

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI FUNGI ENDOFIT DARI KULIT BUAH
MANGGIS (*Garcinia mangostana* L) SEBAGAI ANTIMIKROBA
TERHADAP *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*
DAN *Escherichia coli***

Dewi Elfina¹, Atria Martina², Rodesia Mustika Roza²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Biologi, FMIPA-UR

²Dosen Jurusan Biologi FMIPA-UR

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

e-mail: dhewielfina91@yahoo.co.id

ABSTRACT

Garcinia mangostana Linn is one of the popular local plants that has been used as medicinal herb. Extract of *Garcinia mangostana* has been reported having anti-inflammatory, anti-tumour, anti-oxidant and antimicrobial activities. Bioactive compounds from extract of mangosteen fruit husk were thought to produce by endophytic fungi. The purpose of this research were to isolate and characterize endophytic fungi from mangosteen fruit husk that potential to produce antimicrobial compound. Antimicrobial activity was determined by measuring the inhibition zone with *Agar Disc* and *Kirby-Bauer* assay methods using pathogenic microbes i.e. *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Eleven of twenty isolates endophytic fungi which were obtained from mangosteen fruit husk were known to have antimicrobial activities. Endophytic fungi producing antimicrobial belongs to genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria* and *Fusarium*. Endophytic fungi having the highest antimicrobial activities in *agar disc* assay were *Penicillium* sp.1KMA, *Aspergillus* sp.5KMR, *Aspergillus* sp.1KMA, *Fusarium* sp.KMR and *Aspergillus* sp.3KMB. Endophytic fungi having the highest antimicrobial activities in *Kirby-Bauer* assay was *Penicillium* sp.1KMA. Antimicrobial activities of *Penicillium* sp.1KMA was significantly different with the other four endophytic fungi.

Keywords: *Candida albicans*, *Escherichia coli*, endophytic fungi, mangosteen, *Staphylococcus aureus*

ABSTRAK

Manggis (*Garcinia mangostana* L) merupakan salah satu tanaman lokal yang dijadikan obat herbal. Ekstrak kulit buah manggis dilaporkan memiliki aktivitas antiinflammasi, antitumor, antioksidan dan antimikroba. Senyawa bioaktif dari ekstrak kulit buah manggis tersebut diperkirakan dihasilkan oleh fungi endofit. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengkarakterisasi isolat fungi endofit dari kulit buah manggis yang berpotensi dalam menghasilkan senyawa antimikroba. Aktivitas antimikroba isolat fungi endofit dilihat dari pembentukan zona hambat disekitar koloni menggunakan

metode *Agar Disk* dan *Kirby-Bauer* dengan mikroba patogen *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Sebelas dari 20 isolat fungi endofit yang berhasil diisolasi dari kulit buah manggis memiliki aktivitas antimikroba. Fungi endofit penghasil antimikroba termasuk kedalam genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria* dan *Fusarium*. Isolat yang memiliki zona hambat tertinggi pada uji *agar disk* terdapat pada *Penicillium* sp.1KMA, *Aspergillus* sp.5KMR, *Aspergillus* sp.1KMA, *Fusarium* sp.KMR dan *Aspergillus* sp.3KMB. Isolat yang memiliki zona hambat tertinggi pada uji *Kirby-Bauer* adalah *Penicillium* sp.1KMA. Aktivitas antimikroba *Penicillium* sp.1KMA berbeda nyata dengan keempat fungi endofit lainnya.

Kata kunci: *Candida albicans*, *Escherichia coli*, fungi endofit, manggis, *Staphylococcus aureus*,

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara memiliki keanekaragaman hayati tinggi sehingga berpotensi dalam pengembangan obat herbal berbasis pada tanaman obat tradisional. Tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan tanaman obat yang bersifat antibakteri, antijamur, antiinflamasi, pengobatan penyakit jantung bahkan untuk pengobatan atau terapi penyakit HIV (Gopalakrishnan *et al.* 1997).

