

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN FRAKSI EKSTRAK BIJI ATUNG (*Parinarium glaberrimum* Hassk.)¹⁾

[Antioxidant Activities of *Parinarium glaberrimum* Hassk Extracts and their Fractions]

Dewi Sarastani²⁾, Soewarno T. Soekarto³⁾, Tien R. Muchtadi³⁾, Dedi Fardiaz³⁾, dan Anton Apriyantono³⁾

¹⁾ Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional PATPI, Semarang 9-10 Oktober 2001

²⁾ Alumni IPN – IPB, Staf Pengajar FT-UIKA, Bogor

³⁾ Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB

ABSTRACT

The seed of *Parinarium glaberrimum* Hassk was extracted with non polar solvent (hexane) and or polar solvent (ethanol). Antioxidative activity of extracts was measured by rates of carotene bleaching in the coupled oxidation of linoleic acid and β -carotene. Ethanolic-Hexanoic Extract (EHE) of the seed was found to possess the highest antioxidative activity. Furthermore, EHE was fractionated by silica column chromatography and eight major fractions were isolated according to UV absorption. Antioxidative activity of these fractions was evaluated in a β -carotene-linoleate system. Fractions III, I, and II showed the major activity, but fractions I and II have the best value of relative capacity, so they were chosen for further identification.

Key words: Seed of *Parinarium glaberrimum* Hassk, extract, fraction, and antioxidant activity

PENDAHULUAN

Oksidasi lipida (minyak dan lemak) merupakan penyebab terbesar kerusakan mutu makanan. Terjadinya oksidasi lipida dapat mengawali perubahan-perubahan lain dalam makanan yang berdampak pada mutu nutrisi, keamanan, wama, flavor dan tekstur makanan (Shahidi dan Nacz, 1995).

Salah satu cara efektif untuk mencegah kerusakan oksidatif tersebut adalah penggunaan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa prinsipal yang dapat menghambat terjadinya kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk makanan yang telah teroksidasi.

Ada beberapa macam antioksidan yang diijinkan untuk makanan, baik dari jenis antioksidan sintesis (Butil Hidroksi Anisol/BHA, Butil Hidroksi Toluena/BHT) maupun antioksidan alami (ekstrak daun Rosemary). Antioksidan sintesis yang diproduksi secara reaksi kimia dianggap kurang aman, maka konsumen cenderung mencari antioksidan alami yang dipandang lebih aman karena diperoleh dari ekstrak bahan alami.

Semakin meningkatnya permintaan antioksidan alami, mendorong banyak peneliti untuk terus menggali dan mencari lebih jauh bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami. Ada banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, misalnya rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-bijian sereal, sayur-sayuran, enzim dan protein. Menurut Pratt dan Hudson (1990), kebanyakan sumber antioksidan alami adalah tumbuhan dan umumnya merupakan senyawa fenolik yang

tersebar di seluruh bagian tumbuhan, baik di kayu, biji, buah, daun, akar, bunga maupun serbuk sari.

Salah satu bahan pangan yang menarik untuk diteliti sebagai salah satu sumber komponen aktif antioksidan adalah biji buah Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.). Tanaman Atung merupakan tumbuhan hutan tropis yang tumbuh alami di daerah Maluku ke Timur hingga ke daerah Pasifik.

Secara tradisional, kegunaan buah atung telah dikenal secara turun temurun dan meluas oleh masyarakat pulau Maluku. Diantaranya, inti biji atung dicampur dengan cincangan ikan mentah atau goreng dan bumbu menjadi makanan yang disebut *Kohu-kohu*. Olesan biji buah atung juga dapat digunakan untuk memperpanjang kesegaran ikan selama di laut. Selain itu, inti biji atung juga dapat berguna untuk mencegah diare, pendarahan ataupun keputihan pada wanita hamil. Biji yang setengah masak dicampur air dan dibuat bubur untuk dioleskan pada bangunan rumah atau kapal sehingga terbebas dari serangan bubuk atau cacing (Heyne, 1987).

