

## Potensi Antagonisme Fungi Endofit Serai Merah (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) terhadap *Escherichia coli*

### *Antagonism Potentials of Endophytic Fungi from Lemongrass (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) on *Escherichia coli**

Salma Khatami Al Hadi<sup>\*</sup>, Erlia Narulita, Siti Murdiyah  
Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember  
<sup>\*</sup>E-mail: salma.aj.397@gmail.com

#### ABSTRACT

This study aimed to determine the potential antagonism performed by the endophytic fungi of lemongrass against *Escherichia coli*. Five species of endophytic fungi were tested using agar well method. These fungi consist of *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium* sp., *Trichoderma viride*, *Fusarium oxysporum*, and *Fusarium* sp., each was taken from roots, stem, and leaves, respectively. Chloramphenicol and aquadest were used as control. The results showed that there is significant inhibition of *E. coli* compared to the negative control. *Paecilomyces lilacinus* showing the most prominent inhibition with 74.67%, followed by unknown species of *Fusarium* 47.33%, *Penicillium* sp 42.67%, *Fusarium oxysporum* 21.67%, and *Trichoderma viride* 17.43%. It can be concluded that all five isolates of endophytic fungi from lemongrass (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) have the ability to inhibit the growth of *E. coli*, and thus have antagonism potential against *E. coli*.

**Keywords:** Antagonism, endophytic fungi, *Cymbopogon nardus*, *Escherichia coli*.

#### PENDAHULUAN

*Escherichia coli* merupakan flora normal dalam usus manusia yang akan menjadi patogen jika jumlahnya meningkat. Kebanyakan *E. coli* tidak berbahaya bagi manusia, tetapi beberapa strain bakteri ini dapat menimbulkan gejala sakit perut yang parah, diare berdarah, mual, muntah, dan dehidrasi. Jika gejala tidak segera ditangani dapat menginduksi shock dan kematian. Strain *E. coli* patogen umumnya masuk dalam kelompok enteropathogenic *E. coli* atau EPEC (*Enteropathogenic Escherichia coli*) (Ledwaba *et al.*, 2020). *E. coli* memiliki kemampuan penempelan yang kuat pada epitel usus sehingga menyebabkan lesi atau luka. Lesi yang ditimbulkan menginduksi gangguan homeostasis pada mukosa usus sehingga terjadi pengeluaran cairan secara berlebihan dan menyebabkan diare (Astawan *et al.*, 2011). Diare yang disebabkan oleh bakteri dapat ditangani dengan pemberian antibiotik secara selektif. Penanganan ini menjadi tidak efektif jika bakteri beradaptasi terhadap antibiotik melalui mekanisme resistensi (Niasono *et al.*, 2019).

Resistensi dapat memicu *health chaos* dimana laju kematian akibat penyakit infeksi meningkat karena terapi antibiotik tidak efektif lagi. Selain itu dibutuhkan dosis lebih tinggi atau jenis antibiotik baru untuk treatment penyakit yang sama. Hal ini sulit dilakukan mengingat penemuan antibiotik baru

membutuhkan waktu yang lama, tidak sebanding dengan laju resistensi (Lien *et al.*, 2017).

Salah satu alternatif pengganti antibiotik yaitu dengan memanfaatkan obat tradisional yang berasal dari tanaman. Serai merah atau *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle merupakan tanaman herba tahunan dari suku Poaceae yang sering digunakan untuk penambah cita rasa dan pengobatan tradisional (Dewi *et al.*, 2015). Sebagai obat tradisional, tanaman serai sering diminum untuk mengobati radang tenggorokan, radang lambung, radang usus, diare, obat kumur, sakit perut, pilek, batuk, dan sakit kepala (Bota *et al.*, 2015). Serai merah mengandung senyawa kimia aktif seperti minyak atsiri, polifenol, alkaloid, flavonoid, dan saponin yang bersifat antibakteri (Dewi *et al.*, 2015, Sarlina *et al.*, 2017).

