

PENGARUH TEMPE DALAM MENGURANGI RISIKO TERHADAP DIARE AKIBAT INFEKSI BAKTERI ENTEROPATOGEN ESCHERISIA COLI

Oleh

Mien K, Mahmud, Erwin Affandi dan Hermana

ABSTRAK

Pada penelitian terdahulu terbukti bahwa pemberian makanan formula tempe kepada bayi dan anak balita penderita diare kronik berpengaruh baik terhadap keadaan dan fungsi saluran pencernaan, keadaan gizi, serta dayatahan tubuh. Dalam makalah ini dikemukakan hasil penelitian yang dilakukan pada kelinci percobaan untuk mengetahui pengaruh pemberian makanan formula tempe terhadap berat badan, peluang kejadian diare dan resiko diare akibat infeksi bakteri enteropatogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan berat badan kelinci yang mendapat makanan formula tempe lebih baik daripada yang mendapat formula susu, formula daging ayam, maupun formula kedelai. Infeksi oleh bakteri penyebab diare pada bayi dan anak balita (*Escherichia coli* O125K70(B)H19) tidak berpengaruh nyata terhadap berat badan kelinci yang mendapat makanan formula tempe, sedangkan pada kelinci yang mendapat makanan formula kedelai mengakibatkan penurunan berat badan yang sangat tajam. Infeksi juga tidak mengakibatkan gejala diare pada kelinci yang mendapat makanan formula tempe, sedangkan pada kelinci yang mendapat makanan formula lain mengakibatkan diare berat. Pemberian makanan formula tempe secara berkesinambungan kepada bayi pada masa sapihan diharapkan dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi bakteri penyebab diare, mencegah diare, dan mengurangi resiko diare.

PENDAHULUAN

Diare merupakan penyebab utama tingginya angka kematian bayi dan anak berumur di bawah lima tahun (balita) di Indonesia, dan di beberapa negara berkembang lainnya.

Penyebab diare di antaranya ialah infeksi mikroorganisme enteropatogen (infeksi enteral), malabsorpsi, alergi, keracunan dan immunodefisiensi. Diare yang disebabkan karena infeksi saluran pencernaan masih merupakan masalah yang cukup serius di negara-negara berkembang termasuk Indonesia.

Penyebabnya dapat bakteri, virus, jamur, atau parasit (1).

Menurut Chen (2), di negara-negara berkembang, 30% - 50% diare pada anak-anak disebabkan karena infeksi bakteri patogen. Berdasarkan data identifikasi, bakteri patogen *E. Coli* merupakan bakteri yang paling banyak dan sering ditemukan sebagai penyebab diare pada anak-anak.

Diare yang disebabkan oleh *E. Coli* pada anak-anak di negara berkembang mencapai 10.3 - 43.0%, sementara di Indonesia, menurut Sutoto, Mochtar, Karyadi dan Wasisto -- dikutip oleh Chen (2)-- diare yang disebabkan infeksi *E. Coli* mencapai 15.9% pada anak-anak dan 50% pada anak-anak di bawah umur dua tahun.

Olansen dan Christi (3), serta Rofbaum Adam, Ginella dan Pastin (4) melaporkan bahwa infeksi oleh strain *E. Coli* enteropatogen dapat menyebabkan diare yang serius, karena terjadinya adhesi bakteri pada jaringan usus, kemudian berkembang dan berkolonisasi, menyebabkan terjadi atropi villi dan nekrosis mukosa. Keadaan tersebut sangat mengganggu proses absorpsi dan sekresi yang terjadi dalam usus halus.

Infeksi bakteri *E. Coli* telah dinyatakan sebagai penyebab utama sindroma pasca-enteritis pada bayi dan anak di bawah umur dua tahun. Sindroma pasca-enteritis (protracted diarrhea/post-enteritis syndrome/diare kronis) ditandai dengan diare yang berkepanjangan (lebih dari dua minggu). Keadaan ini menyebabkan anak menderita kekurangan zat gizi terutama protein, menurunkan keadaan gizi, dan menghambat pertumbuhan.

Penelitian Mahmud, dkk. (5) menunjukkan bahwa pemberian makanan formula tempe kepada bayi dan anak balita penderita diare kronik dapat menghentikan diare dalam jangka waktu yang sangat singkat (2.39 ± 0.09 hari). Pemberian makanan formula tersebut dapat pula memperbaiki keadaan dan fungsi pencernaan, menurunkan gejala infeksi serta memperbaiki keadaan gizi anak. Soedigbia dkk. (6) melaporkan bahwa penggunaan makanan formula tempe tersebut dalam "refeeding" anak balita penderita diare kronik dapat meningkatkan kadar hemoglobin darah penderita dalam jangka waktu yang relatif singkat. Di samping itu kandungan immunoglobulin (Ig.G., Ig.M., dan Ig.A.) yang tadinya rendah, tampak meninggi dalam jangka waktu empat minggu pemberian makanan formula tempe.

