

## Pengaruh teknik pengolahan terhadap kandungan beta-karoten pada brokoli (*Brassica oleracea L.*)

### *Effect of processing techniques on beta-carotene content in broccoli (Brassica oleracea L.)*

Mario Febrianus Helan Sani<sup>1</sup>, Setyowati Setyowati<sup>2</sup>, Sri Kadaryati<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta;

<sup>2</sup>Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Diterima: 15/11/2018

Ditelaah: 06/12/2018

Dimuat: 26/02/2019

#### Abstrak

**Latar Belakang:** Beta-karoten merupakan salah satu isomer karoten yang bisa ditemukan pada sayuran berwarna hijau tua atau kuning tua (seperti wortel dan brokoli). Brokoli merupakan sayuran yang memiliki kandungan beta-karoten yang cukup tinggi, yaitu 623 IU/100 gram. Namun, proses pengolahan brokoli menjadi hidangan dapat menurunkan kandungan beta-karotennya. **Tujuan:** Mengetahui pengaruh teknik pengolahan terhadap kandungan beta-karoten pada brokoli. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah *observational* di laboratorium. Penelitian ini menggunakan rancangan acak sederhana dengan dua kali pengulangan dan satu unit percobaan. Teknik pengolahan yang dilakukan adalah merebus, mengukus, dan menumis. Brokoli mentah digunakan sebagai kontrol. Penelitian dilakukan pada bulan Februari–Maret 2017. Analisis kadar beta-karoten dilakukan di Laboratorium Chem-mix Pratama Yogyakarta dengan metode spektrofotometri. **Hasil:** Kadar beta-karoten tertinggi terdapat pada brokoli mentah diikuti dengan brokoli yang ditumis, dikukus dan direbus. Persen penurunan kadar beta-karoten yang direbus, dikukus dan ditumis dibandingkan dengan brokoli mentah masing-masing sebesar 45,87%, 33,52% dan 22,25%. Ada penurunan kadar beta-karoten yang signifikan setelah direbus, ditumis, maupun dikukus dibandingkan dengan brokoli segar ( $p < 0,05$ ). **Kesimpulan:** Kadar beta-karoten pada brokoli mengalami penurunan setelah dilakukan pengolahan dengan cara direbus, dikukus, dan ditumis. Merebus mengakibatkan penurunan kadar beta-karoten terbanyak dibandingkan dengan kedua proses lainnya.

**Kata kunci:** beta-karoten; brokoli; merebus; mengukus; menumis; teknik pengolahan

#### Abstract

**Background:** Beta-carotene is one of the carotene isomers found in dark green or dark yellow vegetables (e.g. carrot and broccoli). Broccoli has high content of beta-carotene, which is 623 IU/100 gram, but the processing into a dish could reduce beta-carotene content. **Objective:** To know the effect of processing technique on beta-carotene content in broccoli. **Methods:** This was an observational study in a laboratory with simple randomized design. Processing techniques performed were boiling, steaming, and sauteing. Raw broccoli was used as a control. The research was conducted in February–March 2017. Analysis of beta-carotene content was conducted at Laboratorium Chem-mix Pratama Yogyakarta using spectrophotometry method. **Results:** The highest content of beta-carotene was in uncooked broccoli followed by sauteed, steamed and boiled broccoli. The percentage of beta-carotene reduction in boiled, steamed and sauteed broccoli compared with uncooked broccoli was 45.87%, 33.52% and 22.25 % respectively. There were significant decreases in beta-carotene of fresh broccoli after boiling, sauteing or steaming ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** Beta-carotene content in broccoli decreased after boiling, steaming and sauteing processing. Boiling could decrease greatest beta-carotene content compared to the other two processes.