Pengambilan senyawa aktif secara langsung dari tanaman membutuhkan biomassa yang banyak, sehingga mampu menurunkan keanekaragaman hayati dan terganggunya keseimbangan ekosistem. Salah satu usaha untuk mengurangi eksploitasi tanaman serai merah yaitu dengan memanfaatkan fungi endofit pada bagian tanaman yang dapat menghasilkan senyawa aktif. Fungi endofit yang tumbuh pada jaringan tanaman obat memiliki potensi untuk menghasilkan metabolit sekunder berupa senyawa aktif yang sama dengan tumbuhan inangnya sehingga berpotensi

memiliki aktivitas yang sama. Spesies fungi seperti *Phoma* sp., *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp., *Talaromyces radicus*, *Eutypella* spp., dan *Rhizoctonia bataticola* diketahui memproduksi metabolit sekunder identik dengan inang sehingga dapat digunakan untuk kepentingan terapi (Venieraki *et al.*, 2017, Kau *et al.*, 2012).

Penghambatan pertumbuhan yang dilakukan oleh isolat fungi endofit terhadap bakteri patogen dapat dilihat dari uji antagonisme. Uji antagonis melihat interaksi penghambatan pertumbuhan suatu spesies mikroba dengan spesies mikroba lainnya (Ruswandari *et al.*, 2020). Ayuningsih (2020) telah mengisolasi lima isolat fungi endofit dari akar, batang, dan daun serai merah (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle). Kelima isolat tersebut terdiri dari *Paecilomyces lilacinus*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp., dan *Fusarium* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antagonis lima jenis fungi endofit tersebut terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* penyebab diare.

### METODE

Penelitian eksperimental laboratoris ini dilaksanakan di laboratorium Genetika Mikrobiologi dan Bioteknologi (GeMBio) Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember pada Januari-Juni 2020. Bahan utama yang digunakan adalah lima isolat fungi endofit serai merah (*Fusarium* sp., *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum*, dan *Paecilomyces lilacinus*) hasil penelitian Ayuningsih (2020), *Escherichia coli*, medium PDA, PDB, aquadest, kloramfenikol, dan alkohol 70%. Peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik, penangas, autoclave, lampu Bunsen, spiritus, vortex, mikropipet 50-200 µl, gelas beker, jangka sorong, gelas ukur, tabung reaksi, cawan petri, ose, pengaduk, *yellow tip* dan *blue tip*, kaca benda dan kaca penutup, dan sumuran.

Pembuatan kurva pertumbuhan untuk mengetahui fase logaritmik dilakukan dengan mengikuti prosedur Andhikawati *et al.* (2014) melalui metode pengukuran berat kering koloni dengan rumus;

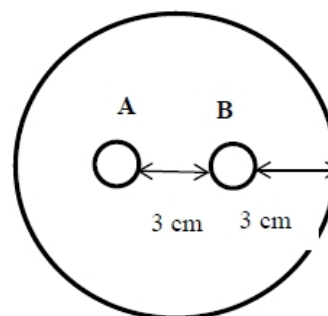
Berat kering koloni = berat kering total – berat kering kertas saring

Preparasi fungi endofit dan *E. coli* dilakukan setelah mengetahui fase logaritmik pertumbuhan (Watanabe *et al.*, 2015; Maier, 2009). Peremajaan fungi endofit dengan metode gores pada cawan petri berisi medium PDA (Sanjaya *et al.*, 2010), kemudian dibuat sumuran dengan diameter 0,5 cm pada umur fase log untuk uji antagonisme. Sumuran yang terambil digunakan untuk isolasi di petridish *dual culture*. Preparasi *E. coli* dilakukan dengan metode *Spread Plate Method* (Sanders *et al.*, 2012) dengan cara meneteskan 100 µm suspensi bakteri pada

medium agar padat menggunakan mikropipet, kemudian meratakan suspensi dengan menggunakan *L glass*.

