



hasil penelitian

TEMPE LAMTORO (*LEUCENA LEUCOCEPHALA*), PENGARUHNYA TERHADAP ABSORPSI ZAT BESI PADA TIKUS

Oleh :

Mary Astuty)*, *Retno Indrati*)* dan *Yotty Atmajaya **)*

PENDAHULUAN

Lamtoro termasuk leguminose yang banyak manfaatnya. Tanaman lamtoro mempunyai perakaran yang kuat dan tahan terhadap kekeringan. Sifat perakarannya yang kuat dan dalam, banyak dimanfaatkan untuk penghijauan di Indonesia. Dikatakan oleh Suprayitno, 1981, tanaman lamtoro merupakan tanaman serba guna. Batangnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, daunnya banyak dimanfaatkan untuk pakan dan biji lamtoro juga dimanfaatkan untuk bahan pangan (Benge, 1981; Slamet, 1982).

Biji lamtoro terdapat dalam polong yang pipih. Di dalam satu tandan terdapat beberapa polong yaitu berkisar antara 20 - 25 polong dan tiap polong berisi 15 - 30 biji. Biji yang masih muda bersifat lembek berwarna hijau muda, pada biji tua bersifat agak keras dan warna hijau lebih tua sedangkan pada biji tua yang kering sangat keras dan berwarna kecoklat-coklatan.

Biji lamtoro kandungan proteinnya cukup tinggi yaitu berkisar antara 30 - 40%, dan bila dibandingkan dengan golongan kacang-kacangan yang lain hampir sama (Tabel 1) sehingga biji lamtoro banyak dimanfaatkan untuk bahan pangan. Biji muda dimakan dalam keadaan mentah sebagai urap ataupun dimasak menjadi lauk-pauk, sedang biji yang cukup tua diolah menjadi tempe.

*) Staf Fakultas Teknologi Pertanian UGM.

***) Alumni Fakultas Teknologi Pertanian UGM.

Tabel 1. Kandungan komponen bahan pangan pada golongan kacang-kacangan (g) setiap 100 g b.d.d. *)

Macam komponen	Kedele	Lamtoro gung	Kecipir	Korobenguk
Air	12,0	16,0	10,0	13,1
Protein	40,4	40,0	34,4	24,7
Lemak	16,7	5,0	16,9	4,1
A b u	5,3	4,0	4,2	3,4
Karbohidrat (by. diff)	24,9	34,2	34,1	54,7

Sumber : Slamet, dkk. 1982

*) b.d.d. : bagian yang dapat dimakan tanpa kulit

Di dalam daun lamtoro dan biji lamtoro terkandung zat anti gizi mimosin. Mimosin bila dikonsumsi dalam kadar yang cukup tinggi akan sangat merugikan. Dilaporkan oleh Hamilton et al, 1971, sapi yang diberi makan daun lamtoro tidak mengakibatkan penurunan produksi susu tetapi anak sapi yang dilahirkan mengalami pembesaran kelenjar gondok dan berat badan waktu lahir rendah. Yoshi, 1968 melaporkan bahwa tikus yang diberi makan daun lamtoro 15% yang mengandung mimosin 1,25% mengakibatkan tikus - menjadi tidak subur. Menurut Bengé, 1981 mimosin dapat mengikat ferro sulfat, sehingga apabila ransum daun lamtoro dicampur dengan ferro sulfat 0,2% meng-

akibatkan produksi telur ayam tidak terganggu secara nyata.

Biji lamtoro seperti halnya pada golongan kacang-kacangan yang lain mengandung juga zat anti gizi asam fitat, yang diketahui banyak menghambat absorpsi mineral seperti zat besi, zink ataupun tembaga (Davies dan Nightingale, 1975).

TEMPE

Tempe merupakan bahan pangan hasil fermentasi yang berwarna putih karena ditumbuhi oleh miselia jamur terutama jamur *Rhizopus oligosporus*. Tempe yang bernilai gizi cukup tinggi tersebut, menurut sejarahnya berasal dari Jawa tengah.

Proses fermentasi tempe memberikan keuntungan cukup besar terhadap peningkatan daya cerna protein maupun pengurangan zat anti gizi. Menurut Hartono, 1986 daya cerna tempe lamtoro gung sebesar 72%.

