

KETERSEDIAAN LISIN SEBAGAI INDIKATOR MUTU PROTEIN

Lysine Availability as Indicator for Protein Quality

Dhiah Nuraini

Balai Pengembangan Kemurgi dan Aneka Industri

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan

Industri Hasil Pertanian (BBIHP),

Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor 16122

ABSTRACT - Protein is one of the nutrients needed for man living and growing normally. Nutritive value of protein is determined by its amount and also by the composition of its amino acids. Lysine is one of the essential amino acids found in various foodstuffs. Lysine is sometimes used as an indicator for determination of protein quality. It is due to the fact that lysine sometimes found as a limiting essential amino acid, especially in cereal. It is also caused that lysine is the most sensitive amino acid to certain processing treatment such as heating, smoking, frying and also involved in Maillard reaction. Other important reason is that lysine can be determined by chemical analysis, not like other amino acids which have to be determined biologically.

PENDAHULUAN

Protein merupakan salah satu zat gizi yang mutlak dibutuhkan manusia dalam makanannya sehari-hari. Di dalam tubuh manusia protein berfungsi sebagai zat pembangun, zat pengatur dan juga sebagai sumber kalori.

Protein dikatakan sebagai zat pembangun karena protein merupakan bahan pembentuk berbagai jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh, baik pada anak-anak maupun pada orang dewasa. Pada anak-anak pembentukan jaringan baru ini diperlukan untuk pertumbuhan, karena itu protein yang dikonsumsi harus layak, baik jumlah maupun mutunya. Kekurangan protein pada anak-anak selain akan menghambat pertumbuhan juga dapat menyebabkan timbulnya beberapa penyakit, antara lain kwashiorkor dan busung lapar (ALBANESE, 1974). Pada orang dewasa pembentukan jaringan baru diperlukan untuk mengganti jaringan-jaringan yang rusak, misalnya karena penyakit.

Protein juga berfungsi sebagai zat pengatur karena protein ikut mengatur berbagai proses yang berlangsung di dalam tubuh misalnya untuk mengatur tekanan osmose di dalam darah dan mengatur kesetimbangan asam basa di dalam tubuh. Di samping itu protein juga merupakan

komponen utama dalam pembentukan enzim dan hormon yang berfungsi sebagai zat pengatur dalam berbagai reaksi metabolisme di dalam tubuh (WINARNO dan RAHMAN, 1974).

Lebih lanjut WINARNO dan RAHMAN (1974) menyatakan bahwa protein juga dibutuhkan sebagai sumber kalori. Penggunaan protein sebagai sumber kalori ini umumnya hanya terjadi apabila kalori yang berasal dari lemak dan karbohidrat tidak mencukupi.

Nilai gizi dari protein tidak hanya ditentukan oleh jumlahnya secara kuantitatif, tetapi juga oleh susunan dan komposisi asam-asam aminonya. Menurut YOUNG dan SCRIMSHAW (1979), di dalam tubuh manusia asam amino berfungsi sebagai prekursor dalam pembentukan protein, enzim, antibodi, hormon dan komponen aktif yang berperan dalam proses metabolisme. Beberapa asam amino mempunyai fungsi yang spesifik, misalnya tirosin adalah prekursor dari epinephrin dan tiroksin, arginin adalah prekursor dari poliamin, triptofan adalah prekursor dari serotonin sementara metionin diperlukan untuk metabolisme gugus metil.

Sementara itu ALBANESE (1974) menyatakan bahwa pada umumnya protein terdiri dari 20 jenis atau lebih asam amino, sebagian di antaranya termasuk asam

amino non-esensial yaitu asam amino yang dapat disintesa oleh tubuh, dan sebagian lagi termasuk asam amino esensial yang tidak dapat disintesa oleh tubuh dan karena itu harus ada di dalam makanan yang dikonsumsi sehari-hari. Asam-asam amino esensial ini sangat besar peranannya dalam menentukan mutu suatu protein.

Ada delapan jenis asam amino esensial, yaitu metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, lisin, leusin dan isoleusin. Untuk anak-anak asam amino esensial ini ditambah dengan histidin sementara untuk orang dewasa ditambah dengan arginin. Menurut SHERMAN (1984), campuran asam-asam amino esensial dalam jumlah yang sesuai akan menghasilkan pertumbuhan yang pesat pada hewan percobaan. Sedangkan apabila ada satu atau lebih asam amino esensial yang jumlahnya kurang, maka pertumbuhan hewan percobaan tersebut menjadi tidak normal. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa untuk mendapatkan pertumbuhan yang normal kesepuluh asam amino esensial ini mutlak harus ada dalam makanan sehari-hari dalam jumlah yang seimbang.

Adapun kebutuhan akan asam amino esensial - dalam jumlah dan komposisi yang tepat - menurut ALBANESE (1974) untuk setiap orang berbeda-beda, antara lain tergantung pada jenis kelamin, umur dan kondisi tubuhnya. Misalnya kebutuhan asam amino pada bayi dan anak-anak berbeda dengan orang dewasa, kebutuhan pria berbeda dengan wanita, demikian pula kebutuhan wanita hamil berbeda dengan wanita biasa. Jumlah minimum asam amino esensial yang dibutuhkan oleh orang dewasa rata-rata per hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan minimal asam amino esensial pada orang dewasa

Asam amino	Minuman gram/hari	
	Laki-laki	Wanita
Isoleusin	0.70	0.45
Leusin	1.10	0.62
Lisin	0.80	0.50
Fenilalanin	1.10	0.22
Metionin	1.10	0.29
Treonin	0.50	0.31
Triptofan	0.25	0.61
Valin	0.80	0.65

Sumber : BURTON (1965)

PENENTUAN MUTU PROTEIN

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, mutu protein tidak hanya ditentukan oleh jumlahnya tetapi juga oleh

susunan asam-asam amino yang terkandung di dalam protein tersebut. Protein dikatakan bermutu tinggi apabila protein tersebut mempunyai susunan asam-asam amino yang sesuai dengan susunan asam-asam amino di dalam jaringan tubuh manusia (WINARNO dan RAHMAN, 1974). Protein hewani umumnya mempunyai susunan asam-asam amino yang lengkap dalam imbang yang serasi. Sedangkan protein nabati pada umumnya bermutu lebih rendah daripada protein hewani karena pada umumnya protein nabati kekurangan salah satu atau lebih asam amino esensial.