Kulit buah manggis dapat digunakan sebagai obat berbagai penyakit infeksi. Poelungan dan Praptiwi (2010) mengatakan bahwa ekstrak kulit buah manggis mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, *Streptococcus sp.*, *S. aureus* dan *S. epidermidis*. Pengambilan senyawa bioaktif secara langsung dari kulit buah manggis membutuhkan biomassa yang banyak. Perolehan senyawa bioaktif tersebut dapat diefisienkan dengan menggunakan fungi endofit. Fungi endofit dapat menghasilkan senyawa yang berfungsi sebagai antifungi, antibakteri, antivirus dan antikanker (Strobel *et al.* 1999). Fungi endofit yang diisolasi dari daun sirih (*Piper betle* L.) mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus*, *E. coli* dan *C. albicans* (Haniyah 2008). *Candida albicans*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* merupakan mikroba penyebab penyakit infeksi yang sering terjadi di masyarakat.

Berdasarkan sifat fungi endofit yang mirip dengan inangnya, kemungkinan metabolit sekunder dari kulit buah manggis yang berfungsi sebagai antimikroba tersebut dapat dihasilkan oleh fungi endofit. Untuk mendapatkan fungi endofit dari kulit buah manggis tersebut maka dilakukan penelitian tentang isolasi fungi endofit yang berpotensi sebagai antimikroba.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2013 – Oktober 2013 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA-UR. Isolat mikroba uji diperoleh dari Fakultas Kedokteran Universitas Riau.

Isolasi Fungi Endofit

Kulit buah manggis yang sudah dicuci dengan air mengalir, dipotong lalu direndam ke dalam larutan alkohol 70 % selama \pm 3 menit, dibersihkan dengan larutan NaOCl (Sodium Hipoklorit) 1% selama \pm 5 menit. Lalu dikeringkan dengan tisu steril dan dicuci lagi dengan alkohol 70% selama \pm 0,5 menit, diikuti dengan aquades steril sebanyak 3 kali. Kulit buah manggis dipotong berukuran 1cm \times 2cm menggunakan pisau steril. Potongan kulit manggis itu diinokulasikan ke cawan petri yang mengandung PDAK dan diinkubasi pada suhu ruang selama 1-2 minggu.

Pemurnian Isolat Jamur Endofit

Setiap koloni jamur yang tumbuh dan berbeda dipindahkan ke dalam cawan petri yang berisi PDAK lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24-48 jam hingga menghasilkan isolat fungi yang benar-benar murni.

Peremajaan Isolat Jamur Endofit

Peremajaan isolat jamur endofit dilakukan dengan menumbuhkan kembali isolat-isolat jamur endofit yang telah murni ke dalam medium PDAK dengan metode *streak plate* dan diinkubasi selama 4 hari.

Peremajaan Isolat Mikroba Uji

Peremajaan *C. albicans* dilakukan ke medium SDA sedangkan peremajaan *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan ke medium NA dengan metode *streak plate*. Kultur mikroba diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

Pembuatan Inokulum Mikroba Uji

Inokulum *C. albicans* disiapkan dengan menginokulasikan 1 ose koloni murni *C. albicans* yang telah berumur 24 jam ke dalam 5 ml media *Potato Dektrosa Broth* (PDB) dalam Erlenmeyer 50 ml, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

Inokulum *S. aureus* dan *E. coli* disiapkan dengan menginokulasikan 1 ose koloni murni *S. aureus* dan *E. coli* yang telah berumur 24 jam ke dalam masing-masing 5 ml medium *nutrient broth* (NB) dalam erlenmeyer 50 ml. Inokulum diinkubasi pada suhu ruang selama 18 jam. Setiap inokulum diencerkan menggunakan garam fisiologis 0,85% hingga didapatkan populasi mikroba uji sebesar 10^6 Cfu/ml.

Seleksi Fungi Endofit yang Bersifat Antimikroba dengan Metode Agar Disk

Seleksi jamur endofit penghasil antimikroba dilakukan dengan menginokulasikan 1 potongan agar isolat jamur umur 4 hari ke medium PDA yang mengandung isolat *C. albicans* dan diatas medium NA yang masing-masing mengandung isolat *S. aureus* dan *E. coli*. Masing-masing kultur mengandung 10^6 cfu/ml mikroba patogen. Kultur diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari. Aktivitas antimikroba fungi endofit dilihat dari zona hambat yang terbentuk.

Produksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit

Produksi metabolit fungi endofit dilakukan dengan cara masing-masing lima koloni murni fungi endofit penghasil antimikroba tertinggi pada agar disk yang berumur 4 hari dibuat disk sebanyak 5 potong berdiameter 1 cm. Lalu diinokulasikan ke dalam

media fermentasi yang berisi 20 ml PDB dalam labu Erlenmeyer ukuran 100 ml. Kultur fungi endofit diinkubasi pada suhu ruang dalam shaker inkubator 150 rpm selama 7 hari. Supernatan dipisahkan dari biomassa dengan sentrifugasi 3000 rpm selama 20 menit. Setelah itu supernatan diambil dengan menyaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42 steril. Supernatan digunakan dalam pengujian aktivitas antimikroba terhadap jamur *C. albicans*, bakteri *E. coli* dan *S. aureus*.

Uji Aktivitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit Terhadap Mikroba Uji dengan Metode Kirby-Bauer

Uji aktivitas metabolit sekunder fungi endofit terhadap *C. albicans*, *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan dengan meletakkan kertas cakram Whatman no. 42 berdiameter 6 mm yang telah direndam di dalam supernatan kultur jamur endofit selama 30 menit di atas medium PDA yang mengandung isolat *C. albicans* dan di atas medium NA yang mengandung isolat *S. aureus* dan *E. coli*. Masing-masing kultur mengandung mikroba uji sebanyak 10^6 cfu/ml. Kultur diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan pengamatan terhadap zona hambat yang terbentuk dan diukur diameternya.

Uji Daya Hambat Antibiotik Terhadap Tiga Mikroba Uji

Uji aktivitas antibiotik dilakukan dengan meletakkan kertas cakram antibiotik yang berisi ketokonazol 10 μ g diletakkan di atas medium PDA yang mengandung isolat *C. albicans*. Kertas cakram antibiotik yang berisi tetrasiklin 30 μ g diletakkan di atas medium NA yang mengandung isolat *S. aureus*. Kertas cakram antibiotik yang berisi ampicilin 10 μ g diletakkan di atas medium NA yang mengandung isolat *E. coli*. Setiap kultur berisi mikroba uji sebanyak 10^6 cfu/ml. Kultur diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Aktivitas antibiotik dilihat dari pembentukan zona hambat.

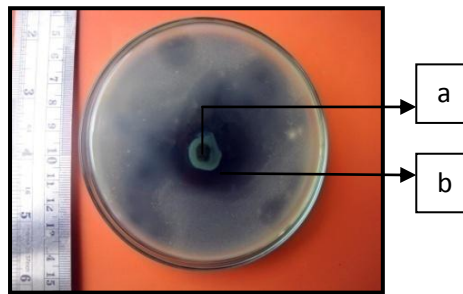
Karakter Jamur

Karakterisasi dilakukan pada isolat jamur endofit yang memiliki aktivitas antimikroba. Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis, kemudian hasil karakter disesuaikan dengan buku panduan identifikasi jamur yaitu Pengenalan Kapang Tropik Umum (Gandjar *et al.* 1999), A Manual of Penicillia (Raper *et al.* 1949), Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi (Watanabe 2010) dan Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Barnett *et al.* 1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi Fungi Endofit Penghasil Antimikroba dengan Metode Agar Disk

Sebanyak 20 isolat fungi endofit yang berhasil diisolasi, diperoleh sebelas isolat yang menghasilkan aktivitas antimikroba. Aktivitas antimikroba dilihat dari pembentukan zona bening disekitar koloni (Gambar 1). Zona bening merupakan indikasi terhambat atau tidak pertumbuhan mikroba lawan akibat ekskresi senyawa antimikroba oleh mikroba lain yang bersifat antagonis (Kumala dan Fitri 2008)



Gambar 1. Aktivitas antimikroba *Penicillium* sp.1KMA terhadap *S.aureus* (a). Koloni jamur endofit (b). Zona hambat.

