

FAKTOR KONVERSI BETA-KAROTEN SAYURAN YANG DIKERINGKAN PADA TIKUS PERCOBAAN

Almasyhuri¹ dan Erwin Affandi¹

ABSTRACT

THE CONVERSION FACTOR OF β - CAROTENE TO RETINOL OF DRIED VEGETABLE IN EXPERIMENTAL MICE

Background: The conversion value of β -carotene to vitamin A is depending on the kind of foods. The ratio is about 11 : 1 for fruit and 31 : 1 for vegetable, but the conversion value of dried vegetables had not known yet.

Objective: To determine the conversion value of carotene dried vegetable to vitamin A.

Method: The study was conducted using 35 white mice strain "LMR (Lembaga Makanan Rakyat)", which bred in Center for Research and Development Nutrition and Food, Bogor. Thirty five mice were divided into the 5 groups: first group (I) was given low vitamin A feeding contained 1 μ g vitamin A per gram; the groups II, III, IV and V were given food which contained β -carotene 30 μ g per gram from pure β -carotene, young cassava leaf, old cassava leaf, and carrot. Analysis of blood for vitamin A and β -carotene before and after of study was done using HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Result: The study concluded that the conversion value of β -carotene to vitamin A is 17:1, the β -carotene of young cassava leaf is 20 : 1 and carrot is 23 : 1. [Penel Gizi Makan 2006, 29(2): 92-97]

Keywords: β -carotene, conversion factor, dried vegetables, vitamin A

PENDAHULUAN

Sayuran daun singkong dan wortel diketahui kaya akan karotenoid provitamin A dan harganya relatif terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Salah satu karotenoid provitamin A terpenting adalah beta-karoten yang banyak terdapat pada sayuran hijau (1). Berdasarkan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM), daun singkong mengandung beta-karoten tinggi, yakni 11.000 IU/100 g bahan yang dapat dimakan (2). Beta-karoten merupakan provitamin A yang sangat potensial karena secara kimia dari satu molekulnya dapat dihasilkan dua molekul retinol.

Namun, pada kenyataannya nilai biologis satu molekul beta-karoten diperkirakan hanya setara dengan $\frac{1}{2}$ molekul retinol. Menurut WHO dalam Karmini (3), dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna, diperkirakan 1 μ g beta-karoten setara dengan $\frac{1}{6}$ μ g retinol. Nilai ini diperoleh dari hasil penelitian dengan menggunakan beta-karoten murni, lalu diaplikasikan pada beta-karoten dari nabati. Menurut de Pee (4) beta-karoten dari buah-buahan dan sayuran hijau segar kurang

dapat diserap sehingga untuk memenuhi kebutuhan vitamin A diperlukan sejumlah besar konsumsi sayuran/buah.

Faktor konversi karoten menjadi vitamin A bukan seperti yang dikemukakan oleh Hunt dan Groff (5), yaitu 6 : 1, tetapi 11 : 1 untuk karoten dari buah dan 31 : 1 untuk karoten dari sayuran. Hal ini diduga karena beta-karoten terikat dalam matriks yang tidak dapat dicerna.

Menurut Almasyhuri (6) sayur daun singkong yang dikeringkan dengan oven dapat diterima oleh anak prasekolah. Karmini dan Hermans (3) pada penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian makanan tambahan menggunakan sayuran yang dikeringkan dapat meningkatkan status vitamin A pada anak balita dan ibu hamil. Sampai sekarang faktor konversi karoten menjadi vitamin A dari sayuran yang dikeringkan belum diketahui.

Di dalam penelitian ini akan dipelajari faktor konversi penyerapan beta karoten dari sayuran yang dikeringkan menjadi vitamin A menggunakan tikus percobaan.