**Keywords:** beta-carotene; broccoli; boiling; steaming; sauteing; processing technique

\*Korespondensi: Sri Kadaryati, Program Studi S-1 Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Yogyakarta, Jalan Raya Tajem Km 1,5, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, telepon 133 081291258255, email: srikadaryati3@gmail.com

## **PENDAHULUAN**

Kekurangan vitamin A merupakan salah satu masalah defisiensi zat gizi di Indonesia. Studi yang dilakukan oleh South East Asian Nutrition Survey (SEANUTS) menunjukkan prevalensi kekurangan vitamin A di pedesaan pada kelompok umur 1,0–2,9 tahun sebanyak 3,1%. Sementara itu, kekurangan vitamin A pada kelompok usia 9,0–12,9 tahun di perkotaan sebesar 4,9% dan 4,8% di pedesaan (1). Kekurangan vitamin A dihubungkan dengan terjadinya infeksi pada beberapa sistem organ tubuh, antara lain penyakit infeksi pernapasan, diare, infeksi pada ginjal dan kantung kemih, serta komplikasi pada penyakit campak yang dapat menyebabkan kematian (2).

Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 menunjukkan adanya peningkatan prevalensi pada beberapa penyakit infeksi, seperti pneumonia dan diare. Prevalensi diare mengalami peningkatan dari 4,5% pada tahun 2013 menjadi 6,8% pada tahun 2018, sedangkan prevalensi pneumonia mengalami peningkatan dari 1,6% menjadi 2,0% (2). Hal ini dikaitkan dengan fungsi beta-karoten dan vitamin A sebagai antioksidan untuk kekebalan tubuh (3). Serum retinol adalah indikator yang digunakan untuk mengetahui status vitamin A. Asupan vitamin A berhubungan dengan status serum retinol dan morbiditas penyakit infeksi pada anak (4). Asupan vitamin A dapat ditingkatkan dengan mengonsumsi bahan makanan sumber beta-karoten. Vitamin A dapat diproduksi di dalam tubuh dari karoten tertentu, terutama beta-karoten (5).

Beta-karoten merupakan salah satu isomer dari karoten yang dapat ditemukan pada buah-buahan berwarna hijau tua atau kuning tua, serta sayuran. Sebagian beta-karoten di dalam tubuh manusia akan diubah menjadi vitamin A. Beta-karoten maupun vitamin A, keduanya sama-sama bisa bertindak sebagai antioksidan dan berperan dalam fungsi tubuh, seperti

penglihatan, diferensiasi sel, kekebalan, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, serta pencegahan kanker dan penyakit jantung (6). Beta-karoten juga mudah larut dalam lemak seperti vitamin A (7).

Brokoli merupakan sayuran yang memiliki kandungan beta-karoten dalam jumlah cukup tinggi, yaitu 623 IU/100 gram (8). Brokoli biasanya dikonsumsi setelah dimasak. Cara pengolahan yang banyak digunakan yaitu pengolahan menggunakan sumber panas, seperti merebus, mengukus, dan menumis. Pengolahan bahan makanan dapat memengaruhi kandungan zat gizi yang terdapat dalam bahan makanan tersebut. Proses *hydrothermal* berpengaruh terhadap kemampuan penghambatan berkurangnya beta-karoten. Penelitian menunjukkan brokoli segar memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dalam kondisi tidak dimasak (9).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh teknik pengolahan dengan cara merebus, mengukus, dan menumis terhadap kadar beta-karoten pada brokoli. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan untuk penyusunan menu dalam manajemen penyelenggaraan makanan.

## **METODE**

Jenis penelitian ini adalah *observational* di laboratorium. Pengolahan brokoli dilakukan di Laboratorium Dietetik dan Kulineri, Universitas Respati Yogyakarta sedangkan analisis kadar beta-karoten dilakukan di Laboratorium Chem-mix Pratama Yogyakarta pada bulan Februari–Maret 2017.

Brokoli mentah digunakan sebagai kontrol. Teknik pengolahan yang dilakukan, yaitu merebus, mengukus, dan menumis. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 100 gram brokoli pada masing-masing perlakuan. Brokoli yang digunakan untuk sampel penelitian diambil secara acak. Brokoli diambil pada salah satu sisi. Brokoli kemudian diolah hingga matang, dengan ciri

tekstur brokoli menjadi lunak. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan beta-karoten pada setiap perlakuan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak sederhana dengan dua kali pengulangan dan satu unit percobaan. Rancangan percobaan disajikan pada **Tabel 1**.

