

PENGUJIAN MUTU MAKANAN FORMULA OLAHAN HASIL LAUT PADA TIKUS PERCOBAAN

Uken Soetrisno,* Endi Ridwan*

Abstrak

Kurang energi protein dan kurang multi zat gizi mikro pada anak-anak mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan, di samping mudah terkena infeksi penyakit. Indonesia merupakan negara kurang gizi yang kaya akan sumber laut. Berbagai jenis ikan dan rumput laut sudah diketahui mempunyai khasiat kesehatan atau zat bioaktif di samping sebagai sumber zat gizi bagi pertumbuhan. Makanan formula yang dibuat dari ikan laut dan rumput laut sebagai sumber protein dan zat gizi mikro telah dikembangkan dan disukai citarasanya. Untuk dapat digunakan sebagai makanan anak kurang gizi, formula ini masih perlu diuji mutu keamanannya pada tikus percobaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji mutu keamanan formula sebagai makanan anak kurang gizi, menggunakan tikus percobaan. Tikus sapihan umur 21 hari dari jenis Sprague-Dawley, terdiri dari 2 kelompok dengan berat badan (BB) normal dan 4 kelompok dengan BB kurang (tikus kurang gizi). Data yang dikumpulkan berupa asupan makanan, BB, PB, panjang ekor (PE), berat organ hati dan tampilan mikroskopis sel hati. Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan tikus erat hubungannya dengan asupan zat gizi makro, folacin, Fe, dan Zn ($r = 0.38-0.97$). Data berat badan dihubungkan dengan rasio antara BB dengan total asupan makanan menunjukkan formula hasil laut berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ($P < 0.05$), terutama formula jagung-ikan hiu, pisang oli- ikan kwee dan ubi mera-ikan tuna. Organ hati hampir sama berat, kecuali kelompok dengan formula beras-ikan pari mempunyai hati yang teringan, tapi dalam angka perbandingan BB terhadap berat organ hati, semua kelompok sama. Berdasarkan tampilan mikroskopis, semua kelompok tidak mempunyai kelainan spesifik setelah mengonsumsi makanan formula olahan hasil laut. Hal ini menandakan bahwa formula aman dikonsumsi tikus kurang gizi sekalipun.

Kata kunci: makanan formula, ikan laut, rumput laut, pertumbuhan, keamanan.

Pendahuluan

Kekurangan gizi pada masa tumbuh-kembang sangat berpengaruh terhadap kualitas fisik maupun mental anak. Hal tersebut disebabkan oleh tidak tersedianya protein, lemak, vitamin dan mineral yang dibutuhkan untuk metabolisme sel otot, sel rangka, sel syaraf maupun sel otak, di samping untuk membentuk sel yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap serangan berbagai penyakit.^{1, 2}

Indonesia kaya akan hasil laut, yaitu bahan pangan yang diambil atau dipanen dari laut, seperti ikan yang berdaging tebal dan relative murah yaitu tongkol, pari, cucut dan kwee, serta rumput laut yang belum dimanfaatkan secara

maksimal untuk kepentingan perbaikan gizi dan kesehatan. Hasil laut tersebut mempunyai kandungan protein yang bermutu tinggi, di samping asam lemak, vitamin dan mineral yang berkhasiat bagi kesehatan.³

Makanan olahan yang diformulasikan menggunakan ikan teri atau udang rebon yang difermentasi dan ditambah berbagai sumber karbohidrat, telah dicoba sebagai makanan anak balita yang disukai citarasanya.⁴ Makanan formula dengan bahan dasar olahan hasil laut berupa berbagai jenis ikan dan rumput laut, telah dikembangkan dengan citarasa yang disukai⁵ di samping mengandung berbagai mikro nutrien yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan per-

* Puslitbang Gizi dan Makanan

kembangan anak. Untuk itu perlu diketahui keamanan makanan formula olahan hasil laut serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan pada tikus percobaan, sehingga hasilnya akan bermanfaat bagi usaha pemanfaatan hasil laut sebagai makanan anak yang dapat menunjang pertumbuhan dan aman untuk dikonsumsi anak sehat maupun anak kurang gizi.

