

EFEK PEMANASAN LIMBAH UDANG YANG DIRENDAM DALAM AIR ABU SEKAM TERHADAP KANDUNGAN NUTRISI DAN ENERGI METABOLIS PAKAN

The Effect of Soaking and Steam Heat Treatment of Shrimp Heads Waste (SHW) on Nutritional Quality and Metabolizable Energy

MIRZAH

*Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis Padang 25163*

ABSTRACT

The experiment was conducted to examine the effect of soaking and steam heat treatment of shrimp heads waste (SHW) on nutritional quality. The objectives of this research were to determine whether the effect of the shrimp heads waste were treated in 10% of dusk rice husk solution with five level of length of steam heat (control; 0; 15; 30; 45 and 60 min) on the improvement of its nutritive value. The feed was soaked for 48 h prior to steam heat. The experiment was designed in Completely Randomized Design of 6 x 3.

The results showed that there was significant effects ($P < 0.05$) length of steam heat to dry matter, crude protein, fat, ash contents and metabolizable energy of SHW. Increasing length of steam heat was caused reduce dry matter, crude protein, fat contents and metabolizable energy of SHW. Based on comparative cost analyses and nutritive value indicated, the best treatment was filtered of the dusk rice solution 10% and length of steam heat for 45 min.

Key word : Shrimp heads waste, dusk rice husk solution, heat treatment, nutrient quality

PENDAHULUAN

Meningkatnya harga ransum komersial dan ransum yang dibuat sendiri oleh peternak di Indonesia disebabkan satu-satunya sumber protein hewani utama dalam ransum ternak unggas sampai saat ini masih mengandalkan tepung ikan, sehingga bila terjadi fluktuasi harga atau ketidakseimbangan dalam permintaan akan berakibat peningkatan harga ransum. Penggunaan dan kebutuhan tepung ikan sampai saat ini tidak bisa tergantikan dengan bahan pakan lain. Lebih kurang setengah dari 200 ribu ton kebutuhannya per tahun dipenuhi dari impor (BPS, 2000). Oleh sebab itu perlu adanya diversifikasi bahan baku pakan pengganti ikan dengan bahan pakan alternatif yang kualitas nilai gizinya hampir sama, harga lebih murah, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, diperoleh dari dalam negeri dan pengolahan yang relatif murah dan

sederhana. Salah satu bahan pakan pengganti tepung ikan yang belum banyak digunakan dan perlu diteliti adalah limbah industri udang beku. Limbah ini umumnya terdiri dari bagian kepala, ekor dan kulit udang serta udang yang rusak atau udang afkir (Mirzah, 1990; 1997; 1999; 2000, 2006).

Beberapa tahun terakhir, produksi udang dan industri udang beku Indonesia berkembang sangat pesat sekali. Pada tahun 2004 komoditi ekspor ini telah mencapai produksi 240.000 ton (BPS, 2005). Produksi ini selalu meningkat sebesar 14% per tahun. Peningkatan produksi udang juga diikuti oleh peningkatan pengolahan industri udang beku sebagai komoditi ekspor. Pengolahan udang akan menyebabkan terdapatnya limbah udang (shrimp head waste) yang dapat mencemari lingkungan. Berat limbah udang ini adalah 44% dari berat utuh seluruh udang (Meyer and Rutledge, 1971).

Nilai gizi dan potensi limbah udang di Indonesia cukup banyak. Daerah penghasil udang di Indonesia adalah provinsi Sumatera Utara, Riau, Jambi, Lampung, daerah sepanjang pantai utara Jawa, Sulawesi Selatan dan lain-lain. Jika dihitung pada tahun 2004 saja, telah dihasilkan limbah udang sebesar 105.666 ton. Kandungan protein kasarnya cukup tinggi, yaitu 45 - 55% (Gernat, 2001). Jumlah tersebut merupakan potensi bahan baku pakan yang sangat besar jika kualitas gizinya sama dengan ikan. Bila jumlah limbah tersebut dijadikan tepung limbah udang (TLU) maka akan dapat menggantikan kebutuhan tepung ikan sebesar 22.50%, dari 200 ribu ton kebutuhan tepung ikan di Indonesia per tahun (HKTI, 2001).

