



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

POSTER
(Kode : H-02)

ISBN : 978-979-1533-85-0

POTENSI LUTEIN DARI BIJI JAGUNG MANIS (*Zea mays L.*) SEBAGAI SENYAWA ANTIOKSIDAN DIUJI SECARA IN VITRO

Kusmiati^{1,*} dan Ni Wayan S. Agustini

Pusat Penelitian Bioteknologi- LIPI, Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong Bogor 16911

*Email: kusmiati02@yahoo.com

Abstrak

Biji jagung manis (*Zea mays L.*) mengandung senyawa lutein, disamping kadar zeaxantinnya yang tinggi. Serbuk halus biji jagung manis dimaserasi menggunakan larutan campuran dari heksan-aseton-etanol-air (6:6:6:1), selanjutnya senyawa lutein diekstraksi menggunakan dietileter, dilakukan pemekatan dan pengeringan. Ekstrak lutein kasar diuji kemampuan antioksidan dengan konsentrasi 4, 6 dan 8 $\mu\text{g/ml}$ terhadap sel darah yang dioksidasi dengan senyawa *tert* butil hidroksiperoksida (tBHP) 5mM. Perlakuan kontrol negatif yaitu tanpa penambahan ekstrak lutein dan kontrol positif menggunakan vitamin E 4 $\mu\text{g/ml}$. Pengujian *in vitro* dilakukan dengan 4 kali ulangan. Parameter yang diukur meliputi kadar Malondialdehid (MDA), aktivitas enzim superoksiddismutase (SOD) dan enzim katalase. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak lutein dari biji jagung manis yang diuji pada darah domba diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan kadar malondialdehid (MDA) dan peningkatan aktivitas enzim superoksiddismutase (SOD) yang mencapai maksimal pada pemberian ekstrak lutein 4,0 $\mu\text{g/ml}$, serta peningkatan aktivitas enzim katalase yang mencapai maksimal pada perlakuan ekstrak lutein 8,0 $\mu\text{g/ml}$.

Kata kunci: Jagung manis, lutein, antioksidan, MDA, SOD dan katalase

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan yaitu biji jagung (*Zea mays L.*), karena tanaman ini diduga mengandung antioksidan berupa lutein yang apabila dikonsumsi 20 mg/hari dapat melindungi tubuh dari kerusakan radikal bebas. Lutein merupakan antioksidan yang kuat dan dapat berkontribusi untuk melindungi sel terhadap kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Dalam tubuh lutein berakumulasi pada mata, serum darah, kulit, leher, rahim, otak dan payudara.

Sifat dari antioksidan sebagai reduktan sehingga mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif sehingga kerusakan sel dapat dihambat. Tubuh yang

mengonsumsi antioksidan dalam jumlah memadai dapat mengurangi kemungkinan terserang penyakit degeneratif, seperti kardiovaskuler, kanker, aterosklerosis, dan lain-lain[1,2].

Penyakit tersebut disebabkan radikal bebas yang sifatnya sangat reaktif mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang berada disekitarnya. Radikal superoksida (O_2^-) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) diketahui menjadi generatif dalam sistem saraf dan otak pada manusia [3,4].

Penelitian ini bertujuan menguji potensi senyawa lutein yang diekstraksi dari biji jagung sebagai senyawa antioksidan, pengujian dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan sel darah domba yang diberi stress oksidatif

menggunakan *tert*-Butilhidro peroksida (*t*-BHP). Parameter yang diukur antara lain pengukuran malonaldehid (MDA), superoksid dismutase (SOD) dan aktivitas katalase dalam darah.

PROSEDUR PERCOBAAN

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioproses 3, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Bogor.

Bahan Penelitian

Biji jagung manis (*Zea mays* L.) segar diperoleh dari ladang pertanian di daerah Parung, Bogor, Jawa Barat. Sel darah merah domba diperoleh dari Laboratorium Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Jakarta.

Penapisan fitokimia pada serbuk biji jagung manis (*Zea mays* L.).

Penapisan fitokimia serbuk biji jagung manis (*Zea mays* L.) meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, antrakuinon, fenolik, triterpenoid, dan steroid.