Bahan dan Cara

Bahan

Penelitian dilakukan di laboratorium hewan percobaan Puslitbang Gizi dan Makanan dan di Balai Penelitian Veteriner untuk pengamatan histopatologi hati. Makanan formula dibuat mengikuti komposisi dan cara pengolahan seperti yang dilaporkan terdahulu⁵ yang merupakan campuran dari salah satu sumber karbohidrat (beras, jagung, ubi, pisang), salah satu sumber protein (ikan laut: pari, cucut, tongkol, kwee), serta bahan makanan sumber vitamin dan mineral lain yang berasal dari salah satu sayuran (wortel, bayam, katuk, tomat) dan jus rumput laut. Sedangkan makanan tikus standar menggunakan kedelai dan susu skim sebagai sumber protein. Setiap 100 g formula harus mengandung sekitar 15 g protein dan 400 kilokalori. Sesudah dianalisis dengan metode analisis kimia makanan dalam buku pedoman dari Apriantono dkk,⁶ kandungan zat gizi makro dan zat gizi mikro ransum dapat dilihat dalam tabel 1 dan 2.

Hewan coba menggunakan tikus putih jantan usia sapihan (21 hari) dari jenis *Sprague-Dawley*. Dalam pengujian ini diperlukan anak

tikus kurang gizi di mana berat badannya $\leq 70\%$ berat badan normal.⁷ Anak tikus kurang gizi diperoleh dari induk yang dibuat kurang gizi selama kehamilan. Kandang tikus berbentuk persegi panjang terbuat dari baja tahan karat, dilengkapi dengan mangkuk ransum, botol air minum dan kertas alas untuk feses maupun ransum tercecer. Setiap 2 hari kandang-kandang dirotasi letaknya agar memperoleh aliran udara yang seimbang.

Cara

Untuk pengujian mutu makanan formula digunakan 7 kelompok tikus. Pembagian tikus berkelompok dilakukan berdasarkan berat badan yang dibutuhkan (BB normal atau kurang gizi), agar setiap kelompok dengan tikus yang serupa memulai percobaan dengan berat badan yang hampir sama. Tikus kurang gizi digunakan oleh 5 kelompok yaitu KKS (kelompok tikus kurang gizi diberi ransum standar), KBP (kelompok tikus kurang gizi diberi formula beras-pari), KJC (kelompok tikus kurang gizi diberi formula jagung-cucut), KUT (kelompok tikus kurang gizi diberi formula ubi-tongkol) dan KPK (kelompok tikus kurang gizi diberi formula pisang-kwee). Tikus dengan BB normal digunakan oleh 2 kelompok yaitu KNS (kelompok tikus BB normal diberi ransum standar) dan KNK (kelompok tikus BB normal diberi ransum kurang gizi). Kelompok KNS dan KKS merupakan kelompok kontrol positif, sedangkan kelompok KNK merupakan kelompok kontrol negatif. Untuk lebih terinci dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Kelompok Tikus Berdasarkan Jenis Ransum Percobaan

Kode Kelompok*	Jumlah tikus	Status BB Awal	Jenis Ransum/ Formula	Jatah Formula/Ransum
KNS	6 ekor	Normal	Standar	<i>Ad libitum</i>
KNK	6 ekor	Normal	Standar	50%
KKS	6 ekor	Kurang Gizi	Standar	<i>Ad libitum</i>
KBP	6 ekor	Kurang Gizi	F beras-pari	<i>Ad libitum</i>
KJC	6 ekor	Kurang Gizi	F jagung-cucut	<i>Ad libitum</i>
KUT	6 ekor	Kurang Gizi	F ubi-tongkol	<i>Ad libitum</i>
KPK	6 ekor	Kurang Gizi	F pisang-kwee	<i>Ad libitum</i>

Keterangan: *KNS: tikus normal+ransum standar; KNK: tikus normal+ ransum kurang gizi; KKS: tikus kurang gizi +ransum standar; KBP: tikus kurang gizi +ransum beras-pari; KJC: tikus kurang gizi +ransum jagung-cucut; KUT: tikus kurang gizi +ransum ubi-tongkol dan KPK: tikus kurang gizi +ransum pisang-kwee.

Estimasi besar sampel perkelompok berdasarkan perhitungan untuk penelitian eksperimental yang menggunakan hewan⁷ yaitu: $(N-1) \times (T-1) \geq 15$. Di mana N adalah jumlah tikus perkelompok dan T (*treatment*) adalah jumlah kelompok. Dalam penelitian ini ditentukan N= 6, sehingga jumlah tikus seluruhnya lebih dari 15 ekor, yang berasal dari perhitungan $(6-1) \times (7-1) = 30$ ekor. Jumlah ini untuk menghindari kekurangan sampel jika ada tikus yang gagal mengikuti penelitian sampai akhir, misal karena bagian tubuhnya ada yang rusak atau putus, sehingga N tersisa masih memenuhi persyaratan pengolahan data secara statistik.