Analisis kadar beta-karoten dimulai dengan menimbang lima gram sampel kemudian memasukkan sampel tersebut ke dalam erlenmayer. Sampel tersebut dihaluskan menggunakan lumpang *porcelain* serta menambahkan *petroleum ether* dan *acetone* dengan perbandingan 1:1 dan dibantu pasir murni bebas karoten untuk memudahkan penghalusan, sampai ekstrak warna *carotene* (kuning) yang terkandung dalam sampel habis. *Filtrate* ditampung dalam erlenmayer, dimasukkan ke dalam corong pisah, ditambahkan *aquadest* 50 ml ke dalam corong pisah kemudian dikocok, dan diamkan selama lima menit maka akan terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah fraksi karoten dalam *petroleum ether* sedangkan lapisan

bawah adalah fraksi sisa *acetone* yang tidak bereaksi dan larut dalam air. Lapisan bagian bawah dibuang, sedangkan lapisan bagian atas ditampung dalam erlenmayer dan ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat untuk menyerap sisa air atau *aquadest* yang ikut terbawa. Selanjutnya, *petroleum ether* ditambahkan sampai volume tertentu kemudian dibaca absorbansinya menggunakan *spectrophotometer* pada panjang gelombang 450 nm. Data yang diperoleh dihitung sebagai beta-karoten.

Data yang telah terkumpul dilakukan pengelompokan kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Sebelum dilakukan uji beda, uji *Kolmogorov Smirnov* dan *Levene Test*, perlu dilakukan normalitas data dan kesamaan variansi. Uji *One Way Anova* digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar beta-karoten pada teknik pengolahan, kemudian dilanjutkan dengan uji *Post-hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan antar teknik pengolahan dengan  $p < 0,05$ .

**Tabel 1. Rancangan percobaan**

Ulangan	Unit coba	Perlakuan			
		A	B	C	D
1	b	A1b	B1b	C1b	D1b
2	b	A2b	B2b	C2b	D2b

Keterangan:

1, 2 : Ulangan      A : Merebus      C : Menumis  
 b : Brokoli      B : Mengukus      D : Mentah

## HASIL

Proses perebusan dan pengukusan pada brokoli sampai matang memerlukan waktu 15 menit, sedangkan penumisan membutuhkan waktu lima menit. Brokoli yang ditumis berwarna kecokelatan pada permukaannya. Penampilan fisik yang paling menarik terdapat pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara dikukus karena memiliki warna hijau yang lebih terang dibandingkan dengan brokoli yang diberi perlakuan dengan cara direbus dan ditumis.

Hasil analisis kadar beta-karoten brokoli terdapat pada **Tabel 2**. Kadar beta-karoten tertinggi terdapat pada brokoli yang masih mentah kemudian berturut-turut diikuti dengan brokoli yang diberi perlakuan dengan cara ditumis, dikukus, dan direbus. Teknik pengolahan yang mampu menurunkan kadar beta-karoten tertinggi adalah perebusan dengan nilai penurunan sebesar 45,87% diikuti oleh pengukusan sebesar 33,52% dan penumisan sebesar 22,25%.

**Tabel 2. Hasil analisis kadar beta-karoten pada brokoli**

<b>Teknik pengolahan</b>	<b>Kadar beta-karoten (µg/100 gram)</b>	<b>% Penurunan kadar beta-karoten</b>
Mentah	10.444,24	
Rebus	5.856,42	45,87
Kukus	7.091,49	33,52
Tumis	8.218,3	22,25

**Tabel 3** merupakan hasil analisis *One Way Anova* yang menunjukkan ada perbedaan kadar beta-karoten yang signifikan antara brokoli mentah, rebus, kukus, dan tumis ( $p < 0,001$ ). Analisis data dilanjutkan dengan uji *Post-hoc LSD* (**Tabel 4**) yang menunjukkan ada perbedaan kadar beta-karoten yang signifikan

( $p < 0,001$ ) pada brokoli mentah dan brokoli yang diberi perlakuan dengan cara direbus, dikukus maupun ditumis, baik antar teknik pengolahan maupun antar masing-masing teknik pengolahan dengan brokoli mentah sebagai kontrol.