Moniharapon (1991) mengkaji kegunaan biji buah atung, diperoleh hasil bahwa bubuk biji atung mampu mempertahankan kesegaran udang windu dari 4 jam menjadi 17 jam. Soeherman (1997) meneliti kegunaan biji buah atung untuk meningkatkan umur simpan pindang ikan mujair, dan diperoleh hasil baik dengan bubuk biji atung maupun ekstrak biji atung dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga mampu memperpanjang umur simpan pindang dari satu hari menjadi empat hari. Selain itu, dapat pula memperbaiki tekstur daging ikan menjadi lebih padat dan kompak.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Saragih (1998), meneliti pencegahan infestasi lalat selama pengolahan ikan jambal roti dengan preparat biji buah atung. Adawiyah (1998) meneliti metode ekstraksi senyawa antimikroba dari biji buah atung. Hasil penelitian Adawiyah diperoleh bahwa senyawa antimikroba yang memiliki aktivitas tertinggi terdapat pada ekstrak yang dihasilkan dari ekstraksi serbuk biji atung secara bertingkat dengan pelarut heksana dan pelarut etil asetat. Senyawa antimikroba ini bersifat semi polar dan memiliki aktivitas bakterisidal. Dari hasil penelitian Adawiyah (1998) diperoleh pula bahwa ekstrak biji atung hasil ekstraksi bertahap dengan pelarut heksana, etil asetat, dan etanol memiliki total fenolik tinggi, yang cukup menarik untuk diteliti aktivitas antioksidannya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mencari komponen aktif dari biji buah atung yang bekerja sebagai antioksidan.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah Atung (*Parinarium glaberrimum Hassk*) yang diperoleh dari desa Hutumuri, kecamatan Sirimau, kotamadya Ambon, propinsi Maluku. Bagian buah yang digunakan untuk penelitian adalah bagian biji.

Bahan kimia meliputi pelarut heksana dan etanol, β-karoten asam linoleat, silikat gel aktif.

Peralatan yang digunakan adalah serangkaian alat soxhlet, alat refluks, blender, shaker, pompa, rotavapor, penangas air, homogeniser, serangkaian alat kromatografi kolom dan spektrophotometer UV-160 (SHIMADZU, Jepang).

Metode

1. Ekstraksi Komponen Antioksidan

Ekstraksi komponen antioksidan dari serbuk biji atung dilakukan dengan cara:

- a. Ekstraksi Bertingkat : pertama kali serbuk biji buah atung (30 mesh) diekstraksi dengan pelarut non polar heksana secara prosedur Soxhlet untuk menghilangkan lemaknya. Kemudian residunya diekstraksi dengan pelarut polar etanol menggunakan Reflux.
- b. Ekstraksi Tunggal : serbuk biji buah atung diekstraksi langsung dengan pelarut polar etanol secara metode Hammerschmidt dan Pratt (1978) yang di modifikasi.

2. Fraksinasi Ekstrak Antioksidan

Ekstrak antioksidan dari biji buah atung yang memiliki aktivitas antioksidan tertinggi difraksinasi dengan menggunakan Kromatografi Kolom. Kolom yang digunakan adalah asam silika aktif (Kiesel Gel 60 GF 254, Merck, Germany) yang dipak pada suatu pipa gelas (15 x 30 cm). Eluen yang digunakan adalah kombinasi pelarut non polar heksana (H) dan pelarut polar etanol (E) dengan perbandingan volume 75% H/E, 50% H/E, 25% H/E, 10% H/E dan 100% etanol. Fraksinasi dilakukan dengan mengelusi 1 ml ekstrak antioksidan dengan kombinasi pelarut diatas secara bertahap (*gradien elution*). Elusi dilakukan pada suhu kamar dan untuk mempercepat laju elusi digunakan dorongan udara dari atas kolom dengan bantuan pompa. Volume setiap kombinasi pelarut adalah 150ml dan akan diperoleh 20 fraksi @ 7,5 ml, sehingga untuk 5 kombinasi pelarut akan diperoleh 100 fraksi.

3. Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dari ekstrak biji buah atung maupun dari hasil fraksinasi diuji dengan sistem emulsi β-karoten – linoleat dengan modifikasi (Hammerschmidt dan Pratt, 1978; Lee et al., 1995).

4. Kapasitas Relatif Aktivitas Fraksi

Kapasitas relatif ini dapat menjadi petunjuk kelompok fraksi mana yang memiliki komponen antioksidan paling potensial dalam biji buah atung.