Penelitian-penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa tempe memberi pengaruh baik terhadap keadaan dan fungsi saluran pencernaan, keadaan gizi, serta dayatahan tubuh.

Dalam makalah ini dikemukakan hasil penelitian pengaruh pemberian makanan formula tempe terhadap risiko diare akibat infeksi bakteri enteropatogen *E. Coli* pada kelinci percobaan.

BAHAN DAN CARA

Dalam penelitian ini, sebagai makanan yang diuji digunakan makanan formula tempe seperti yang digunakan pada penelitian terdahulu (5), (6). Sebagai pembanding digunakan makanan formula tanpa tempe, dan pengganti

tempe digunakan kedelai, susu skim dan daging ayam. Sebagai makanan kontrol digunakan makanan formula tanpa tempe, kedelai, susu, atau daging ayam (lihat Tabel 1). Kadar zat gizi makanan formula yang diuji dan pembandingan setara (lihat Tabel 2).

Tabel 1. Komposisi bahan mentah formula

Jenis bahan	Jumlah(%) dalam formula				
	FT	FK	FA	FS	FO
Daging ayam	0.0	0.0	54.0	0.0	0.0
Kedelai	0.0	57.0	0.0	0.0	0.0
Susu skin	0.0	0.0	0.0	43.0	0.0
Tempe	58.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Terigu	23.0	23.0	26.0	30.0	70.0
Gula	15.0	15.0	15.0	10.0	15.0
Minyak	2.0	3.0	3.0	15.0	13.0
Campuran garam	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Emulsifier	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Keterangan :

- FT = Makanan formula tempe
- FK = Makanan formula kedelai
- FA = Makanan formula ayam
- FS = Makanan formula susu
- FO = Makanan formula kontrol

Ke dalam setiap makanan formula ditambahkan rumput dan kemudian dibuat pelet untuk ransum kelinci. Komposisi zat gizi pelet ransum kelinci disajikan dalam Tabel 3.

Pada penelitian ini digunakan kelinci berumur 6 minggu sebagai hewan percobaan.. Kelinci dikelompokkan berdasarkan berat badan menjadi lima kelompok percobaan. Jumlah berat badan setiap kelompok sama, demikian pula jumlah kelinci dalam setiap kelompok. Setiap kelompok kelinci diberi makan makanan formula yang berbeda. Penentuan jenis formula untuk setiap kelompok dilakukan dengan undian. Setiap kelompok diberi kode sesuai dengan makanan formula yang diberikan (lihat Tabel 1).

Bakteri yang digunakan untuk menginfeksi hewan percobaan adalah bakteri enteropatogen E.Coli 0125K70(B)H19. Bakteri tersebut diperoleh dari Bio Farma Bandung. Menurut Clausen, dkk. (3), E.Coli 0125 termasuk E.Coli patogen yang dapat menyebabkan diare pada kelinci dengan gejala yang serupa dengan diare pada anak-anak. Bakteri E.Coli 0125K70(B)H19 diisolasi dari tinja anak penderita diare.

Tabel 2. Komposisi zat gizi dalam 100 gram makanan formula

Jenis formula	Protein g	Lemak g	H.A. g	Air g	Abu g	Energi Kal.
dalam keadaan sebenarnya						
FT	16.2	12.0	64.0	5.8	2.0	429
FK	16.2	11.7	62.8	4.7	4.6	422
FA	17.2	11.4	64.1	4.8	2.5	428
FS	16.4	12.0	62.8	5.2	3.6	425
FO	9.8	10.2	73.5	4.5	1.9	426
dalam keadaan kering						
FT	17.2	12.7	67.9	0	3.2	455
FK	17.0	12.3	65.9	0	4.8	442
FA	18.1	12.0	67.3	0	2.6	449
FS	17.3	12.7	66.2	0	3.8	448
FO	10.2	10.8	77.0	0	2.0	446

Tabel 3. Komposisi zat gizi dalam 100 gram pelet ransum kelinci

Jenis formula	Protein g	Lemak g	H.A. g	Air g	Abu g	Energi Kal.
FT	19.9	11.7	57.2	7.5	3.5	413
FK	19.5	11.2	58.4	9.5	6.1	392
FA	19.7	11.0	57.0	8.5	3.8	405
FS	18.7	11.1	58.5	7.5	4.2	408
FO	9.7	10.8	68.8	8.3	2.4	411

Infeksi bakteri E.Coli dilakukan per-oral, menggunakan volumetrik pipet. Dosis infeksi 2×10^8 koloni bakteri, dilakukan selama empat hari berturut-turut, sehingga jumlah sel E.Coli yang termakan sebanyak $4 \times 2 \times 10^8$.