**Tabel 3. Hasil analisis kadar beta-karoten dengan uji *One Way Anova***

	<b>n</b>	<b>Rerata±s.b. (µg /100 gram)</b>	<b>p</b>
Mentah	2	10.444,245±69,345	
Rebus	2	5.856±88,105	<0,001
Kukus	2	7.091±23,157	
Tumis	2	8.218±44,873	

**Tabel 4. Hasil analisis *Post-hoc LSD* pada kadar beta-karoten**

<b>Teknik pengolahan</b>	<b>Perbedaan rerata</b>	<b>IK 95 %</b>		<b>p</b>
		<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	
Mentah vs Rebus	4587,825	4417,117	4758,533	<0,001
Mentah vs Kukus	3352,750	3182,042	3523,458	<0,001
Mentah vs Tumis	2225,945	2055,23	2396,653	<0,001
Tumis vs Mentah	-2225,945	-2396,653	-2055,237	<0,001
Tumis vs Rebus	2361,880	2191,172	2532,588	<0,001
Tumis vs Kukus	1126,805	958,097	1297,513	<0,001
Kukus vs Mentah	-3352,750	-3523,458	-3182,042	<0,001
Kukus vs Rebus	1235,075	1064,367	1405,783	<0,001
Kukus vs Tumis	-1126,805	-1297,513	-956,097	<0,001
Rebus vs Mentah	-4587,825	-4758,533	-4417,117	<0,001
Rebus vs Kukus	-1235,075	-1405,783	-1064,36	<0,001
Rebus vs Tumis	-2361,880	-2532,588	-2191,172	<0,001

**PEMBAHASAN**

**Perbedaan Kadar Beta-Karoten pada Brokoli Mentah dengan Brokoli Rebus**

Hasil penelitian menunjukan bahwa kadar beta-karoten pada brokoli mentah lebih tinggi dibandingkan dengan kadar beta-karoten pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara

direbus. Proses perebusan dan pengukusan juga memiliki pengaruh terhadap kandungan total karotenoid di dalam wortel dan bayam. Setelah perebusan, total kandungan karotenoid pada sayuran berkurang signifikan, antara lain pada wortel dan bayam (10) serta lada dan paprika (11). Pengurangan kandungan

karotenoid tersebut kemungkinan disebabkan oleh pelepasan karoten ke dalam air mendidih. Semakin lama proses perebusan maka penurunan total karotenoid juga semakin banyak. Total karotenoid pada bunga brokoli mengalami penurunan hingga 12% pada pemasakan selama 60 menit dan 17% pada pemasakan hingga 120 menit, sedangkan penurunan total karotenoid pada batang brokoli hingga 20% pada 90 menit pemasakan (10). Penurunan karotenoid yang signifikan ( $p < 0,05$ ) terlihat pada perebusan dalam waktu 15, 30, 45, dan 60 menit. Penurunan kadar beta-karoten pada brokoli setelah perebusan diikuti dengan peningkatan kadar beta-karoten pada air perebusan (9). Hasil serupa juga terjadi pada proses perebusan selama lima menit pada lada hijau dan paprika *orange* ( $p < 0,05$ ) (11).

Proses perebusan tidak hanya menurunkan kandungan fitokimia pada brokoli segar, tetapi juga pada brokoli beku. Kandungan karotenoid, klorofil, glukosinolat, vitamin C, dan komponen fenol, secara umum mengalami penurunan setelah proses perebusan. Penurunan beta-karoten secara signifikan terjadi pada perebusan brokoli beku, tetapi tidak signifikan pada brokoli segar ( $p \leq 0,05$ ) (12).

#### **Perbedaan Kadar Beta-Karoten pada Brokoli Mentah dengan Brokoli Kukus**

Hasil penelitian menunjukkan kadar beta-karoten pada brokoli mentah lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan kadar beta-karoten pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara dikukus ( $p < 0,001$ ). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya penurunan kadar beta-karoten pada brokoli segar yang dikukus, baik menggunakan pengukusan tradisional maupun dengan oven, meskipun penurunan ini tidak berbeda secara statistik. Penurunan kadar beta-karoten yang signifikan ditunjukkan pada brokoli

beku setelah proses pengukusan, baik secara tradisional maupun menggunakan oven (12).