Ransum tikus terdiri dari ransum standar dan ransum berupa makanan formula olahan hasil laut dalam bentuk tepung, untuk mengetahui pengaruh makanan formula secara keseluruhan terhadap pertumbuhan dan keamanan bagi kesehatan. Pemberian makanan dimulai dengan penelitian awal di mana tikus usia sapihan dilatih mengkonsumsi ransum selama 7 hari, sehingga diketahui jumlah yang dapat dihabiskan perhari. Setelah itu tikus diberi makan secara *ad libitum* (tidak dibatasi), kecuali untuk kelompok kontrol negatif yang diberi ransum kurang gizi yaitu ransum standar yang hanya diberikan sebanyak 50% dari jumlah ransum yang dimakan oleh tikus kontrol positif. Pemberian makanan dilakukan selama 35 hari agar terlihat pengaruh asupan zat gizi terhadap pertumbuhan dan perubahan pada sel hati.⁸

Data yang dikumpulkan adalah: Data konsumsi yang berupa berat makanan yang diberikan dikurangi yang tersisa/tercecer di mangkok dan kertas alas. Penimbangan makanan sisa dilakukan setiap 3 hari menggunakan timbangan Ohaus dengan ketelitian 0.1 gram. Data berat badan (BB) dikumpulkan saat awal penelitian dan setiap 3 kali seminggu bersamaan penimbangan ransum sisa, menggunakan timbangan Ohaus dengan ketelitian 0.1 gram. Data panjang badan (PB) dan panjang ekor (PE) hanya dikumpulkan pada awal, tengah dan akhir penelitian menggunakan meja meteran dengan ketelitian 0.1 cm. Panjang badan diukur mulai dari moncong sampai pantat, sedangkan PE diukur dari pangkal sampai ujung ekor.

Data berat organ hati dan tampilan mikroskopisnya dilakukan pada akhir penelitian dimana masing-masing tikus dietanasi dengan menaruh tikus dalam desikator yang diberi larutan ether dalam kapas. Data berat organ hati diperoleh

menggunakan timbangan elektrik Sartorius dengan ketelitian 0.01 gram. Gambar tampilan mikroskopis preparat hati diperoleh dari foto mikroskopis potongan hati yang telah diawetkan dalam larutan BNF (*Buffer Neutral Formalin*). Potongan hati ditanam dalam parafin, kemudian diiris dan difiksasi pada kaca preparat dan diwarnai dengan pewarnaan HE (*Hematoxilin Eosin*).⁷ Preparat difoto mikroskopis dengan pembesaran okuler 10 kali dan pembesaran obyektif 40 kali untuk menunjukkan kelainan sel dalam organ hati. Kegiatan ini dilakukan oleh tenaga ahli di Laboratorium Histopatologi Balai Penelitian Veteriner Bogor.

Pengolahan dan Analisis Data: Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program Excel-MS Office (2003) untuk mengetahui tingkat kemaknaan dari setiap variable dengan menghitung nilai LSD (*least square difference*) dan dilanjutkan dengan uji Tukey. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui variable yang berhubungan secara bermakna.⁹

Hasil dan Pembahasan

Makanan formula hasil laut masih mempunyai keterbatasan dalam kandungan asam amino esensial yaitu pada asam amino sulfur metionin dan sistin. Meskipun demikian rata-rata formula mempunyai skor protein hitungan di atas 80 yaitu skor protein kedelai (Tabel 2). Kandungan energi, protein dan lemak cukup beragam, tetapi tidak berbeda nyata. Perbedaan kandungan zat gizi ransum disebabkan oleh adanya penambahan campuran vitamin dan mineral pada ransum standar, di mana formula hasil laut tidak diberi tambahan. Meskipun demikian terlihat beberapa formula hasil laut mempunyai kandungan zat gizi mikro Zn, yodium, vitamin C, A dan karoten yang lebih baik (Tabel 3). Sedangkan kandungan zat besi (Fe) dan vitamin C masih rendah dibandingkan dengan angka kecukupan anak; hanya asam folat, vitamin A, yodium dan Zn yang cukup tinggi yaitu 70-110% angka kecukupan gizi (AKG) anak.¹⁰

