

## Aktifitas Antioksidan Ekstrak Kasar Pigmen Karotenoid pada Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca sapientum*): Potensi sebagai Suplemen Vitamin A

### *Antioxidant Activity of The Crude Carotenoid Pigment Extract from Yellow Ambon Banana (*M. paradisiaca sapientum*) Peel:*

#### *Its Potency as Vitamin A Supplement*

Suparmi<sup>1\*</sup>, Harka Prasetya<sup>2,3</sup>

#### ABSTRACT

**Background:** Carotenoid pigment is one of the promising sources of provitamin A because it has been shown to have capacity to be converted into vitamin A by the body. This present study aimed at evaluating the antioxidant activity *in vitro* using the DPPH and assessing the encapsulation of the crude carotenoid pigment extracted from *Musa paradisiaca sapientum* peel.

**Method:** The total vitamin A carotenoid in the banana peel was assessed using the double beam Varian Cary 50 spectrophotometer at 470 nm. Then it was converted to microgram per gram of the banana peel using the NAS-NRC equation. The extraction was conducted using acetone. The antioxidant activity was assessed using DPPH (1,1-difenil-2-dipikrilhidrazil). The antioxidant activity of carotenoid crude extract was compared to that of marker  $\beta$ -karoten antioxidant (E-Merck, No. 1.02236).  $IC_{50}$  values were calculated using the regression formula. The dried carotenoid crude extract was encapsulated with dextrin filler.

**Result:** The water content level of ambon banana was 50.68 %  $\pm$  3.35 %. The peel of the yellow ambon banana has a total carotenoid of 6.203  $\pm$  0.004  $\mu$ g/g. The converted carotenoid vitamin A was 124.06  $\pm$  0.08 IU. The  $IC_{50}$  value of the yellow ambon banana crude extract was 2350.3 ppm meaning higher than the marker  $\beta$ -karoten (565.76 ppm). The encapsulation technique increased the pigment stabilization of the yellow ambon banana which will be used for vitamin A supplement.

**Conclusion:** The crude extract of carotenoid pigment of the yellow ambon banana peel has an antioxidant potential although it is less efficient compared to that of  $\beta$ -karotene. The  $IC_{50}$  value of the crude extract of carotenoid pigment of the yellow banana ambon is 2350.3 ppm, higher than marker  $\beta$ -karoten (Sains Medika, 4(1):78-88).

**Key words:** banana peel, *Musa paradisiaca sapientum* L., carotenoid.

#### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Pigmen karotenoid merupakan salah satu sumber provitamin A yang sangat menjanjikan, karena terbukti dapat dikonversikan menjadi vitamin A oleh tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktifitas antioksidan secara *in vitro* dengan metode DPPH dan melakukan uji coba enkapsulasi ekstrak kasar pigmen karotenoid pada kulit *M. paradisiaca sapientum*.

**Metode Penelitian:** Kandungan karotenoid total vitamin A pada kulit pisang diukur menggunakan spektrofotometer berkas rangkap Varian Cary 50 pada panjang gelombang 470 nm, kemudian dilakukan penghitungan konversi karotenoid mikrogram per gram kulit pisang berdasarkan persamaan NAS-NRC. Ekstraksi dilakukan dengan pelarut aseton. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-dipikrilhidrazil). Hasil uji aktivitas antioksidan dari ekstrak kasar karotenoid dibandingkan dengan aktivitas antioksidan marker  $\beta$ -karoten (E-Merck, No. 1,02236). Nilai  $IC_{50}$  dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi. Ekstrak kasar karotenoid kering dikemas dalam bentuk kapsul dengan bahan pengisi dextrin.