Pada dasarnya penentuan mutu protein dilakukan berdasarkan kecepatan pertumbuhan yang terjadi setelah mencerna protein tersebut serta jumlah protein yang tertinggal di dalam tubuh. Untuk keperluan ini biasanya pengamatan dilakukan terhadap hewan percobaan, misalnya tikus. Meskipun kebutuhan protein dari setiap spesies hewan berbeda-beda, tetapi hasil pengamatan terhadap hewan percobaan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan kebutuhan protein bagi hewan lainnya maupun bagi manusia. Penentuan mutu protein ini dapat dilakukan berdasarkan beberapa kriteria seperti Nilai Biologi, Protein Score, Protein Efisiensi Ratio, Net Protein Utilization serta Index Gizi (WINARNO dan RAHMAN, 1974).

a. Nilai Biologi

Nilai Biologi protein adalah perbandingan antara jumlah nitrogen yang tertinggal di dalam tubuh dengan jumlah nitrogen yang diserap oleh usus, atau dapat dituliskan sebagai berikut :

Nilai Biologi = $a/b \times 100$ di mana : a = jumlah nitrogen yang tertinggal di dalam usus = jumlah nitrogen yang dimakan - jumlah nitrogen dalam air seni

b = jumlah nitrogen yang diserap oleh usus = jumlah nitrogen yang dimakan - jumlah nitrogen dalam tinja

b. Protein Score

Dasar dari penentuan Protein Score adalah susunan dan jumlah asam amino yang terdapat di dalam molekul protein, karena efisiensi penggunaan protein di dalam tubuh akan sangat tergantung pada asam amino esensial yang paling kecil jumlahnya. Untuk menentukan Protein Score ini digunakan "protein reference" yang mencantumkan jumlah minimal asam amino esensial yang harus dikonsumsi. "Protein reference" menurut pola FAO dapat dilihat pada Tabel 2.

Protein Score dinyatakan sebagai jumlah asam amino terendah di dalam molekul protein dibandingkan dengan jumlah asam amino yang sesuai di dalam "protein reference", atau dapat dituliskan sebagai berikut :

Protein Score = $T/R \times 100$ di mana : T = berat asam amino terendah di dalam molekul protein R = jumlah asam amino yang sama di dalam "protein reference"

Tabel 2. Susunan asam amino esensial dalam "protein reference" menurut pola FAO

Asam amino	mg/g nitrogen
Isoleusin	270
Leusin	306
Lisin	270
Fenilalanin	180
Tirosin	180
Asam amino mengandung sulfur	270
Metionin	144
Treonin	180
Triptofan	90
Valin	270

Sumber : BURTON (1965)

c. Protein Efficiency Ratio

Protein Efficiency Ratio ditetapkan dengan mengukur perbandingan antara kenaikan berat badan hewan percobaan dengan jumlah protein yang dibutuhkan untuk kenaikan tersebut.

d. Net Protein Utilization

Net Protein Utilization ditetapkan dengan mengukur besarnya penambahan nitrogen pada hewan percobaan setelah dalam waktu tertentu diberi ransum protein yang diketahui jumlahnya.

e. Index Gizi

$$\text{Index Gizi} = \frac{\text{daya cerna} \times \text{nilai biologi}}{100}$$

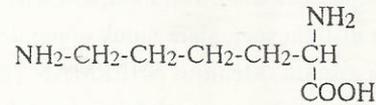
di mana daya cerna dinyatakan sebagai perbandingan antara jumlah nitrogen yang diserap dengan jumlah nitrogen yang dimakan, atau dapat dituliskan dengan persamaan :

Daya Cerna = $(m - f)/m$ di mana : m = jumlah nitrogen di dalam bahan makanan

f = jumlah nitrogen di dalam tinja

L I S I N

Menurut LAPEDES (1977), lisin adalah asam amino yang mempunyai satu gugus amino terminal tambahan, dikenal sebagai ϵ -amino, yang letaknya tegak lurus terhadap rantai peptida, di samping gugus α -amino yang berikatan dengan gugus karboksil dari asam amino di sebelahnya pada rantai polipeptida. Adapun rumus bangun dari lisin adalah :



Lisin merupakan salah satu asam amino esensial yang harus ada di dalam makanan sehari-hari dan dapat ditemukan pada berbagai jenis bahan makanan, walaupun pada beberapa jenis biji-bijian jumlah asam amino ini hanya sedikit dan karenanya merupakan asam amino pembatas. Sedangkan bahan pangan hewani seperti daging, ikan, telur dan susu merupakan sumber lisin yang sangat baik (TOOLEY dan LAWRIE, 1974). Kandungan asam-asam amino pada berbagai jenis bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa kandungan lisin dalam beras lebih tinggi daripada biji-bijian yang lain. Oleh karena itu pada masyarakat yang makanan pokoknya beras jarang ditemukan adanya kasus defisiensi lisin (JULIANO, 1972). Di samping itu komposisi asam amino esensial di dalam beras juga berimbang, meskipun jumlah proteinnya secara keseluruhan relatif kecil.

