EFEK PENGOLAHAN TERHADAP KUALITAS PROTEIN PADA TEPUNG LIMBAH UDANG

Adrizal, Elihasridas, M i r z a h

Abstract

An experiment were to asses the effects of steam processing on protein quality of the shrimp waste product processed. The experiment was designed on a Completely Randomized Design with 3 x 3 factorial arrangements with three times replication. The shrimp waste was autoclaved at 121 C and 1, 2 and 3 kg/cm² for 10, 20 and 30 min . Crude protein and amino acid availability (especially: arginine, cystine , methionine and lysine) of the shrimp waste meal processing were studied.

The results of this study indicate that overprocessing by increasing levels of autoclaving time and steam pressure was caused reduces crude protein and arginine, cystine , methionine and lysine content of shrimp waste meal products. The average reductions for arginine, cystine, methionine and lysine concentrations were 8,33, 4,32, 4,41 and 20,46%, respectively, compared with unautocaving.

Pendahuluan

Tepung ikan adalah salah satu bahan pakan sumber protein hewani sebagai penyusun ransum ternak unggas, yang tidak dapat disubstitusi oleh bahan asal nabati. Oleh sebab itu usaha-usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap satu sumber protein hewani saja perlu menjadi perhatian. Mencari bahan baku pakan sumber protein hewani lain yang kualitasnya sama dengan tepung ikan dan dengan harga lebih murah merupakan suatu keharusan dan cukup beralasan pada saat krisis seperti sekarang.

Salah satu bahan pakan alternatif sumber protein hewani yang mempunyai potensi yang cukup bagus adalah limbah udang yang berasal dari industri pengolahan udang beku. Limbah udang ini merupakan "waste product" industri pengolahan udang beku tanpa kepala dan udang beku tanpa kulit. Sebagian besar limbah ini terdiri dari bagian kepala, ekor dan kulit luar. Limbah ini biasanya dibuang begitu saja pada industri pengolahan udang beku dan sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan sekitar dengan baunya yang sangat busuk. Namun demikian, limbah ini mempunyai potensi dan prospek sebagai bahan pakan substitusi tepung ikan. Kandungan nilai gizinya seperti protein kasar berkisar 36 – 56 % (Parakkasi,

1983), dan dapat dimanfaatkan sebagai substitusi protein hewani dalam ransum ternak unggas.

Namun pemanfaatan limbah udang ini sebagai bahan pakan sumber protein hewani pengganti seratus persen tepung ikan dalam ransum ternak unggas belum maksimal seperti yang diharapkan. Hal ini disebabkan karena adanya faktor pembatas khitin yang tinggi juga. Khitin pada limbah udang ini akan menurunkan daya cerna proteinnya, karena berikatan erat dengan dengan protein dan kalsium karbonat, dan nitrogen yang ada pada khitin tersebut akan terhitung sebagai protein limbah udang yang sebenarnya tidak murni sebagai protein. Oleh sebab itu, perlu pengolahan yang tepat untuk mendegradasi khitin tersebut dari proteinnya. Salah satu proses pengolahan yang dapat dilakukan adalah dengan pengolahan secara fisik, yaitu dengan perlakuan pemberian tekanan uap panas dengan alat autoclave.

Pengolahan dengan tekanan uap panas dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas nilai gizi bahan pakan, terutama kecernaannya serta dapat menurunkan faktor pembatasnya (khitin). Hasil penelitian terdahulu menunjukan bahwa pengolahan dengan tekanan uap panas tidak banyak menurunkan kandungan protein tepung limbah udang tersebut tetapi dapat menurunkan paktor pembatas khitin sebesar kurang lebih 4,5 % dan meningkatkan daya cerna proteinnya sebesar 36,21 % (Mirzah, 1997).