Senyawa mimosin mempunyai sifat larut dalam air dan tidak tahan panas. Dengan demikian pada proses pembuatan tempe yang meliputi proses perendaman dan perebusan, senyawa mimosin banyak yang rusak ataupun hilang. Menurut Slamet, 1982 proses fermentasi dapat menurunkan kandungan mimosin, diduga bahwa mimosin yang merupakan asam amino non protein dipergunakan pula untuk pertumbuhan mikroba sebagai sumber nitrogen. Pada fermentasi tempe lamtoro menurut Ganjar, 1982 jenis ragi yang digunakan akan berpengaruh pada penurunan kadar mimosin dalam tempe. Dilaporkan bila digunakan jamur murni *Rhizopus oryzae* kandungan mimosin dalam tempe sebesar 0,059 % sedangkan bila dipergunakan usar (mikroba campuran) kadar mimosin dalam tempe sebesar 0,051 %.

Fitat yang terdapat dalam golongan kacang-kacangan dapat membentuk kompleks dengan protein dan juga dapat berikatan dengan ion logam divalen membentuk fitat yang bersifat tidak larut, mengakibatkan ion logam tersebut tidak dapat digunakan oleh tubuh (Brooks and Morr,

1981). Fitat bersifat stabil terhadap panas, sehingga dengan proses pemanasan kandungan fitat tidak berkurang. Fitat dapat dihidrolisa oleh enzim fitase baik enzim fitase dalam biji (fitase *endogenous*) ataupun fitase yang dihasilkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus* (Sutardi and Buckle, 1986; Sudarmadji and Markakis, 1977).

Proses perendaman biji kedele selama 24 jam akan meningkatkan kandungan asam fitat (Sutardi and Buckle, 1986) tetapi selama proses fermentasi kedele terjadi penurunan kandungan fitat sebesar 30% (Sudarmadji and Markakis, 1977). Penurunannya kandungan fitat selama proses fermentasi tempe diduga mengakibatkan peningkatan kelarutan zat besi dalam Hcl 0,1 N (Sukarti, 1986 komunikasi pribadi).

Zat besi

Zat besi merupakan mineral yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Zat besi merupakan bagian dari beberapa sistim enzim dan merupakan komponen hemoglobin yang mempunyai peranan pada pengangkutan zat gizi, O_2 dan CO_2 . Kekurangan zat besi dapat mengakibatkan anemia.

Anemi besi merupakan masalah gizi di Indonesia yang banyak diderita oleh anak Balita, ibu hamil ataupun ibu menyusui. Anemi besi dapat disebabkan

karena jumlah zat besi dalam makanan tidak mencukupi, dapat pula disebabkan karena absorpsi zat besi yang kurang baik. Absorpsi zat besi sangat unik karena selain dipengaruhi oleh komponen-komponen dalam bahan pangan juga ditentukan oleh status zat besi di dalam tubuh.

Untuk menilai *bioavailability* zat besi digunakan beberapa kriteria yaitu a) absorpsi *apparent* yang dihitung dari jumlah zat besi yang dimakan dikurangi zat besi dalam tinja b) relative biological value yaitu dengan membandingkan standart ferro sulfat yang mempunyai nilai absorpsi 100 c) parameter spesifik seperti kadar hemoglobin, kadar hematokrit, feritin, transferin ataupun kandungan zat besi dalam serum. (Bodwell, 1981).

Zat besi dalam bahan pangan dapat berasal dari pangan nabati, pangan hewani, zat besi yang digunakan untuk fortifikasi, maupun kontaminan zat besi (Morck and Cook, 1981). Bentuk kimiawi zat besi ada dua macam yaitu zat besi heme dan zat besi non heme. Kedua macam zat besi tersebut mempunyai mekanisme absorpsi yang berbeda. Heme, mengandung zat besi pada cincin phorphirin terdapat pada hemoglobin dan mioglobin. Dengan demikian hemoglobin dan mioglobin disebut zat besi heme. Di dalam jaringan hewan seperti daging sapi, daging ayam, daging babi, ikan, mengandung

40% zat besi heme. Zat besi heme bersifat lebih mudah larut pada pH netral dari cairan usus halus daripada pH asam dari cairan lambung. Oleh karena itu absorpsi zat besi heme lebih tinggi daripada absorpsi zat besi non heme. Menurut penelitian Itako *et al*, 1987 (belum dipublikasikan) ekstrak daging yang diberikan pada tikus memberikan kenaikan nilai hemoglobin 14 mg/100 ml sedangkan ekstrak daging yang dihilangkan darahnya memberikan nilai hemoglobin 8 mg/100 ml. Menurut Bothwell, 1979 dalam diet makanan sehari-hari kandungan zat besi heme hanya sebesar 5 - 10% tetapi 1/3 bagian zat besi yang diabsorpsi berasal dari zat besi heme. Zat besi non heme terdapat pada pangan hewani dan pangan nabati. Telur, susu tidak mengandung zat besi heme. Untuk dapat diabsorpsi zat besi non heme harus mencapai mukosa usus halus bagian atas (duodenum) dalam keadaan terlarut. Dengan demikian *bioavailability* nya sangat ditentukan oleh bentuk kimiawi zat besi.

