

**UJI AKTIVITAS INHIBITOR XANTIN OKSIDASE DARI EKSTRAK
POLISAKARIDA JAMUR TIRAM PUTIH
(*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm) DAN JAMUR KANCING
(*Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach) SECARA *IN VITRO***

**IN VITRO ACTIVITY INHIBITOR XANTIN OXIDASE OF
POLYSACCHARIDE OF *WHITE OYSTER MUSHROOM*
(*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm) AND *BUTTON MUSHROOMS*
(*Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach)**

Priyo Wahyudi, Dwitiyanti*, Bohir Abdul Qodir Zaelani, Nursyifa Maharani
Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhamadiyah Prof. DR.HAMKA
Jl. Delima III Jakarta Timur

*Penulis Korespondensi, e-mail: dwity.farmasi@gmail.com

ABSTRAK

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm) dan jamur kancing (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach) merupakan jenis jamur yang dapat dikonsumsi dan digunakan sebagai obat. Jamur tiram putih dan jamur kancing mengandung berbagai senyawa berkhasiat, salah satunya polisakarida yang memiliki aktivitas antioksidan dan inhibitor xantin oksidase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas inhibitor xantin oksidase pada pembentukan asam urat secara *in vitro* dari ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing. Jamur diekstraksi menggunakan air pada suhu 100°C selama 3 jam dan diperoleh *rendemen ekstrak polisakarida jamur tiram putih sebesar 1,79%*. Metode congo-red digunakan untuk identifikasi polisakarida. Penelitian ini menggunakan 5 variasi konsentrasi ekstrak polisakarida jamur tiram putih yaitu 1, 10, 100, 1000, dan 10.000 µg/mL. Pembacaan absorbansi aktivitas xantin oksidase menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 570 nm. Nilai absorbansi yang didapat menunjukkan banyaknya hidrogen peroksida yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10.000 µg/mL ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing memiliki persentase penghambatan *xantin oksidase* sebesar 24,24% dan 45,36%. Pada penelitian ini dapat dibuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar persentase penghambatan *xantin oksidase*.

Kata kunci: jamur, polisakarida, xantin oksidase, asam urat.

ABSTRACT

White oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm and button mushrooms (*Agaricus bisporus* (JE Lange) Imbach) are a type of fungus that can be consumed and used as medicine. Oyster mushroom and button mushrooms contain a variety of nutritious compounds, which is polysaccharides that have antioxidant activity and inhibitor of xanthine oxidase. This study aims to determine the activity of inhibitors xanthine oxidase on the formation uric acid in vitro of extract polysaccharides oyster mushroom and button mushroom. Mushrooms extracted using water at a temperature of 100° C for 3 hours and obtained yield extracts oyster mushroom polysaccharides of 1.789%. Congo-red method is used for the identification of polysaccharides. In this study used five concentration variations oyster mushroom extract polysaccharides are 1, 10, 100, 1000, and 10,000 µg/mL. The reading of absorbance activity of xanthine oxidase using a microplate reader at a wavelength of 570 nm, the absorbance value obtained indicates the amount of hydrogen peroxide formed. The results showed that at a concentration of 10,000 µg/mL polysaccharide extract of oyster mushroom and button mushroom have a xanthine oxidase inhibition percentage of 24.24% and 45.35%. In this study it can be proved that the higher concentration increased the percentage of inhibition xanthine oxidase.

Keywords: mushrooms, polysaccharides, xanthine oxidase, uric acid .

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati seperti cendawan jamur yang bermanfaat. Jamur merupakan sumber pangan nabati yang telah lama dibudidayakan oleh manusia. Menurut Jaelani (2008) jamur dapat dikonsumsi sebagai makanan dan dapat dijadikan sebagai obat, salah satunya jamur tiram putih. Sumarsih (2010) menyebutkan bahwa jamur tiram putih memiliki kandungan gizi yang tinggi, sehingga banyak dikonsumsi sebagai makanan. Menurut Piryadi (2013) jamur tiram putih juga bermanfaat sebagai obat, diantaranya dalam memerangi infeksi bakteri, immunodulator, antitumor, antioksidan, dan antivirus.

