

POTENSI EKSTRAK ETANOL 70% DAUN JAMBU BOL (*SYZYGIUM MALACCENSE* (L.) MERR. & L.M. PERRY) TERHADAP KADAR MALONDIALDEHID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN ENZIM SUPEROKSIDA DISMUTASE PADA MENCIT

Rika Sari Dewi^{1*}, Ni Made Dwi Sandhiutami¹, Inneke Tasya K. Siagian²

¹Departemen Farmakologi, Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila, Jalan Raya Lenteng Agung, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia, 12630

²Universitas Pancasila, Jalan Raya Lenteng Agung, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, Indonesia, 12630

Korespondensi: rika.dewi@univpancasila.ac.id

ABSTRAK

Daun Jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) memiliki senyawa polifenol seperti flavonoid, asam fenolat dan tannin telah dianggap sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan menguji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) berdasarkan parameter kadar malondialdehid (MDA) dan aktivitas superoksida dismutase (SOD). Mencit dibagi menjadi 6 kelompok yaitu: kelompok kontrol normal, kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif diberikan vitamin C (2,6 mg/20gBB), dan 3 kelompok dosis ekstrak etanol 70% daun jambu bol (5; 10; 20 mg/20gBB). Pengukuran kadar MDA dilakukan dengan metode TBARs dan pengukuran aktivitas SOD dilakukan dengan metode *Adrenochrome Assay*. Hasil pengukuran kadar MDA pada kelompok normal, kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif, kelompok dosis 5 mg/20gBB; 10 mg/20gBB; 20 mg/20gBB secara berturut-turut adalah 2,4814 nmol/mL; 5,0557 nmol/mL; 3,0153 nmol/mL; 4,7122 nmol/mL; 4,1289 nmol/mL; 3,5013 nmol/mL sedangkan untuk hasil pengukuran aktivitas SOD pada hati mencit adalah 124,9967 U/mL; 60,34 U/mL; 188,76 U/mL; 129,31 U/mL; 148,85 U/mL; 168,9667 U/mL. Kesimpulan hasil yang didapatkan adalah ekstrak etanol 70% daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) memiliki potensi antioksidan dengan menurunkan kadar MDA dan meningkatkan aktivitas SOD dengan dosis optimal yaitu 20 mg/20gBB.

Kata kunci: antioksidan, daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry), in vivo, MDA, SOD

ABSTRACT

Leaf Guava bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) has polyphenol compounds such as flavonoids, acids phenolics, and tannins that are considered antioxidants. This study aims to test the activity of antioxidant extract 70% leaf ethanol guava bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) based on parameters malondialdehyde (MDA) and superoxide dismutase activity (SOD). Mice were divided into 6 groups namely: normal group control, negative group control, positive group control given vitamin C (2.6 mg/20gBW), and 3 groups dose extract 70% leaf ethanol guava bol (5; 10; 20 mg/20gBW). Measurement of MDA levels was carried out with TBARs and measurement methods SOD activities are carried out with Adrenochrome Assay method. Measurement results in MDA levels in the normal group, negative group control, positive group control, group dose 5 mg/20gBW; 10 mg/20gBW; 20 mg/20gBW daily consecutive is 2.4814 nmol/mL; 5.0557 nmol/mL; 3.0153 nmol/mL; 4.7122 nmol/mL; 4.1289 nmol/mL; 3.5013 nmol/mL whereas for results measurement SOD activity in the liver mice is 124.9967 U/mL; 60.34 U/mL; 188.76 U/mL; 129.31 U/mL; 148.85 U/mL; 168.9667 U/mL. The conclusion of the results obtained is that extract 70% leaf ethanol guava bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) has potency antioxidant with lower MDA levels and increased SOD activity in optimal dose is 20 mg/20gBW.

Keywords: antioxidant, leaves guava bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry), in vivo, MDA, SOD

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Banyak sekali faktor yang menyebabkan menurunnya kondisi kesehatan pada manusia. Salah satunya disebabkan oleh radikal bebas [1]. Radikal bebas dapat berasal dari polusi lingkungan, sinar gama, sinar ultraviolet (UV), asap kendaraan, asap rokok, bahan kimia dalam makan, diet dan aktivitas fisik yang berlebih [2,3]. Peningkatan aktivitas fisik dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen melalui rantai pernafasan sehingga meningkatkan jumlah radikal bebas yang terbentuk sehingga menyebabkan peningkatan produksi radikal bebas dalam tubuh dan menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif adalah suatu kondisi di mana radikal bebas yang dihasilkan selama aktivitas fisik melebihi kemampuan antioksidan untuk melindunginya. Beberapa penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa aktivitas fisik berat seperti berenang dapat meningkatkan produksi radikal bebas pada hewan coba.[4,5].