Ekstraksi senyawa lutein dari biji jagung manis (*Zea mays* L.)[5].

Sejumlah serbuk biji jagung manis yang telah dikeringkan dan dihaluskan dimaserasi menggunakan pengadukan secara mekanik dengan pelarut heksan-aseton-etanol-air (6:6:6:1) selama 24 jam. Larutan disentrifus dengan kecepatan 3000 *rpm* selama 10 menit dengan suhu 25^oC sehingga endapan terpisah dari supernatan. Hasil endapan dibilas dua kali dengan pelarut yang sama. Supernatan yang telah terkumpul dipekatkan menjadi sepertiga bagian volume lalu ditambah dengan dietileter dan dibilas dengan air. Larutan selanjutnya digojog dan disentrifus dengan kecepatan 3000 *rpm* selama 10 menit dengan suhu 25^o C sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas

dietileter dan lapisan bawah air. Kemudian fase air tersebut diekstraksi dua kali dengan dietil eter sehingga diperoleh fase air dan fase dietil eter. Fase dietil eter yang terkumpul dievaporasi hingga diperoleh ekstrak lutein kasar dari biji jagung manis.

Pembagian kelompok percobaan

Percobaan dibagi menjadi enam kelompok dengan 4 ulangan berdasarkan perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

- I. Kelompok Kontrol normal (darah domba tanpa diinduksi *t*-BHP 5mM dan tanpa ekstrak uji).
- II. Kelompok Kontrol negatif (darah domba + *t*-BHP 5mM).
- III. Kelompok Kontrol positif (darah domba + *t*-BHP 5mM + Vit E 4,0 µg/ml).
- IV. Kelompok dengan penambahan bahan uji (darah domba + *t*-BHP 5mM + ekstrak biji jagung manis 4,0µg/ml).
- V. Kelompok dengan penambahan bahan uji (darah domba + *t*-BHP 5mM + ekstrak biji jagung manis 6,0µg/ml).
- VI. Kelompok dengan penambahan bahan uji (darah domba + *t*-BHP 5mM + ekstrak biji jagung manis 8,0µg/ml).

Darah domba yang dipakai yaitu bagian plasma untuk analisis kadar malondialdehid (MDA) dan sel darah merah domba untuk analisis aktivitas enzim superoksid dismutase (SOD) dan katalase.

Analisis kadar malondialdehid (MDA)[6].

Dibuat larutan baku tetraetoksipropan (TEP) dalam berbagai konsentrasi, masing-masing ditambah 1,25 ml TCA 20 % dan 0,5 ml TBA 0,67 %, kemudian dihomogenkan. Campuran dipanaskan selama 30 menit dalam penangas air mendidih dan segera didinginkan. Larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 532 nm. Masing-masing kadar larutan baku TEP dan serapannya diplot sebagai kurva baku TEP,

dihitung persamaan garis regresi, koefisien (r) korelasi untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan serapan baku pembanding.

$$Y = a + bX$$

Sejumlah 1,0 ml plasma darah ditambahkan larutan ekstrak, kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 15 menit. Larutan tersebut ditambahkan 1,0 ml larutan *t*-BHP 5mM dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 15 menit, kemudian disentrifius selama 5 menit dengan kecepatan 3000 *rpm*.

Sejumlah 0,25 ml supernatan hasil sentrifius ditambah 1,25 ml TCA 20 % dan 0,5 ml TBA 0,67 % kemudian dihomogenkan. Campuran dipanaskan selama 30 menit dalam penangas air mendidih dan segera didinginkan. Larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 532 nm.

Analisis aktivitas enzim superoksid dismutase (SOD) [7].

Blanko dalam analisis ini adalah campuran 2900 µl dapar karbonat pH 10,2; 50 µl air suling, 50 µl epinefrin 0,02 M, kemudian serapan larutan diukur setelah menit ke 1, 2, 3, dan 4 pada panjang gelombang 480 nm dengan suhu 30 °C.