Sumber zat besi non heme yang lain yaitu komponen zat besi yang ditambahkan pada proses fortifikasi. Sumber zat besi dapat berupa ferro atau ferri. Ferro bersifat lebih mudah larut daripada ferri pada pH lebih dari 3 sehingga ferro lebih mudah diabsorpsi.

Absorpsi zat besi non heme sangat dipengaruhi oleh :

a. Status zat besi dalam tubuh

Lebih banyak zat besi dalam bahan pangan yang diserap apabila kandungan zat besi dalam tubuh rendah (dinyatakan dalam nilai hemoglobin) tetapi hanya sedikit zat besi dalam bahan pangan yang diserap apabila nilai hemoglobin cukup tinggi (Morck dan Cook, 1981).

b. Komponen-komponen dalam bahan pangan yang dapat mempercepat atau menghambat absorpsi zat besi.

Beberapa komponen dalam bahan pangan mungkin akan memperbaiki absorpsi zat besi dengan cara mereduksi ferri menjadi ferro, atau dengan cara menghambat pembentukan ikatan air sehingga zat besi tidak mengendap pada cairan usus. Ada pula komponen bahan pangan yang dapat membentuk ikatan kompleks dengan zat besi sehingga bersifat tidak larut dan absorpsinya rendah.

Komponen bahan pangan yang mempercepat absorpsi zat besi adalah :

1. Vitamin C

Vitamin C mempercepat absorpsi zat besi melalui dua cara yaitu pertama vitamin C akan mereduksi bentuk ferri menjadi

ferro sehingga bersifat larut dan mudah diabsorpsi. Menurut Lynch dan Cook, 1980 penambahan sari buah jeruk yang mengandung 40 - 50 mg vitamin C pada saat makan akan meningkatkan absorpsi zat besi dari 3,7 % menjadi 10%. Kedua, pada pH lambung yang rendah vitamin C membentuk ikatan kompleks dengan zat besi sehingga tetap bersifat larut pada pH usus halus yang mempunyai pH lebih tinggi daripada pH lambung.

2. Komponen dalam daging (*meat factor*)

Komponen yang terdapat dalam daging, dapat meningkatkan absorpsi zat besi non heme dua sampai empat kali. Mekanismenya sampai saat ini belum diketahui. Oleh Cook dan Monsen, 1976 diduga bahwa asam amino yang berasal dari pencernaan protein daging akan mengikat zat besi sehingga meningkatkan absorpsi. Menurut hasil penelitian Hallberg, 1981 asam amino sistein yang bersifat sebagai pereduksi dapat meningkatkan absorpsi zat besi pada kacang kedele dan jagung tetapi sistein tidak stabil selama pemanasan dan berubah menjadi sistin sehingga pengaruhnya terhadap absorpsi zat besi non heme menjadi kurang. Penambahan ekstrak ayam ataupun ekstrak ikan pada jagung dapat meningkatkan absorpsi zat besi pada jagung.

3. Vitamin E

Peningkatan absorpsi zat besi oleh vitamin E masih diperdebatkan oleh para ahli. Dikatakan oleh Nair *et al*, 1972, vitamin E berperanan pada sintesa hemoglobin, dan bila pada kera terjadi defisiensi vitamin E akan terjadi penurunan nilai hemoglobinnya.

Komponen bahan pangan yang dapat menghambat absorpsi zat besi adalah :

1. Tannin pada Teh

Tannin dalam teh akan menghambat absorpsi zat besi non heme dengan jalan membentuk ikatan kompleks dengan zat besi yang disebut kompleks zat besitannat bersifat tidak larut dalam cairan pencernaan makanan. Dilaporkan bahwa satu cangkir teh akan menghambat absorpsi ferri klorida dari 22% turun menjadi 6%. Satu cangkir teh yang diminum bersama makanan akan menurunkan absorpsi zat besi dari 11% menjadi 2,5%.