Dampak negatif stres oksidatif pada tubuh adalah serangan oksidan terhadap asam lemak tak jenuh sehingga menimbulkan reaksi berantai yang disebut peroksidasi lipid. Proses ini menyebabkan asam lemak terurai menjadi berbagai senyawa yang bersifat racun bagi sel, seperti malondialdehyde (MDA). Konsentrasi MDA yang tinggi menunjukkan adanya oksidasi pada membran sel. [4].

Secara alami, tubuh memiliki antioksidan (antioksidan endogen) yang dapat melawan radikal bebas dalam tubuh seperti enzim superoksida dismutase (SOD), glutathion peroksidase, katalase. SOD merupakan pertahanan pertama terhadap aktivitas senyawa oksigen reaktif [1]. Jika produksi radikal bebas melebihi kapasitas penetralan antioksidan endogen, kelebihan radikal bebas dapat merusak sel. Oleh karena itu, tubuh perlu diberikan antioksidan dari luar (antioksidan eksogen) seperti sayur-sayuran, buah-buahan, vitamin C, vitamin E [4].

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat memperlambat atau mencegah terjadinya reaksi oksidasi dalam tubuh [1]. Bahan alam merupakan salah satu antioksidan eksogen yang banyak dimanfaatkan, dan salah satu contoh tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan eksogen adalah daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry). Hasil analisis fitokimia menunjukkan daun jambu bol mengandung senyawa polifenol seperti flavonoid, asam fenolat, tannin, dan karetonoid. Metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas

sebagai antioksidan adalah senyawa fenolik khususnya flavonoid [6,7] Daun merupakan bagian dari tanaman jambu bol yang memiliki kandungan flavonoid tertinggi. Ekstrak kasar pada tanaman jambu bol memiliki efek farmakologi sebagai anti inflamasi, analgesik, antipiretik, antifungi, dan antioksidan [8]. Dari penelitian yang dilakukan, antioksidan yang berasal dari daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) efektif dalam mengendalikan efek kerusakan oksidatif [9]. Dalam banyak penelitian mengenai antioksidan, vitamin C sering digunakan sebagai kontrol positif atau kontrol pembanding karena, vitamin C telah terbukti sebagai antioksidan yang kuat [1].

Pada penelitian sebelumnya parameter yang digunakan sebagai intepretasi hasil dari metode DPPH adalah IC_{50} sebagai nilai konsentrasi senyawa antioksidan yang dapat meredam aktivitas radikal bebas DPPH sebanyak 50%, semangkin kecil nilai IC_{50} maka semangkin besar aktivitas antioksidannya. Daun jambu bol ($IC_{50} = 16,65$) dan Vitamin C ($IC_{50} = 9,72$) sebagai kontrol positif [7].

Penelitian yang dilakukan Ismita Sari membuktikan bahwa daun jambu bol memiliki kandungan flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan dan antidiabetes. Maka digunakan variasi dosis 5 mg/20 gBB mencit, 10 mg/20 gBB mencit, dan 20 mg/20gBB mencit [10].

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk melihat efek antioksidan ekstrak etanol 70% daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry) pada mencit dengan penginduksi stres oksidatif berupa perenangan dimana parameter yang digunakan adalah dengan mengukur kadar malondialdehid (MDA) dan aktivitas superoksida dismutase (SOD).

METODE PENELITIAN

Bahan: Bahan yang digunakan yaitu simplisia daun jambu bol *Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO) Bogor, Indonesia, Vitamin C (PT. Kimia Farma) sebagai kontrol positif, 1,1,3,3-Tetraetoksipropan (MDA Standar) (Merck), EDTA 10% (PT. Brataco Chemicals), Asam Trikloroasetat (TCA) 20% (PT. Indo Acidatama), Asam Tiobarbiturat (TBA) 0,67% (PT. Global Lab Solutions), Larutan Dapar Fosfat pH 7 (PT. Genecraft labs), Larutan Dapar Natrium Karbonat pH 10,2 (PT. Genecraft labs),

Larutan Epinefrin 0,01 M (PT. Dexa Medica). Mencit putih jantan galur DDY usia 2-3 bulan dengan berat badan 20-35 gram yang diperoleh dari Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (IPB).