Pengamatan dibagi dalam tiga tahap yaitu: tahap pertama pengamatan sebelum diinfeksi (pra-infeksi), pengamatan kedua saat dilakukan infeksi dan pengamatan ketiga sesudah infeksi (pasca infeksi atau masa pemulihan).

pemeriksaan

1	2	3	4
---	---	---	---

pemberian makanan
formula

pemberian bakteri

masa pra-infeksi		masa infeksi	masa pasca-infeksi
0	28	32	42
hari			

- 1 = Sebelum pemberian makanan formula
- 2 = Setelah pemberian makanan = sebelum infeksi
- 3 = Setelah infeksi = masa infeksi
- 4 = Pasca infeksi

Gambar 1 Tahap dan lama pengamatan

Pengamatan pada masa pra-infeksi dilakukan terhadap berat badan, kadar hemoglobin, sel darah putih, limposit dan eosionofil; pada masa infeksi, selain hal tersebut, diamati pula gejala yang tampak (penurunan nafsu makan, diare, dan saat timbulnya gejala diare), dan identifikasi E.Coli 0125K70(B)H19 dalam lambung dan usus. Pada masa pasca infeksi diamati gejala penyembuhan atau perparahan diare, dan kematian. Jangka waktu

pengamatan: pada masa pra-infeksi empat minggu, pada masa infeksi dan masa pasca-infeksi masing-masing satu minggu (Gambar 1).

HASIL DAN BAHASAN

Hasil pengukuran berat badan kelinci sebelum dan setelah pemberian makanan formula disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Berat badan kelinci sebelum dan sesudah pemberian makanan formula

Kelompok	n	Berat badan (gram)			
		Sebelum	Setelah	Kenaikan	%
FK	21	1284.81 ± 441.81	1941.81 ± 496.81	707.00 ± 299.52	57.8
FT	21	1234.95 ± 434.68	1926.48 ± 370.19	691.53 ± 261.88	56.0
FA	21	1241.90 ± 408.47	1788.90 ± 473.98	492.00 ± 208.88	39.6
FS	21	1289.19 ± 427.89	1609.52 ± 490.88	370.33 ± 166.45	29.9
FO	21	1240.57 ± 416.87	1180.48 ± 889.60	-110.10 ± 184.88	-8.9
		P > 0.05		P < 0.01	

Data dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa kenaikan berat badan dipengaruhi oleh jenis sumber protein yang digunakan dalam makanan formula ($P < 0.01$). Analisis selanjutnya menunjukkan bahwa kenaikan berat badan kelompok makanan formula kedelai (FK) tidak berbeda nyata dengan kenaikan berat badan kelompok makanan formula tempe (FT), demikian pula antara kelompok makanan formula daging ayam dan kelompok makanan formula susu ($P > 0.05$). Pengaruh tempe dan kedelai berbeda nyata terhadap pengaruh susu dan daging ayam terhadap kenaikan berat badan kelinci percobaan ($P < 0.01$). Pengaruh kedelai terhadap kenaikan berat badan ternyata lebih tinggi daripada pengaruh tempe. Hal ini disebabkan karena jumlah ransum yang dikonsumsi lebih banyak pada kelompok makanan formula kedelai.

Perbedaan sisa makanan berkisar antara 10 – 20 gram per ekor kelinci per hari, atau sama dengan 32.8 – 65.5 gram protein selama waktu pengamatan. Bila diperhitungkan dengan mutu protein makanan formula tempe (PER : 2.23), maka sejumlah protein tersebut di atas akan memberikan kenaikan berat badan ± 73.1 – 146.1 gram. Perbedaan kenaikan berat badan rata-rata antara kedua kelompok tersebut relatif kecil, yaitu 16 gram (1.3%), bila dibandingkan dengan perbedaan kenaikan berat badan akibat jumlah konsumsi protein. Dengan demikian, perbedaan kenaikan

berat badan yang terjadi antara pengaruh kedelai dan tempe cenderung disebabkan oleh nilai cita-rasa formula kedelai yang lebih baik daripada nilai cita rasa formula tempe. Demikian pula antara pengaruh kedelai dan tempe terhadap pengaruh daging ayam dan susu. Menurut Hagen (7), kedelai merupakan sumber protein yang paling baik untuk kelinci.

Hasil penentuan kadar hemoglobin, sel darah putih, limfosit dan eosinofil sebelum dan sesudah pemberian makanan formula disajikan berturut-turut pada Tabel 5, 6, 7 dan 8. Tabel 9 menyajikan kadar komponen-komponen darah tersebut pada kelinci percobaan yang sehat.