Polisakarida merupakan polimer yang terbentuk di alam, terdiri atas ratusan bahkan sampai ribuan molekul monosakarida (Siswoyo, 2009). Senyawa β -glukan adalah salah satu polisakarida yang tersusun atas unit-unit glukosa dengan ikatan β -glikosidik membentuk suatu polimer dengan berat molekul yang berukuran besar dan kompleks (Chan dkk. 2009). Polisakarida β -glukan ini memiliki banyak manfaat di

bidang kesehatan diantaranya telah dievaluasi efeknya terhadap penurunan kadar gula darah karena dapat meningkatkan kadar insulin, antitumor, antioksidan, dan mengobati luka bakar (Hendra, 2005). Pada kasus lain polisakarida digunakan sebagai inhibitor *xantin oksidase* (Song *et al.*, 2013).

Enzim *xantin oksidase* merupakan enzim golongan *oksidoreduktase* (Ngili, 2013) yang mengkatalisis reaksi oksidasi xantin menjadi asam urat (Bustanji *et al.*, 2011). Dalam reaksi oksidasi, enzim oksidase mengkatalisis pengeluaran elektron dari substrat dengan menggunakan oksigen sebagai akseptor hidrogen atau elektronnya (Mayes, 2003). Keberadaan xantin oksidase menjadi sangat penting dalam metabolisme purin, karena dapat mengubah hipoksantin menjadi xantin yang kemudian diubah menjadi asam urat (Unno *et al.*, 2004). Namun jika kadar purin berlebih ginjal tidak dapat mengatur pengeluaran purin, sehingga terjadi kelebihan kristal asam urat dan penumpukan pada sendi juga jaringan. Tingginya kadar asam urat dapat menimbulkan reaksi inflamasi yaitu *gout* (Rodwell, 2009).

Penyakit *gout* atau pirai adalah penyakit akibat adanya penumpukan kristal monosodium urat pada jaringan akibat peningkatan kadar asam urat (Sholihah, 2014). *Gout* merupakan penyakit yang biasanya ditandai dengan radang, seperti nyeri, bengkak, panas, dan sulit digerakan (Dalimartha, 2008). Rodwell (2009) menyebutkan bahwa kadar asam urat yang melebihi batas menyebabkan terjadinya kristalisasi monosodium urat di jaringan dan sendi, sehingga menimbulkan reaksi inflamasi yaitu artritis *gout*. Salah satu jalan untuk mengatasi *gout* adalah dengan penggunaan inhibitor xantin oksidase yang dapat menghambat produksi asam urat, sehingga kadar asam urat menurun (Stryer, 2000). Senyawa polisakarida diketahui mampu menghambat aktivitas xantin oksidase, sehingga pembentukan asam urat terhambat.

Song *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa polisakarida dari jamur *Phellinus linteus* memiliki aktivitas inhibitor xantin oksidase, antioksidan, dan antiangiogenik Wang *et al.*, (2016) juga menyebutkan polisakarida memiliki aktivitas antioksidan. Saskiawan dan Hasanah (2015) melaporkan bahwa, jamur tiram putih memiliki senyawa polisakarida yang mempunyai aktivitas antimikroba dan antioksidan.

Kemampuan antioksidan dari jamur tiram putih dan jamur kancing dapat digunakan sebagai penurunan kadar asam urat dengan mekanisme penghambatan enzim xantin oksidase. Berdasarkan latar belakang di atas maka pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap penghambatan aktivitas xantin oksidase oleh ekstrak polisakarida jamur tiram putih berdasarkan penurunan persentase inhibisi xantin oksidase secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *microplate reader*, spektrofotometer UV-Vis, neraca analitik (Sartorius), *centrifuge* (Gemmyco), oven, tanur, mikropipet, dan alat-alat gelas yang lazim digunakan.

Bahan yang digunakan adalah jamur tiram putih dan jamur kancing yang diperoleh dari budidaya jamur di Cileungsi Bogor kit xantin oksidase (Sigma Aldrich), etanol 95%, etil eter, aseton, reagen *Congo-red*, NaOH 0,2 M, allopurinol, DMSO, dan akuades.