2. Komponen poliphenol dalam kopi

Komponen poliphenol dalam kopi diketahui menghambat absorpsi zat besi. Penghambatannya 2/3 kali penghambatan tannin dalam teh tetapi mekanisme penghambatannya diduga sama dengan teh.

3. Asam fitat

Menurut Cook *et al*, 1981 absorpsi zat besi pada protein isolat kedele, tekstured tepung kedele dan tepung kedele lebih rendah daripada tepung albumin telur. Menurut Young dan Janghorbani, 1981 protein isolat kedele tidak mempengaruhi absorpsi zat besi. Sedangkan menurut Bodwell, 1983 protein kedele tidak mempengaruhi absorpsi zat besi apabila jumlahnya tidak banyak. Tetapi menurut Helleberg dan Rossander, 1982 bila separo jumlah daging dalam hamburger diganti dengan protein kedele maka absorpsi zat besi non heme akan menurun. Menurut Mulyopawiro, 1987 kedele yang difermentasi mempunyai nilai absorpsi yang lebih tinggi daripada kedele yang tidak difermentasi. Perdebatan para peneliti terhadap pengaruh protein kedele terhadap absorpsi zat besi sebenarnya diduga yang berpengaruh adalah asam phitat. Asam phitat yang terdapat pada biji kedele akan berikatan dengan protein dalam biji kedele dan membentuk ikatan kompleks antara protein-asam phitat - zat besi yang bersifat tidak larut. Dilaporkan oleh Davies dan Nightingale, 1975 asam fitat akan menghambat absorpsi zat besi dan zink.

4. Serat makan (*dietary fiber*)

Beberapa peneliti mengatakan bahwa serat makan (ADF dan

NDF) akan berikatan dengan zat besi. Beberapa jenis selulosa yang diduga juga berpengaruh terhadap absorpsi zat besi adalah selulosa, hemi selulosa dan lignin

5. Komponen fosfo protein dalam kuning telur

Telur mengandung zat besi rata-rata 1 mg, tetapi zat besi dalam kuning telur dihambat oleh fosfo protein yang terdapat pada protein vitelin dari kuning telur.

Menurut Hallberg, 1981 masih banyak faktor yang tidak diketahui yang dapat mempengaruhi absorpsi zat besi non heme.

BAHAN DAN METODA PERCOBAAN

Sebagai bahan dasar untuk pembuatan tempe adalah lamtoro gung yang diperoleh dari daerah Wonosari, Kabupaten Gunung Kidul, selanjutnya dibawa ke laboratorium Pangan dan Gizi.

Pada penilaian absorpsi zat besi digunakan tikus putih jenis wistar umur sapih sebanyak 30 ekor terdiri atas 18 ekor jantan dan 12 ekor betina. Hewan percobaan tersebut diperoleh dari laboratorium Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian.

Pembuatan tepung tempe lamtoro :

Biji lamtoro gung yang telah tua direndam dalam air selama 24

jam, kemudian dilakukan pencucian beberapa kali sehingga biji menjadi bersih. Biji lamtoro yang telah bersih direbus selama 3 - 4 jam dan selama perebusan dilakukan penambahan air rebusan. Setelah lunak dan kulit menjadi pecah-pecah, dilakukan penirisan dan lendir yang menempel pada biji dihilangkan sambil dicuci dan dibilas berkali-kali, kulit dan lendir dihilangkan. Pada proses penghilangan kulit agak sulit karena kulit & biji mempunyai berat jenis yang sama. Kemudian dilakukan pengukusan selama 20 menit untuk mempermudah penghilangan lendir yang masih menempel pada kulit, kemudian dibilas dengan air dingin dan dikeringkan dengan udara/angin agar kandungan airnya berkurang. Setelah itu diinokulasi dengan usar sebanyak 3 lembar usar daun waru setiap kg biji lamtoro. Dibungkus dalam daun pisang dan dimasukkan dalam bakul ditutup kain goni selama 12 jam, kemudian dilakukan pembalikan dan proses fermentasi dilanjutkan selama 48 jam sehingga diperoleh tempe lamtoro. Tempe dikukus selama 10 menit, digiling, dikeringkan, ditumbuk dan diayak dengan ayakan 28 mesh, dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan ditempat yang kering.

Dilakukan pengamatan kandungan protein lemak, abu, mi-mosin dan asam fitat.

