini disebut azolla waste (AW) mengandung lebih banyak abu dan serat kasar (45,12 dan 23,07%), tetapi sedikit kandungan proteinnya yaitu hanya 10,88%. Sekalipun massa yang mengambang (ASo) mengalami kenaikan kandungan protein kasar dan massa yang mengendap (AW) mengalami

penurunan kandungan protein kasar dibandingkan dengan tepung azolla (Az) tidak menutup kemungkinan adanya protein yang hilang (*bleaching*) selama proses perendaman berlangsung dan terbuang bersama air rendaman. Oleh karena dalam penelitian ini hanya azolla yang mengambang yang diperlakukan lebih lanjut dengan pengukusan dan fermentasi, dengan demikian agak sulit untuk menentukan penyebab naiknya kandungan protein.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pengukusan tidak banyak berpengaruh pada kandungan proksimat. Sebaliknya, fermentasi menyebabkan penurunan kandungan abu dan lemak dan meningkatkan kandungan protein kasar dan serat kasar.

Penurunan kandungan abu disebabkan oleh pemakaian mineral oleh ragi tempe untuk kelangsungan hidupnya seperti juga terjadi pada proses fermentasi kedele menjadi tempe (Iljas, 1972 dan Van der Riet *et al.*, 1987 yang dikutip oleh Kasmidjo, 1990). Penurunan lemak disebabkan oleh aktivitas enzim lipolitik ekstraseluler yang dikeluarkan oleh ragi tempe yang menghidrolisis lemak menjadi asam lemak (Boorsma, 1900; Murata, *et al.*, 1967; Iljas, 1972 yang disitasi oleh Kasmidjo, 1990). Kenaikan kandungan protein kasar dan serat kasar mungkin disebabkan berkembangnya biomassa ragi tempe yang kaya akan protein. Dalam proses pembuatan tempe,

Tabel 1. Analisis proksimat azolla (Az), azolla direndam (ASo), azolla kukus (ASt), azolla difermentasi (AFt), dan azolla waste (AW) dalam % bahan kering (*Proximate analysis of azolla (Az), soaked azolla (ASo), steamed azolla (ASt), fermented azolla (AFt) and azolla waste (AW) presented as dry matter basis*)

| Zat makanan (<i>Nutrient</i>) | Bahan (<i>Ingredient</i>) | | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Az | ASo | ASt | AFt | AW |
| Bahan kering (<i>Dry matter, %</i>) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Abu (<i>Ash, %</i>) | 32,92 | 28,82 | 27,26 | 21,36 | 45,12 |
| Protein kasar (<i>Crude protein, %</i>) | 19,16 | 22,16 | 21,73 | 28,77 | 10,88 |
| Serat kasar (<i>Fibre, %</i>) | 15,90 | 13,48 | 12,67 | 17,19 | 23,07 |
| Lemak kasar (<i>Ether extract, %</i>) | 2,13 | 2,20 | 2,05 | 1,74 | 1,95 |
| GE (<i>Gross energy, kkal/kg</i>) | 3345 | - | 4185 | 4148 | - |

ternyata kenaikan kandungan protein kasar sifatnya tidak konsisten. Sebagian peneliti memperoleh kenaikan kandungan protein kasar dan sebagian peneliti lain menyatakan tidak ada kenaikan kandungan protein. Sjoftan *et al.* (1997) dalam penelitiannya melaporkan bahwa kandungan serat kasar campuran onggok dan kotoran ayam yang difermentasi dengan ragi tempe meningkat dibandingkan dengan campuran serupa yang tidak difermentasi. Kenaikan kandungan serat kasar ini mungkin hanya bersifat persentis disebabkan oleh penurunan jumlah monosakarida karena dipakai oleh jamur untuk pertumbuhannya (Sorensen dan Hesseltine, 1966 yang dikutip oleh Kasmidjo, 1990).

Hasil pengukuran daya cerna protein (PD,%), serat kasar (CFD,%), dan lemak kasar (EED,%), ditampilkan pada Tabel 2.

Secara statistik ternyata individu ayam dan periode pengukuran berpengaruh secara tidak nyata ($P>0,05$) sehingga hasilnya tidak perlu ditampilkan pada Tabel 2. hanya pengaruh perlakuan saja yang ditampilkan. Tabel 3. menunjukkan bahwa baik PD, CFD, maupun EED secara sangat nyata ($P<0,01$) dipengaruhi oleh perlakuan pengukusan dan fermentasi.

Perlu dikemukakan bahwa dalam penelitian ini membandingkan perlakuan pengukusan dan fermentasi dengan azolla tanpa perendaman (Az) sebenarnya tidak *fair* karena azolla yang dikukus maupun difermentasi sebelumnya sudah mengalami perendaman.

