

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MIKROKAPSUL EKSTRAK LIMBAH
SERABUT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DENGAN
METODE 1,1-DIFENIL-2-PIKRILHIDRAZIL (DPPH)**

***ANTIOXIDANT ACTIVITY TEST MICROCAPSULE OF EXTRACT FROM
WASTE OIL PALM FIBERS (*Elaeis guineensis* Jacq) WITH THE 1,1-
DIPHENYL-2-PICRYLHYDRAZYL (DPPH) METHODS***

**Dian Wahyuningsih, Uning Rininingsih E.M., Bkti Nugraheni
Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi “Yayasan Pharmasi” Semarang**

SARI

Limbah serabut kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang pemanfaatannya kurang optimal. Choo *et al.* (1996) dalam Neoh *et al.* (2011) menyebutkan bahwa limbah serabut kelapa sawit mengandung karotenoid, tokoferol, tokotrienol, dan sterol. Senyawa dalam limbah serabut kelapa sawit memiliki potensi sebagai antioksidan. Namun, senyawa-senyawa tersebut bersifat tidak stabil dan mudah rusak karena pengaruh lingkungan (cahaya, lembab, dan oksigen) sehingga perlu dilakukan inovasi untuk meningkatkan stabilitas dan melindungi senyawa tersebut salah satunya dengan teknik mikroenkapsulasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan aktivitas antioksidan sediaan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit. Ekstrak didapatkan dengan cara maserasi menggunakan pelarut metanol basa dengan perbandingan 1:10. Selanjutnya dilakukan mikroenkapsulasi ekstrak menggunakan metode *spray drying*. Uji aktivitas antioksidan mikrokapsul dilakukan dengan metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Penelitian menunjukkan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit mampu memberikan aktivitas antioksidan pada konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dengan nilai rata-rata EC₅₀ sebesar 125,4341 ppm dan baku *Butyl Hydroxy Toluene* (BHT) memiliki nilai rata-rata EC₅₀ sebesar 4,7650 ppm. Mikrokapsul yang dihasilkan memiliki rendemen mikrokapsul 10,90%, kadar air 5,74%, dan kelarutan 99,02%.

Kata kunci : antioksidan, DPPH, limbah serabut kelapa sawit, mikrokapsul

ABSTRACT

Waste oil palm fibers is the one of waste that it is used less than optimal. Choo et al. (1996) in Neoh et al. (2011) mention that the waste oil palm fibers contains carotenoids, tocopherols, tocotrienol, and sterols. Compounds in waste oil fibers have potential as antioxidant. However, these compounds are not stable and easily damage due to the influence of the environment (light, moist, and oxygen) so that innovation needs to be done to improve stability and protecting the compound microencapsulation technique with one of them. This research aims to

know the characteristics and activity of antioxidant microcapsule of extract from waste oil palm fibers. Waste oil palm fibers extract were obtained by maceration technique using methanol base by comparison 1:10. Next up, the extract carried out microencapsulation technique with spray drying. Antioxidant activity test of microcapsule is carried out by 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl methods (DPPH). Research shows microcapsule of extract from waste oil palm fibers able to provide antioxidant activity at concentrations of 10, 20, 30, 40, and 50 ppm with average value EC_{50} of 125,4341 ppm and raw BHT had an average value of EC_{50} of 4,7650 ppm. The resulting of microcapsule characteristic have yield microcapsule 10,90%, moisture content 5,74%, and solubility 99,02%.

Keywords: antioxidant, DPPH, waste oil palm fibers, microcapsule

PENDAHULUAN

Limbah serabut sisa hasil pengepresan pemanfaatannya kurang optimal hingga saat ini. Padahal di dalam limbah tersebut terkandung senyawa aktif yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Choo *et al.* (1996) dalam Neoh *et al.* (2011) menyebutkan bahwa serabut kelapa sawit memiliki kandungan karotenoid, vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) serta sterol. Adanya kandungan senyawa aktif tersebut diperkuat oleh Utami (2011) yang melakukan isolasi karotenoid (β -karoten) dengan metode saponifikasi dari limbah serabut kelapa sawit. Adanya penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah serabut kelapa sawit mengandung senyawa

aktif yang memiliki potensi antioksidan.