Tabel 2. *Susunan diit rendah zat besi (%)*

Skim milk	30,0
Minyak jagung	4,0
Sukrosa	59,8
Campuran vitamin	2,2
NaCl	1,0
CaCO ₃	1,0
Na H ₂ PO ₄ H ₂ O	1,0
Mineral lain	1,0

Mineral lain terdiri atas :

Mg SO ₄ 7H ₂ O	405,500 mg
Mn SO ₄ H ₂ O	15,400 mg
Cu SO ₄	1,300 mg
Zn Cl ₂	2,500 mg
KI	0,024 mg

Ranhota et al, 1979

Tabel 3. *Komposisi diit percobaan (%)*

Protein	10,0
Minyak	8,0
Campuran vitamin	2,2
Air	5,0
Campuran mineral	5,0
Karbohidrat	69,8

AOAC, 1970

Absorpsi zat besi metoda depleksi - refleksi

Perioda depleksi

Disediakan 30 ekor tikus putih jenis Wistar, umur 21 hari, sebanyak 18 ekor jantan dan 12 ekor betina. Tikus dimasukkan dalam kandang individual kemudian diberi makanan rendah zat besi yaitu mengandung \pm 3,5 ppm zat besi selama 5 - 7 minggu. Selama perioda depleksi diberi minum air bebas ion. Makanan dan minuman diberikan secara *adlibitum*. Pada akhir minggu ke 7, tikus dipotong ekornya 10 cm dari ujung ekor, darah ditampung dan dianalisis hemoglobinnya dengan metoda *Cyan metoglobin*. Berdasarkan nilai hemoglobin tikus dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu :

1. Kelompok A : diberi makanan susu skim kadar zat besi 14,99 ppm
 - A1 = untuk tikus jantan
 - A2 = untuk tikus betina
2. Kelompok B : diberi makanan tempe lamtoro, kadar zat besi 65,73 ppm
 - A1 = untuk tikus jantan
 - A2 = untuk tikus betina

3. Kelompok C : diberi makanan biji lamtoro, kadar zat besi 72,10 ppm

C1 = untuk tikus jantan

C2 = untuk tikus betina

4. Kelompok D : diberi makanan rendah zat besi 3,5 ppm

D = untuk tikus jantan

Kelompok A, B dan C terdiri atas 8 ekor tikus, 4 ekor tikus betina dan 4 ekor tikus jantan. Kelompok D terdiri atas 5 ekor tikus jantan.

Perioda refleksi

Perioda refleksi berlangsung selama 2 minggu, pada masa tersebut dilakukan penimbangan berat badan tikus setiap minggu, jumlah zat besi dalam *feces* dianalisis sehingga dapat ditentukan absorpsinya. Kandungan hemoglobin dianalisis. Pada akhir percobaan tikus dibunuh dan dibedah, organ hati dan jantung diambil dan ditimbang kemudian dianalisis kandungan zat besi (metoda AOAC).

HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan komposisi proksimat pada susu skim, biji lamtoro dan tempe lamtoro terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. *Komposisi proksimat pada susu skim, biji lamtoro dan tempe lamtoro*

Macam		susu skim	biji lamtoro	tempe lamtoro
Protein	(%)	34	34,88	26,06
Lemak	(%)	1	5,73	4,41
Air	(%)	3	18,56	15,94
Abu	(%)	13	5,40	3,65
Karbohidrat	(%)	49	36,39	48,99
Mimosin	(%)	-	7,89	0,103
Asam phitat	(%)	-	1,25	0,85

Pada tabel 4 terlihat bahwa kandungan mimosin pada tempe lamtoro cukup rendah, terjadi penurunan kandungan mimosin sebanyak 99%. Hal ini dapat dimengerti karena mimosin bersifat larut dalam air dan tidak tahan pemanasan di atas suhu 70 ° C. Pada proses pembuatan tempe lamtoro meliputi proses perendaman dan perebusan, dengan demikian mimosin banyak yang hilang. Kemungkinan pula mimosin yang mempunyai struktur kimiawi seperti asam amino tirosin dipakai sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroba. Hasil yang kami peroleh sejalan

dengan hasil penelitian Ganjar, 1982 yang memperoleh hasil sebesar 0,051 % mimosin dalam tempe.

Kandungan asam phitat dalam tempe juga lebih rendah dibanding dengan biji lamtoro. Menurut Sudarmadji & Markakis, 1977 selama proses fermentasi akan dihasilkan enzim phitase yang dapat menguraikan asam phitat. Hasil penelitian Sudarmadji dan Markakis pada fermentasi kedele terjadi penurunan asam phitat sebesar 30%. Pada hasil penelitian ini terjadi penurunan kandungan asam phitat dari biji menjadi tempe sebesar 32%.