Konsumsi Ransum Harian

Rata-rata konsumsi ransum harian diurutkan berdasarkan perbedaan yang nyata secara statistik ($P < 0.05$). Konsumsi ransum harian tertinggi adalah pada tikus KNS= 12.5 ± 1.4 g dan tikus KKS= 11.2 ± 1.2 g. Diikuti oleh konsumsi ransum pada kelompok tikus lainnya, yaitu KJC=

9.5 ± 0.3 g dan KPK= 6.4 ± 0.7 g. Konsumsi ransum terendah adalah pada tikus KUT= 5.0 ± 0.4 g, KNK= 4.9 ± 0.0 g, dan KBP= 4.2 ± 0.5g. Berdasarkan konsumsi harian tersebut diketahui bahwa ransum standar sama-sama disukai oleh tikus normal maupun tikus kurang gizi, sedangkan makanan formula kurang disukai baik oleh tikus normal maupun tikus kurang gizi. Dari penelitian terdahulu diketahui meskipun hasil uji citarasa oleh panelis menunjukkan daya terima yang baik,⁵ tapi masih ada keluhan tentang bau amis, terutama formula dengan ikan pari agak bau amoniak, di samping rasa agak ketir dari rumput laut.

Perubahan BB, PB dan PE Selama Penelitian

Berat badan tikus pada awal penelitian sesuai dengan pembagian kelompok (Tabel 4), yaitu tikus untuk kelompok dengan BB awal normal adalah seberat 64.0 ± 3.6 g sedangkan tikus untuk kelompok dengan BB awal kurang (KURANG GIZI) adalah seberat 43.6 ± 4.3 g. Rata-rata kenaikan berat badan harian per kelom-

pok diurutkan berdasarkan perbedaan yang nyata secara statistik (P<0.05). Kenaikan tertinggi adalah pada kelompok tikus KNS= 15.9 ± 0.9 g, tikus KKS= 14.5 ± 0.4 g dan tikus KJC= 13.4 ± 0.2 g. Kenaikan berat badan harian rendah terjadi pada tikus KPK= 6.4 ± 0.2 g, tikus KUT= 5.8 ± 0.4 g dan tikus KNK= 4.1 ± 0.1 g, sedangkan kenaikan yang sangat rendah terjadi pada tikus KBP= 1.6 ± 0.1g.

Panjang badan dan panjang ekor pada awal agak bervariasi pada semua kelompok. Perbedaan status gizi tikus pada awal tidak berpengaruh terhadap panjang badan maupun panjang ekor, tetapi setelah pemberian ransum terjadi pertumbuhan yang berbeda nyata pada seluruh kelompok. Untuk memperbandingkan pengaruh masing-masing formula terhadap pertumbuhan tikus selama percobaan dapat dilihat pada tabel 4. Berat badan dan panjang badan tertinggi pada akhir percobaan adalah pada tikus KJC dan KPK, yang sama angkanya dengan tikus kelompok kontrol. Panjang ekor tidak berbeda pada semua kelompok.

Tabel 2. Kadar Zat Gizi Makro Makanan Formula dan Ransum Standar (Per 100 g Tepung)

Makanan Formula*	Skor Protein %	Energi Kkal	Protein %	Lemak %	Air %
FBP	93	430	18.1	12.7	5.6
FJC	87	449	19.3	18.4	6.3
FUT	84	479	21.6	24.7	6.5
FPK	87	457	21.4	21.3	8.3
Ransum Standar	90	411	18.0	12.3	8.9

Keterangan: *F-formula, BP-beras+pari, JC-jagung+cucut, UT-ubi+tongkol, PK-pisang+kwee.

Tabel 3. Kadar Zat Gizi Mikro Makanan Formula dan Ransum Standar (Per 100g Tepung)

Makanan* Formula	Folat Mcg	Fe mg	Zn Mg	Iodium Mcg	Vit C mg	Vit A IU	Karoten mcg
FBP	111.4	0.8	4.3	130	1.0	1184	11.5
FJC	91.2	0.6	4.4	60	1.8	346	3.6
FUT	79.9	1.2	6.7	60	1.9	4514	168.6
FPK	90.4	0.6	3.7	10	5.0	1014	48.7
Ransum Standar	163.6	2.1	5.0	60	10.0	400	2.0

Keterangan: *F-formula, BP-beras+pari, JC-jagung+cucut, UT-ubi+tongkol, PK-pisang+kwee.