Alat: kandang mencit dengan tempat makanan dan minuman, timbangan mencit, timbangan analitik, alat suntik, sonde oral, tabung eppendorf, gelas ukur, mikropipet (ependorf), pipa kapiler, alat-alat bedah, tabung reaksi, sentrifugasi (ependorf), spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu), lemari pendingin (Thermo Scientific).

Metode

Determinasi Tanaman

Determinasi terhadap daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry) dilakukan di Herbarium Depokensis (DEP), Ruang Koleksi Biota Universitas Indonesia.

Pembuatan ekstrak daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry)

Pembuatan dilakukan dengan cara maserasi daun jambu bol dengan etanol 70% (perbandingan pelarut : daun yaitu 1 : 10). Remaserasi dilakukan sebanyak 5 (lima) kali, maserat dipiekatkan menggunakan rotavapor suhu 45-55⁰C hingga diperoleh ekstrak kental. Hasil ekstraksi etanol 70% daun jambu bol memiliki rendemen 15%. Ekstrak yang telah didapatkan kemudian disimpan dalam lemari pendingin.[6]

Pengujian efek ekstrak daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry) terhadap kadar malondialdehid secara in vivo pada mencit

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Farmakologi Fakultas Farmasi Universitas Pancasila, Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta Selatan. Hewan uji yang digunakan mencit galur DDY sebanyak 36 ekor yang dibagi menjadi enam kelompok. Penelitian ini dilakukan setelah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, untuk menjamin bahwa penelitian berjalan dengan memperhatikan implikasi etik (persetujuan Etik nomor: 186/V/2021/KEPK).

Hewan coba mencit diadaptasi dalam lingkungan laboratorium selama 1 minggu dengan diberi makan pellet standar dan minum, untuk membiasakan mencit hidup pada lingkungan yang baru. Setelah aklimatisasi, 36 ekor mencit dibagi menjadi 6 kelompok yang masing-masing terdiri dari 6 ekor seperti yang tercantum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pembagian Kelompok Hewan Coba

Kelompok	Perlakuan
I	Kelompok normal yang diberi aquadest
II	Kelompok negatif yang diberi aquadest dan perenangan selama 65 menit pada hari ke-7
III	Kelompok positif yang diberi vitamin C secara oral dengan dosis 2,6 mg/20gBB selama 7 hari dan diberi perenangan selama 65 menit pada hari ke 7
IV	Kelompok yang diberi ekstrak etanol 70% daun jambu bol dengan dosis 5 mg/20gBB secara oral selama 7 hari dan diberi perenangan selama 65 menit pada hari ke 7
V	Kelompok yang diberi ekstrak etanol 70% daun jambu bol dosis 10 mg/20gBB secara oral selama 7 hari dan diberi perenangan selama 65 menit pada hari ke 7
VI	Kelompok yang diberi ekstrak etanol 70% daun jambu bol dosis 20 mg/20gBB secara oral selama 7 hari dan diberi perenangan selama 65 menit pada hari ke 7

Setelah perlakuan sesuai **Tabel 1**, dilakukan pengambilan darah sesudah perenangan. Minimal 500 μ L darah diambil dari sinus orbital dan dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf yang diberi antikoagulan EDTA 10%, darah yang terkumpul disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Setelah pemisahan, lapisan atas (plasma) yang berwarna kuning pucat diambil untuk mengukur konsentrasi MDA. Kadar MDA plasma diukur menurut metode Wills. Sebanyak 200 μ L plasma ditambahkan 1,0 mL TCA 20% dan 2 mL TBA 0,67%.

Larutan dihomogenkan dan dipanaskan di atas tangas air selama 10 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Setelah dingin larutan di sentrifuse pada 3000 rpm selama 10 menit, kemudian diambil filtratnya. Filtrat diukur serapan dengan spektrofotometer UV- VIS pada panjang gelombang 532 nm. Kadar MDA dihitung menggunakan kurva baku MDA dengan konsentrasi 0 ; 0,0250 ; 0,0500 ; 0,1000 ; 0,2000 ; 0,4000 ; 0,8000 ; 1,6000 nmol.