Secara umum, proses pemasakan lebih banyak menurunkan kandungan antioksidan pada sayuran. Pengaruh pemasakan pada kandungan antioksidan dalam sayuran terutama disebabkan oleh pelunakan atau denaturasi jaringan tanaman dan pemisahan beberapa senyawa fenolik dari struktur selular. Pengukusan adalah prosedur memasak terbaik untuk menjaga kandungan total karoten (10). Pemanasan dapat menyebabkan beta-karoten terisomerisasi dari bentuk trans ke cis sehingga menurunkan kandungan beta-karoten (13). Hal ini yang kemungkinan besar menyebabkan adanya penurunan kandungan beta-karoten pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara dikukus.

#### **Perbedaan Kadar Beta-Karoten pada Brokoli Mentah dengan Brokoli Tumis**

Hasil penelitian menunjukkan kadar beta-karoten pada brokoli yang ditumis mengalami penurunan sebesar 22,25% dan penurunan kadar beta-karoten dengan teknik penumisan signifikan dibandingkan brokoli segar ( $p < 0,001$ ). Titik didih minyak lebih tinggi daripada air dan sifat minyak yang mengarah ke asam serta kontak dengan logam dari sendok untuk menumis menyebabkan penurunan kadar beta-karoten setelah penumisan (13). Faktor tersebut menyebabkan kadar beta-karoten pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara ditumis lebih rendah dibandingkan dengan brokoli mentah.

#### **Perbedaan Kadar Beta-Karoten pada Brokoli Rebus, Brokoli Kukus, dan Brokoli Tumis**

Kadar beta-karoten tertinggi terdapat pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara ditumis, jika dibandingkan dengan kedua teknik pengolahan lainnya. Penelitian sebelumnya dengan menggunakan lada sebagai sampel juga menunjukkan kecenderungan yang sama, bahwa total karotenoid mengalami

penurunan setelah proses pemasakan. Jenis lada dan perbedaan suhu pengolahan juga memengaruhi penurunan kadar total karotenoid. Perebusan selama lima menit dapat menstabilkan total karotenoid hingga 30 menit setelahnya. Namun demikian, penelitian ini juga menjelaskan bahwa proses pengolahan dengan panas dapat meningkatkan bioavailabilitas karotenoid pada sayuran (11).

Beta-karoten dalam brokoli tergabung dalam karotenoid protein kompleks dalam kloroplas yang disebut *carotenoproteins* dan memiliki efek penghambatan proses *extractability* dari beta-karoten dari matriks sayuran. Pemasakan menyebabkan pelunakan jaringan tanaman dan denaturasi protein sehingga karotenoid dapat diekstraksi jauh lebih mudah. Hal ini sering diasumsikan pula bahwa dengan meningkatnya daya terekstraksinya berhubungan dengan peningkatan bioavailabilitas beta-karoten (10).

Minyak goreng yang digunakan untuk menumis brokoli sudah memiliki kandungan beta-karoten alami karena terbuat dari minyak kelapa sawit. Penurunan kadar beta-karoten paling banyak terjadi pada brokoli yang diberi perlakuan dengan cara direbus, yaitu sebesar 45,87%. Kandungan beta-karoten pada sampel yang ditumis seharusnya mempunyai kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang direbus dan dikukus karena selain pemanasan itu sendiri, bisa juga karena beta-karoten yang ada pada brokoli tersebut ikut larut dalam minyak goreng (13). Adanya peningkatan kandungan beta-karoten pada brokoli yang ditumis dimungkinkan karena faktor lain yang memengaruhi sampel tersebut. Seperti yang diketahui bahwa minyak goreng juga memiliki senyawa beta-karoten di dalamnya (14). Kandungan beta-karoten alami yang sudah dimiliki oleh minyak kelapa sawit inilah yang kemungkinan besar menyebabkan kadar beta-karoten pada brokoli yang ditumis lebih tinggi jika dibandingkan dengan brokoli

yang direbus dan dikukus. Minyak kelapa sawit mengandung 18,181 mg beta-karoten (15). Minyak sawit merah mengandung komponen minor yang memiliki nilai gizi tinggi seperti karotenoid (*alpha-tokoferol*) dalam jumlah yang sangat tinggi, yaitu 500 ppm (16).