Tabel 5. Kadar hemoglobin dalam darah sebelum dan sesudah pemberian makanan tambahan

Kelompok percobaan	n	Kadar hemoglobin (g%)	
		Sebelum	Sesudah
FT	21	10.69 $\pm$ 1.01	9.86 $\pm$ 1.03
FK	21	10.82 $\pm$ 0.80	9.76 $\pm$ 1.08
FS	21	10.62 $\pm$ 1.37	8.93 $\pm$ 1.76
FA	21	10.30 $\pm$ 0.95	8.85 $\pm$ 1.40
FO	21	10.88 $\pm$ 1.22	6.76 $\pm$ 1.45
		p > 0.05	p > 0.05

Tabel 6. Kadar sel darah putih dalam darah sebelum dan sesudah pemberian makanan formula

Kelompok percobaan	n	Kadar sel darah putih ($10^3/\text{mm}^3$)	
		sebelum	sesudah
FT	21	8.75 $\pm$ 2.69	8.39 $\pm$ 2.82
FK	21	10.01 $\pm$ 3.49	9.75 $\pm$ 3.24
FS	21	8.09 $\pm$ 4.45	10.09 $\pm$ 3.22
FA	21	8.60 $\pm$ 3.08	9.76 $\pm$ 3.24
FO	21	8.56 $\pm$ 3.21	8.75 $\pm$ 3.25
		p > 0.05	p < 0.05

Tabel 7. Jumlah sel limposit sebelum dan sesudah pemberian makanan formula

Kelompok percobaan	n	Jml limposit dlm 100 sel darah putih (%) Sebelum	Sesudah
FT	21	77.2 ± 11.9	82.9 ± 8.2
FK	21	82.8 ± 10.9	83.8 ± 6.3
FS	21	80.8 ± 9.7	85.2 ± 12.3
FA	21	79.7 ± 14.4	84.6 ± 7.5
FO	21	82.2 ± 9.9	85.5 ± 8.4

Tabel 8. Jumlah sel eosinofil sebelum dan sesudah pemberian makanan formula

Kelompok Percobaan	n	Jml eosinofil dlm 100 sel darah putih (%) Sebelum	Sesudah
FT	21	2.6 ± 4.2	0.81 ± 1.50
FK	21	1.9 ± 2.3	0.95 ± 2.53
FS	21	1.6 ± 2.7	1.52 ± 1.94
FA	21	1.4 ± 3.4	2.53 ± 3.28
FO	21	1.1 ± 2.2	0.43 ± 0.98

Tabel 9. Kadar komponen darah kelinci percobaan yang sehat.

Komponen darah	Satuan	Jumlah	
Hemoglobin	g %	8.0	— 13.8
Sel darah putih	10 ³ /mm ³	2.63	— 11.87
Limposit	%	22.0	— 87.0
Eosinofil	%	0.0	— 3.0

Sumber : Gay, 1969 dan Kozma, 1974.

Apabila nilai-nilai pada Tabel 5, 6, 7 dan 8 dibandingkan dengan nilai-nilai pada Tabel 9, baik sebelum maupun sesudah pemberian makanan formula, kelinci yang digunakan dalam penelitian ini berada dalam keadaan sehat, kecuali kelompok makanan formula kontrol, kadar hemoglobin darahnya setelah pemberian makanan formula di bawah kadar minimum kelinci sehat. Keadaan ini menunjukkan bahwa makanan tanpa sumber protein mengakibatkan terjadinya anemia.

Pengaruh jenis makanan formula terhadap kadar hemoglobin ternyata berbeda sangat nyata ($P < 0.01$). Pengaruh tempe terhadap kadar hemoglobin paling baik. Pengaruh tempe, apabila dibandingkan dengan pengaruh kedelai, terhadap kadar hemoglobin lebih baik meskipun jumlah protein yang berasal dari tempe lebih kecil daripada protein yang berasal dari kedelai. Hal ini dapat disebabkan karena pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe terbentuk enzim fitase yang dapat menurunkan kadar fitat dalam kedelai sehingga hambatan absorpsi zat besi berkurang (8). Zat besi sangat diperlukan dalam pembentukan sel darah merah; kekurangan zat besi dapat menurunkan kadar hemoglobin.

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa kadar eosinofil dalam darah kelinci percobaan yang sehat harus di bawah 3.0%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dalam kelompok makanan formula tempe sebelum pemberian makanan formula terdapat empat ekor kelinci yang mempunyai kadar eosinofil di atas 3.0%, yaitu 5%, 10%, 11%, dan seekor mempunyai kadar eosinofil 3.0%. Setelah pemberian makanan formula hanya dua ekor kelinci yang mempunyai kadar eosinofil di atas 3.0%, yaitu masing-masing 4% dan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tempe berpengaruh baik terhadap penurunan eosinofil.

