

## PENGARUH PENDINGINAN DENGAN FAR INFRARED DRYER, OVEN VAKUM DAN FREEZE DRYER TERHADAP WARNA, KADAR TOTAL KAROTEN, BETA KAROTEN, DAN VITAMIN C PADA DAUN BAYAM (*Amaranthus tricolor* L.)

[Effect of Drying with Far Infrared Dryer, Oven Vacuum, and Freeze Dryer on the Color, Total Carotene, Beta-Carotene, and Vitamin C of Spinach Leaves (*Amaranthus tricolor* L.)

Asep Sopian<sup>1)</sup>, Ridwan Thahir<sup>2)</sup>, dan Tien R. Muchtadi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Alumni Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

<sup>2)</sup> Kepala Balai Besar Penelitian Pasca Panen Pertanian, Bogor

<sup>3)</sup> Guru Besar Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Diterima 5 Juni 2005 / Disetujui 28 Agustus 2005

### ABSTRACT

Spinach is a well known vegetable as a source of nutrition especially for its carotene. Spinach leaves need to be dried for application in product development of food like biscuit, extruded products and analysis. One of the drying method that became popular is drying using infrared wave. The aim of this research was to compare the effect of blanching and drying (far infrared dryer, oven vacuum, and freeze dryer) on the color, total carotene, beta-carotene, and vitamin C of spinach leaves. Blanching and drying of spinach with freeze dryer decreased brightness, a value, and b value. Drying the fresh spinach with oven vacuum and FIR dryer increased brightness, a value, and b value. The a value is shows spinach brightness in mix red-green colour while b value shows mix blue-yellow.

Total carotene of fresh spinach decreased by 10.47% after blanching. Drying with oven vacuum decreased the total carotene by 39.31% (without blanching) and 31.66% (with blanching). Drying with freeze dryer decreased the total carotene by 4.99% (without blanching) and 18.60% (with blanching). Drying with FIR dryer decreased spinach total carotene by 34.90% (without blanching) and 24.86% (with blanching).

The Beta-carotene of fresh spinach with blanching treatment decreased of by 16,53%. Drying with oven vacuum decreased the beta carotene by 42,80% (without blanching) and 36,46% (with blanching). Drying with freeze dryer decreased the beta carotene by 10,46% (without blanching) and 18,91% (with blanching). While drying with FIR dryer decreased 37,94% (without blanching) and 29,03% (with blanching) the beta carotene. The decrease of beta-carotene is bigger than total carotene.

Vitamin C of fresh spinach decreased by 20.35% after blanching. Drying with oven vacuum decreased of 55,77% (without blanching) and 65,42% (with blanching) of the vitamin C. Drying with freeze dryer decreased the vitamin C by 13,21% (without blanching) and 30,67% (with blanching). Meanwhile, the vitamin C of spinach after drying with FIR dryer decreased of 60,53% (without blanching) and 70,29% (with blanching).

**Key words :** Spinach, drying, blanching, far infrared dryer, oven vacuum, freeze dryer, total carotene, beta carotene, vit. C

### PENDAHULUAN

Penanganan pasca panen dimaksudkan untuk memperlambat laju kerusakan bahan-bahan hasil pertanian sehingga daya tahannya terhadap kerusakan dapat ditingkatkan. Salah satu bentuk penanganan pasca panen adalah pemblansiran dan pengeringan. Proses-proses ini menggunakan panas yang tentu saja memiliki pengaruh tersendiri terhadap mutu fisik dan kimia bahan.

Bayam sebagai salah satu bahan pangan memiliki kandungan gizi tinggi terutama vitamin dan zat besi. Kandungan total karoten serta beta karotennya yang merupakan prekursor vitamin A juga tinggi. Karoten termasuk beta karoten diklaim mampu

memberikan kecukupan bagi tubuh akan kebutuhan vitamin A.

Salah satu teknologi terapan yang berpotensi untuk dikembangkan adalah pengeringan bayam dengan gelombang panjang infra merah (*far infrared drying*). Teknologi ini memiliki kelebihan dalam hal efisiensi energi dan waktu serta terhadap karakteristik produk yang dihasilkan dibandingkan pengeringan konvensional. Teknologi ini telah banyak digunakan untuk pengembangan produk pangan seperti biskuit dan produk ekstrudat lainnya oleh industri besar. Aplikasi teknologi pengeringan ini untuk komoditas sayuran juga sudah mulai diterapkan. Namun demikian, pengkajian yang mendalam mengenai pengaruh gelombang infra merah terhadap nilai gizi dari sayuran, khususnya bayam perlu dilakukan. Untuk itu perlu

**Pengukuran kadar beta karoten metode kromatografi**

Sistem HPLC

Dalam penelitian ini, digunakan sistem HPLC dari Shimidzu, Pump System LC-6A, Integrator System Chromatopac C-R3A, Detector System SPD-6AV Shimidzu. Kolom yang digunakan adalah C-18 (*reverse phase*), Vydac R01TP54. Deteksi pada panjang gelombang 460 nm. Kecepatan aliran 1 ml per menit pada suhu ruang, tekanan pada 170 – 180.

Analisis

Larutan bayam yang disuntikan merupakan larutan bayam yang sama dengan larutan yang digunakan untuk pengukuran total karoten. Eluen yang digunakan adalah asetonitril, metanol, dan diklorometan (70 : 20 : 10), serta Volume injeksi larutan 20 µl. Kadar beta karoten dihitung dengan rumus berikut :

$$C = \frac{A \times KB \times P}{B \times W}$$

Keterangan :

A = Luas peak beta karoten pada kromatogram sampel

B = Luas peak beta karoten pada kromatogram standar

C = Kadar beta karoten sampel (µg/g)

KB= Konsentrasi beta karoten standar (ppm,µg/ml)

W = Berat sampel (g)

P = Pengenceran (ml)

(Apriyantono, et al., 1989; Gross 1991; Eden, 2000)

**Pengukuran kadar vitamin C metode spektrofotometri**

Persiapan larutan standar asam askorbat 200 ppm

Ke dalam tabung X dimasukan 1,0 ml asam askorbat 200 ppm standar dan 7,0 ml HPO<sub>3</sub> 5%, lalu ditambahkan diklorofenol-indofenol 0,5% tetes demi tetes hingga berwarna merah muda serta 4,0 ml tiourea 3%. Dari tabung X ini diambil masing-masing 2,0 ml ke dalam tabung Y dan tabung Z. Ke dalam tabung X ditambah 0,5 ml dinitrofenil-hidrazin 2% lalu diinkubasi pada suhu 50°C selama 1,5 jam. Tabung Y kemudian didinginkan dalam air es selama 5 menit lalu ditambahkan 2,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 90% tetes demi tetes. Tabung Z diinkubasi pada suhu 50°C selama 1,5 jam lalu ditambahkan 2,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 90% tetes demi tetes dan 0,5 ml dinitrofenilhidrazin 2%. Tabung Y dan tabung Z kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 20 – 30 menit. Tabung Y dan Z diukur absorbansinya pada panjang gelombang 530 nm.

Persiapan bayam

Sekitar 10 g bayam dihancurkan lalu ditambah 70 ml HPO<sub>3</sub> 5% dan dibiarkan sekitar 10 menit, lalu disaring. 8 ml ekstrak ini dimasukkan ke dalam tabung A lalu ditambahkan dikloro-fenolindofenol 0,5% tetes demi tetes hingga terbentuk warna merah muda serta 4,0 ml tiourea 3%. Dari tabung A ini diambil masing-masing 2,0 ml ke dalam tabung B dan tabung C. Selanjutnya tabung B mendapat perlakuan seperti pada tabung Y, dan tabung C mendapat perlakuan seperti tabung Z. Tabung B dan C diukur absorbansinya pada panjang gelombang 530 nm. Kadar vitamin C dalam bayam dihitung dengan rumus berikut.

$$[VC] = \frac{200 \times M \times 10}{N \times W}$$

Keterangan :

[VC] = Kadar vitamin C (µg/g)

M = Absorbansi tabung B – C

N = Absorbansi tabung Y – Z

W = berat bayam (g)

(Apriyantono, et al., 1989)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada beberapa bahan pangan segar yang akan dikeringkan biasanya diberikan perlakuan pembiansiran. Selanjutnya pengeringan dihentikan setelah bahan cukup kering dengan ciri-ciri bahan menjadi keras atau renyah saat dihancurkan dengan tangan. Lamanya pengeringan tergantung pada metode yang digunakan. Untuk bahan berbentuk daun-daunan, kadar air akhir dianggap cukup jika telah mencapai di bawah 7 %. Data hasil pengeringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Kadar air dan rendemen pada bayam serta waktu pengeringannya.

Pertakuan ( <i>Pengeringan</i> )	Kadar air (% bk)	Waktu	Rendemen (%)
Oven vakum 1	5,61	14 jam	13,22
Oven vakum 2	5,93	14 jam	12,78
Freeze Dried 1	3,84	48 jam	14,34
Freeze Dried 2	4,04	48 jam	14,13
FIR Dried 1	4,44	10 menit	12,53
FIR Dried 2	4,69	10 menit	12,53

1. Tanpa pembiansiran
2. Dengan pembiansiran

Dari data pada Tabel 1 terlihat bahwa kadar air terendah dengan pengeringan menggunakan *freeze dryer* sedangkan tertinggi diperoleh menggunakan oven vakum. Waktu pengeringan yang dibutuhkan pun berbeda-beda. Untuk mencapai kadar air sekitar 4% pada pengeringan beku, dibutuhkan waktu 48 jam. Pada pengeringan dengan oven vakum membutuhkan waktu 14 jam untuk mencapai kadar air 5% sampai 6%.

Metode pengeringan yang paling cepat mencapai kadar air yang diinginkan adalah metode pengeringan dengan *FIR dryer* yaitu hanya sekitar 10 menit untuk mencapai kadar air sekitar 4,5%.

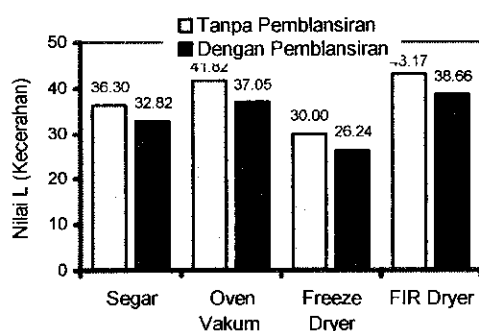
Secara fisik, bayam yang dikeringkan tanpa pembalsiran terlebih dahulu memiliki tekstur yang lebih baik dibandingkan dengan bayam yang diblansir terlebih dahulu. Pada pengeringan dengan oven vakum, teksturnya halus dan sangat tipis. Hal ini dapat terjadi karena banyaknya air (yang masih sedikit panas) pada bahan yang menyebabkan pematangan bahan.

Analisis sidik ragam pada kadar air untuk tiga metode pengeringan yang digunakan menunjukkan bahwa jenis pengering yang digunakan berpengaruh nyata terhadap kadar air yang dihasilkan. Uji T berpasangan menunjukkan bahwa pembalsiran tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air bayam kering.

### Pengaruh pengeringan terhadap warna

#### Parameter L (Kecerahan)

Hasil pengukuran kecerahan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram nilai kecerahan bayam pada perlakuan pembalsiran dan pengeringan dengan oven vakum, *freeze dryer*, *FIR dryer*.

Klorofil dan karoten sebagai zat warna dapat berubah atau rusak karena pengaruh pemanasan atau perlakuan dengan senyawa-senyawa kimia. Klorofil umumnya sensitif terhadap panas dan warnanya berubah menjadi kecoklatan. Demikian juga dengan beta karoten dan senyawa karoten lain (Kidmose et al., 2002).

Dari histogram terlihat bahwa perlakuan blansir pada bayam segar menurunkan kecerahan. Pengeringan dengan oven vakum dan *FIR dryer*, meningkatkan kecerahan baik untuk bayam yang mengalami pembalsiran maupun tidak. Meskipun peningkatannya kecil, bayam yang diblansir kemudian dikeringkan ternyata kecerahannya meningkat. Meskipun demikian, kecerahan bayam yang diblansir terlebih dahulu tidak setinggi bayam yang dikeringkan tanpa pembalsiran terlebih dahulu. Pengeringan

dengan *freeze dryer* menurunkan kecerahan baik bayam yang diblansir maupun tidak. Kecerahan bayam yang diblansir terlebih dahulu lebih rendah dari yang tidak diblansir.

Secara umum terlihat bahwa perlakuan blansir menurunkan tingkat kecerahan jika selanjutnya diberikan perlakuan yang sama dengan bayam tanpa pembalsiran. Meskipun pada pengeringan dengan oven vakum dan *FIR* lebih cerah dari bayam segar, kecerahannya masih dibawah bayam yang tidak diblansir terlebih dahulu.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai kecerahan dipengaruhi oleh jenis pengeringan dan pembalsiran. Pembalsiran pada bayam sebelum pengeringan berpengaruh nyata terhadap kecerahan. Namun demikian tidak ada interaksi antara jenis pengeringan dan pembalsiran terhadap kecerahan bayam kering.

Uji lanjut untuk pengeringan menunjukkan bahwa pengeringan dengan oven vakum dan *FIR dryer* memberikan nilai kecerahan yang tertinggi. Pengeringan dengan *freeze dryer* menurunkan nilai kecerahan jika dibanding kecerahan bayam segarnya. Uji T untuk pembalsiran menunjukkan bahwa secara umum pembalsiran menurunkan nilai kecerahan sebesar 3,93 satuan.

Uji lanjut untuk interaksi menunjukkan bahwa pengeringan dengan oven vakum dan *FIR dryer* tanpa pembalsiran memiliki nilai kecerahan tertinggi, kemudian pengeringan yang sama dengan pembalsiran. Pengeringan dengan *freeze dryer* dengan pembalsiran menghasilkan nilai kecerahan yang terendah kemudian pengeringan yang sama tanpa pembalsiran.

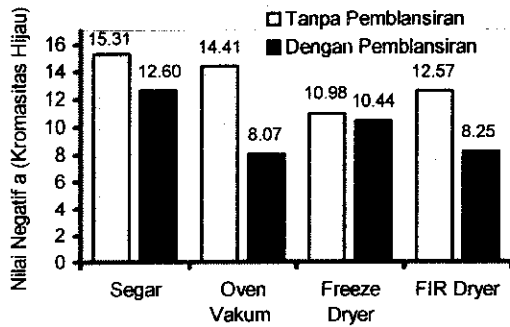
#### Parameter a (Kromasitas hijau)

Dari data hasil pengukuran terlihat semua parameter a bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bayam memiliki kromasitas warna hijau. Histogram hasil pengukuran parameter warna a pada bayam dapat dilihat pada Gambar 2.

Terlihat bahwa perlakuan pembalsiran pada bayam segar menurunkan tingkat warna hijau. Demikian juga perlakuan pada bayam yang dikeringkan. Untuk ketiga jenis pengeringan yang digunakan, warna hijau bayam yang mengalami pembalsiran lebih rendah dari bayam yang tidak diblansir. Secara umum, proses pengeringan pada ketiga jenis yang digunakan menurunkan warna hijau dibanding bayam segarnya. Jenis pengeringan yang paling banyak menurunkan warna hijau adalah pengeringan dengan *freeze dryer*.

Proses pengeringan juga menurunkan warna hijau adalah pengeringan dengan oven vakum, terutama untuk bayam yang diblansir. Namun demikian untuk bayam yang tidak diblansir, pengeringan dengan *freeze dryer* menurunkan warna hijau paling besar.

Pengeringan dengan oven vakum dan *FIR dryer* tanpa pemblandsiran lebih mampu mempertahankan warna hijau.



Gambar 2. Histogram nilai parameter a (kromasitas hijau) bayam pada perlakuan pemblandsiran dan pengeringan dengan oven vakum, *freeze dryer*, *FIR dryer*.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai parameter a dipengaruhi secara nyata oleh jenis pengeringan dan pemblandsiran. Selain itu terlihat adanya interaksi antara jenis pengeringan dan pemblandsiran.

Uji lanjut pada parameter pengeringan menunjukkan bahwa semua jenis pengeringan menurunkan nilai warna hijau bayam. Pengering yang paling banyak menurunkan nilai warna hijau adalah *FIR dryer* disusul *freeze dryer* dan oven vakum. Uji T pada pemblandsiran menunjukkan bahwa secara umum bayam yang diblandsir memiliki nilai warna hijau yang lebih rendah dibanding yang tidak diblandsir. Uji lanjut interaksi menunjukkan bahwa untuk bayam segar dan bayam yang dikeringkan pada setiap jenis pengering, pemblandsiran menurunkan nilai warna hijau.

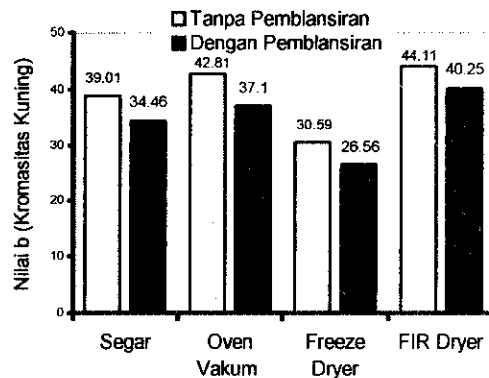
Penurunan nilai warna hijau baik karena pengeringan maupun karena pemblandsiran disebabkan terdegradasinya klorofil oleh pengaruh-pengaruh panas, reaksi-reaksi lain seperti oksidasi karena cahaya dan oksigen. Degradasi juga dimungkinkan oleh aktivitas enzimatis. Selain itu dapat pula disebabkan terlarutnya komponen-komponen warna pada air untuk pemblandsiran (Kidmose et al., 2002).

**Parameter b (Kromasitas Kuning)**

Data pengukuran menunjukkan parameter b untuk semua bayam berada pada nilai positif atau pada warna kuning. Hasil pengukuran parameter b dapat dilihat pada Gambar 3.

Hampir sama dengan parameter a, terlihat bahwa pemblandsiran pada bayam segar maupun pada bayam yang dikeringkan menurunkan nilai positif pada parameter b. Hal ini menunjukkan perlakuan blansir menurunkan nilai warna kuning pada bayam. Namun demikian, pada pengeringan dengan oven vakum dan

*FIR*, pengeringan meningkatkan warna kuning pada bayam yang diblandsir. Nilai ini bahkan ada yang melebihi nilai kuning pada bayam segarnya, yaitu bayam yang dikeringkan *FIR dryer* dengan pemblandsiran.



Gambar 3. Histogram nilai parameter b (kromasitas kuning) bayam pada perlakuan pemblandsiran dan pengeringan dengan oven vakum, *freeze dryer*, *FIR dryer*.

Pada bayam yang dikeringkan dengan *freeze dryer*, nilai warna kuning jauh menurun dibandingkan dengan bayam segar atau bayam yang dikeringkan dengan alat lain. Berkurangnya nilai warna kuning pada bayam terlihat dari warna yang semakin hijau atau mengarah ke hijau gelap. Tingginya warna kuning terlihat dari warna bayam yang mengarah ke kuning atau coklat kekuningan.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa parameter b sangat dipengaruhi oleh jenis pengeringan dan pemblandsiran. Namun demikian tidak ada interaksi antara jenis pengeringan dengan pemblandsiran terhadap parameter b.

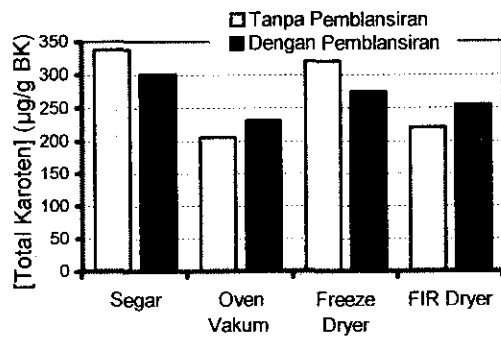
Uji lanjut pengeringan dengan *freeze dryer* menurunkan nilai warna kuning. Pengeringan dengan *FIR dryer* menunjukkan nilai positif b paling besar atau nilai warna kuning paling tinggi, disusul pengeringan dengan oven vakum. Uji T menunjukkan bahwa proses pemblandsiran menurunkan nilai warna kuning.

Meskipun karoten juga mengalami degradasi, namun penurunannya masih lebih kecil dari pada degradasi pada klorofil. Nilai warna kuning untuk bayam yang diblandsir terlebih dahulu sebelum masing-masing dikeringkan pada ketiga jenis pengering lebih rendah dari yang dikeringkan tanpa pemblandsiran.

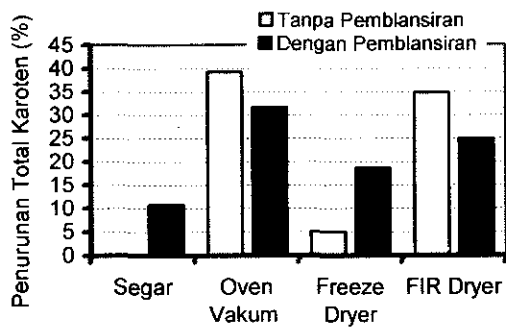
**Pengaruh Pengeringan terhadap vitamin**

**Total karoten**

Besarnya penurunan total karoten dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Histogram kadar total karoten pada bayam dengan perlakuan pembalsiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.



Gambar 5. Histogram penurunan total karoten pada bayam dengan perlakuan pembalsiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.

Terlihat pembalsiran menyebabkan turunnya kadar total karoten pada bayam segar sebesar 36,263 µg/g atau sekitar 10,47%. Untuk bayam yang dikeringkan, baik mengalami proses blansir atau tidak sama-sama mengalami penurunan karoten. Untuk bayam yang dikeringkan dengan oven vakum dan FIR dryer, penurunan pada bayam yang mengalami proses blansir lebih rendah dibanding bayam yang tidak mengalami proses blansir.

Pada bayam yang dikeringkan dengan freeze dryer, penurunan karoten pada bayam yang diblansir lebih besar dari pada bayam yang tidak mengalami blansir. Hal ini dikarenakan laju kerusakan karoten karena proses pengeringan tidak sebesar kerusakan yang diakibatkan oleh proses blansir. Pada proses pengeringan beku tidak digunakan panas tinggi seperti pada pengeringan lain, tapi digunakan kondisi vakum yang memungkinkan kristal es mengalami sublimasi tanpa adanya panas yang dapat merusak karoten pada bahan. Panas yang diberikan hanya menyediakan energi untuk sublimasi, atau hanya diserap untuk proses sublimasi.

Secara umum, proses pengeringan dengan freeze dryer lebih sedikit menurunkan karoten. Proses yang menurunkan karoten paling besar adalah pengeringan dengan oven vakum. Meskipun dibanding dengan penggunaan FIR dryer suhu oven vakum lebih rendah, tetapi proses pengeringannya memakan waktu yang jauh lebih lama.

Analisis sidik ragam menunjukkan kadar total karoten dipengaruhi secara sangat nyata oleh jenis pengeringan yang dilakukan, tetapi tidak dipengaruhi oleh proses pembalsiran. Meskipun demikian terdapat interaksi antara jenis pengeringan dan pembalsiran terhadap kadar total karoten.

Uji lanjut pada parameter pengeringan menunjukkan bahwa semua proses pengeringan memiliki pengaruh yang berbeda secara nyata. Pengeringan yang menurunkan total karoten paling banyak adalah pengeringan dengan oven vakum disusul pengeringan dengan FIR dryer lalu pengeringan dengan freeze dryer. Uji T untuk pembalsiran pada nilai total karoten menunjukkan bahwa antara bayam yang diblansir dengan yang tidak diblansir tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Meskipun terlihat bahwa rata-rata bayam yang diblansir lebih kecil dari pada yang tidak diblansir (rata-rata perbedaan 5,617), perbedaan ini tidak signifikan atau tidak nyata secara statistik.

**Beta karoten**

Pada pengukuran beta karoten, digunakan metode kromatografi dengan HPLC. Penurunan beta karoten memiliki karakteristik yang mirip dengan penurunan total karoten. Kadar beta karoten pada bayam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar beta karoten pada bayam dengan perlakuan pengeringan dan pembalsiran.

Perlakuan (pengeringan)	[Beta Karoten] µg/g BK	Penurunan (%)
Segar 1*	279,07	-
Segar 2	232,95	16,53
Oven vakum 1	159,63	42,80
Oven vakum 2	177,32	36,46
Freeze Dried 1	249,89	10,46
Freeze Dried 2	226,29	18,91
FIR Dried 1	173,19	37,94
FIR Dried 2	197,92	29,08

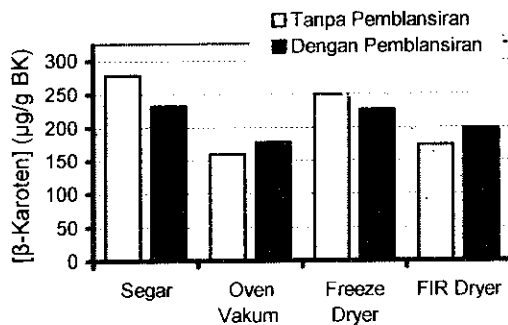
1. Tanpa pembalsiran

2. Dengan pembalsiran

\* Kadar dalam berat basah 4078,57 µg /100 g.

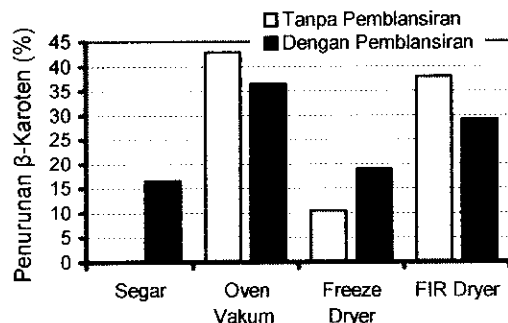
Terlihat bahwa kadar beta karoten pada bayam segar adalah 40,7857 µg/g bayam atau 4078,57 µg/100 g bayam. Menurut data yang diperoleh, kadar beta karoten bayam segar adalah 4080,0 µg/100 g, sedangkan menurut Gross (1991) kadar beta karoten

pada bayam segar adalah 40 µg/g bayam atau 4000 µg/100 g.



Gambar 6. Histogram kadar beta karoten pada bayam dengan perlakuan pembalsiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.

Perbedaan kadar beta karoten pada setiap bayam dikarenakan perlakuan pengeringan dan blansir pada bayam. Besarnya penurunan kadar beta karoten dapat dilihat dalam histogram pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram penurunan kadar beta karoten pada bayam dengan perlakuan pembalsiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.

Terlihat bahwa pembalsiran pada bayam segar menurunkan beta karoten sebesar 46,128 µg/g BK atau sebesar 16,53%. Menurut Gross (1991), perebusan pada bayam selama 3 menit menurunkan beta karoten sekitar 20%. Pada penelitian ini, penurunannya hanya sekitar 17%. Perbedaan ini dimungkinkan karena suhu yang digunakan untuk pembalsiran lebih rendah yaitu hanya sekitar 63°C. Penurunan beta karoten karena pembalsiran pada bayam segar ini lebih besar dari penurunan pada total karoten. Hal ini menunjukkan kerusakan beta karoten karena pembalsiran lebih besar dari pada kerusakan total karoten.

Dari histogram terlihat variasi penurunan beta karoten pada bayam yang hanya diblansir ataupun dengan pengeringan. Secara umum penurunannya memiliki pola yang sama dengan penurunan pada total

karoten. Untuk bayam yang dikeringkan dengan oven vakum dan FIR, penurunan pada bayam yang mengalami proses blansir lebih rendah dibanding bayam yang tidak mengalami proses blansir. Hal ini memiliki alasan yang sama dengan penurunan total karoten.

Demikian juga halnya dengan pengeringan yang dilakukan dengan freeze dryer, pada bayam yang tidak diblansir terlebih dahulu penurunannya tidak sebesar bayam yang diblansir terlebih dahulu. Hal ini pun memiliki alasan yang sama dengan yang terjadi pada penurunan total karoten. Namun demikian, persentase penurunan beta karoten berbeda dengan total karoten. Untuk semua bayam, penurunan pada beta karoten lebih besar dari penurunan pada total karoten. Rata-rata perbedaan penurunan antara beta karoten dan total karoten adalah sekitar 4%.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis pengeringan dan pembalsiran berpengaruh sangat nyata terhadap kadar beta karoten. Terlihat juga adanya interaksi yang kuat antara jenis pengeringan dan pembalsiran terhadap beta karoten. Uji lanjut untuk pengeringan pada beta karoten menunjukkan hasil yang persis sama dengan uji pada total karoten, dimana semua jenis pengeringan memiliki nilai yang berbeda nyata secara statistik. Dari data pada bayam segar, dapat dihitung persentase beta karoten terhadap total karoten yaitu sebesar 82,64%.

**Vitamin C**

Hasil pengukuran kadar vitamin C pada bayam dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Kadar vitamin C pada bayam dengan perlakuan pengeringan dan pembalsiran.

Perlakuan (Pengeringan)	[Vitamin C] µg/g BK	Penurunan (%)
Segar 1*	4654,49	
Segar 2	3707,14	20,35
Oven vakum 1	2058,89	55,77
Oven vakum 2	1609,43	65,42
Freeze Dried 1	4039,77	13,21
Freeze Dried 2	3227,17	30,67
FIR Dried 1	1837,33	60,53
FIR Dried 2	1382,94	70,29

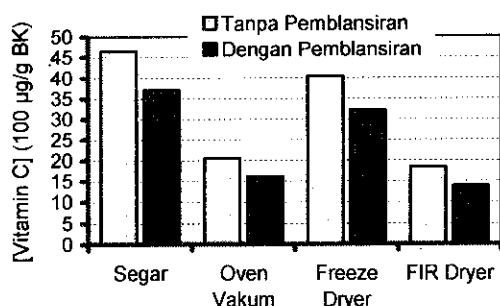
1. Tanpa pembalsiran

2. Dengan pembalsiran

\* Kadar dalam basis basah 69,129 mg/100 g.

Vitamin C yang terukur merupakan total dari asam askorbat dan dehidroasam askorbat (Russel, 2000). Terlihat bahwa bayam segar mengandung vitamin C sebanyak 691,29 µg per gram bayam atau 69,129 mg per 100 gram bayam. Menurut data yang diperoleh dari [www.agrolink.moa.my](http://www.agrolink.moa.my), kadar beta

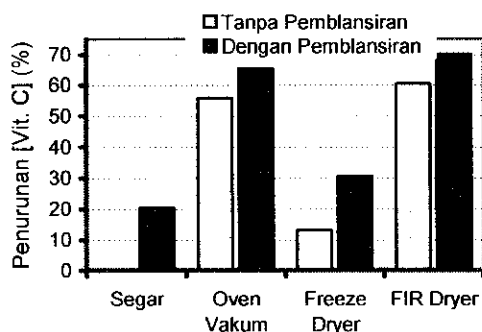
karoten bayam segar adalah 76,6 mg per 100 gram bayam.



Gambar 8. Histogram kadar vitamin C pada bayam dengan perlakuan pemblansiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.

Terlihat bahwa perlakuan pengeringan banyak sekali menurunkan vitamin C pada bayam. Pada ketiga pengeringan, perlakuan blansir menurunkan vitamin C lebih banyak dibanding pengeringan tanpa perlakuan blansir. Proses blansir tidak dapat mempertahankan laju kerusakan vitamin C seperti halnya pada kerusakan total karoten dan beta karoten. Secara umum, proses pengeringan yang menyebabkan kerusakan vitamin C paling tinggi adalah pengeringan dengan FIR dryer.

Berbeda dengan karoten, kerusakan vitamin C lebih banyak terjadi pada FIR dryer karena prosesnya menggunakan suhu yang lebih tinggi dibanding oven vakum meskipun waktunya lebih singkat. Hal ini menunjukkan pengaruh panas lebih dominan dalam kerusakan vitamin C. Pada total karoten dan beta karoten, panas dan waktu yang lebih berpengaruh. Waktu yang lama menyebabkan kontak bayam dengan udara dan lingkungan sekitar lebih lama, sehingga kerusakan tidak hanya oleh panas tetapi juga oleh reaksi dengan lingkungan sekitar.



Gambar 9. Histogram penurunan vitamin C pada bayam dengan perlakuan pemblansiran dan pengeringan dengan oven vakum, freeze dryer, dan FIR dryer.

Dari histogram pada Gambar 9, terlihat bahwa penurunan vitamin C yang terjadi pada semua bayam sangat tinggi. Proses pemblansiran pada bayam segar menurunkan kandungan vitamin C sebesar 20,53% kandungan semula. Menurut Belitz dan Grosch (1999), pada bahan yang direbus dapat kehilangan vitamin C sekitar 26%. Pada bayam yang diblansir dan dikalengkan, dapat terjadi kehilangan vitamin C sebesar 72% (Gregory III, 1996). Pada penelitian ini penurunannya lebih rendah karena suhu yang digunakan lebih rendah dari yang umumnya digunakan untuk perebusan.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengeringan dan pemblansiran berpengaruh sangat nyata terhadap kadar vitamin C bayam. Selain itu, kadar vitamin C juga dipengaruhi oleh adanya interaksi antara jenis pengeringan dengan pemblansiran.