Pengolahan bahan makanan dengan melibatkan panas merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang banyak dilakukan baik pada skala rumah tangga atau skala industri. Pengolahan pada bahan makanan dilakukan untuk menambah daya cerna pada manusia. Namun, pengolahan menggunakan panas dari sumber api memiliki nilai negatif terhadap kandungan zat gizi yang terdapat dalam bahan makanan tersebut. Alternatif untuk tetap mempertahankan kandungan beta-karoten yang terdapat dalam sayuran, yaitu dengan perlakuan pendahuluan berupa *blanching* pada sayuran yang akan diolah. *Blanching* dilakukan dengan mencelupkan makanan ke dalam air mendidih atau minyak panas dalam waktu singkat (17). Perlakuan pendahuluan berupa *blanching* berpengaruh dalam mempertahankan kadar lemak, kadar beta-karoten, dan daya serap air. Hal ini karena proses *blanching* dapat menonaktifkan enzim yang dapat menurunkan kadar beta-karoten dalam sayuran (18).

Antioksidan terdapat pada bahan pangan secara alami, tetapi jika bahan pangan tersebut dimasak maka kandungan antioksidannya akan berkurang akibat terjadinya degradasi kimia dan fisik (18). Efek proses *thermal* bervariasi tergantung pada waktu atau suhu yang digunakan. Di samping itu, penyimpanan beku dalam waktu lama juga dapat menyebabkan penurunan kadar karotenoid (5).

Kadar antioksidan tertinggi terdapat pada sayuran yang dikukus kemudian disusul dengan yang direbus dan diolah dengan *microwave*. Namun demikian, efek ini dapat bervariasi pada perebusan dan pengolahan dengan *microwave*. Pengolahan dengan *microwave* menyebabkan lebih banyak antioksidan yang

hilang pada air pengolahan sehingga air sisa pengolahan merupakan sumber pangan yang kaya antioksidan (19).

Karotenoid pada sel tanaman selain berada dalam bentuk kompleks dengan protein juga strukturnya banyak mengandung ikatan rangkap sehingga relatif stabil terhadap pemasakan, tetapi sangat sensitif terhadap oksidasi (20). Adapun zat gizi yang mengalami penurunan setelah dilakukan pemanasan (21) adalah: 1) Vitamin A, yang akan rusak ketika dipanaskan dengan adanya oksigen, terutama pada suhu yang tinggi; 2) Vitamin C, akan sedikit stabil dalam larutan asam dan mengalami dekomposisi akibat adanya cahaya dan mengalami kerusakan jika dipanaskan menggunakan suhu tinggi, asam lemak esensial akan membentuk isomer ketika dipanaskan dalam larutan alkali dan sangat sensitif terhadap sinar, suhu, dan oksigen; 3) Vitamin D, pada umumnya akan stabil terhadap panas, asam, dan oksigen. Vitamin ini akan rusak secara perlahan-lahan apabila suasana sedikit alkali, terutama dengan adanya udara dan cahaya; 4) Vitamin B<sub>12</sub>, akan rusak ketika dipanaskan dalam larutan alkali atau asam dalam bentuk kasar, misalnya bahan pangan.

Peneliti mengalami keterbatasan selama proses penelitian berlangsung, yaitu suhu pada air dan minyak selama perebusan, pengukusan, dan penumisan pada brokoli tidak dapat dikendalikan atau dikontrol sehingga waktu yang digunakan pada setiap perlakuan tidak sama.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Ada pengaruh teknik pengolahan dengan cara direbus, dikukus, dan ditumis terhadap kadar beta-karoten pada brokoli jika dibandingkan dengan brokoli mentah (kontrol). Brokoli yang direbus mengalami penurunan kadar beta-karoten sebesar 45,87%, brokoli yang dikukus mengalami penurunan kadar beta-karoten sebesar 33,52%, dan

brokoli yang ditumis mengalami penurunan kadar beta-karoten sebesar 22,25%.