**Hasil Penelitian:** Total rerata kadar air kulit pisang ambon kuning yang diperoleh dalam penelitian adalah 50,68 %  $\pm$  3,35 %. Kulit pisang ambon kuning (*M. paradisiaca sapientum* L.) mengandung karotenoid total sebesar 6,203  $\pm$  0,004  $\mu$ g/g dan konversi karotenoid vitamin A sebesar 124,06  $\pm$  0,08 IU. Nilai  $IC_{50}$  ekstrak kasar kulit pisang ambon kuning sebesar 2350.3 ppm lebih tinggi dari marker  $\beta$ -karoten yang memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 565.76 ppm. Teknik enkapsulasi dapat meningkatkan stabilitas pigmen dari kulit pisang

1 Bagian Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)

2 Bagian Ilmu Penyakit Mata Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)

3 Semarang Eye Center Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang

\* Email:amik\_achsy@yahoo.com

ambon kuning yang akan diaplikasikan menjadi kapsul suplemen vitamin A.

**Kesimpulan:** Ekstrak kasar pigmen karotenoid kulit pisang ambon kuning memiliki potensi antioksidan, meskipun tidak seefisien  $\beta$ -karoten. Nilai  $IC_{50}$  ekstrak kasar kulit pisang ambon kuning sebesar 2350.3 ppm lebih tinggi dari marker  $\beta$ -karoten yang memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 565.76 ppm (Sains Medika, 4(1):78-88).

**Kata Kunci :** antioksidan, kulit pisang,  $\beta$ -karoten, provitamin A.

## PENDAHULUAN

Vitamin A merupakan salah satu zat gizi penting, berfungsi untuk penglihatan, pertumbuhan dan meningkatkan daya tahan tubuh. Masalah kekurangan vitamin A pada balita secara klinis sudah tidak merupakan masalah kesehatan masyarakat. Akan tetapi, masalah manajemen dan penyediaan vitamin A, merupakan masalah yang dihadapi dalam peningkatan cakupan pemberian vitamin A (Minarto, 2011). Naibaho (2007) melaporkan bahwa sampai saat ini pemerintah masih mengimpor suplemen vitamin A. Permasalahan penyediaan vitamin A perlu diatasi dalam rangka mendukung tercapainya sasaran operasional 85% balita usia 6-59 bulan memperoleh vitamin A sesuai dengan Rencana Aksi Pembinaan Gizi Masyarakat (RAPGM) tahun 2010-2014. Realita ini sekaligus membuka peluang besar untuk menggali dan memanfaatkan sumber daya alam sebagai alternatif sumber vitamin A alami (SUVITAL).

Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan buah nasional. Produksi pisang per tahun mencapai 40-45% terhadap produksi buah nasional. Pulau Jawa termasuk Jawa Tengah mendominasi produksi pisang Indonesia dengan menghasilkan lebih dari 50% dari total keseluruhan produksi. Produksi pisang di Jawa Tengah per tahun rata-rata sebesar 440.283 ton (Anonim, 2010). Pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca sapientum*) merupakan salah satu varietas pisang yang bernilai ekonomis tinggi dan banyak digemari oleh masyarakat baik sebagai buah konsumsi segar, olahan, bahan baku industri maupun pakan ternak. Di lain pihak, peningkatan produksi pisang ini mengakibatkan peningkatan kulit pisang yang dihasilkan. Meskipun kulit pisang termasuk sampah organik, apabila tidak dimanfaatkan secara optimal penumpukan sampah ini dapat berpotensi menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

Pemanfaatan kulit pisang di Indonesia, terbatas sebagai campuran pakan ternak (20-30%), serta pupuk kandang dan kompos (60-70%) (Husni, 2009). Eksplorasi potensi kulit pisang pada bidang kesehatan belum banyak dilakukan, meskipun beberapa peneliti melaporkan bahwa kulit pisang mengandung nutrien penting bagi kesehatan yang tidak

kalah dengan daging buahnya. Fokus penelitian terdahulu lebih banyak pada karakterisasi kandungan nutrisi kulit pisang, aktivitas ekstrak kulit pisang sebagai antimikroba, dan antibiotik alami, sedangkan aktivitas antioksidan karotenoid pada kulit pisang belum banyak diteliti (Mokbel and Hashinaga, 2005).