Tabel 4. Berat Badan (BB), Panjang Badan (PB), Panjang Ekor (PE) dan Berat Organ Hati Tikus Pada Awal (0) dan Akhir (A) Percobaan*

Kode Kelompok**	BB0	BBA	PB0	PBA	PE0	PEA
KNS	64.2±5.2 ^a	265.3±40.7 ^a	11.8±0.2 ^{bc}	21.1±2.2 ^a	11.0±0.2	19.4±0.8
KNK	63.8±3.6 ^a	116.4±2.9 ^{bc}	12.6±0.3 ^{bc}	17.1±0.8 ^c	11.1±0.5	15.5±0.5
KKS	43.6±4.3 ^b	200.7±15.5	11.4±0.5 ^a	20.0±0.7 ^b	9.4±1.1	18.3±0.3
KBP	44.2±4.4 ^b	59.4±2.8 ^d	11.6±0.5 ^{bc}	14.6±0.4 ^d	10.1±1.4	13.5±0.3
KJC	42.0±4.5 ^b	203.9±5.3	11.3±0.5 ^b	19.7±2.8 ^b	9.6±1.2	18.1±2.6
KUT	41.9±4.9 ^b	98.6±15.0 ^c	11.1±0.4 ^b	16.6±0.3 ^{cd}	9.1±1.2	15.2±0.5
KPK	45.6±1.0 ^b	132.4± 10.7 ^b	11.9±0.5 ^{bc}	17.8±0.2 ^{bc}	11.0±0.2	16.1±0.1

Keterangan: *Tanda huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang bermakna antar kelompok (P<0.05) ** KNS: tikus normal+ransum standar; KNK: tikus normal+ ransum kurang gizi; KKS: tikus kurang gizi +ransum standar; KBP: tikus kurang gizi +ransum beras-pari; KJC: tikus kurang gizi +ransum jagung-cucut; KUT: tikus kurang gizi +ransum ubi-tongkol dan KPK: tikus kurang gizi +ransum pisang- kwee.

Tabel 5. Rasio Total Asupan Ransum Selama Percobaan Terhadap Berat Badan (BB), Panjang Badan (PB) Dan Panjang Ekor(PE) Pada Akhir Percobaan

Kode Kelompok*	Total Makanan (TM), gram**	Rasio***		
		BB/TM	PB/TM	PE/TM
KNS	569.9 ± 87.1	0.3	0.02	0.01
KNK	225.8 ± 1.4 ^b	0.4	0.02	0.02
KKS	508.0 ± 47.4	0.3	0.02	0.02
KBP	181.9 ± 23.3 ^b	0.2	0.02	0.02
KJC	439.9 ± 11.7 ^a	0.3	0.02	0.02
KUT	229.5 ± 3.3 ^b	0.4	0.03	0.03
KPK	307.5 ± 2.1 ^a	0.3	0.02	0.02

Keterangan: * KNS: tikus normal+ransum standar; KNK: tikus normal+ ransum kurang gizi; KKS: tikus kurang gizi +ransum standar; KBP: tikus kurang gizi +ransum beras-pari; KJC: tikus kurang gizi +ransum jagung-cucut; KUT: tikus kurang gizi +ransum ubi-tongkol dan KPK: tikus kurang gizi +ransum pisang- kwee.

Tanda huruf menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05) antar kelompok. *Rasio BB/TM lebih tinggi secara nyata dari rasio lain (P<0.05).

Pada tabel 4 terlihat bahwa BB tikus pada awal penelitian terdiri dari 2 kelompok dengan BB-normal yaitu kelompok KNS dan KNK, dengan berat sekitar 64.0 g; dan 5 kelompok dengan tikus kurang gizi yaitu kelompok KKS, KBP, KJC, KUT dan KPK mempunyai BB berkisar antara 41.9 – 45.6 g ($\leq 70\%$ BB-normal). Tidak ada perbedaan yang bermakna antara BB-awal kelompok KNS dengan KNK, demikian juga BB-awal antara 5 kelompok tikus kurang gizi.

Konsumsi makanan (tabel 5) pada kelompok KNS dan KKS yang diberikan *ad*

libitum adalah sebesar 508 g, sedangkan pada konsumsi makanan standar yang dibatasi sebesar 225.8 g. Pada kelompok tikus kurang gizi dengan pemberian ransum yang diberikan *ad libitum* terlihat variasi konsumsi makanan dimana konsumsi tertinggi pada kelompok KJC dan konsumsi terendah pada kelompok KBP.