Sejumlah sel darah merah domba ditambahkan larutan ekstrak, kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 15 menit. Dipipet sebanyak 1,0 ml larutan tersebut ditambahkan 1,0 ml larutan *t*-BHP. dan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 menit, kemudian lalu disentrifius. Sejumlah 1,0 ml supernatan encer ditambah 1,0 ml campuran kloroform-etanol 96 % (3:5), kemudian dikocok dengan kecepatan 2500 *rpm* selama 10 menit. Sejumlah 50µl fase air dicampur dengan 2900µl dapar karbonat pH 10,2 dan 50µl epinefrin 0,02M. Serapan larutan diukur setelah menit 1, 2, 3, dan 4 pada panjang gelombang 480 nm dengan suhu 30 °C.

Analisis aktivitas enzim katalase [8].

Sejumlah 1,0 ml sel darah merah domba ditambahkan 1,0 ml larutan uji, kemudian

diinkubasikan pada suhu ruang selama 15 menit. Dipipet sebanyak 1,0 ml larutan tersebut ditambahkan 1,0ml larutan *t*-BHP dan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 menit kemudian ditambahkan 2,0ml air suling. Larutan disentrifius selama 5 menit dengan kecepatan 3000 *rpm*.

Sejumlah 100µl supernatan hasil sentrifius ditambah 1,0 ml H₂O₂ 0,059M dan 1,9ml dapar fosfat 0,05M pH 7, kemudian diukur penurunan serapan pada panjang gelombang 240 nm selama 4 - 5 menit dan dicatat tiap menitnya.

Analisis Data

Percobaan dirancang menggunakan acak lengkap dengan 4 kali pengulangan. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode non parametrik Kruskal-Wallis, dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi antioksidan ekstrak biji jagung manis (*Zea mays*. L) secara *in vitro* terhadap darah domba yang diinduksi dengan *t*-BHP. Biji jagung manis (*Zea mays*. L) dilaporkan mengandung senyawa lutein yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat meredam aktivitas radikal bebas.

Bahan uji diperoleh dari ladang pertanian di Parung, Bogor yang telah dideterminasi. Penelitian ini dimulai dengan mengekstraksi biji jagung manis yang telah dikeringkan dengan menggunakan pelarut heksan-aseton-etanol-air (6:6:6:1) untuk mendapatkan ekstrak biji jagung manis dan kemudian dilanjutkan dengan pelarut dietil eter. Penggunaan jagung manis dikarenakan dalam komposisi bijinya terdapat golongan xantofil yang sebagian besar merupakan senyawa lutein. Lutein didalam tubuh berakumulasi pada mata yang berfungsi menghambat kerusakan oksidatif akibat adanya sinar biru yang masuk ke dalam mata, lutein berpotensi sebagai senyawa antioksidan [1,9].

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara maserasi dengan pengadukan secara mekanik. Pemilihan metode ini karena sangat mudah dan menghasilkan ekstrak dengan jumlah yang lebih tinggi, dilakukan pada suhu ruangan karena lutein merupakan senyawa tidak tahan pemanasan. Serbuk biji jagung manis (*Zea mays* L.) yang telah dikeringkan dan dihaluskan lalu dimaserasi dengan pelarut campuran heksan-aseton-etanol-air suling (6:6:6:1) selama 24 jam. Hasil maserasi tersebut digojog dan disentrifius sehingga supernatan dan endapan terpisah. Endapan yang dihasilkan dicuci sehingga diperoleh supernatan, dilakukan berulang untuk digabungkan dengan supernatan sebelumnya [5].

Supernatan dipekatkan menjadi sepertiga bagian dari volumenya lalu ditambahkan dietil eter dan dibilas dengan air yang berfungsi untuk menghilangkan etanol dan aseton, lalu digojog dan sentrifius dengan kecepatan 3000 rpm pada suhu 25°C selama 10 menit sehingga terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas dietil eter dan lapisan bawah air. Kemudian fase air tersebut diekstraksi 2 kali dengan dietil eter sehingga diperoleh fase air dan fase dietil eter. Fase dietil eter hasil ekstraksi digabungkan dengan fase dietil eter sebelumnya, selanjutnya dievaporasi sehingga diperoleh ekstrak lutein dari jagung manis sebanyak 0,026 gram. Ekstraksi dilakukan sebanyak dua kali untuk memperoleh ekstrak jagung manis yang lebih banyak untuk pengujian selanjutnya [5].