Bagaimana efek pengolahan dengan perlakuan tekanan uap panas terhadap kandungan zat-zat makanan terutama protein (asam-asam amino) belum banyak diketahui. Panas pada waktu pengolahan berakibat lansung terhadap kandungan zat-zat makanan. Salah satu zat makanan yang juga dipengaruhi oleh pengolahan dengan panas ini adalah kualitas dan kuantitas proteinnya. Kualitas protein akan ditentukan oleh kandungan asam-asam aminonya, yang meliputi asam amino esensial dan non esensial. Sedangkan asam asam amino yang sangat penting diperhatikan pada ransum ternak unggas adalah apa yang disebut dengan asam amino kritis, yaitu arginin, cystin, methionin dan lysin (North, 1984).

Untuk melihat sejauh mana pengaruh pengolahan terhadap kualitas dan kuantitas tepung limbah udang hasil olahan dengan tekanan uap panas terhadap kandungan asam-asam amino dari limbah udang dilakukan penelitian dengan tujuan mempelajari interakasi pengaruh

tingkat tekanan uap panas dan lamanya waktu pengolahan terhadap kandungan asam asam amino kritis pada tepung limbah udang (TLU).

Materi dan Metode Penelitian

Bahan baku pakan yang digunakan dalam penelitan adalah limbah udang yang diperoleh dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Muara Angke Jakarta. Jenis udang yang digunakan adalah udang Windu (*Panaeus monodon* FAB). Limbah udang yang dimaksud disini adalah bagian kepala udang yang bersatu dengan dadanya, yang merupakan 30 – 44 % dari seluruh berat udang (Raharjo, 1985). Bagian ini pada waktu prosessing industri pengolahan udang beku akan terbuang sebagai limbah. Limbah udang yang digunakan dibersihkan dari kotoran dan benda-benda asing lainnya. Jumlah limbah udang yang digunakan untuk tiap perlakuan pengolahan adalah sebanyak 5 kg dalam bentuk basah.

Metode penelitian yang dilakukan adalah secara eksperimen di laboratorium. Untuk penelitian pengolahan bahan baku limbah udang dilakukan di Laboratorium Teknologi Tepat Guna LIPI Subang dengan menggunakan alat steam pressure berupa Autoclave merk Alberto Bertuzzi SpA seri 00533 kapasitas 80 liter, sedangkan untuk analisis dan pengujian nilai gizi (protein dan asam-asam amino) dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan LIPI Bandung. Perlakuan perlakuan yang diberikan adalah kombinasi tingkat tekanan uap dengan lamanya waktu pengolahan sesuai dengan cara pengolahan yang dilakukan Mirzah (1997).

Penelitan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lenkap pola Faktorial 3 x 3 dan diulang 3 kali (Steel and Torrie, 1991). Sebagai faktor pertama adalah tingkat tekanan uap dengan tiga level, yaitu P1 = 1 kg/cm^2, P2 = 2 kg/cm^2 dan P3 = 3 kg/cm^2. Faktor kedua adalah lamanya waktu pengolahan, yaitu W1 = 10 menit. W2 = 20 menit dan W3 = 30 menit.

Untuk menentukan kandungan protein setiap perlakuan dilakukan analisisa dengan metode Kjeldahl sesuai dengan prosedur AOAC (1980), sedangkan untuk melihat kualitas suatu protein dilakukan dengan melihat kandungan asam-asam amino yang terdapat pada TLU olahan dengan teknik HPLC (High Performance thin Layer Chromatography) (AOAC., 1990).

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah: kandungan protein kasar dan asam-asam amino TLU hasil olahan. Semua data pada percobaan dianalisis menggunakan analisis ragam dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan DMRT pada taraf 0,05 persen.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis protein dan asam-asam amino TLU hasil olahan dengan tekanan uap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Protein dan Asam-asam Amino TLU Olahan Dengan Tekanan Uap