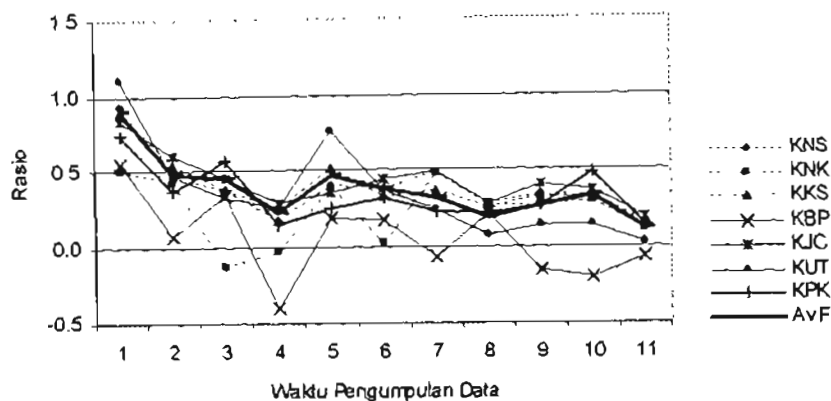
Dari analisis korelasi antara BB setiap kelompok dengan asupan zat gizi ternyata ada hubungan positif antara asupan zat gizi makro dengan kenaikan berat badan harian ($r = 0.66-0.95$), demikian juga dengan asupan zat gizi mikro

folasin, zat besi, dan Zn ($r= 0.38-0.97$), tetapi tidak dengan asupan yodium, vitamin C, A dan karoten ($r= -0.08 - 0.45$).

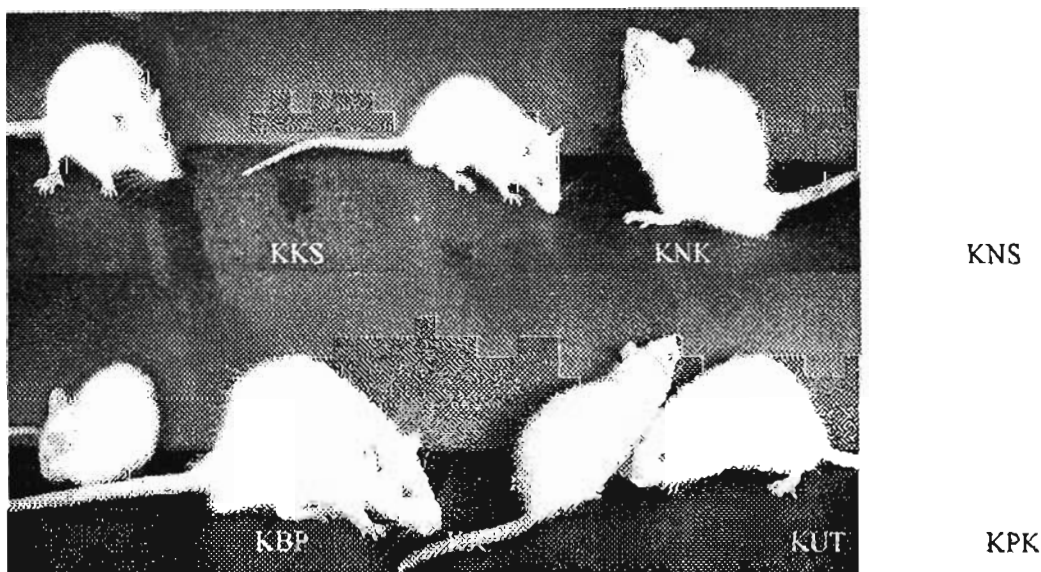
Pemanfaatan asupan ransum terhadap pertumbuhan, disajikan dalam bentuk rasio antara total berat makanan yang dikonsumsi dibandingkan dengan semua ukuran pertumbuhan pada akhir percobaan (Tabel 5). Rasio asupan ransum terhadap BB adalah tertinggi ($P<0.05$) dibandingkan dengan rasio terhadap ukuran lainnya, dengan rasio terendah untuk tikus KBP. Rasio untuk PB dan PE sangat rendah, dan tak ada perbedaan pada

semua kelompok.

Gambar 1 menampilkan tinggi-rendahnya rasio BB dengan konsumsi ransum setiap hari pendataan, untuk melihat pemanfaatan ransum bagi pertumbuhan terutama BB. Terlihat asupan ransum di minggu pertama dimanfaatkan dengan baik oleh semua kelompok (rasio mendekati 0.5), baik kelompok tikus-normal maupun kelompok tikus- kurang gizi. Masuk minggu keempat rasio menurun, hanya berkisar 0.2 - 0.5; kecuali rasio pada tikus KUT >0.5 meskipun minggu selanjutnya hampir sama seperti yang lain.