¹ Peneliti pada Puslitbang Gizi dan Makanan, Badan Litbang Kesehatan, Depkes RI

METODE

a. Pembuatan sayuran kering dan ransum tikus

- Daun singkong muda dan tua dan wortel dibersihkan dari kotoran kemudian dicuci, diiris tipis-tipis, lalu dikeringkan dengan alat pengering tenaga surya yang dikembangkan oleh Karmini dan Hermana. Setelah itu dihaluskan dengan blender dan diayak, kemudian dibuat menjadi ransum tikus dengan campuran susu skim, tepung terigu, tepung tapioka, minyak kedelai, campuran vitamin dan mineral (Tabel 1)

- Campuran vitamin disiapkan menurut AOAC (7), tanpa penambahan vitamin A. Komposisi setiap gram terdiri dari: vitamin D 200 IU, vitamin E 10 IU, kolin 200 mg, asam para amino benzoat 10 mg, inositol 10 mg, niasin 4 mg, kalsium pantotenat 4 mg, riboflavin 0,8 mg, tiamin HCl 0,5 mg, piridoksin HCl 0,5 mg, asam folat 0,2 mg, biotin 0,04 mg, vit B-12 0,003 mg, dan glukosa untuk membuat 1 g. Sedangkan campuran mineral lengkap terdiri dari: 139,3 g NaCl, 0,79 g KI, 389,0 g KH₂PO₄, 57,3 g MgSO₄·7H₂O, 381,4 g CaCO₃, 27,0 g FeSO₄·7H₂O, 0,477 g CuSO₄·5H₂O, dan 0,023 g CaCl₂·6H₂O.

Tabel 1
Komposisi dan Jumlah Bahan Masing-masing Ransum Tikus

Bahan	Satuan	N A	Ransum				
			VA	BK	DT	DM	WT
Susu skim	g	400	400	400	300	300	300
Miny. kedelai	g	50	50	50	50	50	50
Tepung terigu	g	250	250	250	250	250	250
Tepung tapioka	g	285	285	285	135	135	135
Vit. A	µg	-	1.000	-	-	-	-
β-karoten	µg	-	-	30.000	-	-	-
Daun singk. tua	g	-	-	-	250	-	-
Daun singk. muda	g	-	-	-	-	250	-
Wortel	g	-	-	-	-	-	250
Vit-mineral	g	15	15	15	15	15	15
Jumlah	g	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Keterangan:

NA : ransum tanpa vit A/beta-karoten; VA : ransum mengandung vit. A murni; BK : mengandung beta-karoten murni; DT : mengandung beta-karoten dari daun singkong tua; DM : mengandung beta-karoten dari daun singkong muda; WT : mengandung beta-karoten dari wortel

- Masing-masing ransum dianalisis kandungan proksimat, vitamin A dan beta-karotennya.

b. Penentuan faktor konversi β-karoten menjadi vitamin A

Jumlah tikus per kelompok dihitung dengan rumus : $(n - 1)(t - 1) \geq 15$; di mana n = jumlah tikus, sedangkan t = jumlah perlakuan. Hasil hitungan jumlah tikus per kelompok (n) = 5 ekor. Dengan memperhitungkan kemungkinan adanya tikus yang mati selama percobaan maka penelitian ini menggunakan tikus 7 ekor per kelompok, sehingga jumlah tikus yang digunakan 35 ekor. Tikus yang digunakan adalah jenis albino strain "LMR" hasil pembiakan Puslitbang Gizi dan Makanan dengan umur berkisar 40 – 43 hari.

Tikus dibagi 5 kelompok, yaitu kelompok I, II, III, IV dan V, berdasarkan berat tikus sehingga selisih berat antar-kelompok minimal.

Percobaan dibagi menjadi 2 masa perlakuan, yaitu masa adaptasi dan masa uji.

Pada masa adaptasi, semua tikus diberi ransum rendah vitamin A (standar) selama 14 hari, kemudian tikus diperiksa kadar vitamin A serum. Jenis ransum yang diberikan kepada setiap kelompok tikus ditentukan secara acak. Ransum dan minuman pada masa uji diberikan secara *ad libitum* selama 5 minggu.

Sebelum dan setelah masa uji diperiksa kadar beta-karoten dan vitamin A serum.

c. Analisis kimiawi

Analisis beta karoten dari daun singkong dan wortel yang dikeringkan dan analisis vitamin A serum menggunakan HPLC (8) sedangkan zat gizi makro dalam ransum dilakukan dengan metode standar (7).

d. Penghitungan faktor konversi β -karoten menjadi vitamin A

Faktor konversi β -karoten menjadi vitamin A dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah konsumsi karoten dan vitamin A sama dengan kenaikan vitamin A serum akibat konsumsi dari masing-masing sumber vitamin A tersebut, atau jumlah karoten : jumlah vitamin A = kenaikan vitamin A akibat konsumsi karoten : kenaikan vitamin A akibat konsumsi vitamin A (9).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kimiawi menunjukkan bahwa daun singkong tua yang dikeringkan mempunyai

kadar β - karoten lebih besar dibandingkan dengan daun singkong muda. Wortel mempunyai kandungan β - karoten paling besar dibandingkan daun singkong tua maupun muda (Tabel 2).