Secara umum dapat dikatakan bahwa daya cerna protein dan serat kasar azolla sangat rendah. Rendahnya daya cerna yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Querubin *et al.* (1986), Sumarsih (1997), dan Surisdiarto dan Koentjoko (1999) yaitu bahwa penambahan azolla dalam pakan ayam dan itik menurunkan daya cerna protein. Ini berarti bahwa daya cerna protein sendiri jauh dibawah daya cerna protein pakan yang digunakan, sedangkan daya cerna lemak dapat dikatakan hampir mirip dengan daya cerna lemak dari bahan pakan lain. Seperti pada pembuatan tempe, perendaman biji kedele meningkatkan jumlah protein kasar yang larut dalam air dan dengan demikian meningkatkan daya cerna protein (Boralkat dan Reddy, 1985 yang dikutip oleh Kasmidjo, 1990). Pada pembuatan tempe, enzim proteolitik ekstraseluler yang dikeluarkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus* juga meningkatkan daya cerna protein tempe. Xian *et al.* (1989) dalam penelitiannya memperoleh peningkatan daya cerna protein bungkil kedele melalui proses *autoclaving*.

Pada pembuatan tempe kedele, kandungan serat yang mudah larut meningkat karena aktifitas enzim yang dikeluarkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus* (Van Buren *et al.*, 1972 yang dikutip oleh Kasmidjo, 1990). Peningkatan daya cerna serat kasar pada azolla yang difermentasi dalam penelitian ini mungkin juga disebabkan oleh aktifitas enzim ekstraseluler dari *Rhizopus oligosporus* seperti terjadi pada proses pembuatan tempe.

Tabel 2. Daya cerna protein kasar (PD,%), daya cerna serat kasar (CFD,%), dan daya cerna lemak kasar (EED,%), (*Protein (PD,%), crude fibre (CFD,%), and ether extract (EED,%)* digestibility)

| Bahan (<i>Ingredient</i>) | PD,% | CFD,% | EED,% |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Az | 18,21 ± 0,24 ^a | 21,26 ± 2,88 ^a | 79,75 ± 8,75 ^a |
| Ast | 24,58 ± 0,80 ^b | 30,42 ± 3,01 ^{ab} | 66,63 ± 6,66 ^b |
| Aft | 26,75 ± 0,50 ^c | 36,32 ± 1,37 ^b | 83,14 ± 6,01 ^c |

Tabel 3. Kandungan energi metabolis (ME, kkal/kg) dan kerapatan jenis (FSD, g/liter)
(*Metabolizable energy content and nutrient density*)

| Bahan (<i>ingredient</i>) | ME | FSD |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|
| Az | 353,66 ± 66,703 ^a | 77 ± 7,00 |
| Ast | 1062,66 ± 8,65 ^b | 137 ± 1,00 |
| Aft | 1524,66 ± 5,31 ^c | 165 ± 12,00 |

Menurunnya daya cerna lemak pada proses pengukusan mungkin disebabkan oleh berkurangnya jumlah lemak dalam azolla seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Tetapi proses fermentasi meningkatkan daya cerna lemak. Hal ini sejalan dengan hasil – hasil penelitian pada pembuatan tempe, yaitu daya cerna lemak tempe meningkat dibandingkan dengan daya cerna lemak biji kedele. Ini disebabkan karena aktifitas enzim lipolitik ekstraseluler yang dikeluarkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus*.

Kandungan energi metabolis (ME, kkal/kg) dan kerapatan jenis (FSD, g/liter) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan bahwa baik pengukusan maupun fermentasi secara statistik sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kandungan ME. Yang menarik dalam penelitian ini adalah sangat rendahnya kandungan ME tepung azolla tanpa perlakuan. Energi bruto yang tinggi (Tabel 1) dalam tepung azolla ternyata tidak dapat dimetabolis oleh ternak. Hasil penelitian ini sangat rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian lain (Pujaningsih *et al.*, 1997) yang juga menggunakan ayam kampung sebagai obyek penelitian. Dengan proses pengukusan dan fermentasi ternyata energi yang dapat dimetabolis meningkat dengan tajam. Hal ini tidak terlepas dari meningkatnya daya cerna protein, serat kasar, maupun lemak. Sekalipun kandungan ME azolla setelah pengukusan meningkat tiga kali lipat dan setelah mengalami fermentasi meningkat lima kali lipat dibandingkan dengan azolla tanpa perlakuan, hasil ini juga masih sangat rendah

jika dibandingkan dengan hasil penelitian Pujaningsih *et al.* (1997).