Antioksidan bersifat tidak stabil dan mudah rusak akibat pengaruh lingkungan (cahaya, lembab, dan oksigen). Untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat pengaruh lingkungan dan meningkatkan stabilitasnya, maka diperlukan suatu upaya untuk melindungi senyawa antioksidan tersebut diantaranya dengan teknik mikroenkapsulasi yaitu penyalutan suatu bahan atau materi dalam ukuran mikro. Teknik mikroenkapsulasi yang paling banyak digunakan adalah *spray drying*.

Metode *spray drying* dipilih karena memiliki beberapa kelebihan yaitu ketersediaan

peralatan, biaya proses rendah, dan menghasilkan produk akhir dengan stabilitas yang baik. Selain itu, dapat digunakan untuk bahan yang tidak tahan panas (titik lebur rendah) karena lapisan film yang terbentuk akan mengelilingi droplet dan pemanasan droplet hanya terjadi dalam beberapa detik saja sehingga suhu pemanasan di luar droplet tidak merusak material inti (Sugindro *et al.*, 2008 : 58-59).

METODE PENELITIAN

Obyek yang diteliti adalah aktivitas antioksidan mikrokapsul limbah serabut kelapa sawit terhadap DPPH yang dinyatakan sebagai EC₅₀ secara *in vitro* dan karakteristik fisik yang meliputi rendemen mikrokapsul, kadar air, dan kelarutan.

Alat dan instrumen yang digunakan dalam penelitian diantaranya wadah kaca, *hot plate stirrer*, *sentrifuge*, cawan porselin, krus, *rotary evaporator (Heidolph)*, *waterbath*, neraca digital (*O'Hauss*), mikropipet (*socorex*), *blue tip*, vortex (*health*[®]), spektrofotometer UV-Vis mini 1240 (*Shimadzu*), *spray dryer*

(*SD-BasicLabPlant*) dan alat-alat gelas.

Bahan yang digunakan adalah ekstrak limbah serabut kelapa sawit, metanol, gum arab, maltodextrin, dan aquadest, asam salisilat, H₂SO_{4(p)}, KMnO₄, asam fosfat, asam oksalat, pereaksi *Schiff*, NaOH, larutan NaOH 5%, HNO_{3(p)}, H₂SO_{4(p)}, reagen *Carr-Price*, HCl_(p), HCl 1%, serbuk Mg, larutan gelatin 1%, asam asetat anhidrat, kloroform, FeCl₃ 10%, pereaksi *Mayer*, pereaksi *Wagner*, n-butanol, asam asetat glasial, kloroform, metanol, toluen, n-heksan dan etil asetat, DPPH, *Butyl Hydroxy Toluene (BHT)*.

Metode ekstraksi yang digunakan yaitu maserasi dengan cara merendam serbuk simplisia limbah serabut kelapa sawit dengan metanol basa. Pembasaan dilakukan dengan menambahkan NaOH 0,5%. Perbandingan serbuk limbah serabut kelapa sawit dan metanol basa adalah 1 : 10. Maserasi dilakukan selama 5 hari sambil dilakukan pengadukan. Filtrat yang diperoleh diendapkan selama 1 hari. Filtrat disaponifikasi pada suhu 50°C dengan kecepatan pengadukan 800 rpm, lalu

disentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 800 rpm. Ekstrak cair dipekatkan dengan *vaccum rotary evaporator* dan *waterbath* sampai diperoleh ekstrak kental yang tidak mengandung metanol. Ekstrak kental diuji bebas metanol yang dilakukan dengan menambahkan asam salisilat dan $H_2SO_{4(p)}$ ke dalam sejumlah kecil ekstrak kental, kemudian dipanaskan. Jika ekstrak masih mengandung metanol akan tercium bau khas metil salisilat. Cara lainnya dengan menambahkan 5 mL larutan $KMnO_4$ 1% dan 0,5 mL asam fosfat ke dalam ekstrak, 15 menit kemudian ditambahkan 2 ml larutan asam oksalat 5% dalam asam sulfat 50%. Setelah ditambah pereaksi *Schiff* akan terbentuk warna merah jika ekstrak masih mengandung metanol (Auterhoff dan Kovar, 2002 : 14, 101).