Pada penelitian ini digunakan ekstrak biji jagung manis dalam beberapa dosis. Penentuan dosis lutein yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan dosis lutein komersial yang umum dikonsumsi yaitu sebesar 20 mg/hari. Perhitungan dibandingkan dengan volume darah manusia dewasa \pm 5 liter atau dikonversi menjadi 4 μ g/ml. Pengujian potensi antioksidan pada penelitian ini menggunakan konsentrasi ekstrak sebagai berikut

; 4,0 μ g/ml; 6,0 μ g/ml; dan 8,0 μ g/ml dengan pertimbangan dari penelitian lutein sebelumnya dengan tanaman yang berbeda. Pada penelitian uji aktivitas antioksidan ekstrak isopropanol dari oleoresin bunga kenikir (*Tagetes erecta* L.) secara *in vitro* terhadap darah domba yang diberi stres oksidatif oleh *t*-BHP dengan metode *TBARs Test* menggunakan konsentrasi 0,4 μ g/ml; 4,0 μ g/ml; dan 40,0 μ g/ml dan menunjukkan dosis yang efektif pada 4,0 μ g/ml. Pada penelitian ini dihasilkan lutein ekstrak dari biji jagung manis berbentuk *crude* sehingga pada pengujian potensi antioksidan dipertimbangkan untuk meningkatkan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan lutein yang murni, sehingga pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi berturut-turut 4,0 μ g/ml; 6,0 μ g/ml; dan 8,0 μ g/ml. Variasi dosis digunakan untuk melihat kemampuan yang paling efektif dari ekstrak yang diuji sebagai antioksidan dalam darah yang telah diinduksi dengan menggunakan *t*-BHP 5 mM.

Darah domba yang diperoleh dari bagian mikrobiologi FKUI digunakan sebanyak 40 ml, yang dipisahkan menjadi dua bagian yaitu plasma darah untuk pengukuran malondialdehid dan sel darah merah yang digunakan untuk pengukuran aktivitas enzim superoksid dismutase dan enzim katalase. Dalam penelitian ini dipilih *t*-BHP sebagai oksidator karena sebagai peroksida organik, senyawa ini mudah terurai membentuk radikal bebas *t*-butoxil (*t*-BuO*), yang sangat cepat bereaksi dengan asam lemak tak jenuh ganda pada membran sel darah sehingga terjadi peroksida lipid. Peroksida lipid yang terbentuk akan menyebabkan rusaknya struktur membran dan berakibat menurunnya fluiditas membran. Model *in vitro* dipilih dengan pertimbangan bahwa darah domba mempunyai perangkat metabolisme terbatas dan diperkirakan tidak mampu melakukan metabolisme xenobiotik, metabolisme xenobiotik adalah proses masuknya zat kimia

dalam tubuh yang menyebabkan toksik. Sel darah merah tidak mempunyai organel, termasuk mikrosom yang diperlukan untuk metabolisme xenobiotik. Apabila digunakan sel lain misalkan limfosit, fibroblast atau hepatosit yang mempunyai organel, metabolisme xenobiotik mempunyai peluang untuk terjadi. Sehingga jelas model *in vitro* dapat menghilangkan pengaruh metabolisme xenobiotik oleh hati [10, 11].

Suatu penyebab radikal bebas dalam tubuh dapat ditandai dengan adanya lipid peroksidasi, dan lipid peroksidasi selanjutnya akan menghasilkan produk sekundernya yang berupa malondialdehid, pengukuran lipid peroksidasi dapat dilakukan secara tidak langsung dengan mengukur kadar malondialdehid yang bila dipanaskan dengan pereaksi asam tiobarbiturat akan membentuk warna merah muda. Warna yang terbentuk diukur serapannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 531 nm. Kadar yang terbentuk dapat menggambarkan kadar peroksida lipid [3, 6].