Uji antagonisme dilakukan dengan metode *dual culture* berdasarkan Yulia *et al.* (2017). *Dual culture* dilakukan dengan menumbuhkan isolat fungi endofit dan *E. coli* dengan metode sumur agar secara berhadapan dengan jarak 3 cm dari cawan petri yang berdiameter 9 cm. Inokulasi antara fungi endofit dan bakteri patogen yang telah memiliki fase sama dilakukan secara bersamaan. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari. Kloramfenikol dan akuades digunakan sebagai kontrol dengan cara satu sumur agar diinokulasi dengan 0,1% kloramfenikol (kontrol positif) dan di unit yang lain satu sumur agar diinokulasi dengan akuades steril (kontrol negatif).

Pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari koloni patogen yang mendekati atau menjauhi koloni fungi endofit setiap 24 jam hingga terjadi interaksi. Desain peletakan koloni dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain peletakan koloni pada *dual culture*. A; koloni fungi, B; koloni *E. coli*.

Pengukuran persentase daya hambat diperoleh dari pengukuran jari-jari koloni bakteri *Escherichia coli* yang mendekati dan menjauhi fungi endofit (Kurniati & Ali, 2018) dengan rumus:

$$P (\%) = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase penghambatan

R1 = Jari-jari koloni *E. coli* yang menjauhi koloni endofit

R2 = Jari-jari koloni *E. coli* yang mendekati koloni endofit

Perbedaan persentase daya hambat dianalisis dengan One Way Anova (95%) dan dilanjutkan dengan LSD.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji antagonis lima isolat fungi endofit serai merah (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) terhadap pertumbuhan *E. coli* menunjukkan hasil positif atau menunjukkan potensi penghambatan. Hasil uji ANOVA 95% menunjukkan terdapat pengaruh penghambatan pertumbuhan *E. coli* oleh lima isolat fungi

endofit dengan nilai p (0,000). Persentase penghambatan kelima isolat fungi endofit terhadap pertumbuhan *E. coli* terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persentase penghambatan fungi endofit serai merah terhadap *E. coli*

Perlakuan	Persen penghambatan			Rerata ±SD*
	U1	U2	U3	
Kontrol -	-11	0	-13	-12,33± 7 <sup>a</sup>
<i>Trichoderma viride</i>	20	17	15,3	17,43± 2,38 <sup>b</sup>
<i>Fusarium oxysporum</i>	30	20	15	21,67± 7,63 <sup>b</sup>
Kontrol +	23	22	20	21,67± 1,53 <sup>c</sup>
<i>Penicillium</i> sp	42	40	46	42,67± 3,05 <sup>d</sup>
<i>Fusarium</i> sp	47	50	45	47,33± 2,51 <sup>d</sup>
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	67	74	83	74,67± 8,02 <sup>e</sup>

\*notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Tabel 1 menunjukkan bahwa *Paecilomyces lilacinus* memiliki persentase penghambatan terbesar yaitu 74,67%. Sedangkan penghambatan *Trichoderma viride* dan *Fusarium oxysporum* tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan besaran penghambatan masing-masing 17,43% dan 21,67%. Hal serupa juga terlihat pada *Penicillium* sp. dan *Fusarium* sp., masing-masing dengan penghambatan 42,67% dan 47,33%. Meskipun demikian seluruh perlakuan menunjukkan perbedaan signifikan jika dibandingkan dengan kontrol positif dan kontrol negatif.