Pigmen karotenoid merupakan salah satu sumber provitamin A yang sangat menjanjikan, karena terbukti dapat dikonversikan menjadi vitamin A oleh tubuh. Peneliti dari Universitas Kedokteran Taichung Chung Shan, Taiwan melaporkan bahwa ekstrak kulit pisang bermanfaat dalam menjaga retina dari kerusakan cahaya akibat degenerasi retina (Kompas, 2008). Akan tetapi, apakah efek perlindungan retina diakibatkan oleh kandungan karotenoid ekstrak tersebut, sebagaimana termanifestasi dalam warna kuning kulit pisang belum diketahui secara pasti. Pada penelitian sebelumnya Suparmi dan Prasetya (2011) telah meneliti kandungan karotenoid total pada kulit pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca sapientum*) sebesar  $6,203 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$ . Hasil identifikasi ekstrak kasar menunjukkan kandungan pigmen karotenoid dari golongan zeaxantin, xantofil, dan  $\beta$ -karoten. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak kasar pigmen karotenoid pada kulit *M. paradisiaca sapientum* secara *in vitro* dengan metode DPPH.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, yaitu melakukan percobaan pembuatan suplemen vitamin A dari pigmen karotenoid provitamin A pada kulit pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca sapientum* L.) yang diaplikasikan dalam bentuk kapsul. Sampel yang digunakan adalah kulit pisang ambon kuning (*M. paradisiaca sapientum* L.) yang diambil secara random dari petani atau pedagang pisang di daerah sekitar kampus Universitas Islam Sultan Agung, Semarang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pigmen, Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga pada bulan April-September 2010.

### **Penentuan Kadar Air Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca sapientum* L.)**

Satu gram sampel ditimbang dengan cawan petri yang telah ditera, selanjutnya dikeringkan dalam oven yang bersuhu  $105^\circ\text{C}$ . Selang waktu 1 jam, cawan petri dikeluarkan dari oven lalu didinginkan di dalam desikator sampai mencapai suhu ruang lalu

ditimbang beratnya. Penimbangan dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji *et al.*, 1997).

### **Analisa Kandungan Karotenoid Total, Konversi Karotenoid Vitamin A dan Uji Aktifitas Antioksidan Ekstrak Kasar Pigmen Karotenoid pada Kulit Pisang Ambon Kuning**

Satu gram sampel kulit pisang ambon kuning diekstraksi menggunakan heksana, selanjutnya, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer berkas rangkap Varian Cary 50 pada panjang gelombang 470 nm. Penghitungan jumlah karotenoid dalam mikrogram per gram kulit pisang berdasarkan persamaan menurut Gross (1991), yaitu:

$$\text{mg karotenoid/g} = \frac{A \times V \times 10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times 100 \times G}$$

Keterangan:

A = absorbansi yang diperoleh

V = volume ekstrak sampel (ml)

G = berat sampel (gram)

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$  = Konstanta absorbansi spesifik karotenoid campuran  
dalam heksana pada panjang gelombang 470 nm = 2500

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan karotenoid total dengan menggunakan persamaan di atas, kandungan total vitamin A dapat dihitung dengan mengkonversi karotenoid total dengan rumusan NAS-NRC (1974 *dalam* Gross, 1991), dimana 1 IU (International Unit) setara dengan 0,3 µg retinol, dimana:

$$\begin{aligned} \text{Retinol Ekuivalen (RE)} &= 1 \mu\text{g retinol} \\ &= 6 \mu\text{g } \beta\text{-karoten} \\ &= 12 \mu\text{g karotenoid provitamin A yang lain} \\ &= 3,33 \text{ IU aktivitas vitamin A dari retinol} \\ &= 10 \text{ IU aktivitas vitamin A dari } \beta\text{-karoten} \\ &= 20 \text{ IU aktivitas vitamin A dari karotenoid provitamin A} \\ &\quad \text{yang lain} \end{aligned}$$