Gambar 1. Grafik Rasio Kenaikan BB Perkelompok terhadap Asupan Ransum Harian



Gambar 2. Tampilan Pertumbuhan Tikus pada Akhir Percobaan

Jika tanpa memperhitungkan tikus KBP, maka rata-rata rasio dari kelompok makanan formula hasil laut lainnya (KJC, KUT, KPK) adalah sama tinggi dengan rasio kelompok kontrol KNS. Hal tersebut didukung oleh tampilan tikus pada akhir penelitian (Gambar 2), di mana tampak jelas bahwa tikus KJC sama besar dan lincah seperti tikus KNS (tikus normal dengan ransum standar). Tikus KUT dan KPK sama tampilannya dengan tikus KKS (tikus kurang gizi dengan ransum standar), sedangkan tikus KBP sama seperti tikus KNK (tikus normal dengan ransum kurang gizi). Hal ini menunjukkan bahwa makanan formula hasil laut bermutu gizi baik.

Mutu Keamanan Makanan Formula

Indikator keamanan formula sebagai makanan diukur dengan berat organ hati serta tampilan sel hati secara mikroskopis. Rata-rata

organ hati tikus dari kelompok KNS maupun KJC adalah terberat ($P < 0.05$) (Tabel 6). Perbandingan organ hati yang lebih tepat antar kelompok adalah dengan memperhitungkan berat badan, yaitu membandingkan rasio antara berat organ hati dengan BB pada masing-masing kelompok. Dari tabel 4 dan tabel 6 dapat dihitung bahwa rasio untuk masing-masing kelompok kontrol: KNS, KNK dan KKS adalah 0.3. Rasio untuk masing-masing kelompok percobaan: KBP dan KJC adalah 0.4, sedangkan untuk KUT dan KPK adalah 0.3. Sehingga terbukti bahwa ukuran hati berdasarkan BB baik untuk tikus normal maupun tikus kurang gizi dengan ransum kontrol maupun ransum percobaan adalah sama.

Tidak ada pola hubungan khusus antara BB, komposisi zat gizi ransum, maupun rasio BB terhadap berat organ hati. Secara umum tidak dijumpai tanda kelainan spesifik dari organ hati

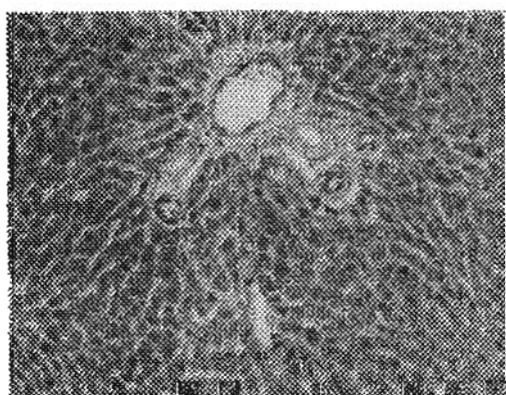
Tabel 6. Rata-Rata Berat Organ Hati (g) dan Tampilan Mikroskopis Sel Hati

Kode Kelompok ^a	Berat organ Hati (g) ^{a,b}	Sel Hati ^{c,c,c}
KNS	8.6±1.4 ^a	Sedikit perlemakan, TKS
KNK	3.0±0.2 ^{cd}	TKS
KKS	6.5±0.4 ^b	Sedikit perlemakan, TKS
KBP	2.2±0.2 ^d	Sedikit pengerasan, TKS
KJC	7.9±0.5 ^{ab}	TKS
KUT	3.0±0.4 ^d	TKS
KPK	4.4±0.5 ^c	Sedikit perlemakan, TKS

Keterangan: ^a KKS-tikus kurang gizi+ransum standar, KNK-tikus normal+ ransum kurang gizi; KNS-tikus normal+ransum standar; KBP-tikus kurang gizi +ransum beras-pari, KJC-tikus kurang gizi +ransum jagung-cucut, KUT-tikus kurang gizi +ransum ubi-tongkol dan KPK-tikus kurang gizi +ransum pisang- kwee.

^b Tanda huruf menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$) antar kelompok

^{c,c,c} TKS= tidak ada kelainan spesifik.