Berdasarkan data, *Paecilomyces lilacinus* memiliki penghambatan tertinggi. *Paecilomyces lilacinus* mengandung senyawa metabolit sekunder yang sama dengan bagian akar serai merah yaitu alkaloid dan flavonoid (Zamani, 2011). Selain kedua senyawa tersebut, *Paecilomyces lilacinus* juga mengandung metabolit sekunder yang bersifat antibakteri yaitu phomaligol dan leucinostatin (Dai *et al.*, 2020). *Paecilomyces lilacinus* dalam penelitian ini diisolasi dari organ akar. Hal ini berbeda dengan fakta empiris bahwa bagian Serai merah yang sering dimanfaatkan adalah batang. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan indikasi baru bahwa akar Serai merah juga memiliki potensi sebagai sumber isolat yang dapat dimanfaatkan untuk bidang kesehatan khususnya untuk terapi *E. coli*. Kandungan senyawa aktif yang lebih bervariasi menyebabkan potensi kemampuan antagonism

*Paecilomyces lilacinus* terhadap bakteri patogen menjadi lebih baik.

Fungi endofit dengan persentase penghambatan terbesar kedua (47,33%) adalah *Fusarium* sp. *Fusarium* sp. dalam penelitian ini diisolasi dari organ daun. Qing *et al.* (2017) menyebutkan *Fusarium* menghasilkan metabolit sekunder berupa isoquinolin dan saponin. Isoquinolin merupakan kelompok alkaloid terbesar menurunkan senyawa-senyawa aktif untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Cushnie *et al.*, 2014).

Daun serai merah memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang lebih besar dibandingkan dengan organ batang (Bota *et al.*, 2015). Besar rata-rata indeks penghambatan bakteri *Escherichia coli* oleh *Fusarium* sp. tidak lebih besar dibandingkan dengan *Paecilomyces lilacinus*. Hal ini dapat disebabkan oleh besar konsentrasi metabolit sekunder yang dimiliki oleh *Fusarium* sp. lebih kecil dibandingkan dengan besar konsentrasi *Paecilomyces lilacinus* (Jawetz *et al.*, 2004).

Uji potensi antagonisme *Penicillium* sp. terhadap bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa adanya penghambatan pertumbuhan bakteri terbesar ketiga dengan rata-rata indeks penghambatan sebesar 42,67%. Nord *et al.*, (2019) menyebutkan *Penicillium* sp. mengandung isoquinolin, citreoviron dan citreoklorol. Ketiganya merupakan metabolit sekunder yang dapat diisolasi dari batang muda tanaman serai merah. Selain itu *Penicillium* sp. juga mengandung asam helvolat, cis-bis-(methylthio)-silvatin, etil asetat, dan trypacidin yang memiliki kapasitas antibakteri (Cushnie, 2014).

Uji potensi antagonisme *Fusarium oxysporum* terhadap bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa adanya penghambatan jari-jari pertumbuhan bakteri terbesar keempat dengan rata-rata indeks penghambatan sebesar 21,67%. Kemampuan penghambatan tersebut terjadi karena *Fusarium oxysporum* yang berasal dari organ batang tua memiliki alkaloid, flavonoid, methanol, terpenoid, tannin, dan naftoquinon (Rianto, 2018)

Uji potensi antagonisme *Trichoderma viride* terhadap bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa adanya penghambatan jari-jari pertumbuhan bakteri yang terkecil dengan rata-rata indeks penghambatan sebesar 17,43%. Perbedaan kemampuan menghambat patogen disebabkan oleh jumlah dan jenis antibiotik

yang dihasilkan oleh masing-masing fungi endofit berbeda. *Trichoderma viride* diketahui menghasilkan asam heksadekanoat, butanoat dan etanoat yang memiliki kemampuan antibakteri terutama pada *E. coli* (Pu *et al.*, 2010).

Fungi endofit dari tanaman serai merah (*Cymbopogon nardus* L.) Rendle memiliki potensi antagonis terhadap bakteri *Escherichia coli* karena menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas antibakteri yang sama dengan inangnya yaitu minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, dan saponin. Minyak atsiri merupakan minyak yang bersifat *volatile* (mudah menguap) karena memiliki titik didih yang rendah. Dhifi *et al.* (2016) menyebutkan bahwa pada umumnya minyak atsiri dibagi menjadi dua komponen yaitu hidrokarbon dan hidrokarbon teroksidasi (fenol).