Pengeringan dengan alat pengering tenaga surya mengakibatkan penurunan jumlah karoten sebesar 15-34%. Jumlah beta karoten yang tinggal atau retensi dalam daun singkong tua dan muda yang dikeringkan masing-masing adalah 85,5% dan 88,4%, sedangkan pada wortel adalah 66,6 % (Almasyhuri, 2000). Jumlah kerusakan karoten dalam wortel relatif lebih tinggi dibandingkan dengan karoten dari sayuran lain karena untuk mengeringkan wortel diperlukan waktu yang lebih lama daripada daun singkong.

Kandungan protein daun singkong tua lebih tinggi daripada di dalam daun singkong muda. Sebaliknya, serbuk kering wortel mempunyai kandungan protein paling kecil dibandingkan dengan daun singkong tua maupun muda.

Tabel 2
Kandungan β -karoten, Protein, Lemak dalam 100 gram Serbuk Sayuran yang Dikeringkan

Bahan	Air (g)	β -karoten (μ g)	Protein (g)	Lemak (g)
Daun singkong tua	8,5	12,462	26,4	4,8
Daun singkong muda	8,9	11,206	25,8	5,1
Wortel	9,9	13,246	12,6	4,7

Ransum Tikus

Sumber protein yang digunakan dalam pembuatan ransum tikus adalah susu skim, yang protein utamanya adalah kasein. Tepung terigu digunakan dalam campuran ransum tikus ini. Lemak yang digunakan dalam ransum adalah lemak dari minyak kedelai, karena memiliki kandungan asam lemak esensial yang lengkap (linoleat, linolenat dan arachidonat), di samping tidak mengandung karotenoid. Serat tidak ditambahkan sebagai bahan serat karena ransum telah menggunakan daun singkong atau wortel yang banyak mengandung serat. Vitamin yang digunakan dalam campuran ransum mengikuti saran Smith dan Mangkoewidjojo (1988), tetapi tidak menggunakan vitamin A.

Vitamin A atau beta-karoten ditambahkan tersendiri pada campuran sesuai dengan jenis

ransum. Vitamin A berasal dari kapsul vitamin A produksi Kimia Farma. Beta-karoten berupa serbuk sintetik murni produksi Merck dan dari sayuran kering. Campuran mineral yang digunakan dapat dilihat pada metode penelitian. Menurut Moore (10) kebutuhan vitamin A pada tikus, agar terjadi penyimpanan adalah 30 IU/tikus/hari. Pada penelitian ini vitamin A yang diberikan juga sebesar 30 IU/tikus/hari. Berdasarkan 1 retinol ekuivalen = 1 μ g retinol = 3,33 IU retinol, maka 30 IU retinol = 9,0 μ g retinol. Menurut Smith dan Mangkoewidjojo (11) konsumsi ransum tikus sehari 12–20 gram. Dengan menganggap konsumsi sebesar 12 gram, maka jumlah vitamin A dalam 1 kg ransum adalah 750 μ g. Campuran ransum pada penelitian ini menggunakan 1000 μ g vitamin A/kg.

Menurut De Pee (4) faktor konversi beta-karoten menjadi vitamin A adalah 31 : 1, sehingga

beta-karoten yang diberikan adalah 279 µg/tikus/hari. Dengan menganggap konsumsi ransum sehari 12 gram, maka jumlah karoten yang diperlukan 23,250 µg/kg. Ransum pada penelitian ini menggunakan 30.000 µg beta-karoten per kg atau setara dengan 273,5 gram serbuk daun singkong tua atau setara dengan 267,7 gram serbuk daun singkong muda dan setara dengan 226,5 gram serbuk wortel kering. Pada penelitian ini ransum dibuat dengan menggunakan 250 gram serbuk daun singkong tua muda kering dan 250 gram serbuk wortel kering per kg ransum. Komposisi campuran bahan setiap kg ransum dapat dilihat pada Tabel 1.