Dari nilai gizinya, kandungan nutrisi limbah udang adalah protein 42 - 45%, serat kasar 14 - 19% (kandungan khitin 12,24%), lemak 4 - 6%, Kalsium 7 - 9% dan Fosfor 1 - 2% (Mirzah, 1990; 1997; 2000 : Rosenfeld, 1997). Namun pemanfaatan limbah udang sebagai bahan pakan sumber protein hewani dalam ransum ternak unggas belum maksimal karena adanya faktor pembatas/kendala, yaitu rendahnya daya cerna protein (52%) akibat adanya khitin. Sebagian protein (nitrogen) yang ada pada limbah udang terikat pada khitin yang tidak bisa dicerna oleh unggas. Khitin merupakan suatu senyawa polisakarida struktural (seperti selulosa) yang mengandung nitrogen dalam bentuk N-Aceylated-glucosamin-polysacharida.

Kandungan khitin limbah udang mencapai 30% dari bahan keringnya (Purwaningsih, 2000). Rendahnya daya cerna limbah udang ini juga disebabkan adanya ikatan yang kuat sekali antara kalsium-khitin-protein. Sehingga semua protein kasar pada limbah udang tidak tersedia (available) bagi ternak, sebagian masih terikat pada senyawa tadi. Oleh

sebab itu perlu proses pengolahan yang tepat untuk meningkatkan kualitasnya.

Pengolahan limbah udang dengan cara kimia atau fisik telah banyak dilakukan oleh diteliti (Mirzah, 1990 dan 1997; Wahyuni dan Budiastuti, 1991; Resmi, 2000; dan Filawati, 2003), namun kualitas produk tepung limbah udang (TLU) yang dihasilkan belum optimum dan pemanfaatannya dalam ransum ternak unggas sebagai bahan pakan pengganti tepung ikan juga belum maksimal. Salah satu teknologi untuk mendegradasi ikatan glikosidik β (1,4) khitin pada limbah udang adalah dengan perlakuan kimia yaitu dengan perendaman dan dikombinasikan dengan perlakuan fisik, seperti pemanasan. Pengolahan dengan cara mengkombinasikan perlakuan kimia seperti dengan filtrat air abu sekam dan perlakuan fisik (pemanasan), yaitu dengan cara dikukus. Cara ini merupakan suatu kombinasi pengolahan yang dapat dilakukan dan teknologinya sangat mudah dan sederhana serta dapat meningkatkan kualitas nilai gizi TLU.

Selain mudah diperoleh, harga murah dan aman untuk dikonsumsi oleh ternak, filtrat air abu sekam juga tidak menimbulkan polutan terhadap lingkungan (Sutrisno, 1983). Menurut Abbas (1984), bahan pakan asal limbah yang mengandung serat kasar tinggi, pengolahannya dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan filtrat air abu sekam. Pengolahan dengan cara mengkombinasikan perlakuan kimia dan perlakuan fisik (pemanasan), biasa disebut dengan proses "fisiko-kimia". Hasil penelitian Meizwarni (1995), dedak yang diberi praperlakuan hidrolisis air abu sekam 10% memperlihatkan peningkatan kualitas dedak yang dihasilkan, sedangkan Resmi (2000) menyatakan bahwa limbah udang yang diolah dengan cara pengukusan menghasilkan kandungan protein kasar tertinggi dan kadar khitin

terendah dibandingkan dengan cara direbus dan disangrai.

Sutrisno (1983) melaporkan bahwa perendaman jerami padi selama 1 jam dengan air abu sekam 10% pada pH 7,8 yang diperkaya dengan urea dan campuran mineral dapat meningkatkan mutu jerami padi dengan naiknya kadar protein dan turunnya kadar silika. Namun Gustini (1985) berpendapat, bahwa hidrolisis jerami padi dengan air abu sekam dapat menyebabkan penurunan kandungan protein kasar. Hal ini disebabkan karena protein mengalami hidrolisis pada pH basa yang menghasilkan asam amino bebas pada unit pembangunnya. Asam amino tersebut ikut larut dan terbuang pada waktu peririsan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pengukusan pada limbah udang yang direndam dengan Filtrat Air Abu Sekam 10% selama 48 jam terhadap terhadap kandungan zat-zat makanan TLU.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah udang yang diperoleh dari pasar Tanah Kongsidi di kota Padang. Air abu sekam sebagai larutan perendam dibuat dengan sekam padi yang telah diabukan secara sempurna kemudian dilarutkan dalam air bersih. Untuk memperoleh larutan abu sekam padi 10% dilakukan dengan melarutkan 100 g abu sekam padi dalam 1 liter air bersih. Larutan ini dibiarkan selama 24 jam, lalu disaring sehingga diperoleh filtratnya.

Peralatan yang digunakan adalah toples berukuran 2 kg, kantong plastik, nampan, timbangan, gelas ukur, wadah plastik tempat limbah dan, dandang untuk mengukus, kompor, penggiling serta seperangkat alat untuk analisis proksimat.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode ekperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari :

- A) limbah udang tanpa perlakuan (kontrol)
- B) direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam
- C) direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam dan dikukus selama 15 menit
- D) direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam dan dikukus selama 30 menit
- E) direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam dan dikukus selama 45 menit
- F) direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam dan dikukus selama 60 menit.

Limbah udang yang sudah bersih ditimbang sebanyak 500 gram dan direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam, setelah itu ditiriskan. Selanjutnya dikukus sesuai dengan perlakuan yaitu 15, 30, 45, dan 60 menit. Setelah itu didinginkan dan dikeringkan dengan sinar matahari, kemudian digiling dan siap untuk dianalisis. Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah kandung bahan kering, protein kasar, lemak kasar dan abu (proksimat analisis). Untuk mengukur energi metabolis digunakan metode (Sibbald, 1982), yaitu ayam broiler berumur 6 minggu diberi pakan TLU secara paksa (force feeding), kemudian feses ditampung dan diukur energi metabolisme dengan menggunakan bomb calorimeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Bahan Kering, Protein Kasar dan Lemak Kasar.

Rataan pengaruh perlakuan pengukusan terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan lemak kasar ditampilkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan bahan kering, protein kasar dan lemak kasar pada TLU olahan cenderung menurun dengan

adanya perlakuan pemanasan pada limbah udang yang direndam dengan air abu sekam. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan bahan kering produk TLU olahan, sedangkan protein kasar dan lemak kasar sangat nyata ($P < 0.01$) dipengaruhi oleh lamanya waktu pengukusan pada limbah udang yang direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Protein Kasar, Khitin dan Daya Cerna Protein (in-vitro) Tepung Limbah Udang (%)

Perlakuan	Bahan Kering (%)	Protein Kasar (%)	Lemak Kasar (%)
A. Tanpa perlakuan (kontrol)	91,77 ^a	36,75 ^a	5,72 ^a
B. Direndam (48 jam dalam FAAS 10 %)	90,55 ^a	36,28 ^a	5,26 ^a
C. Direndam dan dikukus 15 menit	87,59 ^{bc}	31,65 ^b	4,59 ^b
D. Direndam dan dikukus 30 menit	86,01 ^c	29,94 ^{bc}	4,48 ^{bc}
E. Direndam dan dikukus 45 menit	85,54 ^c	28,33 ^c	4,18 ^{bc}
F. Direndam dan dikukus 60 menit	85,24 ^c	25,52 ^d	3,90 ^c

Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil uji Duncan, memperlihatkan bahwa bahan kering TLU pada perlakuan A (tanpa diolah/kontrol) berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan B, tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan C. Perlakuan C berbeda tidak nyata dengan perlakuan D, E dan F. Keadaan ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman saja tidak banyak menurunkan kandungan bahan kering TLU, namun bila perlakuan dilanjutkan dengan pemanasan akan menurunkan kandungan bahan kering TLU olahan. Hal ini disebabkan limbah udang yang direndam dengan air abu sekam 10% selama 48 jam kemudian dipanaskan dengan cara pengukusan akan menurun-

kan bahan keringnya, karena pada saat pengukusan yang semakin lama akan terjadi proses penurunan zat-zat tertentu seperti lemak yang keluar dari pakan ke dalam air pengukusan, di samping itu, perlakuan pemanasan juga merusak sebagian zat-zat makanan seperti protein kasar dan serat kasar. Kondisi ini akan berakibat hilangnya sebagian bahan kering.

Menurut Tilman et al. (1998), bahan kering terdiri dari bahan organik dan an-organik, bahan organik terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan vitamin, sedangkan bahan an-organik terdiri dari mineral-mineral. Penurunan bahan kering ini juga disebabkan terjadinya pencucian

(leaching) terhadap bahan pakan selama proses perendaman dengan air abu sekam.

Hasil uji lanjut pada Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa kandungan protein kasar TLU olahan pada perlakuan A (kontrol) dan perlakuan B berbeda tidak nyata, tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan C, D, E dan F. Begitu juga perlakuan D dan E tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan F (60 menit). Dapat dikatakan bahwa makin lama waktu pengukusan maka semakin turun kandungan protein kasarnya. Terjadinya penurunan kandungan protein ini kelihatan sebanding dengan penurunan kandungan bahan kering. Proses perendaman limbah udang dengan air abu sekam 10% (alkali) selama 48 jam sebelum dikukus menyebabkan selulosa bahan pakan menjadi mengembang dan merenggangnya ikatan sehingga sebagian selulosa akan larut. Sesuai dengan pendapat Leng (1995) dan Jackson (1977), perlakuan dengan alkali dapat merenggangkan ikatan lignoselulosa dan melemahkan ikatan hidrogen di dalam molekul kristal selulosa pakan.

Sifat alkali pada air abu sekam mampu pula merenggangkan ikatan lignin dengan selulosa dengan memutuskan ikatan Vander Walls dan ikatan hidrogen yang ada. Di samping itu, penurunan protein kasar juga disebabkan oleh air abu sekam mempunyai sifat alkalis yang dapat menghidrolisis dan mampu memutuskan ikatan-ikatan tertentu pada gugus fungsional protein, sehingga menghasilkan asam amino dan akan terlarut dalam air abu sekam (Gustini, 1985).

Menurut Lee and Garlich (1992), penurunan bahan kering pada bahan pakan yang diolah dengan cara pengukusan atau steam pressure lebih banyak disebabkan semakin basahya bahan pakan oleh uap panas, dan banyaknya protein atau asam amino yang larut, sehingga secara langsung akan menurunkan kandungan protein.

Di samping itu, penurunan protein kasar juga disebabkan adanya asam amino yang tidak tahan terhadap panas, seperti lysin, cystin dan arginin yang labil terhadap panas (Scott et al., 1982). Mirzah (1997), menyatakan bahwa pengolahan limbah udang dengan autoclave sampai tekanan 3 kg/cm² sangat nyata menurunkan kandungan nutrisi terutama protein kasar dan lemak kasar, dan nilai penurunan tergantung pada lamanya waktu pemberian tekanan uap (steam pressure) dan jenis bahan pakan.

Dari uji lanjut pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan lemak TLU pada perlakuan A (kontrol) berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan B, namun berbeda sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan C, D, E dan F. Kandungan lemak pada perlakuan C, D dan E menunjukkan perbedaan yang tidak nyata, namun berbeda sangat nyata ($P < 0.01$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan F. Dapat dikatakan bahwa makin lama waktu pengukusan maka semakin turun kandungan lemak TLU. Kondisi ini disebabkan semakin banyaknya bahan kering yang hilang selama proses pengolahan.

Turunnya kandungan lemak selama proses pengukusan disebabkan oleh lemak yang ada pada limbah udang akan mencair dan adanya uap air menyebabkan limbah udang semakin basah, sehingga lemak yang ada akan hanyut (leaching). Sesuai dengan pendapat Watkins (1982), proses pengukusan dapat menurunkan kandungan lemak TLU olahan. Di samping itu, pemanasan yang terlalu lama juga menyebabkan kerusakan dan penurunan beberapa zat-zat makanan, antara lain protein, vitamin dan lemak (Bird, 1978). Hasil yang sama juga diperoleh oleh Mirzah (1997), bahwa pengolahan limbah udang dengan autoclave sampai tekanan 3 kg/cm² dapat menurunkan kandungan lemak sampai 50%.

2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Abu dan Energi Metabolisme Tepung Limbah Udang

Pengaruh perlakuan terhadap kandungan abu dan energi metabolisme tepung limbah udang yang direndam selama 48 jam dengan air abu sekam 10% dan dilanjutkan dengan pengukusan untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Abu dan Energi Metabolisme Tepung Limbah Udang

Perlakuan	Abu (%)	ME (kkal/kg)
A. Tanpa perlakuan (kontrol)	30,12 ^a	2302 ^a
B. Direndam (48 jam dlm FAAS 10 %)	30,28 ^a	2311 ^a
C. Direndam dan dikukus 15 menit	30,88 ^{ab}	2150 ^{bc}
D. Direndam dan dikukus 30 menit	31,22 ^{ab}	2091 ^{bc}
E. Direndam dan dikukus 45 menit	32,18 ^b	2072 ^c
F. Direndam dan dikukus 60 menit	34,48 ^c	1949 ^d

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan abu dan energi metabolisme limbah udang yang direndam 48 jam dengan filtrat air abu sekam 10% yang dilanjutkan dengan pengukusan. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan abu tertinggi terdapat pada perlakuan F, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan A (kontrol).

Hasil uji Duncan terhadap kandungan abu TLU menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan B, C dan D, namun berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih

rendah dibandingkan perlakuan E dan F. Perlakuan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan D dan E, tetapi berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dibandingkan perlakuan F. Dapat dikatakan bahwa semakin lama pemberian panas, maka semakin tinggi kandungan abu TLU. Hal ini disebabkan perendaman menyebabkan adanya kontak dengan air abu sekam, yang merupakan alkali yang banyak mengandung oksida alkali, antara lain kalium, natrium, kalsium dan magnesium (Houston, 1972), sehingga terjadi peningkatan terhadap kandungan abu TLU.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan ME tertinggi terdapat pada perlakuan B, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan F. Hasil uji Duncan pada Tabel 2 terlihat bahwa energi metabolisme limbah udang pada perlakuan A (kontrol) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan B tetapi berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan C, D dan E dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan perlakuan F. Perlakuan C berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D dan E tetapi berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan F. Perlakuan F menunjukkan kandungan energi paling rendah dibandingkan perlakuan lain. Dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu pengukusan, maka semakin turun kandungan energi metabolis TLU olahan.

Turunnya kandungan energi dapat terjadi karena pengaruh zat - zat lain yang sudah terdegradasi karena lamanya pemanasan yang diberikan. Dengan proses pengukusan tersebut secara nyata dapat menurunkan kandungan lemak TLU dan juga adanya penekanan proses hidrolisa asam lemak bebas. Di samping itu, nilai energi dari lemak tergantung dari daya absorpsi asam-asam lemak dalam usus (Wahju, 1997). Penurunan dari energi metabolisme ini dapat disebabkan oleh turunnya kandungan dari bahan kering terutama lemak, protein kasar dan BETN, sedangkan khitin tidak banyak yang

terdegradasi menjadi glukosa. Namun secara kualitatif nilai gizi TLU ini cukup baik, yaitu adanya peningkatan kualitas protein, yaitu meningkatnya daya cerna protein dari 52% pada perlakuan A (kontrol) sampai 67,82 % pada perlakuan E, yaitu dikukus 45 menit (Martini, 2005).

KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa pengolahan dengan cara pemanasan (pengukusan) pada limbah udang yang direndam selama 48 jam dengan filtrat air abu sekam 10%, secara persentase dapat menurunkan kandungan nutrisi TLU, terutama bahan kering, protein kasar, energi metabolis, namun dapat meningkatkan kandungan abu dan daya cerna protein TLU.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan pada Sdr. Almuari Fatul Putri, Martini M Nur, Ria Eka Putri dan Nofi Erma Dewi yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan sumbangsuhnya dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, H. 1984. Penggunaan Filtrat Air Abu Sekam Dalam Pengolahan Limbah Industri Rumah Potong dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Ayam Broiler. Disertasi, Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Badan Pusat Statistik. 2000. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia. Produksi dan Ekspor. BPS. Jakarta.

Badan Pusat Statistik. 2005. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia. Produksi dan Ekspor. BPS. Jakarta.

Bird, T. 1978. Kimia Fisik untuk Universitas. Penerbit PT. Gramedia, Jakarta. Hal. 54-55.