Kadar eosinofil yang tinggi merupakan petunjuk adanya pada usus oleh infeksi parasit atau alergi. Data penurunan kadar eosinofil dalam kelompok makanan formula tempe menunjukkan pengaruh baik dari tempe terhadap penurunan kemungkinan infeksi usus oleh parasit atau alergi.

Penurunan kadar eosinofil dalam kelompok yang lain tidak sebaik dalam kelompok tempe. Dalam kelompok makanan formula kedelai, sebelum pemberian makanan terdapat empat ekor kelinci yang mempunyai kadar eosinofil di atas 3.0%, yaitu masing-masing 4%, 5%, 7% dan 7%, tetapi setelah pemberian makanan formula hanya dua ekor, yaitu masing-masing 4% dan 11%. Pada kelompok ini, meskipun jumlah kelinci yang menunjukkan gejala infeksi menurun 50%, kadar eosinofil ada yang naik. Pada kelompok tempe, selain jumlah kelinci yang menunjukkan gejala infeksi berkurang, kadar eosinofilnya pun menurun 65%.

Setelah semua kelinci diinfeksi, pemberian suspensi bakteri *E.Coli* 0125K70(B)H19 menunjukkan penurunan nafsu makan pada hari kedua, kelinci tampak murung dan tinjanya berubah bentuk. Tabel 10 menunjukkan jumlah kelinci yang menderita gejala diare dalam setiap kelompok.

Diare ringan ditandai dengan tinja yang lunak, bentuknya menjadi lebih kecil dan melengket satu sama lain. Diare sedang ditandai dengan tinja yang

Tabel 10. Gejala diare yang terjadi setelah penginfeksi

Gejala	Jumlah kelinci yang menunjukkan gejala dalam setiap kelompok (n=14)				
	FT	FK	FS	FA	FO
Tanpa diare	9	7	5	5	0
Diare ringan	5	3	4	2	5
Diare sedang	0	2	2	4	5
Diare berat	0	2	3	3	4

Tabel 11. Saat pertama nampak gejala diare dalam setiap kelompok

Kelompok	Gejala nampak pada hari ke		
FT	5.07	±	1.33
FK	4.0	±	2.11
FA	3.21	±	2.04
FS	3.64	±	1.95
FO	2.36	±	0.85

$p > 0.05$

basah melengket sekeliling anus sehingga daerah tersebut tampak kotor. Pada diare berat, tinja menjadi encer sekali, tidak berbentuk, berbau sangat busuk dan kelinci menjadi sangat lelah dan apatis. Tabel 11 menunjukkan saat pertama nampak gejala, dihitung dari hari pertama penginfeksi.

Tingkat gejala diare yang diderita kelinci dalam setiap kelompok, serta saat pertama tampak gejala, seperti disajikan dalam Tabel 10 dan Tabel 11, merupakan petunjuk dayatahan saluran pencernaan kelinci terhadap infeksi bakteri *E.Coli* 0125K70(B)H19.

Analisis korelasi Sperman menunjukkan bahwa kedua indikator di atas mempunyai korelasi positif dengan nilai koefisien $R_s = 0.9288$. Analisis Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa perbedaan hari pertama nampak gejala pada setiap kelompok, bermakna ($P < 0.05$) antara kelompok FT dengan kelompok-kelompok FS, FA dan FO. Sedangkan antara kelompok FT dan FK perbedaan tersebut tidak bermakna ($P > 0.05$).

Perbedaan bermakna ($P < 0.05$) dalam tingkat diare terjadi antara kelompok FT dengan kelompok FA dan FO; antara kelompok FT, FK dan

FS perbedaan tersebut tidak bermakna ($P > 0.05$). Kedua parameter dayatahan saluran pencernaan terhadap infeksi bakteri tersebut tidak berbeda bermakna ($p > 0.05$) antara kelompok FK, FS, FA dan FO.

Berdasarkan data dan analisis statistik yang dilakukan, ternyata kelompok kelinci yang diberi makanan formula tempe menunjukkan dayatahan saluran pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok lainnya (pembanding dan kontrol). Hal tersebut menunjukkan bahwa tempe berpengaruh paling baik terhadap dayatahan saluran pencernaan.