Senyawa turunan dari fenol memiliki kemampuan sebagai antibakteri yang kuat (Puspawati *et al.*, 2016). Carolia & Noventi (2016) menyatakan bahwa senyawa fenol yang terkandung dalam minyak atsiri memiliki daya antiseptik lima kali lebih kuat dibandingkan fenol biasa. Senyawa fenolik dan derivatnya merupakan senyawa racun dalam protoplasma, merusak dan menembus struktur dinding sel, mengendapkan protein sel bakteri serta mengganggu kerja transpor aktif dan kekuatan proton dalam membran sitoplasma bakteri.

Senyawa alkaloid sebagai antibakteri memiliki mekanisme mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel bakteri (Carolia & Noventi, 2016).

Flavonoid merupakan senyawa fenolik dengan struktur kimia C6-C3-C6. Flavonoid bekerja dengan cara membentuk senyawa kompleks yang berasal dari protein ekstraseluler. Senyawa kompleks yang terbentuk dapat menyebabkan kerusakan *irreversible* membran sel dan mendenaturasi protein bakteri. Kandungan lain yaitu saponin memiliki aktivitas antibakteri dengan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel (Dewi, *et al.*, 2015; Carolia & Noventi, 2016).

#### KESIMPULAN

Fungi endofit serai merah (*Cymbopogon nardus* L.) Rendle memiliki potensi antagonis terhadap *Escherichia coli* penyebab diare. Persentase penghambatan terbesar berturut-turut adalah *Paecilomyces lilacinus*, *Fusarium*

sp., *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum*, dan *Trichoderma harzianum*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andhikawati A, Oktavia Y, Ibrahim B & Tarman K. 2014. Isolasi dan Penapisan Kapang Laut Endofit Penghasil Selulase. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **6**(1): 219-227.
- Astawan M, Wresdiyati T, Arief I & E. Suhesti. 2011. Gambaran Hematologi Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli* Enteropatogenik dan Diberikan Probiotik. *Media Peternakan*. **34**(1): 7-13.
- Ayuningsih TW. 2020. Eksplorasi Fungi Endofit pada Rhizoma dan Daun Tanaman Serai Merah (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer. *Skripsi* yang tidak dipublikasi pada Universitas Jember.
- Bota W, Martosupomo M & Rondonuwu FS. 2015. Potensi Senyawa Minyak Sereh Wangi (*Citronella oil*) dari Tumbuhan *Cymbopogon nardus* L. sebagai Agen Antibakteri. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 17 November 2015. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*: 1-8.
- Carolia, N. dan W. Noventi. 2016. Potensi Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper bettle* L.) sebagai Alternatif Terapi Acne vulgaris. *Majority*. **5**(1): 140-145.
- Cushnie TPT, Cushnie B & Lamb AJ. 2014. Alkaloids: an Overview of Their Antibacterial, Antibiotic-Enhancing and Antivirulence Activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*. **44**: 377-386.
- Dai, Ze-Bao. Xin Wang & Guo-Hong Li. 2020. Secondary Metabolites and Their Bioactivities Produced by *Paecilomyces*. *The Molecules*. **25**: 1-18.
- Dewi ZY, Nur A & Hertriani T. 2015. Efek Penghambatan Biofilm Ekstrak Sereh (*Cymbopogon nardus* L.) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. **1**(2): 136-141.
- Dhifi WS, Bellili, Jazi S, Bahloul N & Mnif W. 2016. Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical review. *The Medicine (Basel)*. **3**(4):25.
- Jawetz, Melnick & Adelberg. 2004. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 23. Jakarta:

- Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kaul S, Gupta S, Ahmed M & Dhar MK. 2012. Endophytic Fungi from Medicinal Plant: a Treasure Hunt for Bioactive Metabolites. *Phytochemistry Reviews*. **11**: 487-505.
- Kurniati A & Ali M. 2018. Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Asal Rizosfer Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Pertanian*. **5**: 1- 10.
- Ledwaba SE, Costa D, Bolick DT, Giallourou N, Medeiros P, Swann JR, Traore AN, Potgieter N, Nataro JP & Guerrant RL. 2020. Enteropathogenic *Escherichia coli* Infection Induces Diarrhea, Intestinal Damage, Metabolic Alterations, and Increased Intestinal Permeability in a Murine Model. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, **10**:595266.
- Lien LTQ, Lan PT, Chuc NTK, Hoa NQ, Nhung PH, Thoa NTM, Diwan V, Tamhankar AJ & Lundborg CS. 2017. Antibiotic Resistance and Antibiotic Resistance Genes in *Escherichia coli* Isolates from Hospital Wastewater in Vietnam. *Int. Journal of Environment Re. Public Health*. **14**(7): 1-11.
- Maier, RM. 2009. *Bacterial Growth*. Book Chapter dalam Review of Basic Microbial Concepts. Academic Press. Inc.
- Niasono AB, Latif H & Purnawarman T. 2019. Resistensi Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Peternakan Ayam Pedaging di Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Veteriner*. **20**(2): 187-195.
- Nord C, Levenfors JJ, Bjerketorp J, Sahlberg C, Guss B, Oberg B & Broberg A. 2019. Antibacterial Isoquinoline Alkaloids from The Fungus *Penicillium spathulatum* Em19. *The Molecules*. **24**: 1-14.
- Pu, Zhong-Hui, Zhang YQ, Yin ZQ, Xu J, Jia RY, Lu Y, Yang F. 2010. Antibacterial Activity of 9-Octadecanoic Acid-Hexadecanoic Acid-tetrahydrofuran-3,4-Diyl Ester from Neem Oil. *Agricultural In China*. **9**(8): 1236-1240.
- Puspawati NM, Suirta IW & Bahri S. 2016. Isolasi, Identifikasi, serta Uji Aktivitas Antibakteri pada Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Jurnal Kimia*. **10**(2): 219-227.
- Qing ZX, Yang P, Tang Q, Cheng P, Liu XB, Zheng YJ, Liu YS & Zeng JG. 2017. Isoquinoline Alkaloids and Their Antiviral, Antibacterial, and Antifungal Activities and Structure-Activity Relationship. *Current Organic Chemistry*. **21**: 1-15.
- Rianto A, Isrul M, Anggarini S & A. Saleh. 2018. Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) sebagai Antibakteri terhadap *Salmonella typhimurium*. *Jurnal Mandala Pharmacoin Indonesia*. **4**(2): 109-121.
- Ruswandari VR, Syaqui A & Rahayu T. 2020 Uji Antagonis Jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Biosainstropis*. **5**(2): 84-90.
- Sanders, ER. 2012. Aseptic Laboratory Technique: Plating Methods. *Journal of Visualized Experiments*. **63**: 1-18.
- Sanjaya Y, Nurhaeni H & Halima M. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricus). *Bionatura*. **12**(3): 136-141.
- Sarlina S, Razak AR & Tandah MR. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Daun Sereh (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat. *Jurnal Farmasi Galenika*. **3**(2): 143-149.
- Venieraki A, Dimou M & Katinakis P. 2017. Endophytic Fungi Residing in Medicinal Plants have The Ability to Produce the Same or Similar Pharmacologically Active Secondary Metabolites as Their Hosts. *Hellenic Plant Protection Journal*. **10**:51-66.
- Watanabe S, Ohbayashi R, Kanasaki Y, Saito N, Chibazakura T, Soga T, *et al.* 2015 Intensive DNA Replication and Metabolism During The Lag Phase in Cyanobacteria. *PLoS ONE* **10**(9): e0136800.
- Yulia E, Istifadah N, Widiyanti F & Utami HS. 2017. Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Agrikultura*. **28**(1): 47-55.
- Zamzani, M.C. 2011. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Tanaman Serai (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Multiresisten serta Bioautografinya. Thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