Tabel 1. Aktivitas antimikroba isolat fungi endofit terhadap *C. albicans*, *S.aureus* dan *E.coli* berdasarkan Uji Nilai Tengah (Median)

No	Nama isolat/ Kode isolat	Aktivitas Antimikroba					
		<i>C. albicans</i>		<i>S.aureus</i>		<i>E.coli</i>	
		Rasio	Kriteria	Rasio	Kriteria	Rasio	Kriteria
1	<i>Aspergillus</i> sp.1KMA	2,91	Tinggi	2,34	Sedang	2,43	Sedang
2	<i>Penicillium</i> sp.1KMA	2,46	Sedang	3,48	Tinggi	2,92	Tinggi
3	<i>Aspergillus</i> sp.2 KMA	-	-	1,97	Sedang	1,84	Sedang
4	<i>Penicillium</i> sp.2 KMA	-	-	1,66	Rendah	1,51	Rendah
5	<i>Aspergillus</i> sp.3 KMB	-	-	2,83	Tinggi	2,01	Sedang
6	<i>Aspergillus</i> sp.4 KMB	1,02	Rendah	-	-	-	-
7	<i>Trichoderma</i> sp. KMB	1,86	Sedang	-	-	2,11	Rendah
8	<i>Alternaria</i> sp. KMR	1,61	Rendah	-	-	1,21	Rendah
9	<i>Fusarium</i> sp. KMR	-	-	2,94	Tinggi	2,43	Sedang
10	<i>Aspergillus</i> sp.5 KMR	2,27	Sedang	3,36	Tinggi	2,24	Sedang
11	<i>Aspergillus</i> sp.6 KMR	1,23	Rendah	-	-	1,43	Rendah

Berdasarkan Tabel. 1 rasio aktivitas tertinggi dihasilkan oleh *Penicillium* sp.1KMA yaitu terhadap *S. aureus* (3,48) sedangkan terendah dihasilkan *Aspergillus* sp.4 KMB terhadap *C. albicans* (1,02). Kemampuan penghambatan terhadap bakteri dan fungi uji yang dihasilkan oleh *Penicillium* sp.1KMA kemungkinan disebabkan kemampuannya dalam menghasilkan antibiotik penisilin yang dapat menghambat sintesis peptidoglikan dinding sel bakteri (Cole dan Schweikert 2003). Penisilin menghambat sintesis dinding sel bakteri dengan cara menghambat sintesis enzim atau inaktivasi enzim untuk mensintesis peptidoglikan yang merupakan komponen penting

dinding sel bakteri. Terhambatnya sintesis peptidoglikan menyebabkan hilangnya viabilitas dan sering menyebabkan sel bakteri lisis (Suwandi 1992). Panda *et al.* (2005) menyatakan bahwa *Penicillium* sp. menghasilkan senyawa antimikroba griseofulvin yang bersifat menghambat pertumbuhan fungi dengan cara mengganggu fungsi benang spindel dan mikrotubulus sitoplasma, sehingga menghambat mitosis sel fungi.

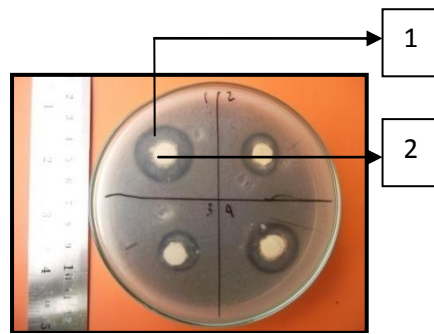
Kemampuan menghambat bakteri dan fungi uji oleh *Aspergillus* sp.1KMA dan *Aspergillus* sp.5KMR kemungkinan disebabkan kedua jenis *Aspergillus* tersebut mampu menghasilkan metabolit sekunder yang aktif. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Singh dan Bharate (2005) bahwa secara umum senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh *Aspergillus* bersifat netral, polar, dan memiliki gugus fenol. Fenol ini mampu mendenaturasikan protein pada dinding dan membran sel bakteri dan fungi.