Gambar 3. Tampilan Mikroskopis Preparat Hati (Pembesaran 40X10).

pada semua kelompok (Tabel 6). Hanya terdapat degenerasi lemak ringan pada kelompok KNS dan KKS, sedangkan pada kelompok KBP terlihat tenunan ikat diantara sel-sel hati meskipun hanya sedikit. Tampilan sel hati terlihat normal dan tersusun rapi membentuk sirkular terhadap pembuluh vena hati (Gambar 3).

Meskipun tidak melakukan pengukuran *protein efficiency ratio* (PER), ternyata mutu protein berdasarkan skor protein hitungan adalah sama baiknya dengan perhitungan dari data pengukuran pertumbuhan. Rendahnya BB akhir pada kelompok makanan formula lebih disebabkan oleh rendahnya jumlah ransum yang dikonsumsi, terutama untuk formula beras-pari. Hasil pengamatan selama proses pengolahan dan pengembangan produk, ikan pari mempunyai aroma dan flavor yang sangat tajam dibandingkan ikan lainnya, yang dapat di katagorikan sebagai bau amoniak. Ikan pari berbadan pipih dengan daya tahan kesegarannya sangat pendek, sehingga lebih sering diasinkan oleh nelayan sejak berada di atas kapal. Pertumbuhan memerlukan semua zat gizi dalam jumlah yang cukup dan seimbang, perbedaan hubungan antar zat gizi dengan pertumbuhan lebih disebabkan oleh rendahnya jumlah yang dikonsumsi dan rendahnya kandungan zat gizi mikro dalam makanan formula.

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa formula jagung-cucut, pisang-kwee dan ubi-tongkol mempunyai pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tikus kurang gizi dan sama baiknya dengan tikus normal yang diberi ransum standar. Sedangkan formula beras-pari kurang baik disebabkan oleh rendahnya jumlah yang dikonsumsi. Makanan formula olahan hasil laut, sebagaimana formula yang dibuat dengan susu skim dan kedele, tidak mengakibatkan kerusakan pada sel hati sehingga aman dikonsumsi oleh anak sehat maupun kurang gizi.

Pemanfaatan hasil laut berupa ikan berdaging tebal dan rumput laut perlu ditingkatkan sebagai makanan anak, mengingat harga yang relatif murah, aman dan bermutu gizi tinggi. Mengingat tekstur yang lembut dan rasa yang lezat dengan kandungan zat gizi mikro yang tinggi, sebaiknya dicari cara lain dalam pengolahan dan pemanfaatan daging ikan pari agar lebih disukai citarasanya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Veteriner di Bogor, yang telah mengizinkan penggunaan alat di laboratorium histopatologi untuk digunakan dalam kegiatan analisis dan pengumpulan data penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Stryer, L. *Molecular Physiology*. In: *Biochemistry*. W.H. Freeman and Co. New York. 3-rd ed., 1987. p. 887-920.
2. Politt, E. 2000. *A developmental view of the undernourished child: background and purpose of the study in Pengalengan, Indonesia*. *European J. of Clin. Nutr.* 54:S2-S10
3. Dwiponggo, A. dan Suparno 1993. *Ikan-ikan yang kurang dimanfaatkan sebagai bahan pangan bergizi tinggi*. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi V. Jakarta, 20-22 April.
4. Pasaribu, L., Soetrisno, U., dkk. 2000. *Pengembangan produk fermentasi tradisional yang berbahan dasar ikan dan susu untuk makanan anak balita*. Laporan Akhir Penelitian DIP tahun 1999/2000. Puslitbang Gizi, DepKes RI.
5. Soetrisno, U., Julianti, ED. *Pengembangan makanan formula anak balita menggunakan berbagai jenis ikan laut dan rumput laut*. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*. 2007. 30(1): 1-5.
6. Apriyantono, A., Fardiaz, D., Heryanto, B. *Pedoman Analisis Kimia Makanan*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, IPB. Bogor. 1995.
7. Harkness, J. E., Wagner, J. E. *The Biology and Medicine of Rabbits and Roddents*. Lea & Febiger, Philadelphia. 2-nd ed., 1983. p. 43-50.
8. McFarlane, H. *Nutrition and Immunity*. In: *Present Knowledge in Nutrition*. The Nutrition Foundation, Inc. New York, Washington. 4-th ed., 1976. p. 459-466.
9. Petersen, R. G. 1985. *Design and Analysis of Experiments*. Marcel Dekker, Inc. NY., p. 252-301.
10. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2004. *Angka Kecukupan Gizi dan Pelabelan Gizi*. Bagian dari hasil Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi, Hotel Bidakara, Jakarta. -