Tabel 5. *Berat badan tikus dan jumlah makanan yang dimakan*

Kelompok tikus	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Jumlah makanan (g)	Kalori (Kal)
A1 (n=4)	152,95	173,40	131,638	514,968
A2 (n=4)	144,10	161,70	113,778	445,099
B1 (n=4)	181,65	191,18	165,092	645,840
B2 (n=4)	147,85	158,55	138,724	542,688
C1 (n=4)	192,25	129,98	35,000	135,200
C2 (n=4)	162,63	120,60	40,000	156,480
D (n=5)	158,08	179,18	123,102	406,565

Keterangan :

- A = kelompok makanan susu skim (14,99 ppm Fe)
 B = kelompok makanan tempe lamtoro (65,73 ppm Fe)
 C = kelompok makanan biji lamtoro (72,10 ppm Fe)
 D = kelompok makanan diet rendah zat besi (3,5 ppm)

Pada tabel 5 terlihat bahwa tikus jantan makan lebih banyak daripada tikus betina sehingga berat badan tikus jantan lebih besar daripada tikus-tikus betina, kecuali pada tikus yang diberi makan biji lamtoro, jumlah makanan yang dimakan sangat sedikit. Pada gambar 3 terlihat berat badan tikus yang diberi makan biji lamtoro menurun. Apabila dihitung masukannya sangat rendah yaitu untuk tikus jantan sebanyak 135,2 kalori dan untuk tikus betina 156,48 kalori, dengan demikian terjadi pembongkaran simpanan energi dalam tubuh tikus, akibatnya berat badan semakin menurun. Sedangkan pada kelompok tikus

yang diberi makan susu skim masukan kalori untuk tikus jantan 514,967 kal dan tikus betina 445,099 kal. Pada tikus yang diberi makan tempe, masukan kalori untuk tikus jantan 645,839 kal dan untuk tikus betina 542,688 kal. Kedua kelompok tikus tersebut menunjukkan kenaikan berat badan. Pada tikus yang diberi makanan-makanan rendah zat besi juga menunjukkan berat badan yang semakin besar, karena masukan kalornya cukup yaitu sebesar 406,565 kal. Pada hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa ada perbedaan yang sangat nyata ($P = 0,01$) pada jenis makanan yang diberikan dengan pertambahan berat

Tabel 6. *Kandungan zat besi dalam makanan, feces dan absorpsi zat besi*

<u>Jenis makanan</u> <u>Jenis kelamin</u>	Zat besi dalam makanan (intake) mg	Zat besi dalam feces mg	Absorpsi zat besi (apparent) %
Susu skim			
Tikus jantan (n = 4)	1,9750	0,6572	66,7240
Tikus betina (n = 4)	1,7070	1,9231	45,9230
Tempe lamtoro			
Tikus jantan (n = 4)	10,8520	1,3690	87,3850
Tikus betina (n = 4)	9,1190	1,2533	86,2560
Biji lamtoro			
Tikus jantan (n = 4)	2,5220	1,6172	35,8760
Tikus betina (n = 4)	2,9490	1,8572	37,0230
Makanan rendah zat besi			
Tikus jantan (n = 5)	0,4310	0,3286	23,7580

badan. Dari hasil perhitungan dengan least significant different terlihat bahwa tikus yang diberi makan biji lamtoro sangat berbeda nyata dengan kelompok tikus yang lain.

Menurut Morck dan Cook, 1981 absorpsi zat besi dipengaruhi oleh jumlah zat besi dalam diet, komponen lain dalam bahan makanan yang dapat menghambat atau mempercepat absorpsi dan status zat besi dalam tubuh. Pada percobaan ini tikus diberi makan makanan rendah zat besi sehingga mempunyai nilai hemoglobin yang sama atau status zat

besi awal sama. Pada tabel 6 terlihat bahwa tikus yang diberi makan tempe lamtoro yang mengandung zat besi paling besar, absorpsi zat besi paling tinggi. Sedangkan pada tikus yang diberi makan susu skim, absorpsi zat besinya lebih rendah daripada tempe. Diduga di dalam susu terdapat kalsium yang akan berkompetisi dengan zat besi sehingga kalsium dalam susu akan menghambat absorpsi zat besi. Hasil yang diperoleh ini juga sedikit berbeda dengan hasil yang diperoleh Mary Astuti, 1987, pada kadar zat besi yang sama absorpsi zat besi dalam