Isolat *Fusarium* sp.KMR mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*. Menurut Lagauskas (2005), *Fusarium* menghasilkan senyawa antimikroba *trichothecenes* sehingga mampu menghambat sintesis protein dan DNA sel bakteri. Isolat *Trichoderma* sp.KMB mampu menghambat *E. coli* dan *C. albicans* tetapi tidak untuk bakteri *S. aureus*. Menurut Verma *et al.* (2007) dan Waksman *et al.* (1952) *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan isocyanide-3-(-isocyanocyclopent-2-enylidene) propionic acid untuk menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* serta enzim 1,3-glukanase dan khitinase yang mampu menghancurkan glukukan dan kitin yang merupakan komponen dinding hifa fungi.

Uji Aktivitas Metabolit Fungi Endofit dengan Metode Kirby-Bauer

Pada uji aktivitas metabolit sekunder fungi endofit, kelima isolat tersebut mampu menghambat ketiga pertumbuhan mikroba uji. Namun pada uji menggunakan agar disk hanya ada 3 isolat yang mampu menghambat ketiga mikroba uji sekaligus sedangkan isolat lainnya hanya mampu menghambat dua atau salah satu mikroba uji yang digunakan. Tingginya aktivitas dari suatu senyawa antimikroba dalam membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan metode ini dapat dipengaruhi oleh kemampuan difusi senyawa antimikroba dari kertas cakram ke medium mikroba uji lebih cepat dan mudah dibandingkan difusi menggunakan agar disk. Apabila fungi ditumbuhkan pada medium padat seperti metode agar disk, kontak antara fungi endofit dengan nutrisi hanya terjadi pada permukaan medium, sehingga penyerapan nutrisi menjadi terbatas. Sedangkan dengan fermentasi pada medium cair, kontak antara fungi endofit dengan nutrisi dan proses aerasi terjadi lebih optimal karena seluruh bagian dari fungi berada di dalam medium tersebut. Penyerapan nutrisi yang lebih banyak akan membuat fungi endofit lebih banyak menghasilkan metabolit sekunder. Hal ini diperkuat oleh penelitian Sunkar dan Nachiyar (2011), yang melakukan proses fermentasi kapang endofit *Aspergillus* sp. dalam medium cair PDB selama 7 hari sebelum dilakukan ekstraksi senyawa antimikroba. Hasil pengujian menunjukkan senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh semua kapang endofit mampu menghambat pertumbuhan *B. subtilis*.

Pembentukan zona hambat yang dihasilkan metabolit sekunder fungi endofit dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Aktivitas metabolit sekunder *Penicillium* sp.1KMA terhadap *C. albicans*.
1. Zona bening 2. Kertas saring yang mengandung metabolit sekunder *Penicillium* sp.1KMA.

Tabel 2. Perbandingan Daya Hambat Antimikroba antara Fungi Endofit dan Kontrol positif (Antibiotik) terhadap mikroba uji dengan metode *Kirby- Bauer*.

No	Antimikroba	Rata-rata luas zona hambat (mm)		
		<i>C.albicans</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
1	<i>Aspergillus</i> sp.1KMA	9 ^c	11,83 ^c	9,91 ^c
2	<i>Penicillium</i> sp.1KMA	19,69 ^a	19,25 ^a	15,44 ^a
3	<i>Aspergillus</i> sp.3KMB	18,31 ^a	11,35 ^c	9,75 ^c
4	<i>Fusarium</i> sp.KMR	13,75 ^b	13,81 ^c	10,5 ^c
5	<i>Aspergillus</i> sp.5KMR	10,44 ^c	12,8 ^c	12,6 ^b
6	Kontrol positif (Ketokonazol)	14,49 ^b		
7	Kontrol positif (Tetrasiklin)		15,19 ^b	
8	Kontrol positif (Ampisilin)			12,63 ^b

Zona hambat yang dihasilkan kelima isolat fungi endofit dari kulit buah manggis tersebut sama dengan hasil penelitian Chaverri *et al.* (2008) yang mengatakan bahwa ekstrak kulit buah manggis mengandung senyawa antibakteri dan antifungi terhadap *C. albicans*, *C. neoformans*, *B. subtilis*, *E.coli* dan *S. aureus*. Hasil uji statistik analisis variansi (ANOVA) metabolit fungi endofit dan antibiotik terhadap *C. albicans*, *S. aureus* dan *E. coli* menunjukkan nilai signifikan F hitung >F tabel yang menandakan kelima fungi endofit dan masing-masing kontrol positif yang digunakan memberikan aktivitas yang menghambat terhadap ketiga mikroba uji yang digunakan.