Kurva kalibrasi larutan baku pembanding (TEP) memberikan persamaan garis regresi $y = 0,0211 + 0,3848X$ dan koefisien korelasi (r) 0,9995 yang berarti ada hubungan linier yang baik antara serapan dengan konsentrasi TEP yang ditunjukkan pada gambar 1.

Kadar malondialdehid dihitung menggunakan persamaan garis regresi kurva baku tetraetoksipropan (TEP) yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil data pengukuran kadar malondialdehid menunjukkan bahwa dengan pemberian *t*-BHP 5 mM akan meningkatkan kadar peroksida lipid. Pengukuran kadar malondialdehid pada enam kelompok menunjukkan bahwa pada kelompok II yaitu kelompok negatif (plasma darah yang diberi *t*-BHP) terjadi kenaikan kadar rata-rata peroksida lipid yang paling tinggi dibandingkan dengan kelompok I yaitu kelompok normal (kelompok

plasma darah tanpa pemberian *t*-BHP), pada kelompok III yaitu kelompok positif (kelompok plasma darah yang diberi vitamin E, dan kelompok IV, V, VI (kelompok yang diberi lutein hasil ekstraksi biji jagung manis sebelum penambahan *t*-BHP) mengalami penurunan peroksida lipid yang menunjukkan adanya penekanan peroksida lipid sebagai efek antioksidan dari lutein hasil ekstraksi biji jagung manis.

Pengukuran aktivitas enzim superoksid dismutase dalam penelitian ini dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui efek antioksidan, karena superoksid dismutase memiliki peran penting dalam sistem pertahanan tubuh, terutama terhadap aktivitas senyawa oksigen reaktif yang dapat menimbulkan stres oksidatif. Uji aktivitas superoksid dismutase dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan metode *Adrenochrome assay* pada panjang gelombang 480 nm. Prinsip metode ini adalah kemampuan dari enzim superoksid dismutase dalam menghambat autoksidasi epinefrin membentuk adenokrom dalam suasana alkalis. Larutan epinefrin akan stabil dalam keadaan asam tetapi teroksidasi spontan dengan adanya kenaikan pH. Autooksidasi epinefrin menjadi adenokrom terjadi pada pH 10,2 dengan suhu 30°C [3,7].

Data dan histogram hasil analisis aktivitas superoksid dismutase dari masing-masing kelompok percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil pengukuran aktivitas enzim superoksid dismutase menunjukkan bahwa dengan pemberian antioksidan terhadap sel darah yang teroksidasi *t*-BHP 5mM terjadi peningkatan aktivitas pada kelompok III (perlakuan vitamin E 4,0µg/ml) serta kelompok IV, V, dan VI (perlakuan lutein hasil ekstraksi biji jagung manis dengan dosis berturut-turut 4,0 µg/ml; 6,0 µg/ml; 8,0 µg/ml), dibandingkan terhadap perlakuan kontrol

(kelompok I dan II). Adanya peningkatan aktivitas superoksid dismutase pada kelompok perlakuan lutein jagung manis menunjukkan adanya efek antioksidan yang tinggi dari senyawa tersebut.

Data dan histogram hasil analisis aktivitas katalase dari masing-masing kelompok percobaan dapat dilihat pada Gambar 4. Pengukuran aktivitas enzim katalase dalam penelitian ini dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui efek antioksidan dari biji jagung manis, karena katalase merupakan salah satu antioksidan enzimatis yang membantu pertahanan seluler dengan cara menetralkan ataupun memusnakan H_2O_2 . Pengukuran aktivitas enzim katalase dilakukan dengan menggunakan larutan peroksida dan dapar posfat 0,05M dan absorbansi dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 240 nm [3, 8].

Hasil pengukuran aktivitas enzim katalase menunjukkan bahwa dengan pemberian senyawa bersifat antioksidan terhadap sel darah yang diinduksi oleh *t*-BHP 5mM terjadi peningkatan aktivitas katalase yaitu pada kelompok III (perlakuan vitamin E 4,0 µg/ml serta kelompok IV, V, dan VI (perlakuan lutein biji jagung manis dengan dosis berturut-turut 4,0 µg/ml; 6,0 µg/ml; 8,0 µg/ml dibandingkan dengan perlakuan kontrol (kelompok I dan II). Adanya peningkatan aktivitas katalase pada kelompok perlakuan lutein biji jagung manis menunjukkan adanya efek antioksidan senyawa tersebut.