Pengujian efek ekstrak daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry) terhadap aktivitas enzim antioksidan superoksida dismutase secara *in vivo* pada mencit

Hati mencit yang diisolasi melalui diseksi, dihomogenisasi dalam mortar, lalu diekstraksi dengan buffer fosfat pH 7 (rasio 1:10 b/v) pada penangas es. Hasil ekstraksi dalam keadaan dingin disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Diambil filtrat sebanyak 100 μL ke dalam tabung reaksi lain, ditambahkan 2800 μL dapar natrium karbonat pH 10,2 dan 100 μL larutan epinefrin 0,01 M kedalam tabung reaksi. Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk aquadest (blangko). Kemudian diukur serapan setelah menit ke 1, 2, 3 dan 4 pada panjang gelombang 480 nm. Aktivitas SOD dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

- % Hambatan = $(A - B)/A \times 100\%$
- Aktivitas SOD (unit/mL) = $(\% \text{Hambatan} \times 1 \text{ unit}/10 \mu\text{L})/50\%$

Keterangan:

A = rata-rata selisih absorban/menit tanpa sampel

B = rata-rata selisih absorban/menit sampel

50% = unit aktivitas SOD didefinisikan sebagai jumlah SOD diperlukan untuk menyebabkan inhibisi 50% dari oksidasi epinefrin (SOD_{50}). [4]

Analisis Data

Data kadar MDA dan aktivitas SOD yang diperoleh dari masing-masing kelompok perlakuan diolah dengan analisis statistik SPSS 22.0. Data yang diperoleh diuji kenormalan (uji Kolmogorov-smirnov) dan homogenitasnya (uji Levene). Data terdistribusi normal dan bervariasi homogen dilakukan uji statistik parametrik menggunakan metode analisis varian (ANOVA) satu arah. Hasil menunjukkan perbedaan bermakna, maka dilanjutkan dengan

uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk melihat adanya perbedaan pada tiap kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil determinasi yang dilakukan di Herbarium Depokensis (DEP), Ruang Koleksi Biota Universitas Indonesia No. 088/UN2.F3.11/PDP.02.00/2021 yaitu daun jambu bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry) famili Myrtaceae. Hasil rendemen ekstrak etanol 70% daun jambu bol yaitu 15% yang merupakan nilai optimal, dengan remaserasi sebanyak 5 (lima) kali.

Pada **Gambar 1** menunjukkan hasil pengukuran kadar MDA plasma dimana pada kelompok kontrol negatif menunjukkan adanya peningkatan rata-rata kadar MDA plasma dibandingkan dengan kelompok normal, kelompok positif dan kelompok dosis yang diberikan ekstrak etanol daun jambu bol dengan hasil berturut-turut yaitu kelompok normal 2,4814 nmol/mL; kelompok negatif 5,0557 nmol/mL; kelompok positif 3,0153 nmol/mL; dosis 5 mg/20gBB 4,7122 nmol/mL; dosis 10 mg/20gBB 4,1289 nmol/mL; dan dosis 20 mg/20gBB 3,5013 nmol/mL. Hal ini akibat adanya peningkatan radikal bebas karena aktivitas fisik berat perenangan selama 65 menit. Peningkatan konsumsi oksigen akibat aktivitas fisik berat pada hewan coba menyebabkan terbentuknya senyawa radikal bebas yang bila jumlahnya berlebihan maka dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif dan memicu terjadinya peningkatan proses peroksida lipid dalam tubuh, sehingga kadar MDA plasma dalam tubuh meningkat [11].

Produk akhir dari peroksida lipid adalah malondialdehid (MDA) dalam bentuk bebas dan terkompleks didalam tubuh. Malondialdehid merupakan senyawa toksik yang dapat mengganggu keutuhan membran sel, bila kadarnya tidak segera diturunkan, maka akan mengganggu fungsinya sel [12].

Prinsip pengukuran kadar MDA adalah dengan mereaksikan dua molekul TBA dengan satu molekul MDA pada kondisi asam sehingga menghasilkan senyawa kompleks MDA-TBA [13]. Metode ini sering digunakan untuk mengukur keberadaan radikal bebas dan peroksida lipid, karena mempunyai kepekaan yang cukup tinggi, mudah diaplikasikan pada berbagai sampel, sehingga yang paling umum digunakan untuk mengukur produk akhir yang menyertai peroksida lipid ialah malondialdehid (MDA) [11].