Jalannya Penelitian

Persiapan simplisia

Jamur tiram putih dan jamur kancing yang diperoleh dari budidaya jamur di Cileungsi Bogor digunakan dicuci terlebih dahulu dengan air hingga bersih dan ditiriskan. Dilakukan perajangan jamur untuk mendapatkan bentuk lebih tipis memanjang yang akan mempercepat pengeringan. Pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari selama 8-12 jam dengan dialasi dengan kertas. Jamur yang telah kering kemudian di serbukan.

Ekstraksi polisakarida jamur

Sebanyak 100 g serbuk kering jamur diekstraksi dengan menggunakan air sebanyak 1L dipanaskan selama 3 jam pada suhu 100 °C, kemudian disaring dan diukur

filtratnya. Filtrat yang diperoleh ditambahkan etanol 95% sebanyak 3 kali volume filtrat, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Endapan yang diperoleh dari hasil sentrifugasi, dicuci sebanyak 3 kali dengan menggunakan etanol 95%, etil eter, dan acetone masing masing 5 mL. Endapan dikeringkan pada suhu $\pm 55^{\circ}$ C kemudian ditimbang.

Identifikasi β -glukan

β -glukan diidentifikasi dengan menggunakan metode *congo-red*. Polisakarida yang didapat dari ekstraksi ditimbang 0,25 g kemudian ditambahkan 3 mL NaOH 0,2 M dan 2 mL Akuades, kemudian diaduk dan disaring. Filtrat dipipet sebanyak 400 μ L ditambahkan 500 μ L NaOH 0,2 M dan 100 μ L *congo red*, kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm (Wahyudi *et al.*, 2010).

Penyiapan ekstrak uji

Pengujian inhibitor xantin oksidase dilakukan dengan varian konsentrasi yaitu 10.000, 1000, 100, 10, dan 1 μ g/mL dan tiap konsentrasi dilakukandengan dua kali pengulangan. Ekstrak kering ditimbang sebanyak 1 g dan dilarutkan sampai 10 mL akuades untuk mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 100.000 μ g/mL. Ekstrak jamur ditambahkan dimetil sulfoksida (DMSO) 1-5 tetes untuk mempercepat kelarutan. Selanjutnya dilakukan pembuatan konsentrasi dari 10.000, 1000, 100, 10, dan 1 μ g/mL. Perbandingan yang digunakan pada penelitian ini adalah allopurinol yang dipersiapkan dengan konsentrasi 10, 8, 6, 4, 2, dan 1 μ g/mL yang diperoleh dari pengenceran baku induk allopurinol 10 μ g/mL.

Penyiapan larutan kit xantin oksidase

Kit Xantin oksidase terdiri dari dapar 25 mL xantin oksidase 1 vial dan substrat vial. Pembuatan larutan kit dapat dilakukan pengenceran kit xantin oksidase dengan menambahkan larutan dapar sebanyak 220 μ L akuades, kemudian dihomogenkan

dengan pengocokan. Pengenceran substrat xantin dilakukan dengan menambahkan 220 μL dapar kemudian dihomogenkan.

Pengujian inhibisi xantin oksidase

Pengujian kontrol blanko

Pengujian kontrol blanko dilakukan untuk mengetahui titik awal dimulainya reaksi tanpa penurunan aktivitas enzim. Pengujian dilakukan dengan mengukur substrat xantin sebanyak 2 μL ditambahkan larutan dapar sebanyak 46 μL , kemudian ditambahkan 2 μL enzim xantin oksidase. Penambahan enzim dilakukan di atas *ice box* untuk menyamakan waktu inkubasi. Larutan diinkubasi selama 20 menit pada suhu 25 °C. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 570 nm (Aldrich, 2016).

Pengujian Allopurinol sebagai Pembanding

Substrat xantin sebanyak 2 μL ditambahkan larutan dapar sebanyak 44 μL , dan ditambahkan 2 μL allopurinol dengan konsentrasi 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ kemudian ditambahkan 2 μL enzim xantin oksidase. Penambahan enzim dilakukan di atas *ice box* untuk menyamakan waktu inkubasi. Larutan diinkubasi selama 20 menit pada suhu 25 °C. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 570 nm (Aldrich, 2016).

Pengujian larutan uji

Sebanyak 2 μL ekstrak dipipet dengan konsentrasi 1, 10,100,1000, dan 10.000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ditambahkan 2 μL xantin,44 μL larutan dapar, dan 2 μL enzim xantin oksidase. Penambahan enzim dilakukan di atas *ice box* untuk menyamakan waktu inkubasi. Larutan di inkubasi selama 20 menit pada suhu 25 °C. Setelah diinkubasi kemudian diukur serapannya menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 570 nm (Aldrich, 2016).

Perhitungan Aktivitas Xantin Oksidase

Persen inhibisi dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Persen inhibisi} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

A=Nilai absorbansi larutan blanko

B= Nilai absorbansi larutan zat uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi jamur tiram putih dapat dilihat pada Tabel I sedangkan penghambatan aktivitas xantin oksidase oleh ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan allopurinol dapat dilihat pada Tabel II dan Tabel III.

Tabel I. Hasil ekstraksi polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing

Jenis	Jamur Kancing	Jamur Tiram
Jamur Segar	4,5 kg	4 kg
Jamur Kering	350 g	350 g
Serbuk Jamur	340 g	340 g
Filtrat	1200 mL	1050 mL
Ekstrak Polisakarida Kering	3,2543 g	6,2543 g
Rendemen	3,2543 %	6,2543%
Kandungan β -glukan (0,25 /5mL ekstrak kering)	113,3966 ppm	103,057 ppm

Tabel II. Hasil persen inhibisi xantin oksidase oleh ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorban Rerata Jamur kancing	Absorban Rerata Jamur Tiram	Persen Inhibisi(%) Jamur Kancing	Persen Inhibisi(%) Jamur Tiram	IC₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
1	0,085	0,0820	36,69	13,55	
10	0,160	0,0980	36,67	13,55	
100	0,071	0,1420	36,75	13,63	-
1000	0,106	0,1070	37,53	14,61	
10.000	0,117	0,1330	45,36	24, 24	

Tabel III. Hasil persen inhibisi xantin oksidase oleh allopurinol

Konsentrasi (µg/mL)	Absorban Rerata	Persen Inhibisi (%)	IC ₅₀ (µg/mL)
1	0,0635	35,66	4,0747
2	0,0602	39,01	
4	0,0536	45,69	
6	0,0470	52,38	
8	0,0404	59,07	
10	0,0383	65,75	

Pada penelitian ini digunakan seluruh bagian jamur, karena polisakarida terletak di dinding sel seluruh bagian jamur, sehingga diharapkan polisakarida yang didapat lebih banyak. Identifikasi polisakarida dilakukan secara kualitatif dengan metode *congo red*. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa dalam 0,25 g per 5 mL jamur tiram putih dan jamur kancing mengandung 103,057 ppm dan 113,3966 ppm polisakarida β-glukan.

Penelitian ini menggunakan kontrol blangko, ekstrak jamur tiram putih sebagai larutan uji, dan allopurinol sebagai kontrol pembanding karena mekanisme kerjanya sebagai inhibitor enzim xantin oksidase. Kontrol pembanding dibuat menjadi 6 variasi konsentrasi yakni 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 µg/mL. Larutan ekstrak uji dibuat menjadi 5 variasi konsentrasi yakni 1, 10, 100, 1000, dan 10000 µg/mL. Variasi konsentrasi dimaksudkan untuk melihat pada konsentrasi berapa mulai terjadi penghambatan aktivitas enzim.

Aktivitas inhibisi dinyatakan dengan *Inhibition Concentration 50%* (IC₅₀) yaitu konsentrasi sampel yang dapat menghambat kerja enzim xantin oksidase sebanyak 50%. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan persamaan regresi untuk menentukan $y = a + bx$, sumbu x menunjukkan konsentrasi sampel dan sumbu y menunjukkan % penghambatan. Semakin kecil nilai IC₅₀ artinya semakin besar penghambatan aktivitas enzim (Putri dkk, 2016). Pada pengujian ini didapat nilai IC₅₀ allopurinol sebesar 4,0747 µg/mL dan persen inhibisi mencapai 65,75% pada konsentrasi 10 µg/mL. Nilai IC₅₀

menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 4,0747 $\mu\text{g/mL}$ allopurinol dapat memberikan 50% efek penghambatan terhadap aktivitas xantin oksidase (Yanti *et al.*, 2016).