Zat Makanan	Tanpa diolah	PERLAKUAN								
		P1			P2			P3		
		W10	W20	W30	W10	W20	W30	W10	W20	W30
Protein Kasar	42.43	41.53	41.41	41.26	42.24	41.11	41.82	41.93	41.75	41.39
Aspartat	6.28	5.71	4.71	4.06	3.80	4.05	4.15	4.55	5.58	3,92
Glutamat	4.70	4.01	4.78	4.43	4.05	3.99	3.80	4.18	4.64	4.23
Serine	3.55	3.17	3.53	2.86	2.98	2.93	2.88	2.98	2.92	3.42
Glysine	2.44	2.43	2.48	2.07	2.69	2.64	2.29	2.76	2.27	2.17
Histidine	0.57	0.82	0.62	0.41	1.27	0.98	1.25	1.20	0.64	0.78
Arginine	4.29	4.27	4.41	4.45	3.87	3.95	4.20	3.79	3.84	3.61
Threonine	1.73	1.61	1.36	1.24	1.81	1.54	1.19	1.92	1.19	1.26
Tyrosine	1.65	1.45	1.52	1.36	1.23	1.30	1.21	1.56	1.68	1.38
Valine	2.00	1.93	1.96	1.74	1.72	1.69	1.59	1.73	1.87	1.77
Methionine	0.85	0.91	0.82	0.83	0.84	0.83	0.79	0.82	0.81	0.76
Cystine	1.91	1.91	1.92	1.87	1.88	1.87	1.86	1.76	1.76	1.71
Isoleusine	1.58	1.55	1.57	1.45	1.33	1.38	1.31	1.30	1.49	1.34
Leusine	3.43	3.28	2.58	2.91	2.82	2.45	2.39	2.55	2.75	3.00
Phenilalanin	3.02	2.93	3.14	2.21	2.37	2.54	2.29	2.48	3.02	3.17
Lysine	2.02	1.97	1.84	1.39	1.83	1.61	1.42	1.55	1.50	1.35

Keterangan : Hasil analisis Lab. Kimia Terapan LIPI Bandung, rataan dari tiga ulangan

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dari kesembilan kombinasi perlakuan yang ada ternyata rataan kadar protein kasarnya berkisar antara 41,11 - 42,24%. Kandungan protein kasar tertinggi terdapat pada perlakuan P2W10 = 42,24%, diikuti oleh P3W10 = 41,93% dan sampai yang terendah pada perlakuan P2W20 = 41,11 %. Sedangkan limbah udang tanpa diolah sebesar 42,43 %. Kandungan protein TLU olahan lebih rendah dari pada tanpa diolah,

terjadi penurunan (kehilangan) bila dibandingkan dengan TLU tanpa diolah. Hal ini disebabkan pengolahan dengan tekanan uap mengakibatkan kehilangan kandungan bahan kering (Doyle dkk., 1986). Kehilangan bahan kering bisa dengan perlakuan autoclave ini biasa berkisar 1 - 20% (Sundstol, 1988). Kehilangan ini akan semakin besar dengan meningkatnya tekanan, karena peningkatan tekanan mengakibatkan meningkatnya suhu (Bird, 1978), yang menyebabkan kerusakan dan perubahan kandungan baberapa zat makanan antara lain protein dan lemak. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya perobahan kandungan bahan kering secara keseluruhan (Cullison dan Lawrey, 1987; Mc Donald dkk., 1988).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor tekanan uap tidak berpengaruh nyata terhadap protein kasar, sedangkan faktor waktu pemberian tekanan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada kadar protein kasar TLU. Terdapat pengaruh interaksi yang nyata ($p < 0.05$) antara tingkat tekanan uap dan lamanya waktu pemberian tekanan terhadap kandungan protein kasar seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Duncan Pengaruh Interaksi Antara Tekanan dan Waktu Pemberian Tekanan Uap Terhadap Kandungan Protein Kasar TLU Hasil Olahan

Waktu Pemberian Tekanan (menit)	Tekanan Uap (kg/cm²)		
	P1	P2	P3
W10	A 41.53 a	B 42.24 b	B 41.93 b
W20	A 41.41 a	A 41.11 a	AB 41.75 b
W30	A 41.26 a	B 41.82 b	A 41.39 a

Keterangan : 1). Huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda.
2). Huruf besar yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda.

Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan waktu pemberian tekanan uap cenderung menurunkan kandungan protein kasar TLU olahan, karena adanya perobahan bahan kering dan peningkatan waktu pemberian tekanan cenderung akan menurunkan kandungan protein kasar lebih besar, karena perlakuan tekanan uap menyebabkan kehilangan bahan kering, sehingga terdapat perbedaan kandungan protein kasarnya. Hasil ini hampir sama seperti penelitian yang dilakukan Papadopoulos dkk (1985) dan Lee dan Garlich (1992), yang menunjukkan semakin lama waktu pemberian tekanan, maka kandungan protein kasarnya semakin turun.

Adanya perbedaan diantara kombinasi perlakuan diduga selain karena secara persentase nilai protein kasar dipengaruhi oleh kehilangan bahan kering, juga karena adanya pengaruh faktor tingkat tekanan uap dan waktu pemberian tekanan uap. Keadaan ini sesuai dengan pendapat Van Nevel dan Demeyer (1988) dan Peisker (1992), bahwa ada hubungan antara tingkat tekanan uap dengan waktu pemberian tekanan uap, yaitu pada tingkat tekanan rendah pengolahan sebaiknya dilakukan dengan waktu lebih lama atau sebaliknya. Tetapi perlu diperhatikan bahwa semakin tinggi tekanan uap dan waktu pemberian tekanan akan mendapatkan hasil yang tetap atau menurun (Hart dkk, 1981; Doyle dkk, 1986: Sundstol, 1988). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini hampir sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Latshaw dkk. (1994) pada limbah bulu ayam, bahwa pada tekanan 2 kg/cm^2 terjadi peningkatan kandungan peotein kasarnya, tetapi pada tekanan lebih 3 kg/cm^2 cenderung turun lagi.

Kandungan Asam-asam Amino

Rataan kandungan asam-asam amino TLU hasil olahan seperti tertera pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan kandungan asam-asam amino pada setiap perlakuan yang diakibatkan pengaruh proses pengolahan dengan tekanan uap. Asam-asam amino seperti glysin, histidin, threonin, tyrosin, cystin, methionin, dan phenilalanin bahkan ada perlakuan yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanpa diolah, sedangkan asam amino lainnya cenderung sama atau menurun kandungannya. Perobahan ini dapat terjadi pada pengolahan dengan tekanan uap, seperti yang dilaporkan Papadopoulos dkk. (1985); Parsons dkk.(1992) Lee dan Garlich (1992); Latshaw (1994) dan Zhang and Parsons (1994), bahwa

pengolahan dengan tekanan uap akan mempengaruhi komposisi asam-asam amino bahan makanan, yang mana perubahan tersebut bervariasi tergantung pada kondisi (tekanan uap dan waktu) perlakuan yang diberikan. Rataan kandungan asam-asam amino kritis seperti arginin, methionin , cystin dan lysin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Kandungan Arginin, Methionin, Cystin dan Lysin TLU Olahan

Asam Amino	Waktu Pengolahan	Tekanan Uap			Rataan
		P1	P2	P3	
Arginin	W10	4.27	4.42	4.45	4.38 a
	W20	3.87	3.95	4.10	3.97 b
	W30	3.79	3.84	3.61	3.75 b
	Rataan	3.98	4.07	4.05	4.03
Methionin	W10	0.91	0.82	0.83	0.85
	W20	0.84	0.83	0.79	0.82
	W30	0.82	0.81	0.76	0.80
	Rataan	0.85	0.82	0.79	0.82
Cystin	W10	1.91	1.89	1.87	1.89 a
	W20	1.88	1.88	1.87	1.88 a
	W30	1.76	1.76	1.71	1.74 b
	Rataan	1.85	1.84	1.82	1.74
Lysin	W10	A 1.97 a	A 1.84 b	A 1.39 c	1.73
	W20	B 1.83 a	B 1.61 b	A 1.42 b	1.62
	W30	C 1.55 a	C 1.50 a	B 1.35 a	1.47
	Rataan	1.79	1.65	1.39	1.61

Keterangan : Huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

1. Arginin

Rataan kandungan asam amino arginin hasil pengolahan dengan tekanan uap seperti tertera pada Tabel 1, menunjukan kandungan arginin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W30 = 4,45%, diikuti P1W20 = 4,41%, dan yang terendah adalah pada perlakuan P3W30 = 3,61%, sedangkan TLU tanpa diolah adalah 4,29%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor tingkat tekanan uap dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan asam amino arginin, tetapi waktu pengolahan sangat berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kandungan arginin. Uji lanjut dengan DMRT pada Tabel 3, menunjukkan bahwa waktu pengolahan 10 menit berbeda nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan waktu pengolahan 20 menit dan 30 menit, sedangkan waktu pengolahan 20 menit berbeda tidak nyata dengan waktu pengolahan 30 menit. Sehingga secara umum dapat dikatakan semakin lama waktu pengolahan dan tinggi tekanan uap, semakin turun kandungan arginin, dan bila telah tercapai kandisi yang stabil maka penambahan waktu dan tekanan tidak akan berpengaruh lagi terhadap kandungan arginin.

Perubahan kandungan arginin tersebut disebabkan oleh kondisi dari proses pengolahan itu sendiri, yaitu kombinasi tekanan uap dan waktu pemberian tekanan uap, menyebabkan adanya asam amino yang rusak akibat panas yang ditimbulkan oleh tekanan uap (Davis dkk., 1961; Papadopoulos dkk., 1985; Latshaw dkk., 1994). Selain lysin, arginin juga agak labil terhadap panas (Scott dkk. , 1982). Khusus untuk lysin, arginin dan tripthopan telah banyak dilaporkan oleh Renner dkk. (1953).

2. Cystin

Rataan kandungan asam amino cystin seperti tertera pada Tabel 1, menunjukkan bahwa cystin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W20 = 1,92%, diikuti oleh P1W10 = 1,91 % dan yang terendah pada perlakuan P3W30 = 1,71%, sedangkan TLU tanpa diolah adalah 1,91%. Seperti pada arginin, cystin ini juga cenderung menurun akibat pengaruh pengolahan dengan tekanan uap. Terlihat bahwa semakin tinggi tekanan dan waktu pemberian tekanan, semakin turun kandungan cystin.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interkasi dan tingkat tekanan uap terhadap kandungan cystin TLU hasil olahan , tetapi faktor lamanya waktu pengolahan dengan tekanan uap berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kandungan cystin. Uji lanjut dengan DMRT pada Tabel 3, menunjukkan bahwa waktu pengolahan 10 menit berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dibandingkan dengan waktu pengolahan 20 menit, tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan waktu pengolahan 30 menit.

Keadaan ini disebabkan semakin lama waktu pengolahan dan tinggi tekanan uap akan mengakibatkan peningkatan suhu (Bird, 1987), suhu yang tinggi mengakibatkan terjadinya kerusakan dan penurunan beberapa zat makanan antara lain protein, dan akhirnya mengakibatkan penurunan kandungan asam-asam amino (Latshaw dkk. 1994).

3. Methionin.

Rataan kandungan asam amino methionin seperti tertera dalam Tabel 1, menunjukkan bahwa methionin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W10 = 0,91%, diikuti oleh P2W10 = 0,84% dan yang terendah adalah pada perlakuan P3W30 = 0,76%, sedangkan TLU tanpa diolah adalah sebesar 0.85%. Kandungan methionin dari TLU hasil olahan tidak terlalu banyak berobah, kecuali pada perlakuan P1W10 terjadi kenaikan sebesar 7,05% dibandingkan tanpa diolah.

Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa dari ketiga lamanya waktu pemberian tekanan uap pada tingkat tekanan uap yang sama tidak banyak berbeda satu sama lainnya, begitu juga diantara tekanan uap. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor waktu pengolahan, tingkat tekanan uap dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan asam amino methionine. Dapat dikatakan bahwa methionin lebih stabil terhadap pengaruh tekanan uap dan panas, bila dibandingkan lysin dan arginin yang lebih labil terhadap pengolahan dengan panas (Hurrell, 1990). Hasil analisis methionin pada penelitian ini lebih kecil daripada hasil yang dilaporkan oleh Hartadi dkk. (1990), bahwa kandungan methionin limbah udang adalah sebesar 1,26 %. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan dalam pengolahan dan juga jenis bahan baku dari limbah udang yang dipakai.

4. Lysin

Rataan kandungan asam amino lysin seperti tertera pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kandungan lysin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W10 = 1,97%, kemudian diikuti oleh P1W20 = 1,84% dan seterusnya sampai yang terendah pada perlakuan P3W30 = 1,35%, sedangkan TLU tanpa diolah adalah 2,02%.

Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa pengolahan dengan tekanan uap akan menurunkan kandungan lysin TLU hasil olahan. Secara nyata dapat dilihat, bahwa perlakuan tekanan uap sebesar 1, 2 dan 3 kg/cm^2, dengan meningkatnya waktu pemberian tekanan uap dari 10, 20

dan 30 menit cenderung menurunkan kandungan lysin. Dapat dikatakan, bahwa peningkatan tekanan dan waktu pemberian tekanan uap, akan menurunkan kandungan lysin. Hal sesuai dengan pendapat Zhang dan Parsons (1996), bahwa makin lama waktu pemberian tekanan uap pada autoclave maka semakin menurun kandungan asam amino lysin, dan penurunan kandungan lysin ini bisa mencapai 24% jika waktu lebih lama. Pada penelitian ini rataan penurunan lysinnya adalah 20,46%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat tekanan uap, lamanya waktu pemberian tekanan dan interaksi antara tekanan dan waktu pengolahan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kandungan lysin TLU hasil olahan. Uji lanjut DMRT pada Tabel 3 mempelihatkan bahwa semakin lama waktu dan semakin tinggi tekanan uap maka semakin turun kandungan lysin TLU olahan.

Terjadinya penurunan kandungan lysin ini disebabkan oleh tekanan uap dan panas yang timbul pada autoclave. Adanya panas akan mengakibatkan terjadinya reaksi Maillard, yaitu reaksi karbohidrat dengan asam-asam amino, terutama lysin dan arginin (Carpenter, 1973; Hurrell, 1990). Dalam kondisi ini, sucrosa selalu menurun dan dirombak secara komplek, penurunan satu molekul gula akan mengikat satu amino group (Hurrell and Carpenter, 1977). Reaksi Maillard ini akan lebih cepat akibat terbentuknya aldehid dan gugus keton pada pengolahan dengan tekanan uap. Di samping itu, tekanan tinggi dalam waktu lama, mengakibatkan terjadi akumulasi panas yang berlebihan, sehingga asam amino lysin menjadi rusak, dan lysin itu sendiri memang lebih labil dibandingkan asam amino lain, akhirnya menurunkan kandungan lysin dan daya cernanya.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan kandungan protein kasar TLU olahan menurun sedikit dibandingkan tanpa diolah. Terdapat pengaruh interaksi antara tingkat tekanan uap dengan lama waktu pengolahan terhadap kandungan protein kasar dan asam-asam amino TLU olahan. Pada asam-asam amino kritis, seperti arginin, cystin, methionin dan lysin kandungannya menurun berturut-turut sebesar 8,33%, 4,32%, 4,41% dan 20,46% dibandingkan kontrol. Kerusakan asam amino akibat proses pemanasan lebih besar terlihat lysin dibandingkan asam amino lain.

DAFTAR PUSTAKA

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Ed. A.O.A.C.., Arlington, Vol. II, 1990: a) Method 988.15, Tryptophan in Foods and Feed Ingredients, p.1101. b) Method 985.28, Sulfur Amino Acids in Foods and Feed Ingredients, p.1102.

Bird, T. 1987. Kimia Fisik Untuk Universitas. Penerbit PT. Gramedia Jakarta. Hal. 54 - 55.

Carpenter, K.J. 1973. Damage lysine in food processing: Its measurement and significance. Nutr. Abstr. Rev. 43: 423-451.

Cullison, A.E. and R.S. Lowrey. 1987. Feeds and Feeding. 4th Ed. Prentice Hall Inc. New York. p. 35 - 43; 209; 626.

Davis, J.G., E.P. Mecchi, H. Lineweaver. 1961. Processing of poultry byproducts and their utilization in feed. Part I. Processing of poultry byproducts. Utilization Res. Rep. No. 3. US Depertement of Agriculture. Washington DC

Doyle, P.T., C. Davendra and B.R. Pearce. 1986. Rice straw as a feed for ruminant. IDB, Camberra. p. 54 - 74.

Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo dan A.D. Tillman. 1990. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Cetakan Ketiga. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Hart. M.A., H.G. Walker Jr., R.P. Graham, P.G. Hannni, A.H. Brown and G.O. Kohler. 1981. Steam treatment of crop residues for increased ruminant digestibility. I. Effect of process parameter. J. Anim. Sci. 51: 402-408.

Hurrell,R.F. and K.J. Carpenter. 1977. Mechanisms og heat damage in protein. 8. The role of sucrose in the susceptibiliy of protein foods to heat damage. Br. J. Nurt. 38: 285-297.

Hurrell, R.F. 1990. Influence of the maillard reaction on the nutritional value of foods. In: The Maillard Reaction in Food Processing, Human Nutrition and Physiology. Birk hauser Verlag, Besel. Switzerland. p.245 - 258.

Latshaw, J.D., N. Musharaf dan R. Retrum. 1994. Processing of feather meal to maxi mize its nutritional value for poultry. Animal Feed Sci. and Tech. 47:179- 188.

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

McDonald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. 4rd Edition. Longman Scientific & Technical. John Wiley & Son. Inc. London, New York.

Mirzah. 1997. Pengaruh Pengolahan Tepung Limbah Udang Dengan Tekanan Uap Panas Terhadap Kualitas dan Pemanfaatannya Dalam Ransum Ayam Broiler. Disertasi FPs Universitas Padjadjaran Bandung.

North, M.O. 1984. Commercial Chicken Production Manual Animal Science (Text Book Series). 3rd Edition. The Avi Publishing Company. Connecticut.

Papadopoulos, M.C. 1985. Estimations of amino acid digestibility and availability in feedstuffs for poultry. Recent Developments in Poultry Nutrition. Butterworths. P. 64-71.

Parson, C.M., K. Hashimoto, K.J. Wedelind, Y. Han and D.H. Baker. 1992. Effect of Overprocessing on Availability of Amino Acid and Energy in Soybean Meal. Poultry Sci. 71: 133 - 140.

Parakkasi, A. 1983. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. Cetakan I. Angkasa, Bandung. hal 92-108.

Peisker, M. 1992. High temperature-Short time conditioning : Physical and chemical changes during expansion. Feed Internatinal. Vol. 11, no. 3:16-25.

Raharjo, Y.C. 1985. Nilai Gizi Cangkang Udang dan Pemanfaatannya Untuk Itik. Prosiding Seminar Nasional Peternakan Unggas. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor. hal 96-102.

Renner, R., D.R. Clandinin and A.R. Robblee. 1953. Action of moisture on damage done during over-heating of soybean oil meal. Poultry Sci. 32: 582 - 585.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrei. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan biometrik, PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Sundstol, F. 1988. Improvement of poor quality forage and roughages.In: Orskov Ed. Feed Science. Elsevier Science Publishers Ltd., Amsterdam. p. 257 - 290.

Van Nevel, C.J. and D.I. Demeyer. 1988. Manipulation of rumen fermentation. In: Hobson Ed. The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Science Publisher Ltd. London. p. 387-444.