

AKTIVITAS ANTIBAKTERI KAPANG ENDOFIT DARI TANAMAN KINA (*Cinchona calisaya* Wedd.)

Alfida Zakiyah¹, Nani Radiastuti^{1*}, La Ode Sumarlin²

¹ Program Studi Biologi, FST Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

² Program Studi Kimia, FST Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

*Corresponding author: n_radiastuti@yahoo.com

Abstract

Endophytic microorganisms are microorganisms that live in the tissues of plant organ and not harm its host. One of them is the endophytic fungi. Endophytic fungi could produce the same compound as the host plant. The Plants produced alkaloids quinine that could potentially inhibit the bacteria Staphylococcus aureus and Escherichia coli. This study aims to test the potential of endophytic fungi produced quinine as an antibacterial. The method used to test the antibacterial is a paper disc diffusion. Results of the analysis of data using one-way ANOVA showed that there are significant differences zona between the diametre of inhibitory of the endophytic fungi extract. Endophytic fungi M16 and M33 produced the greatest inhibition zone against Staphylococcus aureus and Escherichia coli 14.9 mm and 9.2 mm respectively.

Keywords: Antibacterial, Cinchona plant, Endophytic fungi

PENDAHULUAN

Tanaman obat merupakan salah satu sumber bahan baku obat. Sebagian besar komponen kimia yang berasal dari tanaman yang digunakan sebagai bahan baku obat ialah metabolit sekunder. Tanaman menghasilkan metabolit sekunder dengan struktur molekul dan aktivitas biologi yang beraneka ragam serta berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat berbagai penyakit (Semangun, 1996).

Tanaman kina (*Cinchona calisaya* Wedd.) sudah dikenal sebagai salah satu jenis tanaman obat yang berkhasiat untuk mengobati penyakit malaria. Khasiat dari tanaman ini berasal dari senyawa metabolit sekunder berupa kuinin yang terkandung di dalamnya. Senyawa lain yang terkandung dalam tanaman kina adalah kinidin, sinkonidin dan sinkonin (Winarno, 2006).

Pemanfaatan sumber daya hayati tanaman obat-obatan dilakukan dengan cara mengekspalorasi secara fitokimia. Cara ini dilakukan dengan mengekstrak bagian tanaman secara fisik dan kimia. Cara lain dalam memproduksi senyawa metabolit sekunder sejenis yang terdapat dalam tanaman adalah dengan pemanfaatan mikroorganisme endo-

fitik yang hidup dalam jaringan tanaman (Winarno, 2006). Mikroorganisme endofitik adalah mikroorganisme yang hidup dan berasosiasi di dalam jaringan tanaman inang. Asosiasi yang terjadi umumnya bersifat mutualisme. Kemampuan mikroorganisme endofitik memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat baik (Petrini *et al.*, 1992). Pemanfaatan mikroorganisme endofit diharapkan dapat melestarikan tanaman inangnya yang membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk tumbuh dan berkembang.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit diduga sama seperti yang terkandung di tanaman inangnya (Petrini *et al.*, 1992). Hal ini terjadi karena adanya kemungkinan transfer genetik antara tanaman inang dan mikroba endofit, sehingga zat-zat yang bermanfaat di tanaman juga dapat dihasilkan oleh mikroba endofitnya (Syarmalina *et al.*, 2007). Mikroba endofit yang berpotensi memiliki metabolit yang sama dengan tanaman inangnya salah satunya kapang endofit. Beberapa penelitian mengenai kandungan kuinin pada tanaman kina dan kapang endofitnya telah dilakukan. Kapang

endofit yang diisolasi dari tanaman kina (*Cinchona ledgeriana*) mengandung kuinin sebesar 0,423 mg/L sedangkan kapang endofit dari kina (*Cinchona Succirubra*) menghasilkan kuinin sebesar 0,080 mg/L (Winarno, 2006). Produksi senyawa alkaloid kuinin dari kapang endofit tanaman kina sudah pernah dilaporkan, namun masih sangat sedikit informasinya. Kapang endofit pada tanaman kina berpotensi menghasilkan alkaloid kuinin khususnya yang diisolasi dari batang tanaman kina (Winarno, 2006; Maehara *et al.*, 2011; Simanjuntak *et al.*, 2002). Penelitian ini menggunakan kapang endofit dari berbagai bagian tanaman kina untuk diuji potensinya sebagai antibakteri dan penghasil kuinin.

Kinin sulfat diketahui berpotensi menghambat bakteri Gram positif dan negatif seperti *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter agglomerans*, *Klebsiella pneumonia* dan *Escherichia coli* (Kharal *et al.*, 2009). Kapang endofit genus *Fusarium* sp. dari lengkuas merah (*Alpinia galanga* (L.) (Wild) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Kapang endofit *Cladosporium* sp. dari lengkuas merah (*Alpinia galanga* (L.) (Wild) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* (Kusumaningtyas *et al.*, 2010). Isolat kapang endofit dari daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* (Azizah, 2008). Saat ini informasi potensi antibakterial kapang endofit dari tanaman kina (*Cinchonacalisaya* Wedd.) belum pernah dilaporkan. Penelitian ini diharapkan dapat melaporkan beberapa kapang endofit yang telah diisolasi dari tanaman kina yang berpotensi sebagai antibakteri. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut apakah kapang endofit dari beberapa strain yang diisolasi dari seluruh bagian tanaman kina dapat berpotensi untuk dijadikan senyawa antibakteri.

MATERIAL DAN METODE

Sumber Isolat

Kapang endofit yang digunakan sebanyak 27 isolat. Kapang endofit diisolasi dari tanaman kina di Pusat Perkebunan Teh dan Kina (PPTK), Gambung, Ciwidey, Bandung, Jawa Barat. Lokasi Sampling 17°

8'35.78"S, 107°30'59.55"E. pH tanah 6,8 dan kelembaban tanah 35%. Bahan yang digunakan adalah kapang endofit yg digunakan sebanyak 27 dengan genus berbeda, kultur bakteri *S. aureus* ATCC 6538 dan bakteri *E. coli* ATCC 8739.

Persiapan Isolat Kapang Endofit

Isolat Kapang Endofit sebanyak 27 dengan genus berbeda ditumbuhkan pada cawan petri berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA).

Pembuatan Media

Pembuatan Media PDA dan PDB

Sebanyak 39 g PDA dilarutkan di dalam 1000 ml akuades menggunakan erlenmeyer. Larutan dihomogenisasi dan dididihkan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Media PDA lalu disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama ± 15 menit pada tekanan 1,5 atm. Media dituang ke cawan petri steril.

Sebanyak 26,4 g PDB dilarutkan di dalam 1000 ml akuades menggunakan erlenmeyer. Larutan dihomogenisasi menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*. Media dituang ke dalam botol besar sebanyak 200 ml. Media PDB lalu disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama ± 15 menit pada tekanan 1,5 atm.

Subkultur Kapang Endofit

Masing-masing isolat kapang endofit dari 37 isolat ditanam pada media PDA di cawan petri selama ±7 hari. Miselium kapang yang telah tumbuh diambil dan di tanam kembali pada media PDA miring.

Fermentasi Cair

Kapang yang sudah diremajakan selama ± 7 hari pada media PDA di cawan petri diambil menggunakan sedotan steril sebanyak 3 cuplikan. Kapang lalu ditumbuhkan secara duplo di dalam media PDB sebanyak 200 ml. Medium berisi kapang dalam kondisi statis dan diletakkan pada suhu ruang (Zaini 2012). Proses fermentasi ini berlangsung selama ± 21 hari (Kharismaya 2010; Bungihan *et al.* 2013).

Ekstraksi Metabolit Sekunder

Ekstraksi hasil fermentasi (duplo) dilakukan dengan pelarut yang berbeda. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan

pelarut kloroform dan etil asetat. Hasil fermentasi pertama dilarutkan menggunakan kloroform (CHCl_3) dan hasil kedua menggunakan etil asetat (EtOAc). Masing-masing ekstraksi dilakukan sebanyak 3 kali dengan perbandingan kultur : pelarut = 1:1. Filtrat (fraksi air) dan miselium (biomassa) dipisahkan (Kharismaya, 2010).

Bagian biomassa kapang dihancurkan hingga halus lalu dicampur kembali dengan filtrat dan ditambahkan pelarut (Bungihan *et al.*, 2013). Campuran dikocok atau dishaker agar tercampur sempurna. Ekstrak yang didiamkan selama ± 2 hari akan membentuk 2 fase (Kharismaya, 2010). Ekstraksi dengan kloroform diambil fase bagian bawah, sedangkan ekstraksi dengan etil asetat diambil fase bagian atas.

Hasil ekstraksi lalu dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak dengan kloroform dipekatkan pada suhu $\leq 45^\circ\text{C}$, sedangkan hasil ekstraksi dengan etil asetat dipekatkan pada suhu $\leq 60^\circ\text{C}$ (Winarno, 2006, Bungihan *et al.*, 2013). Bobot ekstrak diper-oleh dari selisih antara bobot botol berisi ekstrak dan bobot botol kosong (Azhari, 2012).

Preparasi Inokulum Bakteri Uji

Sebanyak 1 ose masing-masing koloni bakteri uji diambil dari kulturpersediaan dan digoreskan pada permukaan agar miring. Bakteri uji lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu $37\text{-}38^\circ\text{C}$. Biakan bakteri uji umur 24 jam diinokulasikan sebanyak 1 ose ke dalam 30 ml media NB steril. Bakteri uji diinkubasi pada *rotary shaker* hingga koloni bakteri tersuspensi. Sampling *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan berdasarkan fase midlog, telah diketahui fase *mid log* untuk *S. aureus* pada menit ke 600, sedangkan *E. coli* pada menit ke-450 jumlah sel $8,70 \times 10^8 \text{ selml}^{-1}$ dan jumlah sel $5,90 \times 10^8 \text{ selml}^{-1}$ (Jauhari 2010).

Teknik inokulasi bakteri yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *pour plate*. Sebanyak 1 ml suspensi masing-masing bakteri uji diinokulasikan ke dalam erlenmeyer 200 ml yang berisi 100 ml media NA yang masih cair ($\leq 45^\circ\text{C}$). Campuran dihomogenkan

dengan sedikit pengocokan seperti angka delapan agar suspensi tercampur rata, kemudian dituang ke dalam cawan petri dan didiamkan hingga campuran suspensi bakteri uji membeku.

Pengujian Aktivitas Antibakteri

Hasil sampel yang sudah dipekatkan lalu ditimbang dan dilarutkan kembali dengan pelarut organik dengan konsentrasi yang sama. Sekitar 10 μl sampel (1000 ppm) diteteskan ke kertas cakram steril berukuran diameter 6 mm, yang selanjutnya digunakan untuk uji aktivitas antibakteri (Azizah, 2008).

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode Kirby-Bauer atau metode difusi cakram. Setiap kertas cakram steril yang ditetesi sampel ekstraksi didiamkan ± 15 menit. Secara aseptik kertas cakram diletakkan dalam cawan petri yang berisi bakteri uji. Kontrol positif yang digunakan yaitu cakram kloramfenikol 10 μl dan kuinin 10 μl (1000 ppm). Kontrol negatif yang digunakan adalah cakram yang ditetesi akuades steril, kloroform dan etil asetat.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Cakram diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam, lalu dilakukan pengukuran zona hambat di sekitar cakram menggunakan jangka sorong (Azizah, 2008). Diameter zona hambat ialah diameter yang tidak ditumbuhi oleh bakteri pada kertas cakram.

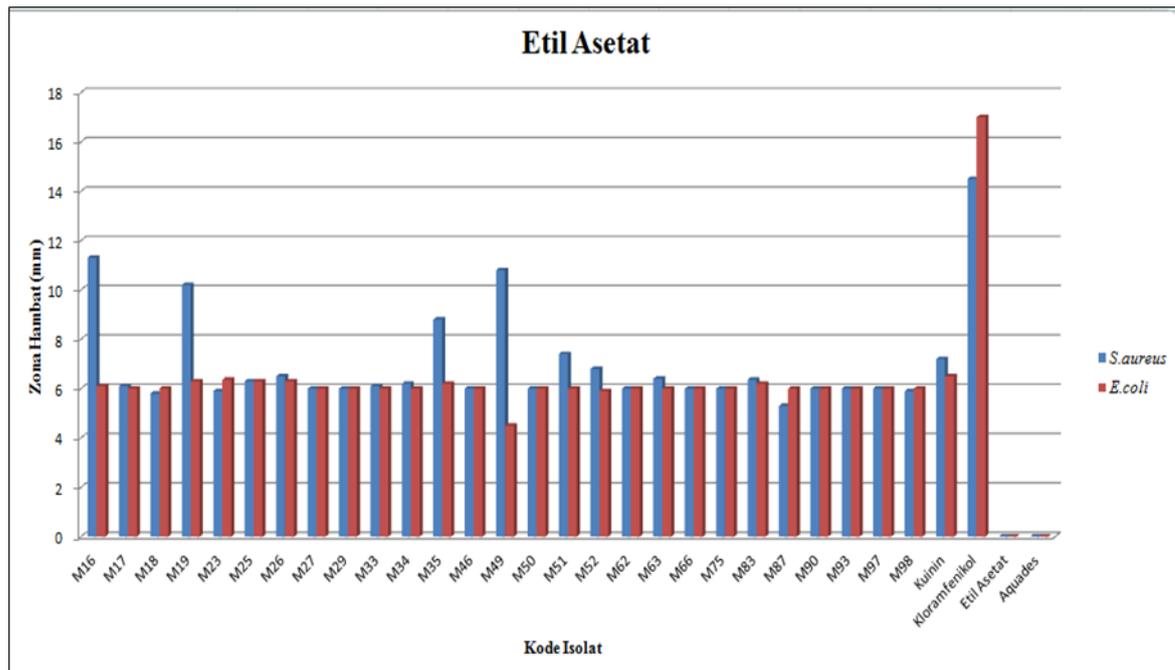
Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas tiga kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antibakteri Kapang Endofit Terhadap Bakteri Uji

Aktivitas antibakteri dapat diketahui dengan melihat ada atau tidaknya daerah hambatan (zona hambat) pada pertumbuhan bakteri di media padat. Adapun rata-rata diameter zona hambatan dari uji aktivitas antibakteri tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Zona hambat hasil ekstraksi kapang endofit dengan pelarut etil asetat

Kapang endofit kina tidak seluruhnya positif menghambat pertumbuhan bakteri uji. Daya hambat ekstrak kapang menggunakan etil asetat terhadap bakteri uji dapat dilihat pada Gambar 1, Hasil zona hambat dari ekstrak etil asetat terhadap bakteri *S. aureus* dihasilkan zona yang cukup besar oleh kapang M16, M19, M35, M49 dan M51.

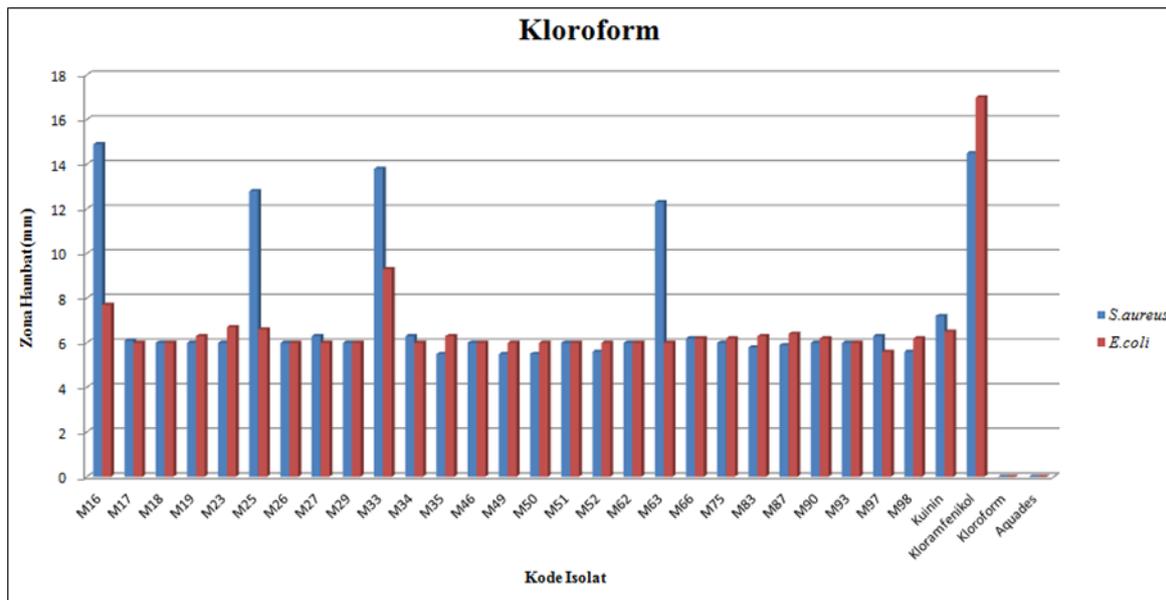
Etil asetat dan akuades steril yang digunakan sebagai kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat karena keduanya terbukti tidak memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Kontrol positif kuinin sulfat dan antibiotik kloramfenikol digunakan untuk membandingkan zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak kapang endofit. Ekstrak kapang endofit M16, M19, M35, M49 dan M51 menghasilkan zona hambat lebih besar dari kontrol kuinin terhadap *S. aureus* masing-masing sebesar 11,26 mm, 10,20 mm, 8,83 mm, 10,80 mm dan 7,40 mm.

Analisis data menunjukkan zona hambat kapang endofit ekstrak etil asetat terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* diperoleh nilai $F_{tabel} < F_{hitung}$ dan nilai $p < 0,05$ seperti yang telah dilampirkan. Kesimpulan yang diperoleh dari hasil tersebut adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini dapat dikatakan

bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada diameter zona hambat antar isolat ekstrak etil asetat.

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS ANOVA satu arah (*One way*) pada uji Duncan, kapang endofit M16 memiliki zona hambat terhadap bakteri *S. aureus* paling besar (11,2 mm). Kapang endofit M23 memiliki zona hambat terbesar terhadap bakteri *E. coli* (6,3 mm). Zona hambat yang dihasilkan oleh seluruh kapang endofit ekstrak etil asetat lebih kecil dari zona hambat kloramfenikol sebagai kontrol positif terhadap bakteri uji. Zona hambat kapang endofit terhadap bakteri *E. coli* seluruhnya lebih kecil dari zona hambat dari kuinin sebagai kontrol positif.

Hasil uji antibakteri ekstrak kapang endofit menggunakan pelarut etil asetat memperlihatkan nilai rata-rata zona hambat terhadap bakteri *S. aureus* lebih besar dibandingkan besar zona hambat terhadap bakteri *E. coli*. Kapang endofit kina tidak seluruhnya positif menghambat pertumbuhan bakteri uji yang diekstraksi dengan etil asetat. Hasil zona hambat ekstrak etil asetat terhadap bakteri *S. aureus* cukup besar dihasilkan oleh kapang endofit M16, M19, M35, M49 dan M51.



Gambar 2. Zona hambat hasil ekstraksi kapang endofit dengan pelarut kloroform

Hasil zona hambat terbesar sebesar 14,6 mm dan terkecil 5,5 mm dari ekstrak kloroform terhadap bakteri *S. aureus* yang terlihat pada Gambar 2. Masing-masing zona hambat dihasilkan oleh ekstrak kapang endofit M16 dan kapang endofit M35. Zona hambat terbesar (9,2 mm) dan terkecil (5,7 mm) terhadap bakteri *E. coli* dihasilkan oleh ekstrak kapang endofit M33 dan M97, sedangkan pelarut kloroform dan akuades sebagai kontrol negatif terbukti tidak menghasilkan area zona hambat terhadap bakteri uji.

Kontrol positif kuinin dan antibiotik kloramfenikol digunakan untuk membandingkan zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak kapang. Ekstrak kapang M16, M25, M33, M63 menghasilkan zona hambat yang lebih besar dari kontrol positif kuinin terhadap bakteri *S. aureus* masing-masing sebesar 14,66 mm, 12,80 mm, 13,76 mm, 12,30 mm. Ekstrak kapang M16, M23, M25, M33, menghasilkan zona hambat yang lebih besar dari kontrol positif kuinin terhadap bakteri *E. coli* masing-masing sebesar 7,70 mm, 6,70 mm, 6,56 mm, 9,26 mm (Gambar 2).

Hasil zona hambat kapang endofit ekstrak kloroform terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. dari analisis data menunjukkan

nilai $F_{tabel} < F_{hitung}$ dan nilai $p < 0,05$ dengan kesimpulan yang diperoleh adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada diameter zona hambat antar isolat ekstrak kloroform. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS ANOVA satu arah (*One way*) uji lanjut Duncan, kapang endofit M16 memiliki zona hambat terhadap bakteri *S. aureus* paling besar, sedangkan kapang endofit M23 menunjukkan zona hambat terbesar terhadap bakteri *E. coli*.

Beberapa ekstrak kapang endofit menghasilkan zona hambat yang lebih besar dari kontrol kuinin sulfat terhadap bakteri *S. aureus*. Hal ini diduga kapang endofit menghasilkan senyawa yang lain selain kuinin sulfat yang dapat berperan sebagai antibakteri. Mikroorganisme endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif selain senyawa yang terkandung di tanaman inangnya.

Semakin besar zona hambat maka semakin besar aktivitas antibakteri yang ada (Pratiwi, 2008). Zona hambat ekstrak kapang endofit menggunakan etil asetat seluruhnya lebih kecil daripada zona hambat dari antibiotik kloramfenikol, sehingga ekstrak kapang endofit belum memiliki kemampuan sebesar antibiotik kloramfenikol dalam menghambat

bakteri uji. Hasil ekstraksi bahan bioaktif alami tidak sebanding dengan senyawa antibakteri yang terkandung dalam kloramfenikol.

Hal ini diduga kapang endofit menghasilkan senyawa yang lain selain kuinin sulfat yang dapat berperan sebagai antibakteri. Mikroorganisme endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif selain senyawa yang terkandung di tanaman inangnya (Pratiwi, 2008). Hasil ini menunjukkan zona hambat yang dihasilkan ekstrak kapang endofit menggunakan kloroform ternyata lebih efektif dalam menghambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dibandingkan ekstrak kapang endofit dengan etil asetat.

Hasil pengujian antibakteri kontrol positif antibiotik kloramfenikol terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* menunjukkan adanya zona hambat. Antibiotik kloramfenikol memiliki spektrum yang luas atau memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dari bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Besar zona hambat yang dihasilkan pada penelitian ini terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* ialah sebesar 14,5 mm dan 17 mm.

Zona hambat terbesar dari ekstrak kloroform dan etil asetat terhadap bakteri uji dihasilkan oleh kapang endofit M16. Hal ini karena kapang endofit M16 diduga memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa bioaktif antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan kapang endofit lainnya. Kapang endofit *Fusarium* sp. dari lengkuas merah dan daun mimba dapat menghasilkan senyawa seperti fenol untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* (Astuti, 2005, Kusumaningtyas *et al.*, 2010). Zona hambat yang dihasilkan kapang endofit ekstrak kloroform rata-rata lebih besar dibandingkan ekstrak etil asetat. Hal ini diduga karena senyawa yang ada pada kapang endofit lebih mudah larut atau ditarik oleh pelarut non polar seperti kloroform. Sebagian besar senyawa alkaloid dapat larut atau disari oleh pelarut non polar seperti kloroform (Wibisana, 2010).

Ekstraksi kapang endofit menggunakan pelarut kloroform dan aetil asetat menghasilkan rata-rata diameter zona hambat yang lebih luas terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*

dibandingkan bakteri *E. coli*. Bakteri *S. aureus* lebih peka terhadap metabolit yang dihasilkan kapang endofit daripada bakteri *E. coli*. Hal ini disebabkan adanya perbedaan struktur dinding sel bakteri Gram positif yang diwakili oleh *S. aureus* dan bakteri Gram negatif yang diwakili oleh bakteri *E. coli*. Struktur dinding sel bakteri Gram positif relatif sederhana yang terdiri atas tiga lapis yaitu selaput sitoplasmik, lapisan peptidoglikan dan lapisan luar yang disebut simpai. Sebaliknya, bakteri Gram negatif mempunyai struktur yang berlapis-lapis dan sangat kompleks (Pratiwi, 2008).

Struktur dinding sel bakteri Gram positif yang relatif sederhana tersebutlah yang menyebabkan antibiotik lebih mudah masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja (Pratiwi, 2008). Hal ini berbeda dengan bakteri Gram negatif, dimana antibiotik harus melewati struktur dinding sel yang relatif kompleks. Kerja antibiotik pada bakteri Gram negatif seperti *E. coli*, pertama-tama harus menembus membran terluar selubung bakteri secara difusi pasif melalui saluran yang terbentuk oleh pori protein. Setelah menembus membran terluar, antibiotik masuk melalui dinding sel melewati ruang periplasma dan mencapai sasaran, yaitu enzim serin protease yang terdapat pada membran terdalam (sitoplasma). Enzim inilah yang bertanggung jawab terhadap biosintesis dinding sel (Siswandono, 1995). Lapisan lipopolisakarida yang dimiliki bakteri Gram negatif dapat berfungsi mencegah kerusakan sel terhadap enzim dan bahan kimia yang dapat merusak sel. Lisozim dapat merusak bakteri Gram positif, sedangkan pada bakteri Gram negatif lapisan membran luar yang dimilikinya mencegah kerusakan sel bakteri, oleh karena enzim tersebut tidak dapat menembus lapisan membran luar (Pratiwi, 2008).

Kemampuan ekstrak etil asetat kapang endofit dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif disebabkan terdapatnya metabolit sekunder yang dihasilkan. Mekanisme penghambatan pada bakteri Gram positif, yaitu merusak lapisan peptidoglikan pada sel bakteri sehingga menyebabkan ikatan hidro-

gen antara peptida yang menyusun lapisan peptidoglikan tidak terbentuk secara utuh (Ainurrochmah *et al.*, 2013).

Prescott *et al.*, (2005) mengatakan, aktifitas antibakteri antibiotik kloramfenikol dibagi menjadi tiga yaitu diameter 12 mm termasuk kategori resisten, 13-17 mm termasuk intermediet dan >18 mm merupakan kategori yang sensitif. Berdasarkan zona hambat yang terbentuk dapat diketahui bahwa kemampuan kloramfenikol terhadap bakteri uji termasuk kategori intermediet.

Diameter zona hambat dari ekstrak kapang endofit M16 hasil ekstraksi kloroform terhadap bakteri *S. aureus* ternyata melebihi zona hambat kloramfenikol, sedangkan diameter zona hambat kapang M16 terhadap bakteri *E. coli* sebesar 11,2 mm. Dapat diketahui bahwa kapang endofit M16 hasil ekstrak kloroform memiliki kemampuan yang sama dengan kloramfenikol dalam menghambat bakteri *S. aureus* dan termasuk kategori intermediet, sedangkan kemampuan antibakteri kapang endofit hasil ekstrak kloroform ataupun etil terhadap bakteri *E. coli* lebih rendah dibandingkan dengan kloramfenikol. Perbedaan kemampuan dalam memproduksi senyawa antibakteri dari hasil ekstraksi etil asetat dan kloroform menunjukkan adanya perbedaan senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh masing-masing hasil ekstraksi begitu juga perbedaan konsentrasi yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui senyawa-senyawa yang dapat diperoleh dari hasil ekstraksi dengan pelarut etil asetat dan kloroform yang memiliki kemampuan sebagai antibakterial.