Allopurinol berperan sebagai inhibitor kompetitif yang memiliki struktur menyerupai substrat. Inhibitor kompetitif akan berkompetisi dengan substrat xantin untuk menempati sisi aktif enzim yang akan mengakibatkan aktivitas enzim menurun atau berhenti, sehingga produk berupa asam urat tidak terbentuk (Ahmad, 2012). Pemberian allopurinol sebagai inhibitor xantin oksidase akan menyebabkan kadar asam urat menurun (Stryer, 2000). Pada inhibitor nonkompetitif tidak ada kemiripan struktur antara substrat dengan inhibitor, namun efek penghambatan terjadi karena inhibitor berikatan dengan sisi allosterik enzim, sehingga mengubah bentuk sisi aktif enzim (Voet *et al.*, 2008).

Berdasarkan hasil pada Tabel II penghambatan aktivitas xantin oksidase oleh ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing mempunyai aktivitas penghambatan xantin oksidase. Hasil penghambatan dapat dilihat pada masing-masing konsentrasi yang memberikan nilai inhibisi terhadap enzim. Nilai inhibisi enzim xantin oksidase tertinggi terdapat pada konsentrasi 10.000 $\mu\text{g/mL}$ dengan nilai inhibisi terhadap enzim sebesar 24,24% dan 45,35%. Nilai terendah terdapat pada konsentrasi 1 $\mu\text{g/mL}$ dengan presentase nilai inhibisi sebesar 13,55% dan 36,69%. Berdasarkan data hasil perhitungan persentase inhibisi enzim, potensi penghambatan aktivitas enzim xantin oksidase dari ekstrak polisakarida aktivitas penghambatan enzim xantin oksidase.

Dalam reaksi oksidasi, enzim oksidase mengkatalisis pengeluaran elektron dari substrat dengan menggunakan oksigen sebagai akseptor hidrogen atau elektronnya (Mayes, 2003). Pada reaksi oksidasi ini xantin yang merupakan substrat akan berikatan dengan oksigen dengan bantuan enzim xantin oksidase, sehingga terbentuk produk berupa asam urat. Kemampuan penghambatan xantin oksidase disebabkan oleh polisakarida jamur tiram yang memiliki aktivitas antioksidan (Saskiawan dan Hasanah 2015).

Smith (2008) menyebutkan, antioksidan berperan untuk menghentikan reaksi oksidasi. Dalam reaksi oksidasi, oksigen berperan sebagai aseptor elektron (Kostić *et*

al., 2015). Antioksidan merupakan donor elektron (Winarsi, 2007) akan mentransfer elektron kepada oksigen , sehingga reaksi oksidasi xantin terhambat karena substrat tidak lagi dapat berikatan dengan oksigen dan mengakibatkan produk berupa asam urat tidak terbentuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing memiliki aktivitas inhibitor xantin oksidase, namun pada konsentrasi tertinggi 10.000 µg/mL penghambatan enzim xantin oksidase dari ekstrak polisakarida jamur tiram putih dan jamur kancing belum mencapai penghambatan 50% hanya sebesar 24,24 % dan 45,35%.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad AR,2012, Isolasi dan Elusidasi Struktur Antioksidan dan Penghambatan Enzim Xantin Oksidase Ekstrak Daun Peletekan (*Ruelia tuberosa* T), *Tesis*. Depok: Universitas Indonesia,16.

Aldrich S, 2016, Xanthine Oxidase Activity Assay Kit, *MAK078* : 1-4.

Bustanji Y. Hudaib M, Tahawa K, Mohammad KH, Almasri I, Hamed S, Oran S, 2011, In Vitro Xanthine Oxidase Inhibition by Selected Jordanian Medicinal Plants, *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 4(1): 49-55.

Chan GC, Chan WK, Sze DM. 2009. Review the Effect of β-glucan on Human Immune and Cancer Cells. *Journal of Hematology & Oncology*. 2(25):1-11.