Uji lanjut pada pengeringan untuk vitamin C menunjukkan hasil yang berbeda dengan total karoten dan beta karoten. Pada vitamin C, bayam yang dikeringkan dengan FIR dryer menunjukkan kandungan yang paling rendah disusul pengeringan dengan oven vakum. Uji lanjut untuk interaksi pada vitamin C menunjukkan bahwa untuk semua bayam baik segar maupun dikeringkan, proses pemblansiran menurunkan kadar vitamin C. Dari uji juga terlihat bahwa interaksi antara pengeringan dan pemblansiran menunjukkan kadar vitamin C yang berbeda nyata untuk semua bayam.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pengeringan dengan FIR dryer memberikan kelebihan terutama dalam lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan. Waktu yang dibutuhkan sangat singkat yaitu sekitar 10 menit dibandingkan oven vakum (14 jam) dan freeze dryer (48 jam). Dari kualitas fisik (warna), FIR dryer juga lebih baik dari pengering jenis lain terutama jika dibandingkan dengan oven vakum. Selain itu, pengering ini mampu mempertahankan total karoten dan beta karoten lebih baik dari pada pengeringan dengan oven vakum. FIR dryer menurunkan total karoten sebanyak 34,90% (tanpa pemblansiran) dan 24,86% (dengan pemblansiran), sedangkan oven vakum menurunkan total karoten sebesar 39,31% (tanpa pemblansiran) dan 31,66% (dengan pemblansiran). Freeze dryer menurunkan total karoten paling sedikit yaitu 4,99% (tanpa pemblansiran) dan 18,69% (dengan pemblansiran).

Beta karoten yang hilang pada pengeringan dengan FIR dryer sebanyak 37,94% (tanpa pemblansiran) dan 29,03% (dengan pemblansiran). Pada oven vakum penurunannya lebih banyak yaitu 42,80% (tanpa pemblansiran) dan 36,46% (dengan pemblansiran).

pemblansim). Pada *freeze dryer*, beta karoten hilang sebanyak 10,46% (tanpa pembblansiran) dan 18,91% (dengan pembblansim).

Walaupun demikian, dalam mempertahankan vitamin C *FIR dryer* tidak lebih baik dari oven vakum dan *freeze dryer*. Vitamin C yang hilang pada pengeringan dengan *FIR dryer* sebesar 60,53% (tanpa pembblansiran) dan 70,29% (dengan pembblansiran). Pada oven vakum vitamin C yang hilang sebesar 55,77% (tanpa pembblansiran) dan 65,42% (dengan pembblansiran, sedangkan pada *freeze dryer* sebesar 13,21% (tanpa pembblansiran) dan 30,67% (dengan pembblansiran). Secara umum bayam yang dikeringkan dengan pembblansiran menunjukkan hasil yang lebih baik.

#### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam hal pengeringan sayuran ini misalnya saja dalam hal aplikasi pada bahan pangan, analisis preferensi konsumen, serta analisis fisik dan kimia lain terkait dengan produk-produk sayuran kering.

Selain itu, mengingat keunggulan *FIR dryer* dan belum umumnya alat ini di masyarakat maka perlu dilakukan sosialisasi dan publikasi pada masyarakat baik yang bergelut di bidang pengeringan terutama bahan pangan, maupun yang bergelut dalam bidang akademis. Selain itu perlu diadakan upaya-upaya untuk mengkaji perakitan alat *FIR dryer* terkait dengan peningkatan skala (*scale up*), pengadaan sarana penunjang seperti bahan baku (peralatan) dan suku cadang, serta analisis ekonominya.

#### DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemist. Washington, DC.

Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budijanto. 1989. Petunjuk laboratorium analisis pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.

Bellitz, H.D. dan W. Grosch. 1999. Food chemistry 2<sup>nd</sup> ed. Springer-Verlag. Berlin.

Desroiser, N. W. 1988. Teknologi pengawetan pangan. 3<sup>rd</sup> ed. Terjemahan Muchji Muljoharjo. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

Eden, R. 2000. Pigments. Di dalam Nollet, Leo M.L (ed). 2000. Food analysis by HPLC 2<sup>nd</sup> ed: revised and expanded. Marcel Dekker, Inc. New York.

Gregorry III, J. F. 1996. Vitamins. Di dalam Fenemma, Owen R. Food chemistry, 3<sup>rd</sup> ed. Marcel Dekker, Inc. New York.

Gross, J. 1991. Pigment in vegetables: chlorophylls and carotenoids. Van Nostrand Reinhold. New York.

Kidmose, U., M. Edelenbos, R. Norble, dan L.P. Christensin. 2002. Colour stability in vegetables. Di dalam MacDougall, D.B. Colour in food: improving quality. (ed). Woodhead Publishing Company. Cambridge.

Russel, L. F. 2000. Quantitative determination of water soluble vitamins. Di dalam Nollet, Leo M.L. (ed). 2000. Food aAnalysis by HPLC 2<sup>nd</sup> ed: revised and expanded. Marcel Dekker, Inc. New York.