Kapasitas relatif kelompok fraksi dari 1 ml ekstrak biji buah atung E-HE dapat dicari dari perhitungan berikut :

$$Kr = \frac{A}{B} \times Fp$$

keterangan :

Kr = Kapasitas relatif

A = Total perolehan komponen kering dari kelompok fraksi (mg)

B = Jumlah komponen kering kelompok fraksi yang digunakan untuk uji aktivitas (mg)

Fp = Faktor protektif = Absorbansi sampel pada pemanasan 30 menit / Absorbansi kontrol pada pemanasan 30 menit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Komponen Antioksidan

Proses dan hasil ekstraksi antioksidan dari serbuk biji buah atung (30 mesh) dengan pelarut non polar (heksana) dan atau pelarut polar (etanol), baik secara ekstraksi bertingkat ataupun tunggal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses dan hasil ekstraksi antioksidan biji buah Atung

Ekstraksi	Pelarut	Nama ekstrak	Karakteristik ekstrak
Bertingkat	1. Heksana	Ekstrak Heksana (E-H)	Warna : kekuningan Bau : khas atung di suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$): lemak cair di suhu lemari es (-10°C): kental
	2. Etanol	Ekstrak Heksana- Etanol (E-HE)	Warna : merah kecoklatan Bau : khas atung di suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$): cair di suhu lemari es (-10°C): cair
Tunggal	Etanol	Ekstrak Etanol (E-E)	Warna : merah kecoklatan Bau : khas atung di suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$): cair di suhu lemari es (-10°C): cair

Berat ekstrak dibagi dengan berat basah serbuk biji atung digunakan untuk menghitung rendemen ekstrak. Kadar bahan kering ekstrak dihitung dengan cara membagi berat komponen kering ekstrak dengan berat atau volume ekstrak yang diuapkan pelarutnya. Hasil perhitungan rendemen dan kadar bahan kering ketiga ekstrak tersaji pada Tabel 2.

Toluen). Hal ini berarti ketiga ekstrak biji atung memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dari aktivitas BHT.

Selain dengan penyajian secara grafik, hasil aktivitas antioksidan dapat dinyatakan pula dalam faktor protektif, yaitu nilai perbandingan antara nilai absorbansi sampel pada pemanasan selama 30 menit terhadap nilai

Tabel 2. Rendemen dan kadar bahan kering dari ekstrak biji Atung

Ekstrak	Rendemen ekstrak	Kadar bahan kering ekstrak	
	% berat basah	% (berat /berat)	% (berat /vol.)
E-H	21,4	92,6	88,4
E-HE	11,9	13,4	10,1
E-E	33,5	17,1	14,0

Aktivitas Antioksidan Ekstrak

Ketiga ekstrak biji atung kemudian diuji aktivitas antioksidannya dengan sistem emulsi β -karoten-linoleat. Dasar pengujian dengan sistem ini adalah penurunan intensitas warna emulsi oleh karena terdegradasinya β -karoten-linoleat oleh oksidasi dan pemanasan. Pengukuran penurunan intensitas warna emulsi dilakukan dengan pembacaan absorbansi pada spektrofotometer pada λ 470 nm. Jumlah antioksidan yang digunakan dalam setiap uji adalah 1 mg komponen kering dalam 3 ml emulsi uji (333 ppm). Hasil uji aktivitas antioksidan dari ketiga ekstrak dapat dilihat pada Gambar 1.

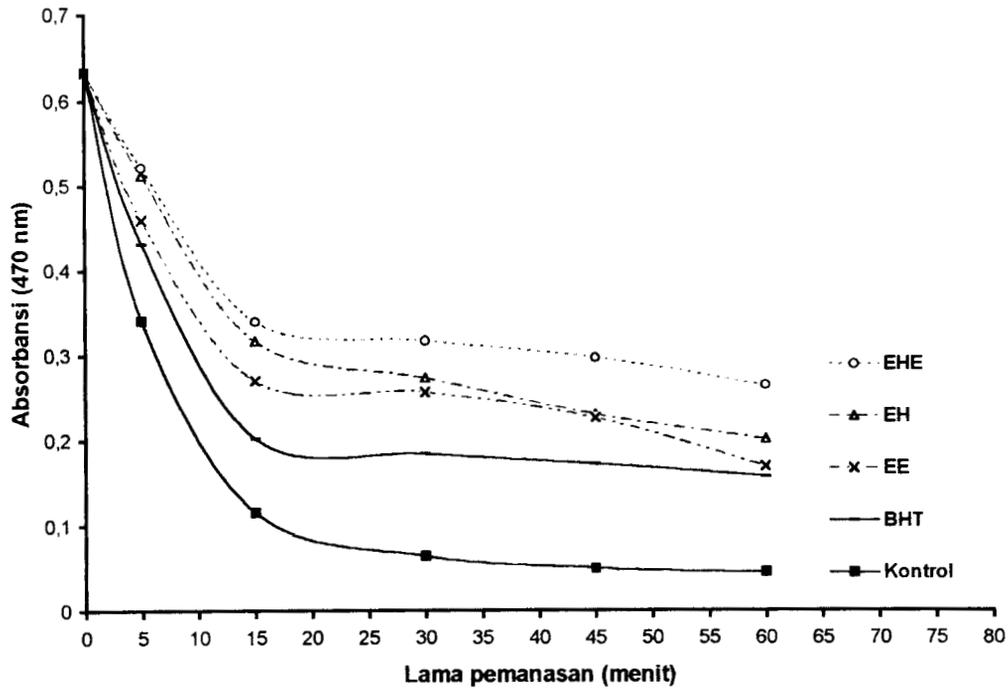
Gambar 1 memperlihatkan pola penurunan warna emulsi selama pemanasan. Emulsi yang mengandung senyawa antioksidan, akan memiliki kurva lebih landai dibanding kontrol. Dari Gambar 1 terlihat bahwa kurva dari ketiga ekstrak biji atung lebih landai dari kurva kontrol ataupun kurva antioksidan sintetik BHT (Butil Hidroksi