Adanya penurunan kadar MDA plasma terlihat pada rata-rata kadar MDA pada kelompok kontrol positif. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses peroksidasi lipid dapat dicegah oleh pemberian Vitamin C. Vitamin C merupakan bagian sistem pertahanan tubuh terhadap senyawa oksigen reaktif dalam plasma dan sel, dapat bereaksi dengan radikal bebas dengan caramenjadi donor ion hidrogen radikal bebas, sehingga radikal bebas menjadi molekul yang lebih stabil. Berdasarkan penelitian, pemberian Vitamin C sebagai antioksidan eksogen mampumenurunkan kadar MDA plasma secara signifikan [1,12].

Rata-rata kadar MDA plasma pada kelompok yang diberikan ekstrak daun jambu bol dengan dosis 20mg/20gBB lebih rendah dibandingkan kelompok dosis 5 mg/20gBB dan 10 mg/20gBB. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak etanol daun jambu bol yang diberikan maka, efek penurunan kadar MDA plasma semakin tinggi.

Tabel 2. Hasil Statistik Kadar MDA

Kelompok	Rata-rata	I	II	III	IV	V	VI
I	2,4814						
II	5,0557	*					
III	3,0153	*	*				
IV	4,7122	*	*				
V	4,1289	*	*		*		
VI	3,5013	*	*		*	*	

Hasil statistik menunjukkan perbedaan bermakna kadar MDA kelompok normal dengan semua kelompok perlakuan lainnya karena intervensi antioksidan eksogen secara signifikan memodulasi proses peroksidasi lipid. Kelompok normal tidak mengalami induksi stres oksidatif sehingga kadar MDA-nya rendah, sementara kelompok kontrol negatif (tanpa antioksidan) menunjukkan peningkatan MDA akibat akumulasi radikal bebas dari aktivitas fisik intens. Namun, pemberian vitamin C dosis 2,6 mg/20gBB dan ekstrak etanol daun Jambu bol dosis 20 mg/20gBB berhasil menekan kadar MDA mendekati kelompok normal. Hal ini terjadi karena kedua senyawa tersebut berperan sebagai donor elektron yang efektif, menetralkan radikal bebas

sebelum memicu rantai peroksidasi lipid, sehingga mengurangi pembentukan produk akhir MDA. Efek sinergis antara vitamin C (antioksidan air) dan senyawa fenolik dalam ekstrak daun Jambu bol (antioksidan lipid) menciptakan perlindungan komprehensif terhadap oksidasi membran sel.

Secara fisiologis, tubuh manusia memiliki beberapa enzim yang berperan sebagai antioksidan. Antioksidan endogen diantaranya adalah superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathione peroksidase (Gpx). SOD merupakan garis pertahanan pertama terhadap aktivasi senyawa oksigen reaktif (ROS). SOD berperan melawan radikal bebas dengan cara mengikat ion logam, menangkap oksigen, melindungi dan mencegah peradangan akibat radikal bebas (14).

Hasil pengukuran aktivitas SOD setiap kelompok perlakuan disajikan pada **Gambar 2**. Rata-rata aktivitas SOD pada kelompok kontrol negatif lebih rendah dibandingkan rata-rata aktivitas SOD pada kelompok normal, kelompok kontrol positif, dan kelompok kontrol dosis. Pada penelitian ini mencit diberikan aktivitas fisik intens untuk meningkatkan konsumsi oksigen sehingga juga meningkatkan produksi oksigen yang menghasilkan radikal bebas. Peningkatan radikal bebas dapat menyebabkan pemanfaatan antioksidan endogen meningkat. Kelompok kontrol negatif tidak mendapatkan antioksidan eksogen sehingga penggunaan antioksidan endogen pada kelompok kontrol negatif lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya. Untuk mengukur aktivitas SOD, digunakan uji adenokrom, yang mudah dilakukan dan sangat sensitif untuk mengukur aktivitas SOD.

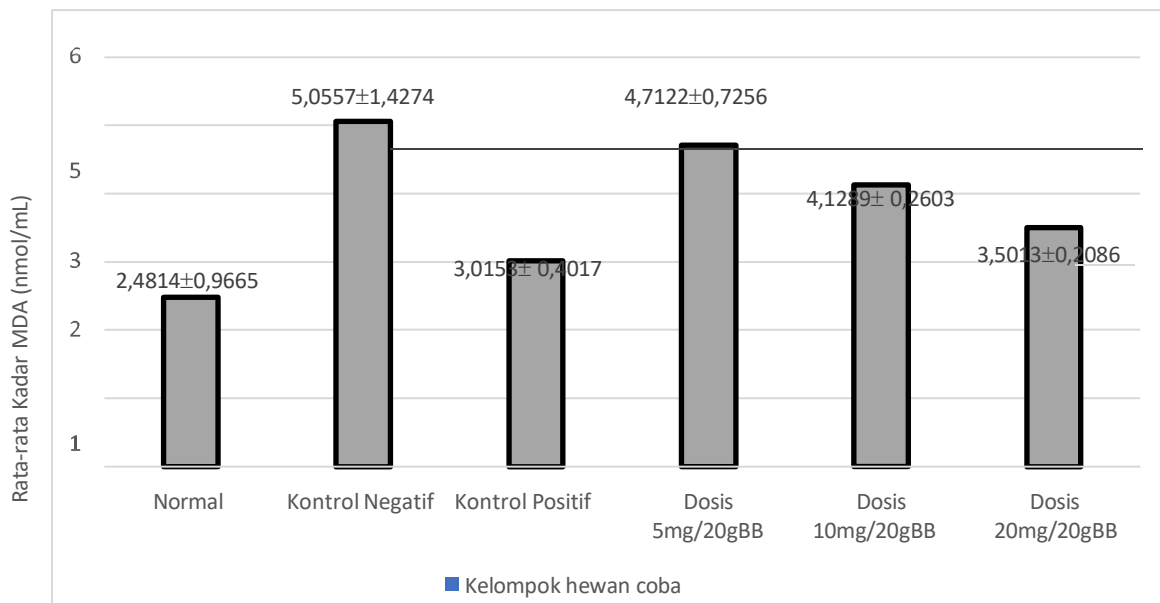
Pengukuran berdasarkan kemampuan SOD untuk menghambat auto-oksidasi epinefrin secara spontan. Larutan epinefrin dalam kondisi asam menjadi stabil tetapi akan teroksidasi secara spontan seiring dengan peningkatan pH. Autooksidasi tercepat terjadi dengan pembentukan adenokrom dengan laju linier, khususnya pada pH 10,2 dan suhu 30 °C [4].

Rata-rata aktivitas SOD pada kelompok positif lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok dosis yang diberikan ekstrak etanol daun jambu bol. Hal ini dikarenakan pemberian vitamin C dapat mempertahankan aktivitas antioksidan di dalam tubuh. Vitamin C, bekerja dengan cara mendonorkan elektron ke radikal bebas. Hal ini membuat SOD lebih mudah dalam mengoksidasi radikal bebas menjadi lebih stabil,

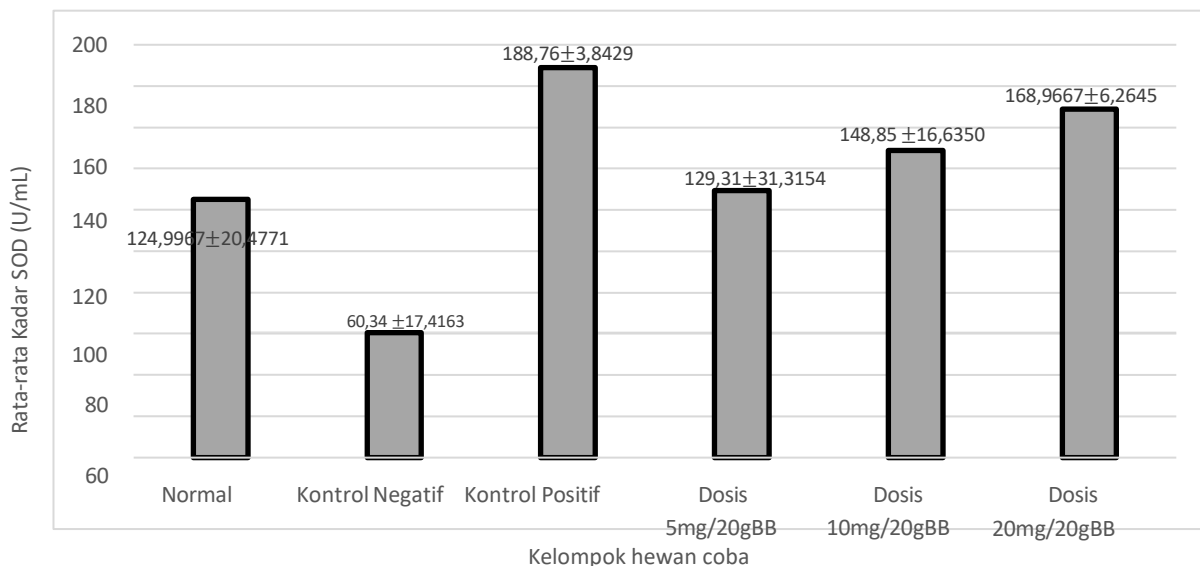
sehingga SOD didalam tubuh tetap terjaga.

Hasil penelitian menunjukkan aktivitas SOD tertinggi pada kelompok VI dengan dosis 20 mg/20gBB, yaitu sebesar 168,9667 U/ml. Nilai ini secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok V (dosis 10 mg/20gBB) dan kelompok IV (dosis 5 mg/20gBB). Pola ini membuktikan adanya hubungan dosis-respons positif, di mana peningkatan dosis ekstrak etanol daun jambu bol secara linear

meningkatkan aktivitas SOD dalam tubuh. Mekanisme yang mendasari fenomena ini adalah peran flavonoid dalam ekstrak yang bekerja memproteksi dan menstabilkan SOD endogen dari degradasi akibat stres oksidatif. Secara statistik, perbedaan bermakna juga terkonfirmasi antara kelompok kontrol negatif dengan semua kelompok intervensi (kontrol positif, dosis 5 mg/20gBB, 10 mg/20gBB, dan 20 mg/20gBB), menguatkan validitas temuan bahwa ekstrak daun jambu bol berpotensi sebagai modulator aktivitas antioksidan intrinsik.



Gambar 1. Hasil pengukuran rata-rata kadar MDA Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol



Gambar 2. Hasil pengukuran rata-rata aktivitas SOD (U/ml) Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol

SIMPULAN

Kadar MDA kelompok kontrol negatif (5,0557 nmol/mL) meningkat signifikan akibat stres oksidatif dari aktivitas fisik berat. Pemberian ekstrak dosis 20 mg/20gBB berhasil menekan kadar MDA hingga 3,5013 nmol/mL, mendekati kelompok normal (2,4814 nmol/mL) dan lebih efektif daripada dosis rendah (5 mg/20gBB: 4,7122 nmol/mL; 10 mg/20gBB: 4,1289 nmol/mL). Pola ini menunjukkan hubungan dosis-respons, di mana flavonoid dalam ekstrak berperan sebagai donor elektron untuk menetralkan radikal bebas dan menghentikan rantai peroksidasi lipid. Aktivitas SOD tertinggi yaitu pada dosis 20 mg/20gBB (168,9667 U/mL), dibandingkan dosis lebih rendah (kelompok V: 10 mg/20gBB; kelompok IV: 5 mg/20gBB). Hal ini menegaskan bahwa ekstrak melindungi SOD endogen dari degradasi akibat stres oksidatif, dengan mekanisme serupa vitamin C yang juga meningkatkan stabilitas SOD.

Secara keseluruhan, ekstrak etanol daun jambu bol berpotensi sebagai antioksidan alami dengan efektivitas setara vitamin C pada dosis optimal (20 mg/20gBB), melalui sinergi penghambatan peroksidasi lipid (penurunan MDA) dan penguatan pertahanan enzimatis (peningkatan SOD).