Dari Tabel 3. juga dapat dilihat bahwa proses pengukusan maupun fermentasi meningkatkan FSD (tidak dianalisis secara statistik). Hal ini antara lain disebabkan karena hilangnya zat yang mudah menguap dan terlarut selama proses pengukusan misalnya lemak. Demikian pula lemak yang dirombak oleh enzim lipolitik selama proses fermentasi menjadi asam lemak juga kemungkinan hilang karena menguap. Meningkatnya FSD sangat berarti karena akan meningkatkan *nutrient density*.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengukusan dan fermentasi berpengaruh pada kandungan proksimat dan meningkatkan nilai nutrisi azolla dilihat dari kandungan ME, daya cerna protein, serat kasar, dan lemak. Namun demikian kandungan ME maupun daya cerna azolla setelah mengalami perlakuan pengukusan maupun fermentasi masih tergolong rendah untuk dapat dipakai sebagai bahan pakan yang berkualitas bagi ternak.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan dana penelitian ini dari dana DPP/SPP Fakultas. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Pak Tim, mahasiswa program sarjana S2, dan Endang Supurwaningdyah, mahasiswa

program sarjana SI, yang menyediakan azolla bagi penulis, dan pak Mahfud yang membantu analisis proksimat.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z. 1982. Kemungkinan Pemanfaatan Tumbuhan Air *Azolla* Sebagai Sumber Nitrogen Alam Dalam Peningkatan Produksi Padi Sawah. Majalah Pertanian, No.3 Th XXIX, 1982. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ali, M. A. and S. Leeson. 1994. Nutritional value and utilization of aquatic weeds in the diet of poultry. *World's Poultry Sci. J.*, 50:237-252.
- Farrell, D. J. 1978. Rapid Determination of metabolizable energy of food using cockerels. *Br. Poultry Sci.* 19:303-308.
- Hove, C. V., T. D. W. Baillonville, H. F. Diara, P. Godard, Y. M. Kodomi, and N. Sanginga. 1987. *Azolla* Collection and Selection. Proc. of The Workshop on *Azolla* Use. IRRI, Manila.
- Kasmidjo, R. B. 1990. Tempe - Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya PAU Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lumpkin, T. A. 1987. Environmental Requirements For Successful *Azolla* Growth. Proc. of The Workshop on *Azolla* Use. IRRI, Manila.
- Mubbayad, B. B. 1987. The *Azolla* Program of The Philippines. IRRI, Manila.
- Pujaningsih, R. I., Muktiani, A. Suthama, Tristiani, dan H. I. Wahyuningsih. 1997. Utilitas *Azolla microphylla* Sebagai Tepung Daun dan Konsentrat Protein Daun Pada Ayam Kampung. Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro.
- Querubin, L. J., P. F. Alcantra and A. O. Princeesa. 1986. Chemical Composition of Three *Azolla* Species and Feeding Value of *Azolla* Meal in Broiler Rations. *J. Coleg. Agric. and Central Exp. Station, UPLB.*
- Sjofjan, O., Surisdiarto, D. Irfan dan Aulani. 1997. Fermentasi Campuran Onggok dan Kotoran Ayam Sebagai Bahan Pakan Nonkonvensional. Laporan Penelitian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics - A Biometrical Approach. 2nd Ed. McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.
- Sumarsih. 1997. Pengaruh Tingkat Penggunaan *Azolla microphylla* dan Penambahan Ensim Dalam Pakan Terhadap Kecernaan Protein dan Energi Metabolis Pada Itik Mojosari Jantan. Skripsi, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Sumitro, P. dan L. M. Yusiati. 1995. Produksi *azolla* dan pemanfaatannya sebagai sumber protein ransum unggas serta pengaruhnya terhadap kualitas telur. *Buletin Peternakan*, Vol 19-1995.
- Surisdiarto dan Koentjoko. 1999. Nilai Nutrisi Protein *Azolla microphylla* Pada Ayam Pedaging. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*.
- Sutawi. 1996. Memanfaatkan *Azolla* Untuk Pakan Ternak. *Infonet*, No.035-Juni, 1996.
- Tudor, G. D. and P. A. Inkerman. 1989. Alkali Treated Bagasse - Potential as Feed For Ruminant. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. Ed. D. J. Farrell, UNE - Australia.
- Xian, J., R. G. Gerdes and D. J. Farrell. 1989. Digestibility and Metabolizable Energy of Fullfat Soybean After Different Heat Treatments. *Aust. Poultry Sci. Symp.* University of Sydney, Australia. p. 88.
- Zhang Zuang-Ta, Ke Yu-Shi, Ling De-Quan, Duan Bing-Yuan and Liu Xi-Liang. 1987. Utilization of *Azolla* in Agricultural Production in Guangdong Province of China. Proc. of The Workshop on *Azolla* Use. IRRI, Manila.