absorbansi kontrol pada pemanasan selama 30 menit (Gambar 2).

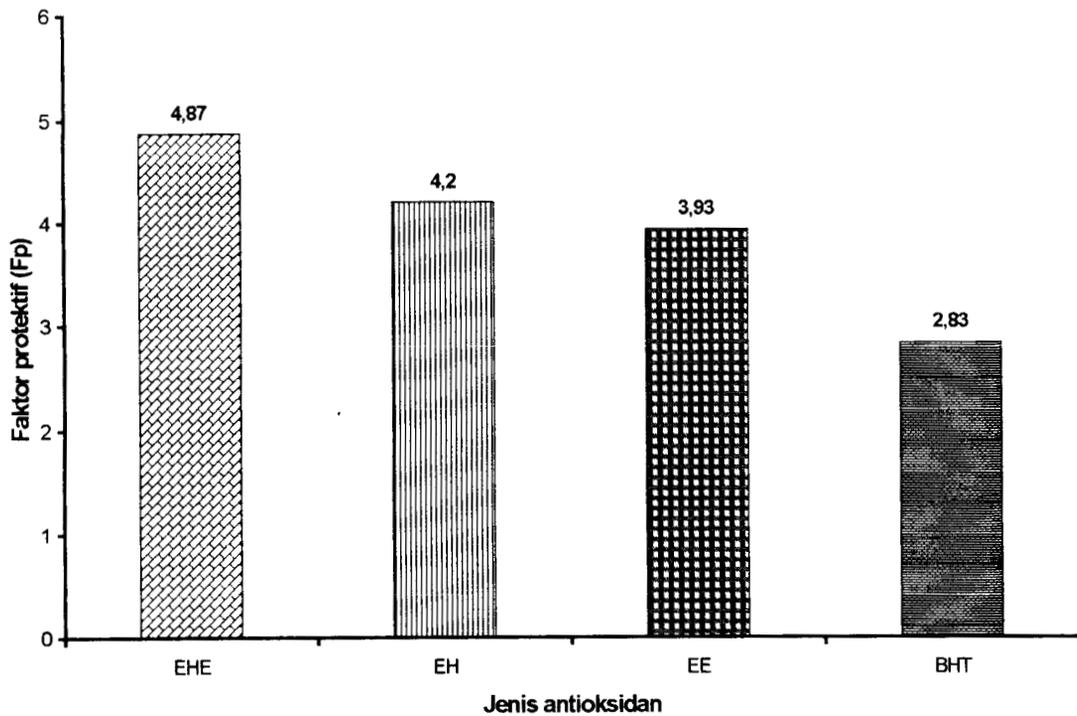
Dari Gambar 2 terlihat bahwa ketiga ekstrak biji atung memiliki faktor protektif lebih tinggi dari BHT, hal ini berarti ketiga ekstrak memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dari BHT. Diantara ketiga ekstrak biji atung, maka ekstrak heksana-etanol (E-HE) memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan tingkat aktivitas 1,7 kali aktivitas BHT, oleh karena itu ekstrak E-HE terpilih untuk dilakukan fraksinasi.

Fraksinasi Ekstrak Antioksidan

Dari hasil fraksinasi diperoleh 100 macam fraksi yang masing-masing sebanyak 7,5 ml. Hasil pengukuran setiap fraksi pada panjang gelombang λ 254 nm dan λ 280 nm, tersaji pada Gambar 3.

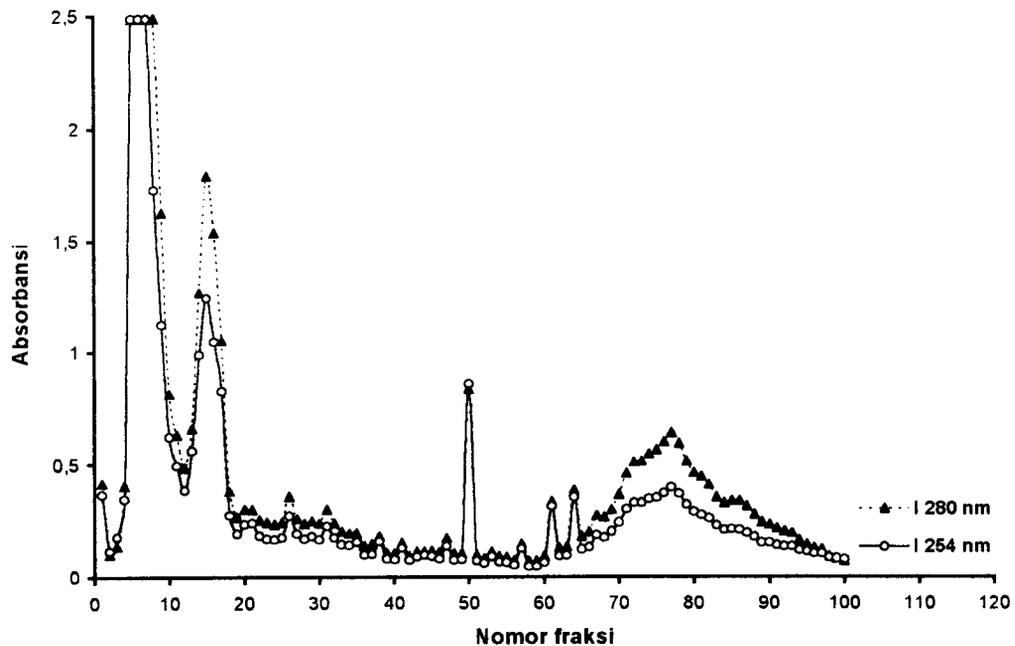


Gambar 1. Pola penurunan intensitas warna emulsi terhadap lama pemanasan pada uji aktivitas antioksidan ekstrak biji atung (333 ppm).



Keterangan : EHE = ekstrak heksana etanol , EH = ekstrak heksana, EE = ekstrak etanol, BHT = butil hidroksitoluen

Gambar 2. Aktivitas antioksidan ekstrak biji buah Atung (333 ppm) dengan sistem β -karoten-linoleat



Gambar 3. Hasil fraksinasi ekstrak heksana etanol (E-HE) dibaca dengan absorbansi pada λ 254 nm dan λ 280 nm.

Nomor-nomor fraksi yang termasuk dalam satu puncak pada Gambar 3 digabung menjadi satu kelompok fraksi. Dari 100 fraksi dikelompokkan menjadi 8 kelompok seperti terlihat pada Tabel 3.

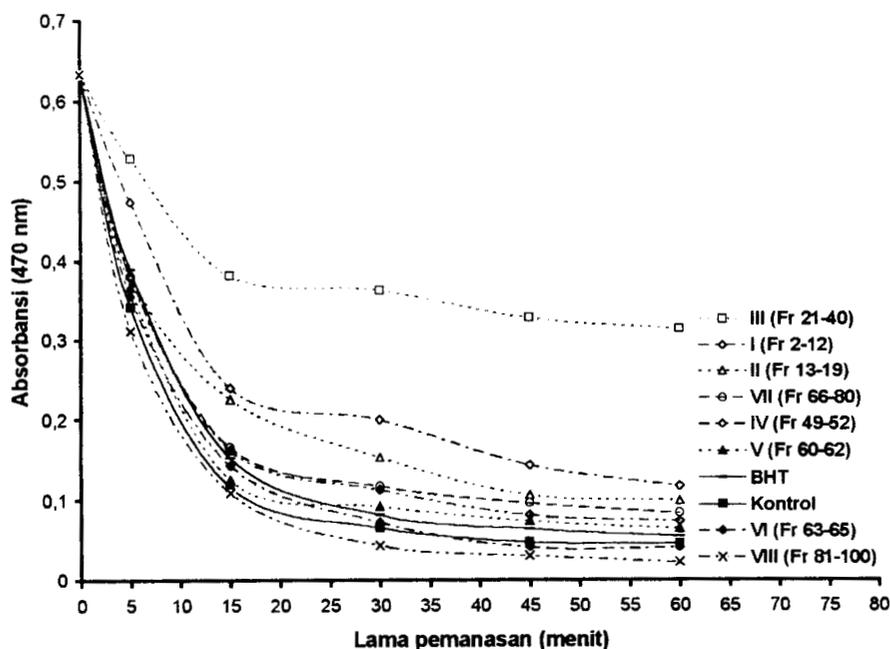
Jumlah total komponen kering kedelapan kelompok fraksi (Tabel 3) adalah 84 mg, sementara total komponen kering dalam 1 ml ekstrak E-HE adalah 101 mg, sehingga terdapat selisih 17 mg. Selisih tersebut dapat ditemukan pada 17 fraksi yang tidak terkelompokkan sehingga tidak dilakukan pengeringan, dan sisanya masih tertahan dalam kolom silika aktif.

Aktivitas Antioksidan Fraksi

Kedelapan kelompok fraksi biji atung kemudian diuji aktivitas antioksidannya dengan sistem emulsi β -karoten-linoleat pada konsentrasi 33 ppm. Hasil uji aktivitas antioksidan dari kelompok – kelompok fraksi ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

Tabel 3. Kelompok fraksi hasil fraksinasi ekstrak biji Atung E-HE

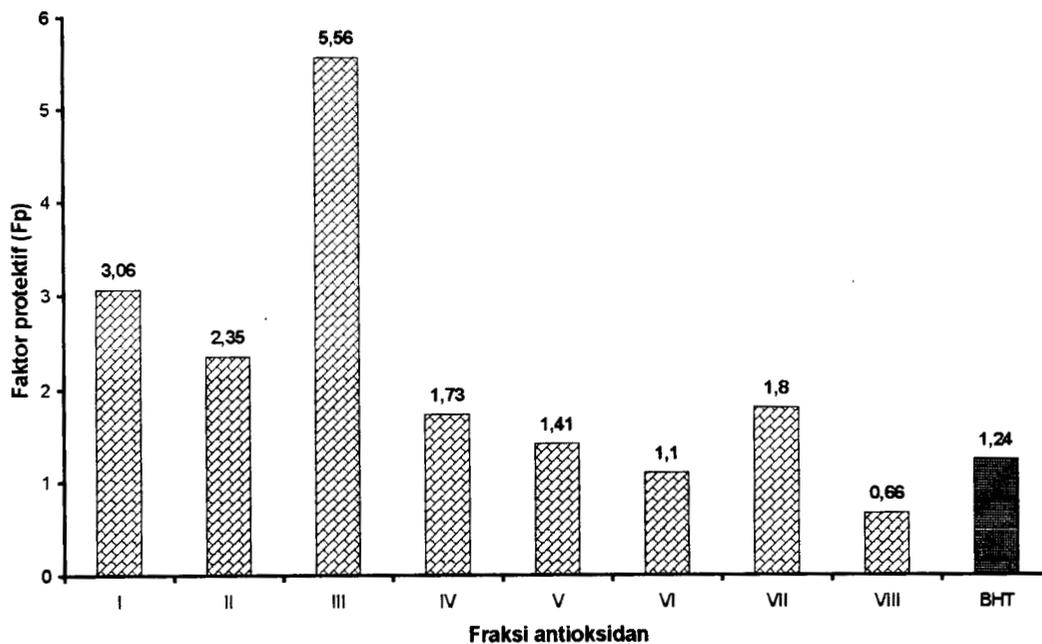
Kelompok fraksi	Nomor fraksi	Jenis eluen	Warna komponen kering	Komponen kering (mg)
I	2 - 12	75% H/E *	Kuning	43
II	13 - 19	75% H/E	Kuning	20
III	21 - 40	50% H/E	Putih kekuningan	1
IV	49 - 52	25% H/E	Putih Kekuningan	3
V	60 - 62	10% H/E	Putih Kekuningan	3
VI	63 - 65	10% H/E	Putih kotor	1
VII	66 - 80	10% H/E	Putih kecoklatan	12
VIII	81-100	100% Etanol	Putih kecoklatan	1



Gambar 4. Pola penurunan intensitas warna emulsi dengan lama pemanasan pada uji aktivitas antioksidan kelompok fraksi biji Atung dengan sistem emulsi β -karoten-linoleat pada konsentrasi 33 ppm.

Dari gambar 4 terlihat bahwa ada 6 kelompok fraksi antioksidan biji atung memiliki kurva lebih landai di banding kurva antioksidan BHT, hal ini berarti ke 6 kelompok fraksi tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari

BHT. Dua kelompok fraksi biji atung lainnya memiliki aktivitas antioksidan dibawah BHT. Tingkat aktivitas antioksidan dari kedelapan kelompok fraksi dibanding BHT akan lebih jelas terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aktivitas antioksidan kelompok fraksi biji atung dengan sistem emulsi β -karoten-linoleat pada konsentrasi 33 ppm.