DAFTAR PUSTAKA

1. Hery Winarsi. Antioksidan alami dan radikal bebas potensi dan aplikasinya dalam kesehatan. Yogyakarta: 2007; 2007. 11–138.
2. Sayuti K, Rina Y. Antioksidan alami dan sintetik, Padang: Andalas University Press; 2015. h 15-18.
3. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Vol. 4, Pharmacognosy Reviews. 2010. p. 118–26.
4. Sandhiutami NMD, Desmiaty Y, Anbar A. Efek antioksidan ekstrak etanol biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap aktivitas enzim superoksida dismutase dan kadar malondialdehid pada mencit stress oksidatif dengan perenangan. J Ilmu Kefarmasian Indonesia. 2017;14(1):23-6
5. Prangdimurti E, Pratiwi D, Zamhoor H, Pertiwi K, Dewi R, Nugroho G. Pengaruh protein ransum dan pemberian teh hijau terhadap kadar malondialdehid (MDA) organ tikus percobaan, Makalah Kimia Organik Bahan Alam 2009. h.2
6. Fauziah N, Musthapa I. Jurnal Ilmiah Farmako Bahari *The Utilization of Jambu Bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry) Stem as a New Source of Antioxidants.*
7. Nurhasnawati H, Sukarmi S, Handayani F. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan sokletasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun jambu bol (*Syzygium Malaccense L.*). J Ilm Manuntung. 2017;3(1):91–5.
8. Pengaruh variasi konsentrasi penstabil dan komposisi buah jambu bol (*Syzygium Malaccense*) dengan bunga rosella (*hibiscus sabdariffa*) terhadap karakteristik minuman fungsional diajukan untuk memenuhi syarat sidang sarjana program studi teknologi pangan.
9. *In vitro Antioxidant Activities on Leaf Extracts of Syzygium Malaccense (L.) Merr and Perry.*
10. Sari I. Uji Antidiabetes dari Fraksi Etil Asetat Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense [L.] Merr & Perry*). 2017
11. Made Dwi Sandhiutami N, Kristin Fakultas Farmasi E, Pancasila Jl Srengseng Sawah Jagakarsa U, Minggu P, Selatan J, Farmakologi B, Et Al. Penetapan kadar tokoferol minyak buah merah (*Pandanus Conoideus Lam.*) Secara in vitro dan in vivo pada tikus yang diberi beban aktivitas fisik maksimal *determination of tocopherol content from buah merah (Pandanus Conodaius Lam.) fruit by in vitro and in vivo method on mouse given maximum physical activity.* Vol. 5. 2012.
12. *Biochemical parameters and oxidative stress markers in Tunisian patients with periodontal disease.*
13. Nisma F, Situmorang A, Fajar M. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) berdasarkan aktivitas SOD (Superoxide Dismutase) dan kadar MDA (Malondialdehyde) pada sel darahmerah domba yang mengalami stres oksidatif secara in vitro [skripsi]. Jakarta: FF Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka; 2011. h 2-3.
14. Werdhasari A. Peran antioksidan bagi kesehatan jurnal biotek medisiana indonesia.2014

15. Whistler WA, Elevitch CR. *Syzygium malaccense (Malay apple) Species Profiles for Pacific Island Agroforestry* www.traditionaltree.org IN BRIEF [Internet]. 2006.
16. Panaringsih Windy Klara. Studi Keragaman Jambu bol (*Syzygium malaccense* L.) kecamatan Wedarijaksa, Pati, Jawa Tengah guna Perbaikan Sifat Tanaman. 2012.
17. Savitha RC, Padmavathy S, Sundhararajan A. *In vitro antioxidant activities on leaf extracts of syzygiummalaccense (L.) merr and perry*. Anc Sci Life. 2011;30(4):110-116.
16. Mariyati L. Efek ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica (L.) Less.*) terhadap kadar malondialdehid dan aktivitas superoksida dismutase pada mencit dengan metode perenangan [skripsi]. Jakarta: 2014; h 7-8, 11
18. Nurhasanah F, Syamsudin. Efek antioksidan dari ekstrak biji petai cina (*Leucaena leucocephala L.*) pada tikus putih yang diinduksi dengan streptozotocin. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia. 2005;3(1):h.1-3
19. Edhisambada. Uji aktivitas antioksidan dengan metode deoksiribosa. dari <https://edhisambada.wordpress.com/2011/02/22/uji-aktivitas-antioksidan-dengan-metode-deoksiribosa/>. Diakses 11 Desember 2017. Wresdiyati T, Astawan M, Fithriani D, Ketut Mudite Adnyane I, Novelina S, Saptina Aryani dan, et al. pengaruh α - tokoferol terhadap profil superoksida dismutase dan malondialdehid pada jaringan hati tikus di bawah kondisi stres *the effect of α -tocopherol on the profiles of superoxide dismutase and malondialdehyde in the liver of rats under stress condition*.
20. Sandy. *Assay superoxide dismutase activity using the enzyme inhibition of the oxidation of epinephrine*. Diambil dari <http://www.hcchm001.sodassay.pdf>. Diakses 11 Desember 2017.
21. Nisma F, Situmorang A, Fajar M. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) berdasarkan aktivitas SOD (*Superoxide Dismutase*) dan kadar MDA (*Malondialdehyde*) pada sel darah merah domba yang mengalami stres oksidatif secara in vitro [skripsi]. Jakarta: FF