Hasil pengukuran ketiga parameter yaitu kadar malondialdehid, aktivitas enzim superoksid dismutase dan enzim katalase menunjukkan adanya efek antioksidan dari tiap kelompok perlakuan yang diberi lutein dan terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok variasi dosis lutein dari biji jagung manis tersebut. Semakin meningkat dosis lutein yang diberikan, maka terjadi peningkatan kadar malondialdehid

dan aktivitas katalase, serta penurunan aktivitas superoksid dismutase.

Mekanisme kerja enzim superoksid dismutase dan katalase berkesinambungan dalam melawan radikal bebas. Enzim superoksid dismutase bekerja mengkatalisis radikal superoksid anion ($O_2^{\cdot-}$) dengan mentransformasinya menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan kemudian enzim katalase sendiri mengubah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi 2 molekul air dan oksigen [3].

Pemberian lutein hasil ekstraksi dari biji jagung manis ternyata mampu melawan efek toksik yang ditimbulkan oleh *t*-BHP yang memiliki mekanisme reaksi membentuk radikal bebas. Hal ini dapat terlihat dengan meningkatnya aktivitas enzim serta penekanan kadar peroksida lipid. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa lutein dari biji jagung manis sangat potensial untuk digunakan sebagai antioksidan.

KESIMPULAN

1. Ekstrak lutein dari biji jagung manis (*Zea mays* L.) memiliki aktivitas antioksidan yang diuji pada sel darah domba yang diinduksi oleh *t*-BHP.
2. Penurunan kadar malondialdehid (MDA) dan peningkatan aktivitas enzim superoksid dismutase (SOD) tertinggi dihasilkan pada perlakuan lutein dengan dosis 4,0 µg/ml, peningkatan aktivitas enzim katalase tertinggi dihasilkan pada perlakuan lutein dari biji jagung manis dosis 8,0 µg/ml.

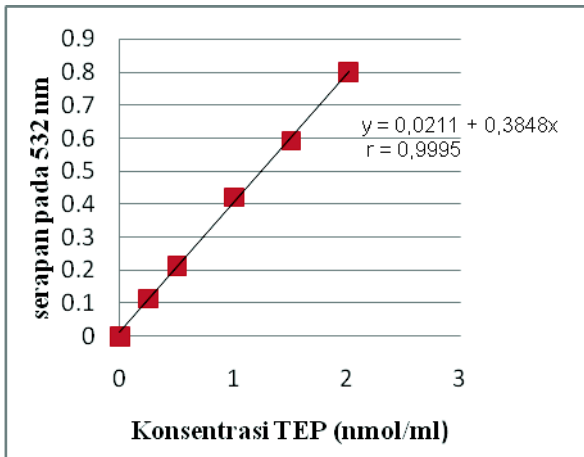
UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Program Insentif Riset Peneliti dan Perekayasa LIPI Tahun anggaran 2010. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Agung Ariaji, Jurusan Farmasi ISTN Jakarta, yang telah bergabung dan membantu dalam penelitian ini.