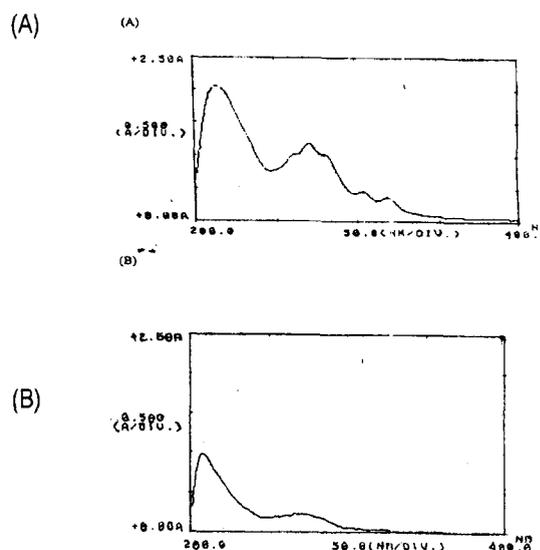
Gambar 5 memperlihatkan kelompok fraksi III memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi, bahkan jauh lebih tinggi dari aktivitas pembanding BHT. Faktor protektif kelompok fraksi III (Fr 21-40) sebesar 5,56, sedangkan faktor protektif BHT sebesar 1,24, hal ini berarti aktivitas antioksidan dari kelompok fraksi III hampir 4,5 kali aktivitas antioksidan BHT.

Dari hasil uji aktivitas antioksidan kelompok fraksi seperti tersaji pada Gambar 4 dan 5, maka 8 kelompok fraksi tersebut dapat dikelompokkan dalam 4 golongan antioksidan yaitu sangat kuat, kuat, sedang, dan lemah seperti tersaji pada Tabel 4. Untuk menentukan kelompok fraksi terpilih diantara kedelapan kelompok fraksi biji buah atung, diperlukan satu kriteria lain yaitu kapasitas relatif.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kelompok fraksi III meski memiliki faktor protektif tertinggi (5,56) tetapi jumlah komponen kering per 1 ml ekstrak hanya 1 mg, sehingga kapasitas relatifnya tidak besar (55,6). Berbeda dengan kelompok fraksi I, selain memiliki faktor protektif terbesar kedua (3,06) juga memiliki jumlah komponen kering per 1 ml ekstrak terbesar, sehingga kapasitas relatifnya memiliki nilai terbesar (1315,8). Kelompok fraksi II memiliki aktivitas kuat (2,35) dan jumlah komponen kering 20 mg, sehingga kapasitas relatifnya adalah 470. Kelompok fraksi I dan II terpilih sebagai kelompok fraksi potensial dalam biji buah atung yang menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Pengujian lebih lanjut dari kelompok fraksi I dan II adalah pengujian spektrum serapan. Pengujian ini dilakukan dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 200 – 800 nm. Hasil uji spektrum serapan kelompok fraksi antioksidan I dan II disajikan pada Gambar 6. Dari Gambar 6 terlihat bahwa spektrum serapan dominan dari kelompok fraksi I dan II berada di daerah sinar ultra violet (200 – 400 nm). Kelompok fraksi I memiliki 3 puncak, sedangkan kelompok fraksi II memiliki 2 puncak, sebagaimana tersaji pada Tabel 5.

Dari uji spektrum serapan diperoleh bahwa kelompok fraksi I memiliki puncak serapan primer pada panjang gelombang 213,8 nm dan puncak serapan sekunder pada 270,6 nm. Kelompok fraksi II memiliki puncak serapan primer pada panjang gelombang 207,4 nm dan puncak serapan sekunder pada 270 nm. Dari hasil tersebut diperoleh petunjuk bahwa kedua fraksi antioksidan, baik kelompok fraksi I maupun II mengandung senyawa dari golongan fenol. Hal ini sebagaimana dinyatakan oleh Pavia et al. (1996) bahwa senyawa aromatik golongan fenol pada pengujian dengan spektroskopi ultra violet - sinar tampak, memiliki puncak serapan sekunder di panjang gelombang 270 nm.



Gambar 6. Spektrum serapan kelompok fraksi antioksidan I (A) dan II (B) dari ekstrak biji buah Atung E-HE.