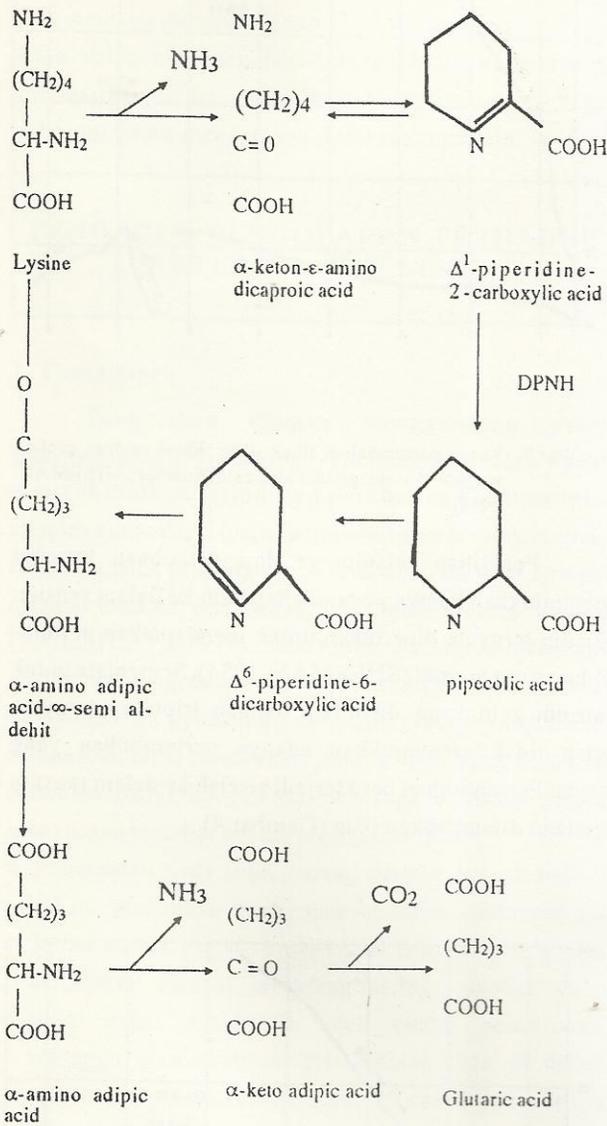
Tabel 3. Kandungan asam amino esensial pada berbagai jenis bahan pangan (mg/g nitrogen)

Asam amino	Pangan nabati 1)			Pangan hewani 2)			
	gan-dum	jagung	beras	ikan	susu	telur	daging sapi
Isoleusin	250	400	300	317	407	415	327
Leusin	440	940	510	472	626	580	512
Lisin	170	140	200	518	496	400	546
Fenilalanin	320	310	310	232	309	361	257
Tirosin	250	380	360	169	325	296	212
Metionin	160	190	190	182	156	196	155
Treonin	210	230	240	272	294	311	276
Triptofan	80	40	80	62	90	103	73
Valin	270	330	390	333	438	464	374

Sumber : 1) KENT-JONES dan AMOS (1967) di dalam WINARNO dan RAHMAN (1974) 2) AKROYD dan DOUGHTY (1967) di dalam WINARNO dan RAHMAN (1974)

Peranan lisin di dalam proses metabolisme adalah dalam pembentukan karnitin. Pada tikus, diperkirakan

sekitar 0,1 persen dari lisin yang dikonsumsi akan diubah menjadi karnitin. Kekurangan lisin pada tikus akan menyebabkan turunnya jumlah karnitin di dalam jaringan hati dan otot (YOUNG dan SCRIMSHAW, 1979).



Gambar 1. Pola utama degradasi lisin

Di dalam jaringan tubuh manusia, menurut LAPEDES (1977), proses degradasi yang utama terhadap lisin terjadi melalui perubahan gugus α -amino serta α -keto- ϵ -amino asam kaproat. Produk akhir dari degradasi ini adalah asam glutarat yang kemudian dimetabolisir menjadi asam α -ketoglutarat.

PERANAN LISIN DALAM MENENTUKAN MUTU PROTEIN

Lisin seringkali digunakan sebagai indikator dalam menentukan mutu protein. Hal ini antara lain disebabkan karena lisin seringkali merupakan asam amino esensial pembatas di dalam protein, terutama untuk protein nabati. Selain itu lisin juga merupakan asam amino yang akan mengalami kerusakan paling parah selama pengolahan dibandingkan dengan asam amino lainnya. Menurut HARRIS (1975), lisin merupakan asam amino yang tidak tahan terhadap panas dan selama proses pemasakan akan mengalami kerusakan maksimum sebesar 40 persen (Tabel 4).

Tabel 4. Kemantapan asam amino esensial terhadap berbagai perlakuan

Asam amino	Asam pH<7	Basa pH>7	Udara atau oksigen	Cahaya	Panas akibat dimasak	Susut maks. (%)
Isoleusin	S	S	S	S	S	10
Leusin	S	S	S	S	S	10
Lisin	S	S	S	S	T	40
Metionin	S	S	S	S	S	10
Fenilalanin	S	S	S	S	S	5
Treonin	T	T	S	S	T	20
Triptofan	T	S	S	T	S	15
Valin	S	S	S	S	S	10

Sumber : HARRIS (1975)

Keterangan :

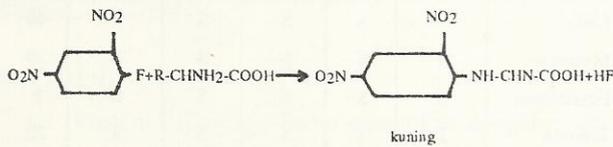
S = stabil (tidak rusak)

T = tidak stabil (kerusakannya nyata)

Sementara menurut BENDER (1978), pada kondisi-kondisi tertentu lisin merupakan asam amino yang paling sensitif terhadap pengolahan. Meskipun pada kondisi yang sama asam amino yang lain seperti sistin dan metionin juga dapat mengalami kerusakan, tetapi kerusakan ini tidak separah seperti yang terjadi pada lisin. Hal ini disebabkan karena lisin mempunyai gugus yang reaktif yang disebut gugus α -amino. Gugus ϵ -amino ini dapat berikatan dengan bahan-bahan pereduksi yang ada di dalam makanan dan menghasilkan produk yang tidak dapat dicerna. Akibatnya lisin yang semula ada di dalam bahan menjadi tidak tersedia lagi secara biologis. Selain itu, alasan lain untuk penggunaan lisin sebagai indikator mutu protein adalah kemudahannya untuk dianalisis. Asam-asam amino yang lain pada umumnya ketersediaannya hanya dapat ditetapkan secara biologis. Sedangkan pada lisin, ketersediaannya dapat ditetapkan dengan metode kimiawi yang lebih mudah dilakukan

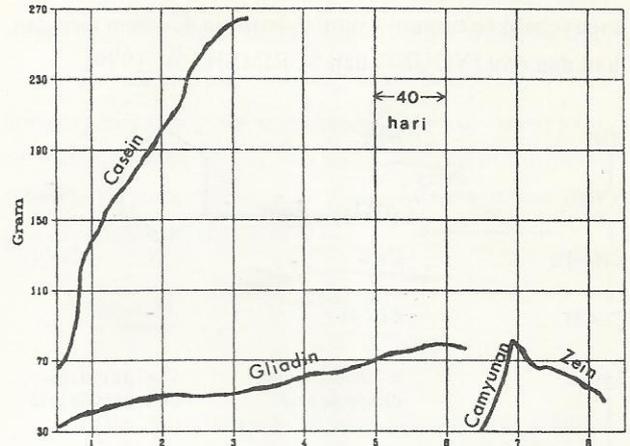
dibandingkan dengan metode biologis. Untuk asam-asam amino lainnya, ketersediaannya tidak dapat ditetapkan secara kimiawi karena asam amino yang sebenarnya tidak dapat dicerna oleh tubuh akan ikut terhidrolisis oleh asam. Akibatnya hasil pengujian ini bukan menunjukkan ketersediaan asam amino tersebut secara biologis, melainkan total nitrogennya (CARPENTER dan BOOTH, 1973).

Penetapan jumlah lisin yang tersedia dengan metode kimiawi dilakukan dengan menentukan jumlah gugus -amino bebasnya. Metode ini didasarkan pada reaksi antara gugus α -amino bebas dari lisin dengan fluorodinitrobenzen (FDNB). Dari reaksi ini akan dihasilkan -N-dinitrofenillisin (DNP-lisin) yang selanjutnya ditetapkan jumlahnya secara kolorimetri (CHEFTEL, 1977). Sementara itu BENDER (1978) menyatakan bahwa metode ini hanya baik untuk dilakukan terhadap protein hewani, karena pada protein nabati hasil pengujian ini akan dipengaruhi oleh kandungan karbohidratnya yang tinggi.



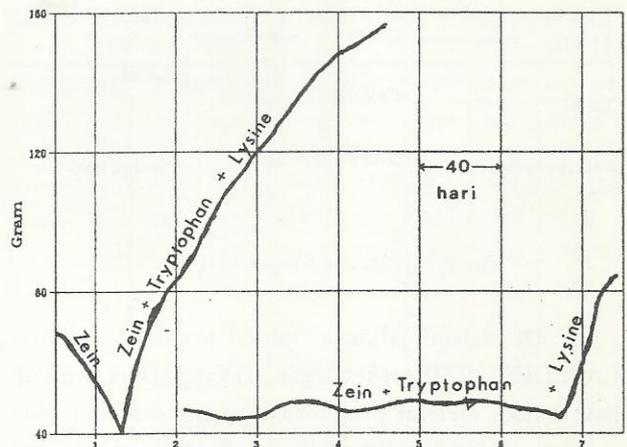
Gambar 2. Reaksi antara lisin dengan fluorodinitrobenzen

Digunakannya lisin sebagai indikator mutu protein juga disebabkan karena lisin merupakan asam amino esensial yang mutlak harus ada di dalam makanan. Pentingnya kehadiran lisin di dalam makanan pertamakali diketahui oleh OSBORNE dan MENDEL (di dalam ROSE, 1938) yang melakukan percobaan terhadap tikus. Tikus-tikus tersebut diberi ransum yang merupakan campuran dari 18 persen kasein, gliadin atau zein sebagai sumber protein tunggal. Ternyata selain dapat mempertahankan hidupnya, tikus yang diberi ransum kasein juga dapat tumbuh dengan baik. Sementara tikus yang diberi ransum gliadin hanya dapat bertahan hidup dengan pertumbuhan yang terjadi sedikit sekali, sedangkan zein sama sekali bukan sumber protein yang baik karena bila hanya dengan ransum zein tikus tersebut tidak dapat mempertahankan hidupnya.



Gambar 3. Kurva pertumbuhan tikus yang diberi ransum protein tunggal : kasein, gliadin atau zein (Sumber : SHERMAN, 1954)

Penelitian selanjutnya dari percobaan tersebut menunjukkan bahwa penambahan lisin ke dalam ransum gliadin ternyata diperlukan untuk mendapatkan pertumbuhan yang normal (SHERMAN, 1954). Sementara untuk ransum zein yang ditambah dengan triptofan ternyata tetap tidak menunjukkan adanya pertumbuhan yang nyata. Pertumbuhan baru terjadi setelah ke dalam ransum tersebut ditambahkan lisin (Gambar 4).



Gambar 4. Kurva pertumbuhan tikus yang diberi ransum zein + asam amino

Peranan lisin dalam meningkatkan mutu protein melalui keseimbangan komposisi asam amino juga telah

banyak diketahui. ANDERSON dan WARNICK (1966) menyatakan bahwa penurunan bobot badan yang drastis akan terjadi pada ayam bila lisin yang ada di dalam ransumnya dibilangkan.

Percobaan-percobaan di atas menunjukkan bahwa lisin memang merupakan asam amino esensial yang harus ada di dalam makanan. Dan karena sifatnya yang sensitif terhadap pengolahan, maka lisin sering digunakan sebagai indikator untuk menentukan mutu suatu protein.

PENGARUH PENGOLAHAN TERHADAP KETERSEDIAAN LISIN

1. Pemanasan

Pengolahan dengan menggunakan panas sedang (tidak terlalu tinggi) sebenarnya telah dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pada protein, misalnya denaturasi (yaitu perubahan atau kerusakan struktur tertier pada protein), tetapi perubahan ini tidak sampai mengakibatkan penurunan nilai gizi protein tersebut (PRIESTLEY, 1979). Meskipun demikian beberapa perlakuan pengolahan menggunakan pemanasan dapat menyebabkan penurunan nilai gizi protein yang dicerminkan melalui penurunan jumlah lisin yang tersedia. Menurut BENDER (1978), beberapa di antara proses pemanasan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Pemanasan pada suhu sedang dengan adanya bahan-bahan pereduksi akan menyebabkan terbentuknya ikatan antara gugus -amino dari lisin dengan gugus pereduksi. Reaksi ini menghasilkan produk yang tidak dapat dihidrolisa oleh enzim pencernaan, sehingga menyebabkan ketersediaan lisin di dalam protein tersebut akan menurun. Reaksi ini serupa dengan reaksi yang terjadi pada proses pencoklatan Maillard.

Pada reaksi di atas, beberapa asam amino yang lain mungkin saja akan mengalami kerusakan pula. Tetapi ternyata bahwa kemungkinan penurunan ketersediaan lisin jauh lebih besar dibandingkan asam amino yang lain. Oleh karena itu tingkat kerusakan lisin sering dijadikan sebagai indikator tingkat pengaruh proses pengolahan terhadap mutu bahan pangan, khususnya ketersediaan asam aminonya (RICE dan BEUK, 1953). ABRAHAMSSON *et al* (1979) melakukan penelitian mengenai pengaruh jenis gula yang ditambahkan ke dalam makanan bayi berbahan dasar susu terhadap nilai

NPU-nya. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa untuk mendapatkan nilai NPU yang tinggi, penambahan gula pereduksi (glukosa atau fruktosa) harus dilakukan setelah proses pemanasan selesai. Bila tidak demikian maka gula yang digunakan sebaiknya adalah gula non-pereduksi (misalnya sukrosa).

Selain itu penggunaan gula pereduksi juga memiliki kelemahan yang lain. Selama penyimpanan, bila kadar air bahan meningkat karena terjadinya penyerapan uap air dari udara, maka dengan adanya gula pereduksi di dalam bahan akan mempercepat terjadinya reaksi Maillard, sehingga produk menjadi lebih cepat rusak.

Hal lain yang juga perlu diperhatikan adalah kadar air produk. Proses pengeringan sebaiknya dilakukan hanya sampai kadar air yang aman bagi produk, karena proses pengeringan yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan nilai NPU makanan bayi secara drastis (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai NPU makanan bayi berbahan dasar susu yang dibuat menggunakan berbagai jenis gula dan metode pengolahan

Jenis gula	Penambahan gula		Kadar air		NPU
	Sebelum pengeringan	Sesudah pengeringan	4%	1.5%	
Sukrosa		x	x		72
Sukrosa	x		x		69
Sukrosa	x			x	51
Glukosa		x	x		80
Glukosa	x		x		35
Glukosa	x			x	15
Fruktosa		x	x		83
Fruktosa	x		x		48
Fruktosa	x			x	30

Sumber : ABRAHAMSSON *et al.* (1979)

b. Pemanasan pada suhu yang lebih tinggi lagi tanpa adanya bahan pereduksi akan menurunkan jumlah asam amino yang tersedia, termasuk lisin. Biasanya daya cerna asam amino yang mengalami pemanasan ini juga akan menurun.

BENDER (1978) menyatakan bahwa selama proses pemanasan ini dapat terjadi reaksi antar asam amino di dalam protein itu sendiri, yaitu antara gugus amino bebas (dari lisin dan arginin) dengan gugus asam bebas (dari asam aspartat dan glutamat) atau dengan gugus amida (dari asparagin dan glutamin).

Pemanasan terhadap kasein yang dilakukan oleh OSNER dan JOHNSON (1974) menunjukkan bahwa setelah pemanasan selama 8 jam (130C) akan terjadi

penyusutan pada beberapa asam amino esensial seperti treonin, lisin dan histidin. Dari Tabel 6 terlihat bahwa penyusutan lisin terjadi jauh lebih cepat dibandingkan asam amino lainnya. Jumlah lisin telah menurun secara nyata pada pemanasan 120C (4jam), sementara histidin dan treonin baru mengalami penurunan yang nyata setelah dipanaskan selama 8 jam (130C).

c. Pemanasan pada suhu yang sangat tinggi (180-300C) dapat menyebabkan terjadinya kerusakan yang menyeluruh pada asam amino yang terjadi melalui proses rasemisasi dan pembentukan ikatan silang yang menghasilkan asam poli amino. Bila ditinjau dari segi gizi, asam amino dalam bentuk isomer-D ternyata tidak aktif secara biologis dan mempunyai flavor yang berbeda dengan isomer-L-nya (BEN DER, 1978).

Tabel 6. Total asam amino esensial di dalam kasein yang dipanaskan

Asam amino	Kontrol	120°		130°	
		4 jam	8 jam	4 jam	8 jam
Treonin	370±17	360	350	390	330*
Valin	520± 22	500	540	500	500
Metionin	180±8	190	170	190	180
Isoleusin	360±14	650	640	650	640
Leusin	650±14	650	640	650	640
Fenilalanin	300±9	290	290	290	280
Histidin	180±6	180	170	170	160*
Lisin	520±11	490*	480*	480*	440*
Arginin	210±8	210	200	210	220
Triptofan**	50±3	-	-	-	48

Sumber : OSNER dan JOHNSON (1974)

Keterangan :

* = nyata lebih rendah daripada kontrol

** = triptofan hanya ditetapkan pada kontrol dan pemanasan 130C (8 jam)

d. Penggorengan

Penelitian mengenai pengaruh penggorengan terhadap ketersediaan lisin dari berbagai jenis daging ikan telah dilakukan oleh TOOLEY dan LAWRIE (1974). Selama proses penggorengan, beberapa asam amino tertentu dapat membentuk ikatan dengan komponen bahan pangan lainnya menghasilkan senyawa kompleks yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan. Akibatnya asam amino yang terlibat dalam proses pembentukan senyawa kompleks tersebut menjadi tidak tersedia lagi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daging ikan yang digoreng (180C, 4 menit) menggunakan minyak yang masih baru, akan kehilangan jumlah lisin yang tersedia sebanyak 17.9 persen. Sementara bila digunakan minyak yang telah men-

alami degradasi termal (dipanaskan pada suhu 180C, 48 jam) akan mengalami penurunan jumlah lisin yang tersedia hingga 28,9 persen. Hal ini disebabkan karena terjadinya interaksi antara lisin dengan produk oksidasi termal dari minyak, di samping pengurangan jumlah lisin yang diakibatkan oleh proses penggorengan biasa. Selama proses penggorengan akan terjadi beberapa perubahan pada protein yang bersifat kompleks (BUZIASSY dan NAWAR, 1968). Ketika bahan dimasukkan ke dalam minyak panas, oksigenpun akan masuk ke dalam minyak yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi. Dan pada saat bahan menyerap minyak, air di dalam bahan akan dilepas dan menyebabkan terjadinya hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas, digliserida dan monogliserida dan gliserol yang akan berikatan kompleks dengan asam-asam amino tertentu.

Penurunan jumlah asam-asam amino esensial akibat proses penggorengan juga dapat dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh SHIAU dan SHUE (1989) seperti yang tertera pada Tabel 7. Asam-asam amino yang jumlahnya mengalami penurunan yang cukup berarti adalah treonin, lisin, arginin dan histidin.

Tabel 7. Profil asam amino esensial (g/100 g protein) pada daging ikan yang digoreng

Asam amino	Lama penggorengan (menit)					
	0	2	5	10	15	20
Lisin	9.95	9.95	10.01	9.80	9.18	7.79
Histidin	2.58	2.41	2.32	2.54	2.54	2.25
Arginin	6.88	5.85	5.81	5.48	5.12	5.47
Treonin	4.05	1.99	2.10	2.24	2.17	2.30
Valin	5.27	6.06	6.18	5.99	5.74	5.34
Metionin	2.87	2.17	1.96	2.22	2.50	2.19
Isoleusin	4.48	5.13	4.58	5.18	5.20	4.65
Leusin	8.16	8.75	8.13	8.30	8.70	8.28
Fenilalanin	3.97	5.50	4.99	5.19	4.70	5.26

Sumber : SHIAU dan SHUE (1989)

Di samping mengalami penurunan jumlah lisin yang tersedia, selama proses penggorengan ternyata lisin juga mengalami penurunan daya cerna secara in-vitro (Tabel 8). Salah satu penyebab utama turunnya nilai gizi ini adalah terjadinya pembentukan ikatan baru, baik antar asam amino maupun di dalam asam amino itu sendiri (FORD, 1983). Reaksi ini menyebabkan terjadinya restrukturisasi molekul protein sehingga menyebabkan perubahan kecepatan dan kemampuan

hidrolisis enzimatis terhadap protein tersebut. Hal ini akan menyebabkan pula penurunan nilai NPU yang akan semakin besar dengan semakin lamanya proses penggorengan. Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa pada proses penggorengan selama lebih dari 16 menit, jumlah lisin yang tersedia akan menurun secara nyata.

Adonan yang digunakan untuk melapisi bahan yang akan digoreng ternyata dapat menjadi penghalang antara produk oksidasi termal dari minyak untuk bereaksi dengan lisin yang ada di dalam bahan, sehingga penurunan jumlah lisin yang tersedia dapat dikurangi (TOOLEY dan LAWRIE, 1974).

Tabel 8. Jumlah lisin yang tersedia dan daya cerna in-vitro protein pada daging ikan yang digoreng

Lama penggorengan (menit)	Lisin tersedia (g/100g protein)	Ketersediaan lisin (%)	Daya cerna in-vitro (%)
0	9,38±0,31	94,22±2,61	87,93±1,96
2	9,12±0,39	91,64±3,33	86,17±1,72
5	8,96±0,06	89,54±0,49	84,11±2,17
10	8,53±0,45	87,02±3,37	83,93±1,95
15	7,94±0,23	86,50±2,14	81,88±2,03
20	6,68±0,37	85,72±4,08	80,09±2,58

Sumber: SHIAU dan SHUE (1989)

e. Pemanggangan

Pemanggangan roti dan kue-kue merupakan salah satu proses yang banyak mengakibatkan penurunan ketersediaan lisin, terutama karena lisin merupakan asam amino pembatas di dalam serealida pada umumnya. Pada pemanggangan roti, penyusutan jumlah lisin mencapai 9,5-23,8 persen. Penyusutan terbesar terjadi pada bagian kulit/kerak roti. Menurut BENDER (1978), penyusutan ini akan menjadi lebih besar bila ke dalam adonan yang akan dipanggang tersebut ditambahkan susu skim. Hal ini kemungkinan disebabkan karena laktosa yang ada di dalam susu skim akan meningkatkan reaksi Maillard yang melibatkan lisin.

Dalam pembuatan biskuit, penambahan susu skim akan menyebabkan meningkatnya penyusutan lisin sebesar 50 persen, sementara penambahan kasein tidak menyebabkan terjadinya peningkatan tersebut (BENDER, 1978).

2. Pengasapan

Penyusutan ketersediaan lisin dan asam amino lainnya pada ikan yang diasap ternyata lebih rendah daripada daging yang diasap (DAUN, 1975). Hal ini kemungkinan disebabkan karena waktu pengasapan untuk

ikan relatif lebih singkat dibandingkan dengan waktu yang diperlukan untuk pengasapan daging. Daging sapi tanpa lemak yang diasap selama 10 jam tanpa perlakuan "curing" terlebih dahulu, ternyata mengalami penurunan ketersediaan lisin sebesar 44 persen. Penurunan nilai gizi protein akibat pengasapan diakibatkan oleh adanya reaksi antara komponen asap dengan protein, di mana komponen fenol dan polifenol akan bereaksi dengan gugus sulfhidril sedangkan komponen karbonil akan bereaksi dengan gugus amino.

3. Oksidasi

Beberapa bahan pengoksidasi seringkali digunakan dalam pengolahan bahan pangan berprotein, misalnya penggunaan hidrogen peroksida untuk mensterilkan susu dan pemucatan konsentrat protein ikan, serta benzoil peroksida untuk pemucatan tepung. Bahan-bahan pengoksidasi ini akan dapat menyebabkan terjadinya penyusutan ketersediaan asam-asam amino. Penyusutan ketersediaan lisin juga dapat terjadi selama penyimpanan pada makanan yang mengandung lemak, karena terurainya komponen lemak yang kemudian berinteraksi dengan lisin (BENDER, 1978). Hal ini ditunjukkan pada penyimpanan tepung ikan yang memperlihatkan terjadinya penyusutan ketersediaan lisin sampai 90 persen bila disimpan dalam keadaan terbuka pada suhu 25°C selama 12 bulan. Tetapi fenomena ini tidak terjadi bila penyimpanan dilakukan dengan menggunakan gas nitrogen atau lemak pada tepung ikan tersebut telah dihilangkan terlebih dahulu.

4. Perlakuan alkali

Penggunaan alkali dalam pengolahan pangan dilakukan dengan berbagai tujuan, seperti destruksi toksin, peningkatan sifat fungsional dan dalam proses pelarutan untuk persiapan protein isolat. Perlakuan alkali pada dosis yang tidak terlalu tinggi sekalipun akan dapat menyebabkan penurunan nilai gizi protein. Perlakuan di atas nilai pH 8 dalam air mendidih atau pH 10 pada 15°C akan dapat menyebabkan terbentuknya ikatan silang yang menghasilkan lisino alanin. Selain menyebabkan penurunan nilai gizi, lisinoalanin juga bersifat racun (FRIEDMAN, 1977). Pembentukan lisinoalanin terjadi karena lisin membentuk ikatan silang dengan residu dehidroalanin yang terbentuk dari serin, sistin dan sistein.

Perlakuan alkali juga dapat menyebabkan terjadinya rasemisasi lisin membentuk isomer D-lisin yang

tidak mampu nyai nilai gizi karena tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan (BENDER, 1978).

5. Reaksi pencoklatan Maillard

Reaksi Maillard merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam pengolahan bahan pangan, karena reaksi ini dapat terjadi baik pada suhu tinggi maupun pada suhu ruangan. Reaksi Maillard akan menyebabkan penurunan nilai gizi dari komponen bahan pangan yang terlibat dalam reaksi tersebut, yaitu asam amino dan gula pereduksi, serta menghasilkan produk yang bersifat sebagai antinutrisi (SHERR, *et al*, 1989). Sebagai antinutrisi, produk reaksi Maillard akan mengakibatkan penurunan daya cerna protein secara in-vitro, penghambatan aktifitas disakaridase dalam mukosa, penurunan kecepatan absorpsi dan modifikasi dalam mekanisme absorpsi.

Lebih lanjut DANEHY (1986) menjelaskan bahwa reaksi pencoklatan Maillard akan mengakibatkan : (a) penyusutan ketersediaan asam amino bebas, (b) penurunan daya cerna protein, (3) penurunan nilai biologis protein yang diakibatkan oleh penurunan daya cerna asam amino dan (4) beberapa perubahan fisiologis yang tidak diinginkan akan dapat terjadi bila makanan yang telah mengalami pencoklatan di konsumsi dalam jumlah yang cukup banyak.

Dalam reaksi pencoklatan Maillard, asam amino lisin sering digunakan sebagai indikator kerusakan protein akibat reaksi tersebut. Hal ini antara lain disebabkan karena lisin merupakan asam amino pembatas dalam beberapa bahan pangan, khususnya biji-bijian, dan juga karena kerentanan lisin terhadap reaksi Maillard yang akan menyerang gugus ϵ -aminonya. Kehilangan lisin dalam reaksi Maillard umumnya diakibatkan oleh pembentukan senyawa kompleks gula-lisin yang kemudian membentuk polimer berwarna coklat yang disebut melanoidin (ZIDERMAN *et al*, 1989).

PENUTUP

Mengingat pentingnya peranan protein dalam proses-proses fisiologis tubuh manusia, ketersediaan protein yang bermutu tinggi perlu diperhatikan, terutama karena protein bersifat peka terhadap beberapa proses pengolahan tertentu. Hal ini menjadi penting karena hingga saat ini masih saja terdapat keadaan kurang gizi, terutama di negara-negara yang sedang berkembang. Kekurangan gizi ini bukan hanya disebabkan oleh mahalnnya harga bahan pangan sumber protein, tetapi juga dapat

disebabkan oleh proses pengolahan yang tidak benar sehingga menyebabkan protein yang ada di dalam bahan menjadi rusak dan tidak tersedia lagi.