Berdasarkan Tabel 2. dilihat adanya perbedaan yang signifikan antara zona hambat isolat *Penicillium* sp.1KMA dengan zona hambat yang dihasilkan keempat fungi endofit dan semua kontrol positif (antibiotik) yang digunakan membuktikan bahwa senyawa bioaktif yang dihasilkan isolat *Penicillium* sp.1KMA merupakan senyawa yang memiliki aktivitas antimikroba yang tinggi sehingga mampu menghasilkan aktivitas antibakteri dan antifungi dibanding ketokonazol, tetrasiklin dan ampisilin. Aktivitas antimikroba tertinggi pada *C. albicans* dihasilkan *Penicillium* sp.1KMA sebesar 19,69 mm yang tidak berbeda nyata dengan *Aspergillus* sp.3KMB. Namun isolat *Penicillium* sp.1KMA dikatakan lebih mampu menghambat pertumbuhan *C. albicans*. Hal ini bisa dilihat dari besar zona hambat yang dihasilkan *Penicillium*

sp.1KMA lebih besar dibandingkan zona hambat yang dihasilkan *Aspergillus* sp.3KMB dan Ketokonazol.

Aktivitas antimikroba tertinggi juga diperlihatkan *Penicillium* sp.1KMA pada *S. aureus* (19,25 mm) dan *E. coli* (15,44 mm) yang berbeda nyata dengan keempat fungi endofit, tetrasiklin dan ampisilin. Isolat *Penicillium* sp.1KMA lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* dibanding ampisilin. Hal ini dikarenakan ampisilin merupakan antibiotik golongan beta laktam yang menghambat pembentukan dinding sel bakteri dengan menghambat penggabungan asam n-asetilmuramat ke dalam struktur mukopeptida yang dapat memberikan struktur kaku pada dinding sel bakteri (Pelczar dan Chan 2005). Keberadaan antibiotik yang menghambat sintesis dinding sel bakteri lebih melemahkan dinding sel bakteri Gram positif, karena terjadi penghambatan sintesis peptidoglikan yang banyak terdapat pada bakteri Gram positif (Kaitu 2013). Namun zona hambat antibiotik ampisilin tidak berbeda nyata dengan zona hambat yang dihasilkan *Aspergillus* sp.5KMR. Hal ini kemungkinan menandakan kemampuan penghambatan metabolit yang dihasilkan *Aspergillus* sp.5KMR mempunyai potensi yang sama dengan ampisilin.

Karakter fungi endofit

Berdasarkan hasil seleksi fungi endofit penghasil antimikroba, 11 isolat fungi endofit yang menghasilkan antimikroba terbagi ke dalam 5 genus yaitu 6 isolat termasuk ke dalam genus *Aspergillus*, 2 isolat termasuk ke dalam genus *Penicillium*, 1 isolat termasuk ke dalam genus *Trichoderma*, 1 isolat genus *Alternaria* dan 1 isolat genus *Fusarium*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebanyak 20 isolat jamur endofit berhasil diisolasi dari kulit buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). Sebelas dari 20 isolat fungi endofit yang berhasil diisolasi diketahui memiliki aktivitas antimikroba terhadap *C. albicans*, *S. aureus* dan *E. coli* yang berasal dari genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria* dan *Fusarium*. Kemampuan daya hambat yang dihasilkan oleh metabolit sekunder fungi endofit lebih bagus dibandingkan dengan kemampuan daya hambat fungi endofit dengan metode agar disk. Jenis isolat fungi endofit berpengaruh terhadap zona hambat mikroba uji. Isolat *Penicillium* sp.1 merupakan isolat penghasil aktivitas antimikroba tertinggi terhadap ketiga mikroba uji yang berbeda nyata dengan antibiotik yang digunakan dan keempat isolat fungi endofit lainnya.

Kemampuan kesebelas jamur endofit dari kulit buah manggis dalam menghambat *C. albicans*, *S. aureus* dan *E. coli* cukup tinggi sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi aktivitas isolat fungi endofit dalam menghasilkan antimikroba.