Formulasi mikrokapsul terdiri dari ekstrak kental limbah serabut kelapa sawit sebagai bahan inti, dan sebagai bahan penyalut digunakan kombinasi gum arab : maltodekstrin (50 : 50). Rasio bahan inti dan bahan penyalut adalah 30 : 70, serta konsentrasi bahan penyalut yang

digunakan adalah 20% (Maisuthisakul, P., 2011 : 22). Pembuatan mikrokapsul dilakukan dengan menimbang gum arab dan maltodekstrin, lalu masing-masing bahan ditambahkan aquadest. Campuran dihomogenkan dengan *hot plate stirer* pada suhu 60°C, kemudian didiamkan selama 5 menit. Ekstrak limbah serabut kelapa sawit dicampur dengan aquadest, lalu dimasukkan dalam campuran gum arab dan maltodekstrin serta dihomogenkan dengan *hot plate stirer* pada suhu 30°C sampai membentuk suatu emulsi. Emulsi yang diperoleh di *spray drying* dengan suhu *inlet* 170°C (Modifikasi Pahlevi *et al.*, 2008 : 33). Mikrokapsul yang diperoleh diuji karakteristik fisik dan aktivitas antioksidannya.

Pengujian karakteristik fisik sediaan mikrokapsul meliputi uji organoleptis, rendemen mikrokapsul, kadar air, dan kelarutan. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. BHT digunakan sebagai baku pembanding. Langkah pertama dilakukan pencarian panjang

gelombang maksimal dan *operating time*, serta dibuat deret baku BHT dan mikrokapsul. Adanya penurunan absorbansi seiring dengan bertambahnya konsentrasi BHT dan mikrokapsul mengindikasikan adanya aktivitas antioksidan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi serbuk limbah serabut kelapa sawit menghasilkan rendemen 70,75% dan ekstrak sudah bebas metanol dengan tidak terbentuk warna merah maupun bau metil salisilat (Auterhoff dan Kovar, 2002 : 14, 101). Skrining fitokimia pada serbuk menunjukkan adanya kandungan senyawa flavonoid, saponin, polifenol, glikosida, steroid/terpenoid, tokoferol dan β -karoten. Pada skrining fitokimia ekstrak, menunjukkan adanya kandungan senyawa flavonoid, saponin, glikosida, steroid/terpenoid, tokoferol dan β -karoten. Antara serbuk dan ekstrak memiliki perbedaan hasil terhadap uji polifenol. Hal ini dikarenakan polifenol ikut tersabunkan. Adanya

kandungan senyawa aktif dipertegas dengan uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Uji KLT juga dilakukan sebagai identifikasi awal aktivitas antioksidan ekstrak limbah serabut kelapa sawit.

Ekstrak limbah serabut kelapa sawit yang diperoleh, diformulasikan sebagai mikrokapsul dengan bahan enkapsulat kombinasi gum arab dan maltodekstrin. Gum arab bersifat lipofilik, mempunyai viskositas yang sangat tinggi, memiliki kemampuan sebagai *emulsifier* yang baik sehingga emulsi yang terbentuk stabil serta mampu membentuk lapisan film. Emulsi yang dimaksud mengacu pada pemisahan yang berjalan lambat. Berbeda dengan gum arab, maltodekstrin bersifat lipofobik sehingga menyebabkan stabilitas emulsi yang rendah, namun ekstrak yang terkapsulasi memiliki daya tahan terhadap oksidasi. Selain itu, adanya penambahan maltodekstrin dapat menurunkan kadar air.