Filawati, Mirzah, A. Djulardi dan R. Saladin. 2003. Pengolahan Limbah Udang Secara Fisika-kimia dan Pengaruh Pemanfaatannya Dalam Ransum Terhadap Penampilan Produksi ayam Petelur. Thesis, Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.

Gustini. 1983. Pengaruh pemberian jerami padi yang diperlakukan dengan air abu sekam dan amoniasi terhadap pertumbuhan sapi PO. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.

Houston, D.F. 1972. Rice Hall in Rice Chemistry and Technologi. America Assocation of Cerial Chemist Incorporate, S Paul, Minnessota, USA.

Jakson, M.C.N. 1977. The Alkali treatment of strow feed science technology. Feed Science Technology 2 : 106-130

Lee. H and J.d. Garlich. 1992. Effect of overcooked soybean meal on chicken performance and amino acid availability. Poultry Science 71: 499 - 508.

Leng, R.A. 1995. Application Biotechnology To Nutrition of Animal in Developing Countries. FAO Animal Production, Health paper. USA

Meizwarni. 1995. Praperlakuan Dedak Untuk Meningkatkan Mutu Serta Pengaruhnya Terhadap Penampilan Produksi Ayam Broiler. Thesis Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang.

- Meyers, S.P., and J. E Rutledge. 1971. Shrimp Meal. A New look an old product Feedstuff 43:(49): 31.
- Mirzah. 1990. Pengaruh tingkat penggunaan limbah udang yang diolah dan tanpa diolah dalam ransum terhadap performans ayam pedaging. Tesis Pasca Sarjana Universitas Padjajaran. Bandung.
- Mirzah. 1997. Pengaruh pengolahan tepung limbah udang dengan tekanan uap panas terhadap kualitas dan pemanfaatannya dalam ransum ayam broiler. Disertasi Pasca Sarjana Universitas Padjajaran. Bandung.
- Mirzah, 2000. Pengaruh Pamanfaatan Produk Tepung Limbah Udang Hasil Olahan Dengan Tekanan Uap Terhadap Performan Ayam Broiler. J. Vetr and Link. No. 2:23 - 26.
- Mirzah, Harnentis dan Filawati. 2006. Peningkatan Bioavailability Limbah Udang Melalui Pengolahan dan Pemanfaatannya sebagai Pakan Pengganti Tepung Ikan Dalam Ransum Unggas. Laporan Hibah Bersaing XII, Universitas Andalas, Padang.
- M Nur, M. 2005. Pengaruh Pengukusan Limbah Udang Yang Direndam Dengan Filtrat Air Abu Sekam Terhadap Energi Metabolis dan Daya Cerna Protein Secara In-Vitro. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan Unand, Padang.
- Purwaningsih, S. 2000. Teknologi Pembekuan Udang. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarka.
- Resmi, Mirzah, A. Djulardi dan R. Saladin. 2000. Pengaruh Pemanfaatan Tepung Limbah Udang Olahan Dalam Ransum Ayam Petelur terhadap Penampilan Produksi. Thesis Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Rosenfeld, D. J., A. G. Gernat, J. D. Marcano, J. G. Murillo, G.H. Lopez and J. A. Florest. 1997. The effect of using different level of shrimp meal in broiler diets. Poultry Sci. 76: 581-587.
- Scott, M. L., M.C. Nesheim and R.J. Young. 1982. Nutrition of Chicken. 3rd Ed. M.L. Scott and Associated, Ithaca, New York.
- Sibbald, I.R. 1982. Measurement Of Bioavailable Energy In Poultry Feedings Ruffs. Can. J. Anim Sci. 62:983-1048.
- Sutrisno. C, I, 1983. Pengaruh Minyak Nabati dalam Mengatasi Defisiensi Zn yang Memperoleh Ransum Berbahan Dasar Jerami Padi.
- Tillman, A. D. 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Gadjah Mada University Press.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Cetakan keempat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahyuni, S. dan R. Budiastuti. 1991. Respon ayam pedaging terhadap berbagai tingkat limbah udang olahan dalam ransum. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran, Bandung.
- Watkins, B.E., J. Adair and J.E. Oldfield. 1982. Evaluation of Shrimp and King Crab Processing by Product as a Feed Mink. J. Anim. Sci.