Bila dibandingkan dengan ransum yang dianjurkan oleh Smith dan Mangkoewidjojo (11), yaitu protein 12-20%, lemak 5%, mineral 6%; maka ransum yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi syarat (Tabel 3).

Hasil analisis menunjukkan ransum II mempunyai kandungan β-karoten 1.614,0 µg per 100 gram, tetapi berdasarkan perhitungan teoritis dari β-karoten yaitu dari yang ditambahkan dalam campuran, seharusnya ransum mengandung 3000 µg per 100 gram. Kadar vitamin A di dalam ransum I (VA) sebesar 91,2 µg per 100 gram, sedangkan secara perhitungan teoritis dari vitamin A yang ditambahkan adalah sebesar 100 µg per 100 gram.

Tabel 3
Kadar Vitamin A dan Karoten Ransum per 100 gram

Ransum	β-karoten µg	Vit. A µg	Protein (g)	Lemak (g)	Abu (g)	Air (g)
VA	-	91,2	14,2	6,8	7,4	10,1
BK	1.614,0	-	13,8	5,0	7,6	9,8
DM	1.741,1	-	17,9	7,3	6,2	9,9
DT	1.927,8	-	17,4	6,9	7,7	10,2
WT	1.962,4	-	14,5	6,1	7,1	11,2
NA	10,6	-	13,7	6,1	6,8	9,7

Keterangan :

VA = Ransum mengandung Vit. A; BK = Ransum mengandung beta-karoten; DM = ransum mengandung beta-karoten dari daun singkong muda; DT = ransum mengandung beta-karoten dari daun singkong tua; WT = ransum mengandung beta-karoten dari wortel; NA = ransum tidak mengandung vitamin A/ rendah beta-karoten.

Nilai konversi β-karoten menjadi vitamin A

Jumlah konsumsi ransum

Rata-rata jumlah konsumsi ransum tiap ekor tikus selama percobaan (5 minggu) adalah sekitar 353,9-366,5 gram. Dengan memperhatikan jumlah

ransum yang dikonsumsi, terlihat tidak banyak berbeda antara kelompok tikus satu dengan kelompok lainnya. Hal ini berarti bahwa semua jenis ransum yang diberikan dapat diterima oleh tikus (Tabel 4).

Tabel 4
Jumlah Konsumsi Ransum Per Ekor Tikus Selama Percobaan

Kelompok	Jumlah Konsumsi Ransum (gram)
I	353,9 ± 22,4
II	360,6 ± 17,3
III	366,5 ± 17,3
IV	359,8 ± 19,5
V	363,1 ± 22,3

Kadar vitamin A

Kadar vitamin A saat sebelum perlakuan masing-masing kelompok ada sedikit perbedaan, yaitu berkisar antara 17,87 µg/dL dan 24,51 µg/dL.

Pada akhir perlakuan semua kelompok tikus menunjukkan kenaikan kadar vitamin A serum sebesar 4,20 sampai dengan 7,40 µg/dL (Tabel 5)

Tabel 5
Kadar Retinol dalam Darah Tikus Sebelum dan Sesudah Percobaan

Kelompok	Sebelum (µg/dL)	Sesudah (µg/dL)	Kenaikan (µg/dL)
I	17,87 ± 4,0	22,06 ± 3,80	4,20 ± 1,90
II	17,84 ± 5,57	25,24 ± 4,48	7,40 ± 2,00
III	19,72 ± 3,57	24,61 ± 4,37	4,89 ± 1,40
IV	24,51 ± 2,54	29,00 ± 3,18	4,49 ± 2,01
V	20,98 ± 2,33	25,06 ± 2,63	4,08 ± 1,14

Catatan:

Kelompok I : tikus diberi ransum vitamin A (VA); Kelompok II : tikus diberi ransum β-karoten (BK); Kelompok III: tikus diberi ransum β-karoten dari daun singkong tua (DT); Kelompok IV: tikus diberi ransum β-karoten dari daun singkong muda (DM); Kelompok V : tikus diberi ransum β-karoten dari wortel kering (WT)

Faktor konversi β-karoten menjadi vitamin A

Berdasarkan jumlah vitamin A dan β-karoten yang dikonsumsi serta kenaikan vitamin A serum, kemudian membandingkan dengan kenaikan vitamin A serum yang dihasilkan oleh sejumlah vitamin A, didapat nilai faktor konversi β-karoten menjadi vitamin A.