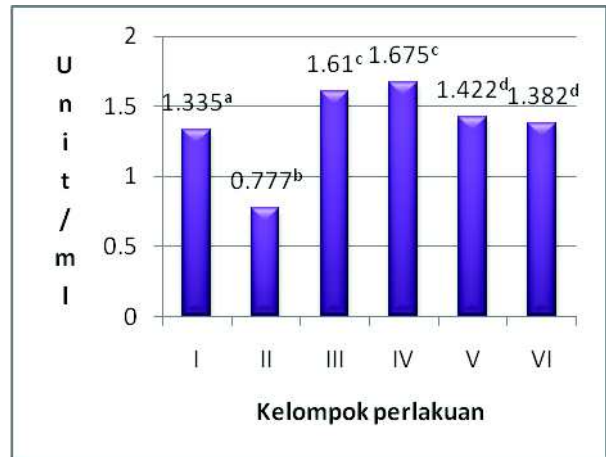
DAFTAR RUJUKAN

- [1] **Article in Journal:** Muselik, Jan. 2007. *International Journal Of Molecular Sciences* 8, MDPI, Brno, p 797-809.
- [2] **Article in Journal:** Aruoma OI.,1998. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 75, London, p 199-206.
- [3] **Chapter in Book:** Winasari H., 2007. Cetakan pertama, Kanisius, Yogyakarta, Hal 1-267.
- [4] **Chapter in Book:** Togo H., 2004. Elsevier, Chiba, p 1.
- [5] **Article in Journal:** Liang Y, White WS, Yao L, Serfass RE., 1998. *Journal of Chromatography*. p 51-58.
- [6] **Chapter in Book:** Tukozkan N, Erdamar H, Seven., 2006. Experimental reaserch, *Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, ANKARA, Firat Tıp Dergizi, 11(2)*, p 88-92.
- [7] Worhington biochemical corporation, 2010. *Superoksid dismutase*, <http://www.Worhingtonbiochemical.com/CTL/assay.html>.
- [8] Worhington biochemical corporation, 2010. *Catalase*, <http://www.Worhingtonbiochemical.com/CTL/assay.html>.
- [9] **Chapter in Book:** Anonym. 2005. *Alternative Medicine Review*, 10 Thorne Research, p 128- 135.
- [10] **Chapter in Book:** Handayani W, Haribowo AS., 2008. Penerbit Salemba Medika, Jakarta, Hal. 1-17.
- [11] **Chapter in Book:** hibodeau A, Abbattista S., 2008. *Cosmetic Science Technology*. Milan, p 1- 4.

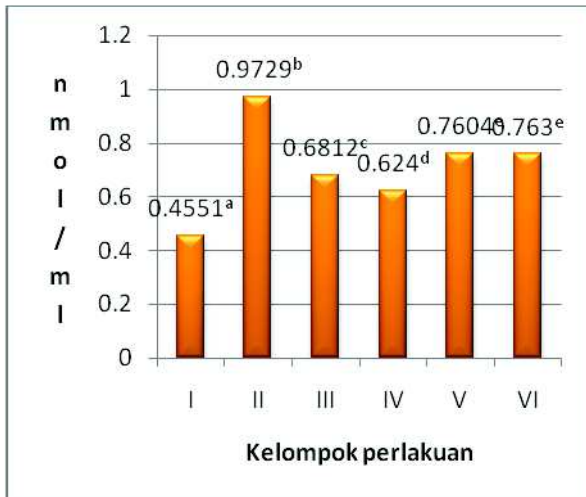
LAMPIRAN



Gambar 1. Kurva hubungan konsentrasi dan serapan baku TEP

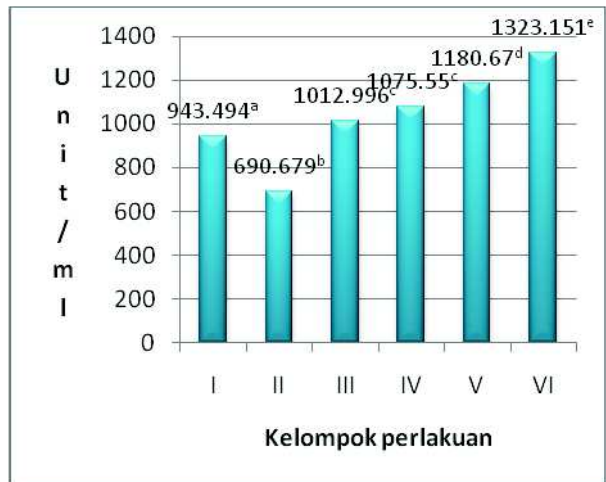


Gambar 3. Histogram hasil analisis aktivitas SOD rata-rata pada Sel darah merah domba
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata.



Gambar 2. Histogram hasil analisis kadar MDA rata-rata plasma sel darah domba

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata.



Gambar 4. Histogram hasil analisis aktivitas katalase rata-rata pada sel darah merah domba

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata.