

Hanizar et al, Aktivitas antibakteri *Pleurotus ostreatus* varietas Grey Oyster pada *Staphylococcus*....

Aktivitas antibakteri *Pleurotus ostreatus* varietas Grey Oyster pada *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Antibacterial activity of *Pleurotus ostreatus* varieties Grey Oyster on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*)

Evi Hanizar¹, Dwi Nur Rikhma Sari²
^{1,2} Pendidikan Biologi, FPMIPA IKIP PGRI Jember
Jl. Jawa 10 Jember
email: evihanizar@gmail.com

Abstract

Oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* varieties Gray oyster is often consumed by the community because it tastes delicious and contains nutrients for health but utilization for medical treatment has not been studied. The aim of this research was to analyze antimicrobial potential compounds in *P. ostreatus* and to investigate the inhibitory effect on the growth of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. This research was experimental type with treatment variation 0.1; 0.25; 0.5; 1; 1.5 and 2% of *P. ostreatus* extract, with 5 replicates. Antimicrobial potential compounds was analyzed by qualitative phytochemical test while antibacterial activity evaluated by calculating the inhibition zone diameter presented as the bright zone formed in the surroundings paper discs on bacterial cultures using solid medium. Phytochemical analysis obtained positive results for flavonoid, tannin and terpenoid compounds. The effect of mushroom extract on the bacterial growth inhibition were analyzed by One Way Anova test. The result showed that the inhibitory growth diameter for both bacteria was not significantly different. It meant that the difference in concentration variations of *P. ostreatus* extracts of 0.25 and 0.50 did not cause different inhibitory effects on *S. aureus* and *P. aeruginosa* bacteria and 0.1% concentration was capable of causing inhibitory effect.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, antibacterial, growth inhibition ability

Abstrak

Jamur Tiram *Pleurotus ostreatus* varietas Grey oyster sering dikonsumsi masyarakat karena rasanya enak dan mengandung nutrisi untuk kesehatan, tetapi pemanfaatan untuk pengobatan masih jarang dilakukan kajian. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis senyawa potensial antimikroba yang terkandung dalam *P. ostreatus* dan mengetahui daya hambat jamur ini terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa*. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan variasi perlakuan 0,1; 0,25; 0,5; 1; 1,5 dan 2% ekstrak *P. ostreatus*, masing-masing dilakukan 5 ulangan. Analisis kandungan senyawa yang berpotensi sebagai antimikroba dilakukan melalui uji fitokimia secara kualitatif sedangkan aktivitas antibakteri dilakukan dengan menghitung diameter zona hambat berupa zona terang yang nampak di sekeliling kertas cakram pada media agar padat biakan bakteri. Analisis fitokimia mendapatkan hasil positif untuk kandungan flavonoid, tanin dan terpenoid. Data pengaruh ekstrak jamur terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri dianalisis menggunakan uji *Anova one way* yang menunjukkan diameter daya hambat pertumbuhan untuk kedua bakteri tidak berbeda signifikan. Hal ini berarti selisih variasi konsentrasi ekstrak *P. ostreatus* 0,25 dan 0,50 tidak memberikan efek daya hambat yang berbeda pada bakteri *S. aureus* dan *P. aeruginosa* dan konsentrasi 0,1 % sudah mampu memberikan efek daya hambat pertumbuhan.

Kata kunci: *Pleurotus ostreatus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, antibakteri, daya hambat pertumbuhan

Pendahuluan

Akhir-akhir ini banyak masyarakat mencari alternatif pengobatan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami berupa tanaman yang ada di Indonesia. Hal ini karena masyarakat mendapat informasi bahwa tanaman tersebut mengandung bahan yang mampu mengobati penyakit tertentu, mudah diperoleh, harganya relatif murah. Salah satu tanaman yang dipercaya untuk pengobatan adalah jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus* varietas Grey oyster). Jamur ini merupakan salah satu jenis hasil persilangan antara jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan jamur Tiram Coklat (*Pleurotus cystidiosus*) yang memiliki keunggulan bentuk yang lebih lebar menyerupai kerang, lebih tebal, berumpun dan memiliki daya tahan yang lebih lama [1,2].

Masyarakat sering dan gemar mengkonsumsi jamur ini karena rasanya yang enak, dan mengandung nutrisi untuk kesehatan. Kandungan yang terdapat dalam 100 gram kering *P. ostreatus* diantaranya protein 17,62 gr, karbohidrat 62,45 gr, lemak 1,26 gr, serat 24-31 gr dan mineral 4-10 gr [3]. Komposisi yang berbeda dihasilkan jamur ini dari media tanam yang berbeda yaitu rata-rata kandungan protein 16,8 – 19,38 %, lemak 5,3 – 8,5 %, karbohidrat 51,7 – 59,28 % dan serat 14,25 – 18,23%. Mineral yang diperoleh berupa Fe 0,13 – 0,85 mg, Na 0,12 – 0,25 mg, K 9,20 – 14,6 mg P 7,30 – 13 mg dan Ca 1,2 – 2,7 mg sedangkan vitamin C 1,3 – 1,8 mg dari 100 gr berat kering [4]. Selain mengandung nutrisi untuk kesehatan, jamur ini memiliki beberapa senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk pengobatan yaitu β -D glukukan dan senyawa flavonoid yang memiliki efek antimikroba [5,6]. Antimikroba merupakan suatu senyawa yang dalam konsentrasi rendah memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme [7].

Beberapa kajian antimikroba jamur tiram putih indukan *P. ostreatus* menunjukkan bahwa ekstrak jamur ini mempunyai aktivitas antimikroba pada beberapa bakteri dan jamur patogen [8,9,10] sedangkan ekstrak kasar saponin dari *P. ostreatus* juga mampu menghambat pertumbuhan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* [11]. Hasil penelitian [12] menunjukkan bahwa 1 - 20 mg/ml ekstrak *P. ostreatus* varietas Grey oyster mampu menghambat pertumbuhan *Salmonella typhi*. Berdasarkan kemampuan antimikroba yang ditunjukkan oleh jamur

indukan dan varietasnya, perlu dilanjutkan kajian antimikroba dari *P. ostreatus* varietas Grey oyster untuk bakteri lain. Kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif menunjukkan bahwa jamur ini mempunyai aktifitas antibakteri berspektrum luas [13]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis senyawa potensial antimikroba yang terkandung dalam *P. ostreatus* varietas Grey oyster dan mengetahui daya hambat jamur ini terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram negatif *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri tersebut merupakan penyebab terbesar penyakit yang berasal dari masing-masing kelompok, bahkan *P. aeruginosa* merupakan salah satu jenis bakteri yang multiresisten terhadap berbagai jenis antibiotik [14]. Oleh karena itu jamur ini diharapkan menjadi alternatif antimikroba non sintetik yang berasal dari flora yang banyak dibudidayakan di Indonesia.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium biologi IKIP PGRI Jember, adapun jenis penelitiannya adalah penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 6 taraf konsentrasi yaitu 0,1; 0,25; 0,5; 1; 1,5 dan 2% ekstrak *P. ostreatus* varietas Grey oyster dengan masing-masing 5 ulangan isolat bakteri. Jamur yang digunakan berusia sudah siap panen usia 2-3 hari, diekstrak (pembuatan simplisia) dengan cara maserasi dari Chirinang dan Intarapichet [15] menggunakan pelarut metanol 95%. Untuk mengetahui adanya kandungan senyawa yang berpotensi sebagai antimikroba dalam ekstrak *P. ostreatus* yaitu flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid, dilakukan uji fitokimia secara kualitatif

P. ostreatus dalam kondisi segar dipotong halus sebanyak 2 gram dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Sementara itu etanol dipanaskan dalam waterbath selama 15 menit. *P. ostreatus* dimaserasi dengan etanol dan disaring dalam keadaan panas. Hasil saringan ditempatkan dalam tabung reaksi lain, dibiarkan hingga seluruh etanol menguap. Sampel yang sudah kering ditambahkan kloroform dan akuades masing-masing sebanyak 5 mL, kemudian dikocok dan dipindahkan kedalam tabung reaksi lain. Campuran dibiarkan hingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas merupakan air dan lapisan bawah merupakan kloroform. Lapisan air selanjutnya digunakan untuk analisis kandungan

senyawa Flavonoid, dan Saponin, sedangkan lapisan kloroform digunakan untuk analisis tanin dan Triterpenoid.

Kandungan senyawa flavonoid ditunjukkan dari hasil reaksi antara sebagian lapisan air dengan asam klorida pekat dan beberapa butir bubuk magnesium yang membentuk warna orange sampai merah. Kandungan saponin dianalisis dengan cara lapisan air yang diletakkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan HCl pekat serta dikocok kuat-kuat. Jika terbentuk busa yang tidak hilang mengindikasikan adanya senyawa saponin.

Pemeriksaan tanin dilakukan dengan menambahkan 10 mL air panas pada 2 gram ekstrak jamur. Campuran kemudian ditetesi Fe (III) klorida, hingga nampak warna hijau kehitaman. Selanjutnya menyiapkan tiga lubang plat tetes, dan pada masing-masing lubang ditetesi sedikit lapisan kloroform. Jika tetesan sudah kering, H₂SO₄ pekat ditambahkan ke dalam salah satu lubang plat tetes sedangkan lubang plat tetes lainnya ditambahkan setetes anhidrida asetat dan setetes H₂SO₄ pekat. Jika terbentuk warna hijau atau hijau biru menandakan adanya senyawa steroid, sedangkan bila nampak warna merah atau merah ungu menunjukkan adanya senyawa triterpenoid.

Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* diperoleh dari isolat stok biakan induk yang diremajakan menggunakan media Nutrient Agar (NA) miring dan diinkubasi pada suhu 37°C. selama 18-24 jam. Sebelum dilakukan pengujian dengan ekstrak *P. ostreatus*, sampel dari media NA diambil 2 ose dan ditumbuhkan dalam 100 ml media Nutrient Broth (NB). Biakan diinkubasi pada suhu kamar 37°C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengenceran hingga mendapatkan TPC (*Total Plate Count*), yaitu jumlah koloni yang dapat diamati secara visual berupa angka dalam koloni (cfu) per ml/g atau koloni/100ml.

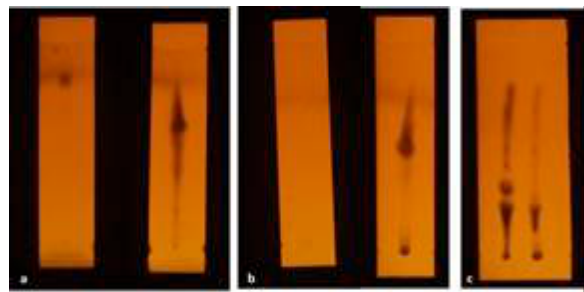
Aktivitas antimikroba ekstrak *P. ostreatus* pada *P. aeruginosa* dan *S. aureus* dilakukan dengan cara menghitung diameter zona hambat pada biakan bakteri menggunakan media agar padat. Cara yang dilakukan adalah, mengambil 1 ml biakan bakteri kemudian dituangkan pada media agar NA padat sebanyak perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali, dihomogenkan hingga memadat. *Paper disk* (kertas cakram steril) berdiameter 12 mm dicelupkan ke dalam ekstrak *P. ostreatus* pada konsentrasi 0,1%; 0,25%; 0,5 %; 1 %; 1,5 % dan 2%., kemudian diletakkan

pada permukaan agar dengan jarak yang sama dan saling berseberangan atau berjauhan. Masing-masing cawan kemudian diinkubasi pada suhu kamar 37° C. selama 24 jam. Uji positif ditandai dengan terbentuknya halo jernih (daerah penghambatan) di sekitar kertas cakram setelah masa inkubasi, hal ini menunjukkan adanya aktivitas antimikroba. Daerah terang yang nampak di sekeliling kertas cakram kemudian diukur menggunakan penggaris, dan dapat menggunakan bantuan kaca pembesar. Diameter daerah penghambatan dapat juga diukur menggunakan jangka sorong (LC = 0,05 mm).

Data yang diperoleh dianalisis terlebih dahulu normalitas dan homogenitasnya, kemudian dilakukan uji ANOVA one way 5% untuk mengetahui apakah ada perbedaan diantara perlakuan. Semua analisis data menggunakan program SPSS pada derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Hasil Penelitian

Hasil uji fitokimia ekstrak *P. ostreatus* untuk senyawa flavonoid, tannin dan terpenoid, nampak pada gambar 1 sedangkan keterangan detail empat kandungan antimikrobia masing-masing disajikan pada tabel 1.



Gambar 1. Hasil uji Fitokimia ekstrak *P. ostreatus* a.) Uji Flavonoid; b) Uji Tannin dan c) Uji Terpenoid

Tabel 1. Uji Fitokimia Kandungan Antimikroba Ekstrak *P. ostreatus*

No.	Senyawa Uji	Hasil Uji	Keterangan
1	Flavonoid	Terdapat Noda dengan Warna Kuning Intensif	+
2	Tanin	Terdapat endapan	+

3	Terpenoid/ Steroid	Terdapat noda dengan warna ungu	+
4	Saponin	Tidak terdapat buih	-

Hasil pengamatan aktivitas antimikroba ekstrak *P. ostreatus* berupa diameter zona hambat pertumbuhan bakteri disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Diameter Zona Hambat (mm) Ekstrak *P. ostreatus* terhadap Pertumbuhan Bakteri

Jenis Bakteri	Ulan gan	Perlakuan Konsentrasi Ekstrak <i>P. ostreatus</i>					
		0,1 %	0,25 %	0,5 %	1 %	1,5 %	2 %
<i>Staphylo coccus aureus</i> (Bakteri Gram +)	01	10.23	11.00	10.90	10.85	11.40	10.90
	02	10.24	11.83	11.85	11.75	12.50	11.55
	03	11.35	11.17	12.85	12.85	13.90	13.45
	04	12.25	10.67	13.50	12.90	12.95	13.95
	05	10.33	12.33	12.50	10.24	10.67	12.50
<i>Pseudo monas aeruginosa</i> (Bakteri Gram -)	01	10.85	10.95	10.80	10.90	11.45	11.10
	02	11.85	11.95	11.95	11.70	10.85	11.50
	03	12.95	12.60	12.85	12.75	12.90	12.95
	04	12.95	13.90	13.85	13.40	13.90	14.10
	05	11.87	12.44	12.80	13.23	13.75	14.15

Hasil pengujian Normalitas data menggunakan uji *one sample Kolmogorove-smirnov* menunjukkan bahwa data diameter zona hambat pertumbuhan untuk kedua bakteri terdistribusi normal ($p > \alpha 0,05$). Demikian juga halnya dengan pengujian Homogenitas menggunakan uji *Homogeneity of Variance* menunjukkan bahwa varian data diameter zona hambat pertumbuhan untuk kedua bakteri sama, atau data homogen ($p > \alpha 0,05$). Analisis selanjutnya menggunakan Uji *Anova one way* menunjukkan diameter zona hambat *P. aeruginosa* dan *S. auerus* sama-sama tidak berbeda signifikan ($p > \alpha 0,05$). Hal ini berarti ekstrak *P. ostreatus* varietas Grey oyster 0,1 % hingga 2 % tidak berpengaruh signifikan terhadap diameter zona hambat baik pada bakteri Gram Positif (*Staphylococcus auerus*) maupun Gram Negatif (*Pseudomonas aeruginosa*).

Pembahasan

Pengujian senyawa fitokimia pada penelitian ini dilakukan untuk melihat kandungan metabolit sekunder dalam *P. ostreatus* varietas Grey oyster yang berpotensi sebagai antimikroba yaitu antibakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak jamur ini memiliki kandungan senyawa flavonoid, tanin, saponin dan terpenoid yang positif sehingga dapat digunakan sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. auerus* dan *P. aeruginosa*.

Flavonoid merupakan salah satu senyawa terbesar dalam suatu tanaman sehingga merupakan salah satu senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri paling besar dibandingkan senyawa yang lain. Mekanisme kerja antibakteri dari senyawa flavonoid yaitu dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan mudah terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri yang diikuti dengan lisisnya senyawa intraseluler bakteri [16]

Senyawa tanin yang terdapat di dalam ekstrak jamur ini dapat menjadi senyawa antibakteri dikarenakan kemampuannya dalam menghambat sintesis khitin yang penting dalam membentuk dinding sel. Kondisi tersebut akan merusak membran sel, sehingga fungsi transportasi bahan atau ion ke dalam dan luar sel tertanggung dan berakibat pada terhambatnya pertumbuhan mikroba. Selain itu, senyawa tanin bersifat lipofilik yang mudah terikat pada dinding sel sehingga dapat merusak dinding sel tersebut [17]. Mekanisme kerja tanin salah satunya menghambat kerja enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase pada sel bakteri sehingga struktur sel bakteri tidak dapat terbentuk [18]. Senyawa tanin mempunyai kemampuan aktifitas antibakteri karena kemampuan senyawa tersebut untuk menonaktifkan sifat adhesin pada bakteri serta dapat menonaktifkan enzim di dalam sel sehingga dapat mengganggu kerja transportasi berbagai protein pada lapisan dalam sel. Selanjutnya [19] menyatakan bahwa tanin diduga berperan dalam pembentukan polipeptida dinding sel. Polipeptida merupakan struktur penyusun dinding sel, jika proses pembentukannya terganggu maka akan berakibat pada lisisnya dinding sel bakteri.

Senyawa terpenoid juga diketahui merupakan salah satu senyawa aktif sebagai antibakteri meskipun aktivitas antibakterinya belum diketahui dengan jelas. Senyawa terpenoid ini diduga berhubungan dengan

pemecahan membran sel oleh berbagai komponen lipofilik dari senyawa terpenoid dan juga diduga memiliki target utama yaitu membran sitoplasmik dari sel bakteri dengan sifatnya yang hidrofobik [20].

Pengujian ekstrak *P. ostreatus* Varietas Grey oyster sebagai antibakteri pada *S. aureus* dan *P. aeruginosa* menunjukkan bahwa ekstrak jamur ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter zona hambat pertumbuhan bakteri baik bakteri *S. aureus* maupun *P. aeruginosa*. Daya hambat pertumbuhan bakteri yang diberi ekstrak *P. ostreatus* 0,1 %; 0,25 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 % dan 2 % tidak berbeda, walaupun ekstrak jamur ini menunjukkan daya hambat pertumbuhan dengan adanya daerah terang disekitar kertas cakram (paper disk). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa hanya dengan konsentrasi yang kecil 0,1 % ekstrak *P. ostreatus* sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Tidak adanya perbedaan antar perlakuan dapat disebabkan oleh kecilnya perbedaan konsentrasi antara perlakuan yaitu 0,25 % dan 0,5 %. Hal ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya menggunakan ekstrak jamur *P. ostreatus* dengan konsentrasi 1.0 dan 2.5 mg/mL tidak menunjukkan perbedaan daya hambat pertumbuhan yang signifikan pada bakteri *Salmonella typhi*.

Ditinjau dari kualitas daya hambat pertumbuhan, kriteria kekuatan daya antibakteri jamur ini termasuk kategori kuat karena rata-rata diameter zona daya hambat pertumbuhan mulai dari 10,88 mm- 12,47 mm untuk *P. aeruginosa* dan 11,99 mm -12,76 mm untuk *S. auerus*. [21] menyatakan diameter zona hambat 5 mm atau kurang memiliki daya antibakteri kategori lemah, 5-10 mm kategori sedang, 10-20 mm kategori kuat dan dia meter zona hambat 20 mm atau lebih termasuk kategori sangat kuat. Berdasarkan rata-rata diameter zona hambat pertumbuhan diatas, ekstrak *P. ostreatus* Varietas Grey oyster lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram Positif *S. auerus*.

Diameter zona hambat pertumbuhan bakteri Gram Negatif *P. aeruginosa* lebih rendah dibanding zona hambat pertumbuhan bakteri Gram Positif *S. Auerus*. Hal ini dikarenakan bakteri *P. aeruginosa* memiliki daya survive yang lebih kuat terhadap lingkungan fisik dan bahan kimia karena bakteri ini memproduksi EPS (eksopolisakarida) berupa alginat berbentuk gel yang memungkinkan bakteri ini sangat mudah membentuk biofilm [22]. Selain itu, biofilm pada

P. aeruginosa menyebabkan bakteri ini lebih resisten dan tahan terhadap bahan antibiotik maupun senyawa antimikroba yang lainnya [23].

Simpulan dan Saran

Ekstrak Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Varietas Grey oyster mengandung senyawa flavonoid, tanin dan terpenoid. Aktivitas antibakteri *P. ostreatus* pada pertumbuhan bakteri Gram Positif *Staphylococcus aureus* dan bakteri Gram Negatif *Pseudomonas aeruginosa* tidak dipengaruhi oleh variasi dosis perlakuan. Untuk memastikan kandungan senyawa mana yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri perlu dilanjutkan penelitian dengan memberikan perlakuan ekstrak dari masing-masing senyawa flavanoid, tanin dan terpenoid.

Daftar Pustaka

- [1] Saputra AV. Agribisnis Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) var Grey oyster [Internet]. [Place unknown]:[updated 2014; cited 2015 Jun 30]. Available from: <http://agatha2pratama.blogspot.com/2014/01/agatha-pratama-group.html>
- [2] Volk TJ. Tom Volk's Fungus of the Month for October 1998 [Internet]. [Place unknown]: University of Winsconsin-La Crosse ; [updated 2003; cited 2018 April 3]. Available from: http://botit.botany.wise.edu/toms_fungi/oct98.html
- [3] Nagy M. Research regarding the upervalorisation of some vegetable sources rich in bioactive compounds in order to obtain an innovative meat product. PhD Thesis Summary [Internet]. Rumania: Universitatea De Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara ;[updated 2016; cited 2018 April 10]. Available from : http://www.usamvcluj.ro/en/files/teze/en/2016/nagy_melinda.pdf
- [4] Echem PCO, Chukunda F. A. Nutrient Composition of Mushroom: *Pleurotus ostreatus* (Jacaum, ex. Fr. Kummer) grown on Different Agricultural Wastes. Agriculture and Food Sciences Research. 2018; 5(1): 1–5.
- [5] Deepalakshmi K, Mirunalini S. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. J Biochem Tech. 2014;5 (2): 718–726.
- [6] Nagy M, Sonia S, Maria T, Elena-Suzana B, Dorin T, Liana S, et al. Chemical Composition and Bioactive Compounds of

- Some Wild Edible Mushrooms. Bulletin UASVM Food Science and Technology. 2017; 74(1): 1-8.
- [7] Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan (Review of Medical Mikrobiology). Jakarta: EGC; 2001.
- [8] Akyuz M, Onganer AN, Erecevit P, Kirbag S. Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the eastern and southeast anatolia region of Turkey. Gazi University Journal of Science. 2010; 23(2) : 125–130.
- [9] SASKIAWAN I. Aktivitas antimikroba dan antioksidan senyawa polisakarida jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 2015 Agustus; 1(5) : 1105–1109.
- [10] Singh VK, Patel Y, Naraian R. (2012). Medicinal Properties of *Pleurotus* Species (Oyster Mushroom): A Review. World Journal of Fungal and Plant Biology. 2012 ; 3(1) : 1–12.
- [11] Zahro L, Agustini R. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Saponin Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. UNESA Journal of Chemistry. September 2013; 2(3) : 120–129.
- [12] Meilina L, Evi H, Dwi Nur RS. Antibacterial Activity of *Pleurotus ostreatus* grey oyster Variety Against Pathogen Bacterial of *Salmonella typhi*. International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB). 28-29 September 2015 : 48-51
- [13] Iwalokun BA., Usen UA., Otunba AA, Olukoya DK. (2007). Comparative phytochemical evaluation, antimicrobial and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus*. African Journal of Biotechnology. 2007 August 6; 6(15) : 1732–1739.
- [14] Dzen SM, Santoso S, Roekistiningsih, Winarsih S. Bakteriologi Medik. Edisi I. Malang. Bayumedia Publishing. 2003.
- [15] Chirinang P, Intarapichet KO. Amino acids and antioxidant properties of the oyster mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* . ScienceAsia. 2009; 35(4) : 326-331.
- [16] Cowan MM. Plant Products as Antimicrobial Agents. Clinical Microbiology Reviews. 1999 October;12(4) : 564–582.
- [17] Sudira IW, Merdana IM, Wibawa IPAH. Inhibition Test Extract Kedondong Leaf (*Lannea grandis* Engl) on The growth of Bacteria *Erwinia carotovora*. Buletin Veteriner Udayana. Pebruari 2011; 3(1) : 45–50.
- [18] Nuria M, Faizatun A, Sumantri. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jattopha curcas* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. Mediagro, 2009 ; 26(2) : 26–37.
- [20] de León L, López M R, Moujir L. Antibacterial properties of zeylasterone, a triterpenoid isolated from *Maytenus blepharodes*, against *Staphylococcus aureus*. Microbiological Research. 2010 ; 165(8) : 617–626.
- [21] Suryawiria U. Mikroba Lingkungan. Edisi kedua. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 1978.
- [22] Mayasari E. *Pseudomonas aeruginosa* ; Karakteristik, infeksi dan penanganan. Medan. Repository Universitas Sumatera Utara. 2006: 1–16.
- [23] Saskiawan I, Sukarminah E, Lanti I, Marta H, Nabila P. Pemanfaatan Ekstrak Jamur Tiram (*Pleurotus* spp.) pada Penyimpanan Daging Ayam pada Suhu Ruang (26oC). Jurnal Biologi Indonesia, 2017; 13(2): 279–287.