DAFTAR PUSTAKA

Barnett HL, Hunter, Sarry B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis. Minnesota.

- Chaverri JP, Rodríguez NC, Ibarra MO, Jazmin M, Rojas JMP. 2008. Medicinal Properties of Mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food and Chemical Toxicology*. 46:3227–3239
- Cole RJ dan Schweikert MA. 2003. *Handbook of Secondary Fungal Metabolites*. Academic Press Elsevier Science. California
- Gandjar I, Robert A, Samson, Karin VT, Vermeulen, Ariyanti O, Iman S. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Gopalakrishnan G, Banumathi B, Suresh G. 1997. Evaluation of The Antifungal Activity of Natural Xanthenes from *Garcinia mangostana* Linn and Their Synthetic Derivatives. *Journal Natural Product*. 60:519-524.
- Haniyah M. 2008. Isolasi Jamur Endofit dari Daun Sirih (*Piper betle L.*) Sebagai Antimikroba Terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans*. [Skripsi]. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negri Malang. Malang.
- Kaitu RAM, Sidharta BR, Atmodjo K. Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*) Terhadap *Escherichia Coli* dan *Streptococcus Pyogenes*. *Jurnal Penelitian Hayati*. 6:26-37.
- Kumala S, Fitri NA. 2008. Penapisan Kapang Endofit dari Kayu Meranti Merah (*Shorea balangeran* Korth) Sebagai Penghasil Enzim Xilanase. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 6:1-6
- Lugauskas A. 2005. Potential Toxin Producing Micromycetes on Food Raw Material and Products of Plant Origin. *Botanica Lithuanica*.7: 3–16.
- Mohanta J, Tayung K, Mohapatra U. 2008. Antimicrobial Potentials of Endophytic Fungi Inhabiting Three Ethno-Medicinal Plants of Similipal Biosphere Reserve. India . *Journal of Microbiology*. 5:18-24
- Noverita, Fitria D, Sinaga E. 2009. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 4: 171-176.
- Pakshir K, Bahaedinie L, Rezaei Z, Sodaifi M, Zomorodian K. 2009. *In Vitro* Activity of Six Antifungal Drugs Against Clinically Important Dermatophytes. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 2:158-163
- Panda D, Rathinasamy K, Santra MK, Wilson L. 2005. Kinetic Suppression of Microtubule Dynamic Instability by Griseofulvin: Implications for Its Possible Use in The Treatment of Cancer. *Journal of Science and Technology*. 102:9878-9883
- Pelczar MJ, Chan. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Universitas Indonesia Perss. Jakarta.
- Poeloengan M, Praptiwi. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 20:130-137
- Raper KB, Thom C, Fennel DI. 1949. *A Manual of The Penicillia*. The Williams and Wilkins Company. Baltimore. USA
- Seeley HW, Vandemark PJ, Lee JJ. 2001. *Microbes in Action*. W.H Freeman and Company. New York.
- Singh IP, Bharate SB. 2005. Anti-HIV Natural Products. *Journal Current Science*. 89: 269-290.

- Strobel GA, Miller RV, Miller CM, Condrón MM, Teplow DB, Hess WM. 1999. Cryptocandin, A Potent Antimycotic from Endophytic Fungus *Cryptosporiopsis quercina*. *Microbiology*. 145:1919-1926.
- Sunkar S, Nachiyar. 2011. Isolation and Characterization of Antimicrobial Compounds Produced by Endophytic Fungus *Aspergillus* sp. Isolated from *Writhia tinctoria*. *Journal Pharmasi Research*. 4:1136-1137
- Suwandi U. 1992. *Mekanisme Kerja Antibiotik*. PT. Kalbe Farma. Jakarta.
- Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY, Valero JR. 2007. Antagonistic Fungi *Trichoderma* spp.: Panoply of Biological Control. *Biochemical Engineering Journal*. 3:1–20.
- Waksman SA, Romano AH, Hubert L, Federic NJ, Raubitschek MD. 1952. Antifungal Antibiotics. *Journal Series Paper*. 6:163-172.
- Watanabe. 2010. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi*. Ed.3. CRC Press. Japan.