Sampel kulit pisang ambon kuning sebanyak 200 gram digrinder, lalu dilarutkan dengan aseton 100% dengan perbandingan sampel dan pelarut 1:10 <sup>b/v</sup>. Pada waktu

ekstraksi ditambah  $\text{CaCO}_3$  sebagai agen penetral dan asam askorbat sebagai antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi. Ekstraksi dilakukan dalam ruang gelap pada suhu  $-15\text{ }^\circ\text{C}$  untuk menghindari terjadinya oksidasi atau degradasi enzimatik. Selanjutnya ekstrak disaring dengan kertas saring Whatman No. 42, residu yang diperoleh diekstraksi kembali dengan pelarut yang sama sampai semua pigmen terangkat (kulit pisang menjadi tidak berwarna). Hasil ekstraksi dipartisi dengan heksana, kemudian difiltrasi bertingkat dengan kertas saring Whatman 42, membran filter 0,45 m dan membran filter 0,2 m dalam keadaan dingin. Selanjutnya, ke dalam ekstrak ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat untuk menghilangkan kadar air dalam ekstrak. Ekstrak pigmen hasil filtrasi selanjutnya dipisahkan menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak pekat yang diperoleh disimpan ke dalam botol sampel dan dikeringkan dengan menggunakan gas  $\text{N}_2$  (Britton *et al.*, 1995; Trujilio *et al.*, 1998 *dalam* Rodriguez-Amaya & Kimura, 2004).

Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-dipikrilhidrazil). Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat, peka, serta hanya memerlukan sedikit sampel (Hanani *et al.*, 2005). Parameter yang digunakan untuk menghitung aktivitas antioksidan adalah  $\text{IC}_{50}$  yang mengacu pada metode DPPH untuk uji antioksidan ekstrak kulit pisang cavendish (*Musa AAA. Cv. Cavendish*) seperti yang dilaporkan Mokbel & Hashinaga (2005).

Larutan DPPH 0,5 mM dipersiapkan dengan cara melarutkan DPPH dalam metanol dan buffer asetat pH 5,5. Ekstrak kasar pigmen karotenoid konsentrasi 0,5-1 mg/ml diambil sebanyak 0,1 ml ditambah 2 ml asam asetat; 1,9 ml metanol, dan 1 ml larutan DPPH untuk selanjutnya disebut larutan sampel. Komposisi blanko seperti larutan sampel tetapi tanpa penambahan DPPH, sedangkan larutan kontrol terdiri dari 2 ml buffer asetat, 1 ml DPPH, dan 2 ml metanol. Setelah penambahan larutan DPPH, masing-masing larutan baik sampel maupun kontrol dihomogenisasi menggunakan *magnetic stirrer*. Blanko, kontrol, maupun sampel diinkubasi selama 30 menit di ruang gelap, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer Varian Carry 50 berkas tunggal (Mokbel & Hashinaga, 2005). Persentase aktivitas penghambatan dihitung dengan menggunakan rumus menurut Syu *et al.* (2002 *dalam* Mokbel & Hashinaga, 2005), yaitu:

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{[A_0 - (A - A_b)]}{A_0} \times 100\%$$

Keterangan:  $A_0$  = Absorbansi larutan kontrol pada  $\lambda_{517}$  nm

A = Absorbansi larutan sampel pada  $\lambda_{517}$  nm

$A_b$  = Absorbansi larutan blanko pada  $\lambda_{517}$  nm

Hasil uji aktivitas antioksidan dari masing-masing fraksi dibandingkan dengan aktivitas antioksidan marker  $\beta$ -karoten (E-Merck, No. 1,02236). Nilai  $IC_{50}$  dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi.

#### Uji Coba Pembuatan Kapsul Suplemen Vitamin A

Pembuatan kapsul ini diawali dengan pengeringan pigmen melalui proses desolvenisasi, selanjutnya dibuat dalam bentuk serbuk. Desolvenisasi bertujuan untuk menghilangkan pelarut yang masih terikat pada pigmen karoten hasil isolasi kolom yang berbentuk cairan. Tahap ini dilakukan dengan cara mengeringkan pigmen menggunakan *rotary evaporator*, kemudian dikeringkan dengan gas  $N_2$ .

Pembuatan serbuk diawali dengan pembuatan larutan dextrin yang berfungsi sebagai agen pengemulsi. Dextrin dilarutkan dalam 180 ml aquades pada suhu 60 °C kemudian diaduk dan didinginkan sampai suhu 30 °C. Larutan dextrin yang terbentuk kemudian ditambah pigmen yang sudah kering (hasil desolvenisasi) dan dihomogenisasi menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1200 rpm selama 30 menit, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 60 °C. Sediaan serbuk yang terbentuk kemudian dikemas dalam cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin (Lukiati & Nugrahaningsih, 2003; Barbosa *et al.*, 2005).

#### HASIL PENELITIAN

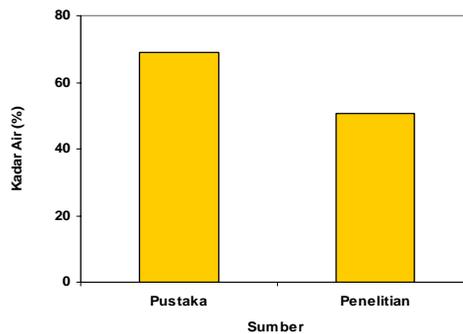
##### Kadar Air Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca sapientum* L.)

Kriteria kulit pisang yang digunakan untuk sampel penelitian ini antara lain: berasal dari pisang yang tua optimal dengan kondisi segar dan baik, sisi kulit penuh, bentuk tidak pipih, warna dan keadaan kulit masih utuh dan mulus, tidak ada bintik hitam atau coklat (Gambar 1).



Gambar 1. Kulit Pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca sapientum* L.)

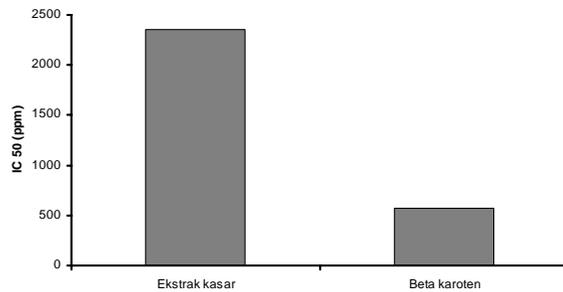
Total rerata kadar air kulit pisang ambon kuning yang diperoleh dalam penelitian adalah  $50,68\% \pm 3,35\%$ . Perbandingan kadar air hasil penelitian dengan pustaka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram kadar air kulit pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca sapientum* L.) hasil penelitian dibandingkan dengan pustaka

Kandungan Karotenoid Total, Konversi Karotenoid Vitamin A dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Pigmen Karotenoid pada Kulit Pisang Ambon Kuning (*M. paradisiaca sapientum* L.).

Kulit pisang ambon kuning (*M. paradisiaca sapientum* L.) mengandung karotenoid total sebesar  $6,203 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$  dan konversi karotenoid vitamin A sebesar  $124,06 \pm 0,08$  IU. Nilai  $\text{IC}_{50}$  ekstrak kasar kulit pisang ambon kuning sebesar 2350,3 ppm lebih tinggi dari marker  $\beta$ -karoten yang memiliki nilai  $\text{IC}_{50}$  sebesar 565,76 ppm (Gambar 3.).



Gambar 3. Nilai IC<sub>50</sub> (ppm) Ekstrak Kasar Pigmen Karotenoid dari Kulit Pisang Ambon Kuning dan Marker  $\beta$ -karoten sebagai Pembanding

Pada penelitian ini dihasilkan 3 macam pigmen karotenoid dari kulit pisang ambon kuning yaitu zeaxantin, xantofil dan  $\beta$ -karoten. Hasil kapsul yang diperoleh dari proses enkapsulasi dari masing-masing pigmen antara lain: 35, 38, dan 41, sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kapsul yang dihasilkan dari proses enkapsulasi pigmen dengan dextrin dan proses kapsulasi

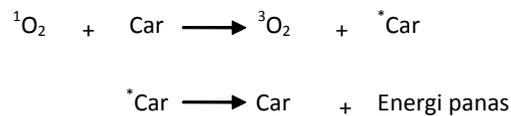
#### PEMBAHASAN

Kandungan air pada sampel kulit pisang yang digunakan pada penelitian ini telah sesuai dengan pustaka, karena sampel yang dipilih sudah memenuhi kriteria. Anonim (2008) mengatakan bahwa hasil analisis kimia, menunjukkan bahwa komposisi kulit pisang banyak mengandung air yaitu sebesar 68,90 %.

Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak kasar kulit pisang ambon kuning sebesar 2350,3 ppm lebih

tinggi dari marker  $\beta$ -karoten yang memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 565,76 ppm. Semakin tinggi nilai  $IC_{50}$  maka kemampuan untuk menangkap radikal bebas semakin kecil, sebaliknya nilai  $IC_{50}$  yang rendah menunjukkan kemampuan untuk menangkap radikal bebas semakin besar. Pemberian konsentrasi ekstrak kasar pigmen kulit pisang ambon kuning dalam jumlah tertentu tetap dapat berfungsi sebagai senyawa penangkap radikal bebas, meskipun tidak seefisien  $\beta$ -karoten. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Sreenivasan *et al*, (2007) dan Sugiarto *et al*, (2008), dimana kandungan fenolik yang terdapat pada kulit pisang ambon kuning berpotensi menjadi sumber antioksidan.

Mekanisme karotenoid dari kulit pisang sebagai antioksidan diduga sama seperti mekanisme kerja karotenoid secara umum yaitu sebagai berikut:



Karotenoid dapat berfungsi sebagai *quencher* singlet oksigen (Yanislieva-Maslarova, 2001; Trilaksani, 2003) sehingga karotenoid dapat mengubah singlet oksigen menjadi triplet oksigen. Karotenoid yang tereksitasi tersebut akan melepaskan panas kemudian kembali menjadi karotenoid yang stabil. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengikat singlet oksigen dan mengubahnya ke bentuk triplet oksigen. Dari mekanisme kerja antioksidan karotenoid di atas maka karotenoid dapat digolongkan ke dalam antioksidan sekunder. Jika dilihat dari fungsinya karotenoid juga dapat digolongkan sebagai antioksidan tersier karena dapat memperbaiki kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas. Hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa antioksidan tersier berperan untuk memperbaiki kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas (Karyadi, 1997).

Serbuk pigmen dihasilkan dari proses enkapsulasi pigmen menggunakan bahan enkapsulasi atau dinding, yang terdiri dari 99,8 % larutan maltodextrin dan 0,2% Tween 80 (Barbosa *et al*, 2005). Teknik enkapsulasi ini diharapkan dapat meningkatkan stabilitas pigmen dari kulit pisang ambon kuning yang akan diaplikasikan menjadi kapsul suplemen vitamin A. Dinding enkapsulasi akan melindungi pigmen dari faktor oksidatif sehingga

tidak mengalami degradasi, baik intensitas warna maupun sifat kimianya. Akan tetapi, pada penelitian ini belum dilakukan uji kualitas kapsul yang dihasilkan.

### KESIMPULAN

Ekstrak kasar pigmen karotenoid kulit pisang ambon kuning memiliki potensi antioksidan, meskipun tidak seefisien  $\beta$ -karoten. Nilai  $IC_{50}$  ekstrak kasar kulit pisang ambon kuning sebesar 2350,3 ppm lebih tinggi dari marker  $\beta$ -karoten yang memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 565,76 ppm.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh hibah Penelitian Dosen Muda dan Studi Kajian Wanita, dengan kontrak: 002/006.2/PP/SP/2010, tanggal 1 Maret 2010 dari Kopertis Wilayah VI kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Jawa Tengah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Substituen Tepung, <http://himdikafkipuntan.blogspot.com>, Dikutip tgl. 05.05.2008.
- Anonim, 2010, *Buah*, Biro Humas Provinsi Jawa Tengah, Pertanian - Kabupaten Semarang, <http://www.promojateng-pemprovjateng.com/produklain.php>, Dikutip tgl. 28.01.2010.
- Barbosa, M.I.M.J., C.D. Borsarelli, and A.Z. Mercadante, 2005, Light Stability of Spray-Dried Bixin Encapsulated With Different Edible Polysaccharide Preparations, *Food Research International* 38 (2005): 989–994.
- Britton, G., Liaaen-Jensen, S., and Pfander, H., 1995, *Carotenoids Volume IA: Isolation and Analysis*, Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 47p.
- Gross, J., 1991, *Pigment in Vegetables, Chlorophyll and Carotenoids*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hanani, E., Mun'im A., Sekarini, R., dan Sekarini, R., 2005, Uji Aktivitas Antioksidan Beberapa Spons Laut Dari Kepulauan Seribu, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol.11 No.1.
- Husni, I., 2009, Prespektif Industri Pisang Terpadu (Guna Peningkatan Nilai Tambah Komoditas), Direktorat budidaya Tanaman Buah Direktorat Jenderal Hortikultura Departemen Pertanian, [http://ditbuah.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=118&Itemid=1](http://ditbuah.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=118&Itemid=1), Dikutip tgl 06.05.2009.
- Karyadi, E., 1997, *Antioksidan Resep Sehat dan Umur Panjang*, UI, Jakarta.

- Kompas, 2008, Khasiat Kulit Pisang untuk Depresi dan Kesehatan Retina, *www.kompas.com*, Dikutip tgl. 05.03.2009.
- Lukiati, B dan Nugrahaningsih, 2003, The Effect of Alcohol Concentration to Caroten Content in Kesumba (*Bixa orellana* L.) Seed as Food Colouring, Abstrak, ([http://www.malang.ac.id/jurnal/fmipa/chim/2003a.htm#1\\_2](http://www.malang.ac.id/jurnal/fmipa/chim/2003a.htm#1_2)), Diakses tanggal 15 Desember 2008.
- Minarto, 2011, *Rencana Aksi Pembinaan Gizi Masyarakat (Rapgm) Tahun 2010 – 2014*. <http://www.gizikia.depkes.go.id/archives/658>, Dikutip tgl. 22 Juni 2011.
- Mokbel, M.S and F. Hashinaga, 2005, Antibacterial and Antioxidant Activities of Banana (*Musa*, AAA cv. Cavendish) Fruits Peel, *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 1 (3): 125-131.
- Naibaho, P.M., 2007, Pemisahan Karotena (Provitamin A) dari Minyak Sawit dengan Metode Adsorpsi, [http://seafast.ipb.ac.id/seafast.info/Seafast.info0/produk\\_detail.php?categoryID=4&produkID=107](http://seafast.ipb.ac.id/seafast.info/Seafast.info0/produk_detail.php?categoryID=4&produkID=107), Dikutip tgl. 15.03.2009.
- Sreenivasan, S., Ibrahim, D., Mohd Kassim, M. J. N., 2007, Free radical Scavenging Activity and Total Phenolic Compounds of *Gracilaria changii*, *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 1(3):115-117.
- Sugiarto, S., Lestario L, N dan Tomotius K. H., 2008, Aktivitas Antioksidan dan Kadar Fenolik Total dari Rumput Laut Merah (*Gracilaria verrucosa* L.), Prosiding Seminar Nasional Pangan “ Kimia, Gizi dan Makanan Fungsional”, Yogyakarta.
- Suparmi dan Prasetya, H., 2010, Isolation and Identification of Carotenoid Pigments of Yellow Ambon Banana Peel (*Musa paradisiaca sapientum* L.), *Prosiding International Conference on Natural Sciences* (ICONS 2011).
- Trilaksani, W., 2003, *Antioksidan: Jenis, Sumber, Mekanisme Kerja dan Peran terhadap Kesehatan*, Term paper. Introductory Science Phylosophy (PPS702), Graduate Program/S3. Institut Pertanian Bogor.
- Yanishlieva-Maslarova, N. V., 2001, 3: *Inhibiting Oxidation*, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. 22-70, dalam Pokorny, J., Yanishlieva, N., dan Gordon, M., 2003, *Antioxidant in Food Practical application*, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.