Perencanaan menu dengan bahan dasar sayuran sebaiknya mengutamakan teknik pengolahan dengan cara dikukus untuk menjaga tampilan masakan tetap menarik dan teknik pengolahan dengan cara ditumis untuk menjaga kadar beta-karoten pada masakan tidak banyak terbuang. Apabila mengolah sayuran dengan teknik perebusan, sebaiknya menggunakan air sesedikit mungkin dan tidak membuang air sisa perebusan agar tetap mendapatkan manfaat dari kandungan beta-karoten yang larut selama proses perebusan. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengontrolan suhu selama proses pemasakan dan menggunakan variasi waktu sehingga dapat mengetahui waktu memasak yang tepat pada brokoli.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ernawati F, Sandjana, & Soekarti MYE. Status vitamin A dan zat besi anak Indonesia. *Gizi Indonesia*. 2013;36(2):123-130.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hasil utama Riskesdas 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.
3. Pratiwi YS. Kekurangan vitamin A (KVA) dan infeksi. *The Indonesian Journal of Health Science*. 2013;3(2):207-210.
4. Elvandari M, Briawan D, & Tanziha I. Hubungan asupan zat gizi dan serum retinol dengan morbiditas pada anak 1-3 tahun di Jawa Tengah. *Jurnal MKMI*. 2016;12(4):201-207.
5. Maiani G, Caston MJP, Catasta G, Toti E, Cambrodon IG. *et al*. Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Mol. Nutr. Food. Res*. 2009;53:194-218.
6. Sunarjono H, & Ramayulis R. *Timun suri dan blewah*. Jakarta: Penebar Swadaya; 2012.

7. Astawan M, & Kasih AL. Khasiat warna-warni makanan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2008.
8. Fauziah F, Roslinda R, & Reza F. Pengaruh proses pengolahan terhadap kadar beta karoten pada ubi jalar varietas ungu (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) dengan metode spektrofotometri visibel. Jurnal Farmasi Higea. 2015;7(2).
9. Gawlik-Dziki U. Effect of hydrothermal treatment on the antioxidant properties of broccoli (*Brassica oleracea* var. *botrytis italica*) florets. Food Chemistry. 2008;109:393-401.
10. Ramdhan T & Syarifah A. Pengaruh pemasakan terhadap kandungan antioksidan sayuran. Buletin Pertanian Perkotaan. 2014;4(2).
11. Chuah AM, Ya-Chi L, Tomoko Y, Hitoshi T, Li-Jun Y. *et al.* Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. Food Chemistry 111. 2008;20–28.
12. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D. *et al.* Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. J. Agric. Food Chem. 2010;58(7):4310-4321.
13. Adelina R, Noorhamdani & Annasary M. Perebusan dan penumisan menurunkan kadar beta-karoten dalam wortel. Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia. 2013;1(3):164-68.
14. Yuniarto K, Sumarsono J, Maryati S, Alamsyah A. Penentuan laju kerusakan minyak dan bawang putih kering dalam operasi penggorengan hampa (tinjauan aspek teknis). Jurnal Teknologi Pertanian. 2010;11(2):101-108.
15. Mahmud MK, Hermana, Zulfianto NA, Apriyantono RR, Ngadiarti I, *et al.* Tabel komposisi pangan Indonesia. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2009.
16. Bardhani AMS. Analisis persepsi konsumen terhadap produk minyak sawit merah sebagai minyak kesehatan (studi kasus: Perumahan Ciomas Permai, Bogor). Jurnal Manajemen IKM. 2009;4(2).
17. Soenardi S & Tim Yayasan Gizi Kuliner Jakarta. Teori dasar kuliner. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2013.
18. Prabasini H, Dewi I, & Dimas R. Kajian sifat kimia dan fisik tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) dengan perlakuan *blanching* dan perendaman dalam natrium metabisulfit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Jurnal Teknosains Pangan. 2013;2(2).
19. Wachtel-Galor S, Ka WW, & Iris FFB. The effect of cooking on *Brassica* vegetables. Food Chemistry 110. 2008;706–710.
20. Aisyah Y. Rasdiansyah, & Muhaimin. Pengaruh pemanasan terhadap aktivitas antioksidan pada beberapa jenis sayuran. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 2014. Tersedia di <http://Jurnal.Unsyiah.ac.id/TIPI>.
21. Palupi NS, Zakaria FR, & Prangdimurti E. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi pangan. Modul e-Learning ENBP. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan-Fateta-IPB; 2007.