tempe kedele lebih rendah daripada absorpsi zat besi dalam kasein. Pada tikus yang diberi makan biji lamtoro yang mempunyai kandungan zat besi lebih tinggi daripada susu skim, absorpsi zat besinya lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan di dalam biji lamtoro mengandung mimosin yang cukup besar yaitu 7,89%. Dilaporkan oleh Bengel, 1981 mimosin dapat mengikat zat besi. Selain itu di dalam biji lamtoro juga mengandung asam phitat. Asam phitat menghambat absorpsi zat besi. Morck dan Cook, 1981 mengatakan bahwa status zat besi yang rendah akan mengakibatkan absorpsi semakin besar. Namun pada percobaan ini nampaknya tidak memberikan hasil demikian bila kita melihat absorpsi zat besi pada makanan rendah zat besi cukup rendah (23,758%) sedangkan nilai hemoglobin pada kelompok tikus yang diberi makanan rendah zat besi juga cukup rendah. Hasil percobaan ini sejalan dengan hasil percobaan Schrichker *et al*, 1983 yang menyatakan bahwa status zat besi di dalam tubuh tidak mempengaruhi *bioavailability* zat besi dari makanan yang berbeda-beda.

Dari perhitungan statistik menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($P = 0,05$) dari berbagai jenis makanan terhadap absorpsi zat besi (A-C).

Absorpsi zat besi pada tikus yang

diberi makan biji lamtoro berbeda nyata dengan tikus yang diberi makan tempe lamtoro dan susu skim. Dari hasil statistik diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($P = 0,05$) absorpsi zat besi antara kelompok tikus jantan dan kelompok tikus betina dari masing-masing makanan yang diuji, dan tidak ada interaksi antara jenis makanan dan jenis kelamin.

Pada tabel 7 terlihat bahwa tikus yang diberi makan tempe lamtoro mempunyai nilai hemoglobin yang paling besar. Pada tabel 6 diketahui bahwa absorpsi zat besi dari tempe lamtoro paling besar, dengan demikian zat besi yang masuk ke dalam tubuh akan dipergunakan untuk sintesa hemoglobin. Pada susu skim jumlah zat besi yang masuk ke dalam tubuh lebih rendah sehingga hemoglobin lebih rendah dari kelompok tikus yang diberi makan tempe lamtoro. Secara statistik hemoglobin dari berbagai kelompok tikus tersebut menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P = 0,01$).

Berat organ hati dan jantung pada semua kelompok yang diuji secara statistik tidak berbeda nyata. Walaupun pada kelompok tikus yang diberi makan biji lamtoro terjadi penurunan berat badan namun untuk organ tidak mengalami perubahan karena yang dibongkar untuk energi adalah lemak.

Tabel 7. Nilai hemoglobin, berat organ dan zat besi dalam organ

Jenis Makanan Jenis Kelamin	Hemoglobin mg/100 ml	Hati		Jantung	
		Fe mg/100g b.b	Berat (g/100 g) b.b	Fe mg/100 g b.b	Berat (g/100 g) b.b
Susu skim					
jantan (n = 4)	6,73	4,432	1,789	0,452	0,366
betina (n = 4)	6,49	4,381	1,981	0,435	0,475
Tempe lamtoro					
jantan (n = 4)	9,63	3,674	1,651	0,403	0,365
betina (n = 4)	9,09	3,411	2,064	0,379	0,681
Biji lamtoro					
jantan (n = 4)	5,12	3,421	2,284	0,577	2,079
betina (n = 4)	4,92	3,651	2,587	0,508	1,025
rendah zat besi					
jantan (n = 5)	4,54	4,183	1,432	0,469	0,428

b.b = berat badan

Kandungan zat besi pada hati yang diberi makan biji lamtoro berbeda sangat nyata ($P = 0,01$) dengan kelompok tikus yang lain. Hal ini berarti walaupun nilai hemoglobinya rendah tetapi simpanan zat besi cukup besar. Kemungkinan ada faktor-faktor yang belum diketahui sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada organ jantung juga terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P = 0,01$) pada semua kelompok makanan. Berat organ jantung kelompok tikus yang diberi makan biji lamtoro sangat besar dan melebihi ukuran normal berat jantung tikus Wistar pada umur 7 - 9 minggu yaitu 0,4 g/100 g berat badan. Membesarnya organ

jantung pada tikus yang diberi makan biji lamtoro tidak diketahui secara pasti penyebabnya.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan terlihat bahwa selama proses pengolahan biji lamtoro menjadi tempe terjadi penurunan kandungan asam fitat sebesar 32% dan penurunan kandungan mimosin sebesar 99%.