KESIMPULAN

Kapang endofit dari tanaman kina (*C. calisaya*) memiliki potensi sebagai senyawa antibakteri. Kapang endofit M16 memiliki zona hambat terbesar terhadap bakteri *S. aureus* sebesar 14,9 mm dan kapang endofit sp.1 memiliki zona hambat sebesar 9,2 mm terhadap *E. coli*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrochmah, A., Ratnasari, E., & Lisdiana. (2013). Efektivitas ekstrak daun Bina-hong (*Anredera cordifolia*) terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri *Shigella flexneri* dengan metode sumuran. *Ejournal Lantera Bio.* 2(3), 233-237.
- Astuti, P. D. (2005). Isolasi komponen aktif antibakteri ekstrak kloroform daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dengan Bioautografi. 3(2), 43-46.
- Azhari, A. (2012). Aktivitas Sitotoksik dan Apoptosis Sel Khamir Ekstrak Kloroform Kapang Endofit *Evodia suaveolens*. *Skripsi*. Departemen Biokimia. Fakultas MIPA. IPB. Bogor.
- Azizah, N. N. (2008). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Penghasil Antibakteri Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN. Malang.
- Bungihan, M., Tan, A. M., Takayama, H., Cruz, D. E., & Nonato, G. M. (2013). A new macrolide isolated from the endophytic fungus *Colletotrichum* sp. *Philippine Science Letters* 6 (1), 57-73.
- Jauhari, L. T. (2010). Seleksi dan Identifikasi Kapang Endofit Penghasil Antimikroba Penghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen. *[Skripsi]*. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. UIN. Jakarta.
- Kharal, A. S., Hussain, Q., Ali, S., & Fakhuruddin. (2009). Quinine is bactericidal. *J Pak Med Assoc* 59, 208-211.
- Kharismaya, W. (2010). Biotransformasi palmatin oleh jamur endofit dari tumbuhan akar kuning (*Arcangelisa flava* L. Merr). *[Skripsi]*. Departemen Farmasi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Kusumaningtyas, E., Natasia, M., & Darmono. (2010). Potensi metabolit kapang endofit rimpang lengkuas merah dalam menghambat pertumbuhan

- Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan media fermentasi Potato Dextrose Broth (PDB) dan Potato Dextrose Yeast (PDY). Prosiding *Teknologi Peternakan dan Veteriner Ramah Lingkungan dalam Mendukung Program Swasembada Daging dan Peningkatan Keta-hanan Pangan*. Bogor. 819-824.
- Maehara, S., Simanjuntak, P., Kitamura, C., Ohashik, & Shibuya, H. (2011). Cinchona Alkaloids Are Also Produced by an Endophytic Filamentous Fungus Living in *Cinchona* Plant. *Chem Pharm Bull.* 59(8), 1073-1074.
- Pratiwi, S. T. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga. Jakarta.
- Petrini, O., Sieber, T. N., Toti, L., & Viret, O. (1992). Ecology metabolite production and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins* 1, 185-196.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2002). *Microbiology*. Sthed. New York. Mac Graw Hill.
- Simanjuntak, P., Bustanussalam, Prana, T. K., Ohashi, K., & Shibuya, H. (2002). Production Of Quinine Alkaloid By Some Endophytic Microbes With Addition Of Inducer Substances [Studies on Endophytic Microbes of *Cinchona* sp. plants (2)]. *Majalah Farmasi Indonesia* 13(1), 1-6.
- Semangun, H. (1996). *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Syarmalina, W., Lely, & Laupa, N. (2007). Uji sitotoksik hasil fermentasi kapang endo-fit buah mahkota dewa (*Phaleria mac-rocarpa*) terhadap sel MCF-7. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 5(1), 23-24.
- Wibisana, A. (2010). Difusi teknologi ekstraksi kinin dan sinkonin dari produk samping Industri kina dan sintesis turunannya. *Tugas Akhir*. Balai Pengkajian Biotek-nologi, TAB, BPPT. Jakarta.
- Winarno, E. K. (2006). Produksi alkaloid oleh mikroba endofit yang diisolasi dari batang kina *Cinchona ledgeriana* Moens dan *Cinchona Pubescens* Vahl (*Rubiaceae*). *Jurnal Kimia Indonesia*. 1(2), 59-66.
- Zaini, N. C., Indrayanto, G., & Sugiyanto, N. E. N. (2012). Produksi antibiotika baru dari jamur endofit *Cladosporium oxysporum* dari tumbuhan *Aglaia odorata* Lour. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.