- Hendra A, 2005, Analisis Pendahuluan dan Uji Aktivitas Crude B-Glukan Hasil Isolasi dari *Saccharomyces Cerevisiae* dan *Agrobacterium sp.*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Jaelani, 2008, *Jamur Berkhasiat Obat*, Penerbit Pustaka Obor Populer. Jakarta. Hlm. 43-44.
- Kostić DA, Dimitrijević DS, Stojanović GS, Palić IR, YorZević AS, Ickovski JD, 2015, Review Article Xanthine Oxidase: Isolation, Assays of Activity, and Inhibition. *Hindawi Journal of Chemistry*, 1 – 10.
- Mayes PA., 2003. Oksidasi Biologi, Dalam: Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW *.Biokimia Harper*. Edisi 25. Terjemahan: Hartono A. EGC. Jakarta : 120.
- Ngili Y., 2013., *Biokimia Dasar*. Penerbit Rekayasa Sains. Bandung: 351-354.
- Piryadi TU. 2013. *Bisnis Jamur Tiram*. Penerbit Agro Media Pustaka. Jakarta: 9-11.
- Putri NE, Rissyelly, Mauldina MG, 2016, Uji Penghambatan Xantin Oksidase secara *In Vitro* Ekstrak Kulit Rambutan. *Pharm Sci Res* ISSN 2407-2354. **3**(1): 12-20.
- Rodwell VW, 2009, Metabolisme Nukleotida Purin & Pirimidin. Dalam: Murray RK, Granner DK, Rodwell VW *.Biokimia Harper*. Edisi 27. Terjemahan: Brahm U. EGC. Jakarta: 317.
- Saskiawan I , Hasanah N, 2015, Aktivitas antimikroba dan antioksidan senyawa polisakarida jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, **1**(5): 1105-1109.

Sholihah FM, 2014, Diagnosis and Treatment Gout Arthritis, *Journal Majority*, **3**(7): 39-45.

Siswoyo R, 2009, *Kimia Organik*, Erlangga. Jakarta, 382-383.

Smith JG, 2008, *Organic Chemistry*, Edisi 2. McGraw-Hill. New York, 555.

Song YS, Kim SH, Sa JH, Jin C, Lim CJ, Park EH. 2003. Anti-Angiogenic, Antioxidant And Xanthine Oxidase Inhibition Activities Of The Mushroom *Phellinus Linteus*. *Journal of Ethnopharmacology*. 88: 113–116.

Stryer L, 2000, Biosintesis Nukleotida, Dalam: Soebianto SZ, Setiadi E. *Biokimia*. **4**(2). Terjemahan: Soewoto H. EGC. Jakarta: 756.

Sumarsih S, 2010, *Untung Besar Usaha Bibit Jamur Tiram.*, Penebar Swadaya. Depok: 9-10.

Unno T, Sigimoto A, Kakuda T, 2004, Xanthine Oxidase Inhibitors From the Leaves of *Langerstroemia Speciosa* (L.) Pers. *Journal of Ethnopharmacology*, **93**: 391-395.

Voet D, Voet JG, Pratt CW. 2008. *Fundamentals of Biochemistry*. Edisi 4 John Wiley and Sons. New York.

Wahyudi P, Priyanto, Chanani RM, Sam'i RM, 2010, Uji Aktivitas Imunomodulator Polisakarida Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan Jamur Shiitake (*Lentinus edodes*) Berdasarkan Kapasitas Fagositosis Sel Makrofag Peritonium Mencit Secara *In Vitro*, *Farmasains*, **1**(1): 7-13.

Wang J, Hu S, Nie S, Yu Q, Xi M, 2016, *Review Article* Mechanisms of *In Vitro* Antioxidant Activity of Polysaccharides. *Journal Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1-14.

Winarsi H., 2007, *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*, Penerbit Kansius. Yogyakarta : 20.

Yanti RA, Rahayu TS, Syachfitri DR, 2016., Uji Aktivitas Penghambatan Xantin Oksidase Secara *In Vitro* oleh Isolat 6,4'-Dihidroksil 4Metoksibenzofenon-2-O- β -DGlukopiranosida (C₂₀H₂₂O₁₀) yang diisolasi dari Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl), *Farmasi*, **1**(3):7-8.