Kombinasi gum arab dan maltodekstrin sebagai enkapsulat diharapkan dapat membentuk emulsi yang stabil dengan viskositas yang

tidak terlalu tinggi dan mikrokapsul yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah. Adanya kemampuan *emulsifier* dan membentuk lapisan film dari gum arab serta sifat maltodekstrin yang dapat melindungi mikrokapsul dari oksidasi, maka kondisi ekstrak limbah serabut kelapa sawit dapat dipertahankan dan ekstrak dapat terlindungi dari kerusakan. Aquadest dipilih sebagai pelarut karena memiliki sifat yang netral, tidak toksik, serta mampu melarutkan bahan penyalut tapi tidak melarutkan bahan inti.

Pada pembuatan mikrokapsul, langkah pertama adalah menimbang gum arab dan maltodekstrin, lalu ditambahkan aquadest pada masing-masing bahan. Homogenasi dilakukan dengan pengadukan dan dibagi menjadi 2 tahap, masing-masing tahap dilakukan selama 10 menit dan kecepatan pengadukan 800 rpm. Tahap pertama dilakukan untuk menghomogenkan enkapsulat dan pelarut. Campuran dipanaskan diatas *hot plate stirrer* pada suhu 60°C selama 10 menit atau sampai

semua enkapsulat larut (tidak ada gumpalan-gumpalan enkapsulat). Setelah itu, larutan didinginkan selama 5 menit dengan tujuan menurunkan suhu awal homogenasi sehingga dapat meminimalkan terjadinya kerusakan ekstrak. Tahap kedua dilakukan untuk menghomogenkan ekstrak limbah serabut kelapa sawit dengan larutan enkapsulat. Larutan ekstrak limbah serabut kelapa sawit dimasukkan sedikit demi sedikit sambil dilakukan pengadukan hingga terbentuk emulsi yang stabil.

Pada *spray drying* digunakan suhu *inlet* 170°C karena pelarut yang digunakan memiliki titik didih tinggi. Pada suhu 170°C diharapkan aquadest menguap dengan baik sehingga mikrokapsul yang dihasilkan memiliki kadar air rendah. Mikrokapsul yang dihasilkan berbentuk halus, serbuk berwarna putih kecoklatan, bau khas, dan rasa hambar. Berikut merupakan mikrokapsul yang dihasilkan dari proses *spray drying*:



Gambar 1. Mikrokapsul Ekstrak Limbah Serabut Kelapa Sawit

Rendemen mikrokapsul dihitung dengan membandingkan bobot awal bahan yang digunakan dalam pembuatan mikrokapsul dengan bobot mikrokapsul yang diperoleh. Hasil rendemen mikrokapsul yang diperoleh sebesar 10,90%. Rendahnya rendemen yang diperoleh kemungkinan disebabkan karena suhu pengeringan yang dipakai tergolong tinggi (170°C) sehingga aquadest dengan mudah diuapkan. Selain itu, gum arab dan maltodekstrin bersifat higroskopis sehingga menyebabkan mikrokapsul yang dihasilkan banyak kehilangan kadar air sehingga rendemen mikrokapsul yang diperoleh kecil.

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air

dalam mikrokapsul. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan dan mempengaruhi stabilitasnya mikrokapsul selama penyimpanan karena air merupakan media yang baik untuk perkembangbiakan jamur dan bakteri. Hasil uji kadar air mikrokapsul berkisar antara 5,66-5,83% dengan rata-rata 5,74%. Hasil yang diperoleh, dibandingkan dengan kadar air pati prigelatinasi beras ketan yang diperoleh dengan proses *spray drying* yang berkisar antara 7,05-8,34% (Lukman *et al.*, 2013 : 69). Kadar air mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit yang diperoleh masih berada dalam kisaran umum kadar air produk kering yang dihasilkan dengan proses *spray drying*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Mikrokapsul