Oleh karena itu dalam mengolah bahan pangan berprotein perlu diperhatikan agar proses pengolahan yang dilakukan dapat diatur sedemikian rupa supaya penyusutan ketersediaan protein yang terjadi seminimal mungkin. Faktor-faktor yang dapat digunakan untuk memantau penyusutan ketersediaan protein di antaranya adalah adanya bahan pereduksi, penurunan kadar air, serta pengaturan antara waktu dan suhu pengolahan. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut diharapkan akan dapat diperoleh bahan olahan dengan kandungan protein yang tetap baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ABRAHAMSSON, L.; BENGTTSSON, O.; HAM-RAEUS, L. and HOLM, H. "Protein Quality of Milk-Cereal Based Foods for Infants and Children in Relation to Processing Methods and Composition to the Products". *J. Food Technol.*, 14 (4) 1979 : 429 - 440.
- ALBANESE, A.A. "The Amino Acid Requirements of Man" in *Adv. in Food Res.* Vol.IV, ed. by E.M. Mrak and G.M. Stewart. New York, Academic Press, 1964. pp. 227 - 265.
- ANDERSON, J.O. and WARNICK, R.E. "Sequence in Which Essential Amino Acids Become Limiting for Growth of Chicken Feed Rations Containing Cottonseed Meal". *J.Poultry Sci.*, 45, 1966 : 84 - 89.
- BENDER, A.E. *Food Processing and Nutrition*. New York, Pergamon, 1978.
- BURTON, B.T. *The Heinz Handbook of Nutrition*. New York, McGraw-Hill 1965.
- BUZIASSY, C. and NAWAR, W.W. "Specificity in Thermal Hydrolysis of Triglycerides". *J. Food Sci.*, 33, 1968 : 305 - 307.
- CARPENTER, K.J. and BOOTH, V.H. "Damage to Lysine in Food Processing : Its Measurement and Its Significance". *Nutr. Abst. Rev.*, 43, 1973 : 424 - 451.
- CHEFTEL, J.C. "Chemical and Nutritional Modifications of Food Proteins Due to Processing and Storage" in *Food Proteins* ed. by J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum. Westport, AVI, 1977.
- DANEHY, J.P. "Maillard Reactions : Non Enzymatic Browning in Food Systems with Special Reference to the Development of Flavor" in *Adv. in Food Res.* Vol. 30, ed. by C. O. Chichester, E. M. Mrak and B. S. Schweigert. Orlando, Academic Press, 1986. pp. 77- 138.
- DAUN, H. "Pengaruh Penggaraman, Curing dan Pengasapan Terhadap Zat Gizi Bahan Pangan

- Daging" di dalam *Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan* diedit oleh R.S. Harris dan E. Karmas. Bandung, ITB, 1975. pp. 388 - 415.
- FORD, J.E. "Some Effects of Processing on Nutritive Value" in *Proteins in Human Nutrition*, ed. by J.W.G. Porter and B.A. Rolls. New York, Academic Press, 1983.
- FRIEDMAN, M. "Effects on Lysine Modification on Chemical, Physical, Nutritive and Functional Properties of Proteins" in *Food Proteins* ed. by J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum. Westport, AVI, 1977. pp. 447 - 483.
- HARRIS, R.S. "General Discussion on the Stability of Nutrients" in *Nutritional Evaluation of Food Processing*, ed. by R.S. Harris and E. Karmas. Westport, AVI, 1975. pp. 1 - 4.
- JULIANO, B.O. "Studies on Protein Quality and Quantity of Rice" in *Symp. Seed Protein*, ed. by G.E. Inglett. Westport, AVI, 1972. pp. 193 - 197.
- LAPEDES, D.N. *Encyclopedia of Food, Agriculture & Nutrition*. New York, McGraw-Hill, 1977.
- OSNER, R.C. and JOHNSON, R.M. "Nutritional and Chemical Changes in Heated Casein". *J. Food Technol.*, 9, 1974 : 301 - 309.
- PRIESTLEY, R.J. *Effects of Heating on Foodstuffs*. London, Applied Science, 1979.
- RICE, E.E. and BEUK, J.F. "The Effects of Heat Upon the Nutritive Value of Protein" in *Adv. Food Res.*, Vol.IV, ed. by E. M. Mrak and G. M. Stewart. New York, Academic Press, 1964. pp. 233 - 279.
- ROSE, W.C. "The Nutritive Significance of the Amino Acids". *Physiol. Rev.*, 18, 1938 : 109 - 136.
- SHERMAN, H.C. "Nutritional and Chemistry of the Proteins and Their Amino Acids" in *Chemistry of Food and Nutrition*, ed. by H. C. Sherman. New York, Macmillan, 1954. pp. 63 - 83.
- SHERR, B.; LEE, C.M. and JELESCIEWICZ, C. "Absorption and Metabolism of Lysine Maillard Products in Relation to Utilization of L-lysine" *J. Agric. Food Chem.*, 37, 1989 : 119 - 122.
- SHIAU, S.Y. and SHUE, M.J. "Effects of Prefrying Times on the Nutritive Value of Canned Tilapia Meat" *J. Agric. Food Chem.*, 37, 1989 : 385 - 388.
- TOOLEY, P.J. and LAWRIE, R.A. "Effect of Deep Fat Frying on the Availability of Lysine in Fish Fillets" *J. Food Technol.*, 9, 1974 : 247 - 253.
- WINARNO, F.G. and RAHMAN, A. *Protein : Sumber dan Peranannya*. Bogor, FATEMETA -IPB, 1974.
- YOUNG, V.R. and SCRIMSHAW, N.S. "Human Nutrient Requirements and Dietary Allowance" in *Nutritional and Safety Aspects of Food Processing*, ed. by S.R. Tannenbaum. New York, Marcel Dekker, 1979. pp. 7 - 46.
- ZIDERMAN, I.; GREGORSKI, K.S.; LOPEZ, S.V. and FRIEDMAN, M. "Thermal Interaction of Ascorbic Acid and Sodium Ascorbate with Proteins in Relation to Non Enzymatic Browning and Maillard Reactions of Foods". *J. Agric. Food Chem.*, 37, 1989 : 1480 - 1486.