Tabel 4. Golongan dan kapasitas relatif antioksidan dari kelompok fraksi

Kelompok fraksi	Faktor protektif	Golongan antioksidan	Berat komponen kering (mg)	Kapasitas relatif antioksidan / 1 ml ekstrak
III (fr 21-40)	5,56	sangat kuat	1 mg	55,6
I (Fr 2-12)	3,06	kuat	43 mg	1315,8
II (Fr 13-19)	2,35	kuat	20 mg	470
VII (Fr 66-80)	1,80	sedang	12 mg	216
IV (Fr 49-52)	1,73	sedang	3 mg	51,9
V (Fr 60-62)	1,41	sedang	3 mg	42,3
VI (Fr 63-65)	1,10	lemah	1 mg	11
VIII (Fr81-100)	0,66	lemah	1 mg	6,6
BHT	1,24	pembanding	---	---

Tabel 5. Hasil spektrum serapan kelompok fraksi antioksidan I dan II

K. Fraksi	Puncak	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
I	1	213,8	2,066
	2	270,6	1,192
	3	318,2	0,382
II	1	207,4	0,989
	2	270.0	0,236

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ekstrak Heksana (E-H), Ekstrak Heksana-Etanol (E-HE) dan Ekstrak Etanol (E-E). Uji aktivitas antioksidan dari ketiga ekstrak dengan sistem emulsi β-karoten-linoleat memberi hasil bahwa ketiga ekstrak biji atung memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antioksidan sintetik Butil Hidroksi Toluena (BHT). Ekstrak E-HE memiliki aktivitas antioksidan 1,7 kali aktivitas BHT, ekstrak E-H memiliki 1,5 kali, dan ekstrak E-E 1,4 kali aktivitas antioksidan BHT.

Uji aktivitas antioksidan dari kedelapan kelompok fraksi dengan sistem emulsi β-karoten-linoleat menunjukkan kelompok fraksi III memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu 4,5 kali aktivitas BHT, tetapi kapasitas relatif per 1 ml ekstrak kecil (55,6). Kelompok fraksi I memiliki aktivitas antioksidan 2,5 kali aktivitas BHT dan memiliki kapasitas relatif tinggi (1315,8). Kelompok fraksi II memiliki aktivitas antioksidan 1,9 kali aktivitas BHT dan kapasitas relatif cukup (470). Tiga kelompok fraksi lagi memiliki aktivitas antioksidan diatas aktivitas BHT, sedangkan dua kelompok fraksi lainnya memiliki aktivitas dibawah BHT.

Kelompok fraksi I dan II mengandung senyawa fenol. Kedua kelompok merupakan kelompok fraksi yang bersifat polar dimana tingkat polaritas kelompok fraksi I kurang polar dibanding kelompok fraksi II.

Saran

Isolasi dan identifikasi struktur komponen antioksidan pada kelompok fraksi atung I,II dan III.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, D.R. 1998. Kajian Pengembangan Metode Ekstraksi Komponen Antimikroba Biji Buah Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.). Tesis Program Studi Ilmu Pangan. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Hammerschmidt, P.A. dan D.E. Pratt. 1978. Phenolic antioxidants of dried soybeans. J. Food Sci. 43: 556-559.

Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid II. Badan Litbang Kehutanan, penerjemah. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan, Jakarta.

Lee, Y., L.R. Howard, dan B. Villalon. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annum*) cultivars. J. Food Sci. 60 : 473-476.

Moniharapon, T. 1991. Kajian Penanganan Udang Windu (*Panaeus monodon* Fab.) untuk Mempertahankan Kesegaran Udang. Tesis Program Studi Teknologi Pasca panen. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Pavia, D.L., G. M. Lampman, G. S. Kriz. 1996. Introduction to Spectroscopy. Ed. ke-2. Saunders College Publishers, USA.

Pratt, D. E. dan B.J.F. Hudson. 1990. Natural antioxidants not exploited commercially. Di dalam: B.J.F. Hudson, editor. Food Antioxidants. Elsevier Applied Science, London.

Saragih, B.S. 1998. Aplikasi Pengawetan Ikan Segar dan Olahan dengan Preparat Biji Buah Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.). Tesis Program Studi Teknologi Pasca Panen. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Shahidi, F. dan M. Nacz. 1995. Food Phenolics. Technomic pub. Co. Inc. Lancaster-Basel.

Soeherman, A. 1997. Kajian Penggunaan Biji Buah Atung (*Parinarium glaberrimum* Hassk.) untuk Meningkatkan Umur Simpan Pindang Ikan Mujair. Skripsi Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. FATETA IPB, Bogor.