Tabel 12 menunjukkan hasil identifikasi *E.Coli* dalam lambung, usus halus dan usus besar kelinci pada masa infeksi dan pasca infeksi. Postulat

Tabel 12. Hasil analisis kualitatif dan kuantitatif *E.coli* dalam saluran pencernaan pada akhir masa infeksi dan pasca infeksi

Kelompok	Masa infeksi (n=7)			Masa pasca infeksi (n=7)		
	Lambung	Usus halus	Usus besar	Lambung	Usus halus	Usus besar
FT	(-)	(-)	(+) 1.6×10^4	(-)	(-) 4.1×10^4	(++)
FK	(-)	(+++) 5.6×10^7	(++) 2.0×10^5	(+)	(+) 2.4×10^4	(+++) 4.3×10^5
FS	(+) 2.6×10^2	(+++) 8.1×10^6	(++) 7.4×10^5	(-)	(++) 4.1×10^4	(+++) 4.3×10^5
FA	(+) 1.2×10^4	(+++) 4.0×10^5	(++) 2.5×10^6	(+)	(+++) 1.9×10^4	(++++) 1.4×10^5
FO	(-)	(++++) 1.6×10^6	(+++) 8.5×10^4	(++)	(++) 2.3×10^4	(++) 1.9×10^6

Keterangan :

- 1) ++++ = ditemukan pada 7 dari 7 ekor yang diperiksa
 +++ = ditemukan pada 5-6 dari 7 ekor yang diperiksa
 ++ = ditemukan pada 3-4 dari 7 ekor yang diperiksa
 + = ditemukan pada 1-2 dari 7 ekor yang diperiksa

- 2) Jumlah koloni yang tercantum merupakan rata-rata yaitu jumlah koloni yang dibagi jumlah kelinci (bukan n).

Koch menyebutkan bahwa apabila infeksi terjadi karena suatu mikroorganisme, maka pada tempat infeksi terjadi akan ditemukan kembali bakteri penyebab infeksi tersebut dalam jumlah yang banyak (9). Tabel 12 menunjukkan bahwa bakteri E.Coli yang diinfeksi pada kelinci yang mendapat makanan formula tempe tidak dapat diidentifikasi kembali, baik dalam lambung maupun dalam usus halus, yang berarti tidak terjadi infeksi.

Tabel 13. Perubahan berat badan yang terjadi pada masa infeksi dan pasca infeksi

Kelompok	Perubahan berat badan (gram)	
	Masa infeksi	Masa pasca infeksi
FT	+ 57.4 ± 106.12	- 14.29 ± 10.61
FK	- 56.4 ± 105.19	- 86.00 ± 41.99
FS	- 68.9 ± 136.89	- 84.86 ± 28.91
FA	- 53.2 ± 111.31	- 172.00 ± 91.03
FO	- 105.1 ± 75.30	- 77.00 ± 28.75
	p < 0.01	p > 0.01

Dalam usus halus kelompok makanan formula yang lain (FK, FS, FA dan FO), bakteri E.Coli dapat diidentifikasi, baik pada masa infeksi maupun masa pasca infeksi, yang menunjukkan bahwa infeksi terjadi dan penyembuhannya berlangsung lama. Penurunan jumlah (+) setiap kelompok dalam masa pasca infeksi menunjukkan tingkat penyembuhan yang terjadi.

Data pada Tabel 12 menunjukkan bahwa tempe dalam makanan berpengaruh menghambat kejadian infeksi bakteri E.Coli pada saluran pencernaan. Hal ini berarti menurunkan kemungkinan kejadian diare akibat kemasukan E. Coli ke dalam saluran pencernaan melalui mulut.

Tabel 13 dan Gambar 2. menunjukkan perubahan berat badan yang terjadi pada masa infeksi dan masa pasca infeksi.

Penurunan berat badan merupakan salah satu indikator risiko yang terjadi akibat diare. Perubahan berat badan yang terjadi pada kelompok FT sewaktu masa infeksi masih positif, yang berarti masih terjadi kenaikan berat badan. Pada masa pasca infeksi, penurunan berat badan pada kelompok ini relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan kelompok lain. Hal ini menunjukkan bahwa tempe berpengaruh menghambat penurunan status gizi akibat diare.

Tabel 14 menunjukkan kadar hemoglobin darah setiap kelompok percobaan pada masa sebelum infeksi, sesudah infeksi (akhir masa infeksi) dan masa pasca infeksi.

Tabel 14. Kadar hemoglobin sebelum dan setelah infeksi

Kelompok	Kadar hemoglobin (g%)		
	Pra infeksi	Masa infeksi	Pasca infeksi
FT	9.86 $\pm$ 1.03	10.12 $\pm$ 0.69	10.06 $\pm$ 1.69
FK	9.76 $\pm$ 1.08	9.51 $\pm$ 1.40	10.77 $\pm$ 1.60
FS	8.93 $\pm$ 1.76	9.27 $\pm$ 1.15	8.66 $\pm$ 1.57
FA	8.85 $\pm$ 1.40	7.55 $\pm$ 1.99	7.32 $\pm$ 1.88
FO	6.76 $\pm$ 1.45	6.76 $\pm$ 1.24	6.28 $\pm$ 3.20

Kadar hemoglobin selama masa infeksi menurun pada setiap kelompok percobaan kecuali pada kelompok makanan formula tempe. Pada kelompok formula tempe bahkan terjadi kenaikan meskipun sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok tempe tidak mengalami infeksi, karena pada umumnya infeksi akan berakibat menurunnya kadar hemoglobin.