Replikasi	Kadar Air (%)	Rata rata (%)
I	5,74	5,74
II	5,66	
III	5,83	

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui nilai kelarutan mikrokapsul dalam larutan uji yang berhubungan dengan pelepasan bahan aktif. Kelarutan suatu bahan dalam air dipengaruhi oleh kadar air bahan yang bersangkutan. Kadar air yang tinggi di dalam bahan menyebabkan bahan tersebut menjadi sulit menyebar dalam air karena bahan cenderung lekat sehingga tidak terbentuk pori-pori,

akibatnya bahan tidak mampu menyerap air. Kadar air yang dimiliki mikrokapsul relatif rendah sehingga kelarutannya tinggi yaitu berkisar antara 98,41-99,81% dengan rata-rata 99,02%. Hal ini sesuai teori, dimana salah satu keuntungan teknik mikroenkapsulasi adalah meningkatkan kelarutan produk yang dihasilkan. Hasil uji kelarutan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kelarutan Mikrokapsul

Replikasi	Kelarutan (%)	Rata rata (%)
I	98,41	99,02
II	98,83	
III	99,81	

Selain diuji karakteristik fisiknya, sediaan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit juga diuji aktivitas antioksidannya secara kuantitatif untuk mengetahui seberapa besar potensi antioksidan yang dimiliki menggunakan metode DPPH. Prinsip metode DPPH adalah pengukuran peredaman radikal bebas sintetik DPPH dalam pelarut organik polar seperti metanol oleh suatu senyawa yang memiliki aktivitas

antioksidan. Metode DPPH dipilih karena merupakan metode yang cepat, sederhana, murah dan memiliki sensitivitas yang lebih besar dan diperlukan sampel dalam jumlah sedikit. Pengukuran aktivitas antioksidan dilihat berdasarkan kemampuan suatu senyawa untuk memberikan satu atom hidrogen untuk menstabilkan DPPH (ungu), sehingga terbentuk DPPH-H

(kuning) yang stabil (Molyneux, 2004 : 212).

Pemeriksaan aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan baku pembanding BHT karena memenuhi syarat untuk digunakan sebagai baku pembanding yaitu memiliki kemurnian yang tinggi, mudah diperiksa kemurniannya (diketahui macam dan jumlah pengotornya), dan bersifat stabil. Selain itu, BHT mudah diperoleh dan digunakan secara luas untuk penelitian aktivitas antioksidan.

Tahapan awal uji aktivitas antioksidan secara kuantitatif adalah menentukan panjang gelombang maksimal dan *operating time*. DPPH memiliki panjang gelombang

maksimal yang berkisar antara 515-517 nm (Marinova dan Bhatarov, 2011). Panjang gelombang maksimal yang diperoleh pada penelitian 514,5 nm dan *operating time* 30 menit. Larutan BHT dibuat dengan konsentrasi 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 dan 1,2 ppm. Sedangkan larutan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit dibuat dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Perhitungan yang digunakan dalam penentuan aktivitas antioksidan dinyatakan dengan nilai EC_{50} . Nilai EC_{50} berbanding terbalik dengan aktivitas antioksidan. Semakin kecil nilai EC_{50} maka semakin besar aktivitas antioksidan yang dimiliki senyawa tersebut. Hasil perolehan data nilai EC_{50} dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data EC_{50} BHT dan Mikrokapsul

Sampel	Replikasi	Hasil EC_{50} (ppm)	Rata rata (ppm)
Baku BHT	I	4,7635	4,7650
	II	4,8426	
	III	4,6890	
Mikrokapsul	I	124,5998	125,4341
	II	117,6400	
	III	134,0625	

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai EC_{50} BHT lebih kecil bila dibandingkan dengan EC_{50} mikrokapsul ekstrak limbah

serabut kelapa sawit. Aktivitas antioksidan mikrokapsul sedang karena memiliki nilai EC_{50} antara 100-150 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan baku

BHT memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat karena memiliki nilai EC_{50} kurang dari 50 $\mu\text{g/mL}$ (Kresnawaty *et al.*, 2012 : 75). Hal ini terjadi karena BHT merupakan senyawa murni sedangkan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit masih mengandung banyak senyawa.

KESIMPULAN

1. Mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit memiliki karakteristik rendemen mikrokapsul 10,90%, kadar air 5,74%, dan kelarutan 99,02%.
2. Konsentrasi mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit yang mampu memberikan aktivitas antioksidan adalah 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm.
3. Aktivitas antioksidan mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit lebih kecil bila dibandingkan dengan BHT yang ditunjukkan dengan nilai EC_{50} mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit dan BHT secara berturut-turut adalah 125,4341 dan 4,7650 ppm.

SARAN

1. Dilakukan optimasi mikrokapsul dengan menggunakan metode *Simplex Lattice Design*.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut tentang isolasi senyawa aktif yang dominan sebagai antioksidan yaitu β -karoten dan bagian limbah yang digunakan adalah *exocarp* dan *mesocarp*.
3. Dilakukan analisis kadar isolat β -karoten menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) pada formula yang memberikan aktivitas antioksidan terbesar.
4. Dilakukan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui ukuran partikel mikrokapsul ekstrak limbah serabut kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT penulis panjatkan karena atas anugerah dan cinta kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis ucapkan terima kasih kepada Dra. Uning Rininingsih E.M., M.Si., dan Becti Nugraheni, M.Sc., Apt., atas segala

waktu, arahan, motivasi, dan nasehat yang diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Etty Sulistyowati, S.T., M.Sc., dan Drs. Sukirno, Apt., atas saran dan masukan yang diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Auterhoff, H. dan Kovar, K.A. 2002. *Identifikasi Obat Terbitan Kelima*. Diterjemahkan oleh Sugiarto, N.C. Bandung : ITB.
- Kresnawaty, I., Budiani, A., Panji, T., dan Suharyanto. 2012. Isolasi dan Mikroenkapsulasi Vitamin E dari Crude Palm Oil sebagai Sumber Antioksidan Bahan Pangan. *Menara Perkebunan* **80** (2) : 68-76.
- Lukman, A., Anggraini, D., Rahmawati, N., dan Suhaeni, N. 2013. Pembuatan dan Uji Sifat Fisikokimia Pati Beras Ketan Kampar yang Dipragelatinasi. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia* **1**(2) : 67-71.
- Maisuthisakul, P. 2011. Microencapsulation of Extract from Mango Seed Kernel Waste. *Research*. University of the Thai Chamber of Commerce.
- Marinova, G. dan Batchvarov. 2011. Evaluation of The Methods for Determination of The Free Radical Scavenging Activity by DPPH. *Bulg. J. Agric. Sci.* **17**(1): 11-24.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioksidant Activity. *J. Sci. Tech.* **26** (2) : 211-219.
- Neoh, B.K., Thang, Y.M., Zain, M.Z.M., dan Junaidi, A. 2011. Palm Pressed Fibre Oil : A New Opportunity for Premium Hardstock?. *International Food Research Journal* **18** : 769-773.
- Pahlevi, Y.W., Estiasih, T., dan Saparianti, E. 2008. Mikroenkapsulasi Ekstrak Karoten dari Spora Kapang Oncom Merah (*Neurospora sp.*) dengan Bahan Penyalut Berbasis Protein Menggunakan Metode Pengeringan Semprot. *Jurnal Teknologi Pertanian* **9** (1) : 33-39.
- Sugindro, Mardiyati, E., dan Djajadisastra, J. 2008. Pembuatan dan Mikroenkapsulasi Ekstak Etanol Biji Jinten Hitam Pahit (*Nigella sativa* Linn.). *Majalah*

Ilmu Kefarmasian V (2) : 57 – 66.

Utami, A. P. 2011. Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) untuk Isolasi

β -karoten dengan Metode Saponifikasi. *Skripsi*. Semarang : STIFAR “Yayasan Pharmasi”.