Penurunan kandungan asam fitat dan mimosin dalam tempe lamtoro mengakibatkan meningkatnya absorpsi zat besi di dalam tempe lamtoro. Dari hasil percobaan ini ternyata bahwa status zat besi yang dinyatakan dengan rendahnya nilai hemoglobin tidak

berpengaruh terhadap absorpsi zat besi.

Absorpsi zat besi paling tinggi pada kelompok tikus yang diberi makan tempe lamtoro memberikan nilai hemoglobin yang besar pula.

Dapat dikatakan bahwa tempe lamtoro merupakan sumber zat besi yang cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1970. Official method of analysis of Association of official analytical chemists. Association of official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Benge, D.M., 1981. *Leucena leucocephala* a tree that "Defies the Woodcutter" office of Agriculture, Development Support Bureau, Agency for International Development, Washington D.C. 20523 p 1-6.
- Bodwell, C.E., 1983. Effects of soy protein on iron and zinc. *Cereal foods world* 28 : 342 - 348.
- Bothwell, T.H. ; Charlton, R.W. ; Cook, J.O. and Finch, C.A., 1979. Iron metabolism in man. Blackwell Scientific Publication.
- Cook, J.D. and Monsen, E.R., 1977. Vitamin C the common cold and iron absorption, *Am. J. clin. Nutr* 30 : 235, 1977.
- Davies, N.T. and R. Nightingale, 1975. The effects of phytate on intestinal absorptin and secretion of zinc, copper, iron and manganese in rats.
- Ganjar, I., 1979. Laporan fermentasi biji *leucena leucocephala*. Sub. Bidang Mikrobiologi Makanan, Pusat penelitian dan pengembangan gizi. Departemen Kesehatan.
- Hamilton, R.I., L.E. Donalson and L.J. Lambourne, 1971. *Leucena leucocephala* as a feed on the calf for dairy cows : direct effect on reproduction and residual effect on the calf and lactation, *Aust. J. Agri. Res.* 22 : 681-691.
- Hallberg, L., 1981. Bioavailability nutrient density : a new concept applied in interpretation of food iron absorption data *Am. J. Clin. Nutr.* : 34 - 10.
- Hartono, 1986. Menilai daya cerna "protein" tempe lamtoro gung secara in vivo, tesis Fakultas Teknologi Pertanian.
- Morck, T.A. and Cook, J.D., 1981. Factors affecting the bioavailability of dietary iron. *Cereal foods world* 26 : 667 - 671.

- Nair, P.P. ; Murti, H.S.; Caasi, P.I. ; Brooks, S.K., 1972. Vitamin E regulation of the Biosynthesis of porphyrins and heme.
- Schricker B.R.; Miller, D.D. and D.V. Campen, 1983. Effects the iron status and soy protein on iron absorption by rats, J. Nutr. 113 : 996-1001.
- Slamet, D.S., 1982. Lamtoro gung (*Leucena leucocephala*) sebagai bahan sumber gizi untuk manusia, Seminar Nasional Lamtoro I, Jakarta.
- Shurleff and Aoyagi, 1979, The book of tempeh.
- Sudarmadji, S.; B. Haryono; Suhardi, 1981. Prosedure analisa untuk bahan makanan dan pertanian. Liberty Yogyakarta, edisi ke 2.
- Sudarmadji, S. and P. Markakis, 1977. The phytate and phytase of soybean tempeh. J. Sci. food Agric. 28 : 38.
- Suprayitno, 1981. Lamtoro gung dan manfaatnya. Penerbit Bhratara Karya Aksara - Jakarta.
- Young, V.R. and M. Janghorbani, 1981. Soy protein in human diets in relation to bioavailability of iron and zinc : a brief overview, Cereal Chemistry 58 : 12 - 18.
- Sutardi and K.A. Buckle, 1986. The Characteristics of soybean phytase. J. of Food Biochemistry 10 : 197 - 216.
- S. Mulyopawiro, D.T. Gordon and M.L. Fields, 1987, J. Food Sci 52 : 102 - 105.
- Ranhatna G.S. C. lee and J.A. Gelraht, 1979. Bioavailability of Ironi in Some Commercial variety breads, Nutrition research. April 2 - 5.
- Suedecar, g.m. and Cochran W.G. 1973 Statistical methods. The low State University Press, Iowa.