Dalam Tabel 6 dapat dilihat bahwa semua jenis ransum dapat meningkatkan kadar vitamin A dalam serum. Ransum II, yaitu ransum yang mengandung β-karoten murni dapat meningkatkan vitamin A

serum paling besar walaupun jumlah yang dikonsumsi paling kecil dibandingkan dengan ransum lainnya. Fenomena ini menunjukkan bahwa β-karoten murni lebih mudah diserap daripada β-karoten dari sayuran. Faktor konversi β-karoten menjadi vitamin A dari karoten murni menunjukkan nilai 1/10, karoten dari singkong tua 1/17, karoten dari daun singkong muda 1/20, dan karoten dari wortel 1/23. Bilangan ini menunjukkan potensi β-karoten dibandingkan dengan vitamin A dalam meningkatkan vitamin A serum.

Tabel 6
Nilai Konversi β-karoten Menjadi Vitamin A

Kelompok	Jumlah Ransum (g)	Intake vit. A (µg)	Intake β-karoten (µg)	Kenaikan Vit. A (µg/dL)	Konversi
I	353,9	346,1	-	4,2	
II	360,6	-	5.820,1	7,4	0,098 (1/10)
III	366,5	-	6.381,3	4,9	0,059 (1/17)
IV	359,8	-	6.936,2	4,5	0,050 (1/20)
V	363,1	-	7.125,5	4,1	0,044 (1/23)

KESIMPULAN

Faktor konversi β-karoten pada daun singkong tua dan muda yang dikeringkan menjadi vitamin A masing-masing adalah 1/17 dan 1/20, sedangkan

karoten dari wortel yang dikeringkan adalah 1/23. β-karoten murni memiliki nilai konversi paling besar (1/10), artinya memiliki efektifitas paling besar sebagai sumber vitamin A.

SARAN

Untuk menghitung nilai konversi karoten menjadi vitamin A perlu diperhatikan jenis bahan makanan sebagai sumber karoten.

DAFTAR RUJUKAN

1. Lala, V.R. and V. Reddy. Absorption of Beta-carotene from Green Leafy Vegetables in Undernourished Children. *American Journal of Clinical Nutrition* 1970, 23:110-113.
2. Indonesia, Departemen Kesehatan. Direktorat Gizi. Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM). Jakarta: Bhratara Niaga Media, 1996.
3. Karmini, M. and Hermana. *Food-Based Intervention to Improve Vitamin A Status of Under Five Children in South Sulawesi*. Research Report: Bogor: Nutrition Research and Development Centre, 1996.
4. De Pee, S. Lack of Improvement in Vitamin A Status with Increased Consumption of Dark-Green Leafy Vegetables. *Lancet* 1995, 346:75-81.
5. Hunt, S.M and J.L. Groff. *The Vitamin in Advanced Nutrition and Human Metabolism*. New York: West Publishing Company, 1990.
6. Almasyhuri *et al.* Potensi Daun Singkong Kering sebagai Sumber Vitamin A untuk Anak Prasekolah. *Penelitian Gizi dan Makanan* 1996,19:114-121.
7. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Washington: Assoc. of Official Agric. Chemists, 1984.
8. Zakaria, M and K. Simpson. Use of Reversed Phase High Performance Liquid Chromatographic Analysis for the Determination of Provitamin A Carotenoids in Tomatoes. Reprint of Selected Methods of the Analysis of Vitamin A and Carotenoids in Nutrition Surveys. International Vitamin A Consultative Group IV ACG, 1982.
9. Muhilal. Komunikasi pribadi. Bogor: Puslitbang Gizi dan Makanan, 1996.
10. Moore, T. Requirements of Vitamin A in Animals. Dalam: Djailani, M. Ketersediaan Hayati Beta-karoten Daun Singkong Rebus dan Tumis pada Hati dan Plasma. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1967.
11. Smith, J.B. and S. Mangkoewidjojo. *Pemeliharaan, Pembiakan, dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta: UI Press, 1988.