Pada masa pasca infeksi kadar hemoglobin kelompok tempe tetap seperti pada masa infeksi, sedangkan kelompok kedelai menunjukkan kenaikan dan kelompok lainnya masih terjadi penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kelompok kedelai telah terjadi penyembuhan, sedangkan pada kelompok lainnya belum, dan kelompok tempe tetap sehat.

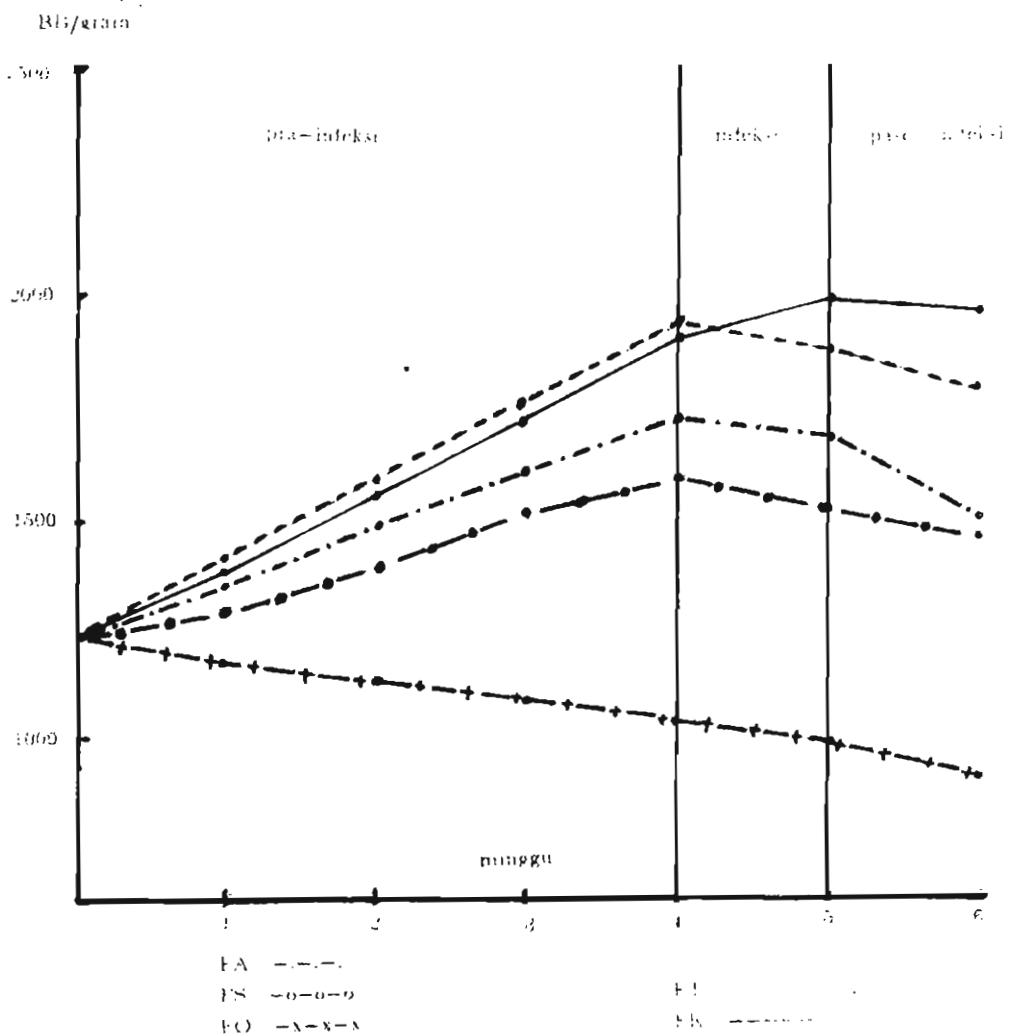
Berdasarkan data mengenai berat badan, kadar hemoglobin, tingkat diare, saat nampak gejala diare, dan identifikasi *E.Coli* dalam saluran pencernaan tampak bahwa tempe dalam makanan formula secara nyata dapat mencegah terjadinya infeksi saluran pencernaan oleh *E.Coli* 0125K70(B)H19 dan menurunkan risiko terhadap diare. Pengaruh yang baik dari tempe pada kelinci percobaan, diharapkan terjadi pula pada manusia.

SIMPULAN

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh pemberian makanan formula tempe kepada kelinci percobaan terhadap perkembangan fisik, peluang kejadian diare dan risiko diare akibat infeksi bakteri enteropatogen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian makanan bayi formula tempe kepada anak kelinci berpengaruh baik terhadap pertumbuhan hewan ini. Kelinci percobaan yang diberi makanan bayi formula tempe selama empat minggu menunjukkan kenaikan berat badan lebih baik daripada kenaikan berat badan kelinci yang diberi makanan formula susu, makanan formula daging ayam, atau makanan kedelai.

Infeksi dengan bakteri penyebab diare pada bayi dan anak, yaitu *E.Coli*



Gambar 2. Pengaruh jenis makanan formula dan infeksi *Escherichia coli* (25 K70rB)H19 terhadap perkembangan berat badan kelinci.

0125K70(B)H19, tidak berpengaruh nyata terhadap berat badan kelinci yang mendapat makanan bayi formula tempe. Keadaan ini memberi petunjuk bahwa infeksi E.Coli pada kelinci yang mendapat makanan bayi formula tempe tidak mengakibatkan tubuh kehilangan banyak zat gizi.

Pada kelinci yang diberi makanan formula kedelai, makanan formula susu, dan makanan formula daging ayam, infeksi E.Coli 0125K70(B)H19 mengakibatkan penurunan berat badan yang sangat tajam.

Hasil penelitian menunjukkan pula bahwa E.Coli 0125K70(B)H19 yang diinfeksi melalui mulut selama empat hari berturut-turut tidak mampu menimbulkan diare pada kelinci yang diberi makanan bayi formula tempe. Menurut Evans, dkk. (10). E.Coli sebanyak 10^5 /ml, cukup untuk menimbulkan diare pada kelinci muda. Dalam penelitian ini kelinci diinfeksi dengan E.Coli sebanyak $4 \times 2 \times 10^8$ koloni. Pada kelompok lain infeksi bakteri tersebut cukup dapat menimbulkan diare tingkat berat dan berlangsung lama sampai dua minggu.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa makanan bayi formula tempe yang diberikan secara berkesinambungan pada masa sapihan dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi bakteri penyebab diare. Data penelitian ini mendukung salah satu kesimpulan pengamatan Van Veen dan Schaefer (11), dan Wang, dkk. (12), bahwa tempe dapat menghindarkan tubuh dari infeksi.

RUJUKAN

1. Winardi, Bambang; Sunoto dan Roedjito. 1981. Diare dan upaya pemberantasannya. Jakarta : Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit Menular, Dep.Kes. R.I., 1981.
2. Chen, S.T. Bacterial diarrhoea in children. In: Epidemiology and Management of Diarrhoea in Children of South East Asia. First Ross Roundtable, Asian Edition. Hongkong: Excerpta Medica, 1984.
3. Clausen, C.R. and D.L. Christie. Chronic diarrhea in infants caused by adherent enteropathogenic Escherchia Coli. J. Pediatrics, 1981, 100 : 358.
4. Rothbaum, R.; A.J. McAdams; R. Glannella; and J.C. Pastin. A clinicopathologic study of enterosite adherent Escherchia Coli: a case of protracted diarrhea in infants. Gastroenterology 1982, 83: 441
5. Mahmud, Mien K.; Hermana; and Darwin Karyadi. A preliminary study of the use of tempeh-based-formula in the dietary treatment of chronic diarrhea. Majalah Kedokteran Indonesia 1985, 35 (8).
6. Sudigbia, I.; Ag.Soemantri; Darwin Karyadi; Mien K. Mahmud; and Hermana. "Reefiding" pada diare-kronik dengan makanan tradisional. Majalah Kedokteran Indonesia 1985. 35 (8).
7. Hagen. Colony husbandy. In: The Biology of the Laboratory Rabbit, edited by Weisbroth Steven H et.al. New York and London: Academic Press, 1974.

8. Sudarmadji, Slamet; and P. Markakis. The phytate and phytose of soybean tempe. J. Sci. Food and Agric. 1977, 28: 381-383.
9. Myrvix, Quentin N.; Nancy N. Pearsall; and R.S. Weiser. Fundamental of medical bacteriology and micology, Washington: Seattle, 1974.
10. Evans, Dalores G. et al. Plasmid-controlled colonization factor associated with virulance in *Escherichia Coli* enterotoxigenic for humans. Infection and Immunity 1975, 3: 465-466.
11. Van Veen, A.G.; and Schaefer. The influence of the tempeh on soybean. Documenta Neerlandica at Indonesia de Morbix Tropica 1950, 2: 270-281.
12. Wang, Hwa L.; Doris L. Ruttle; and C.W. Hasseltine. Antibacterial compound from a soybean product fermented by *Rhyzopus oligosporus* (33930). Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1969, 131:579-583.