

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) TERHADAP *Escherichia coli* DAN *Streptococcus pyogenes***

**Antibacterial activity of Endophytic Fungi from Red Ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) against *Escherichia coli* and *Streptococcus pyogenes***

Renny Agnesia Matiandaya Kaitu<sup>1</sup>, Boy Rahardjo Sidharta<sup>2</sup>, Kianto Atmodjo<sup>3</sup>  
Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, renny\_kaitu@yahoo.co.id

**Abstrak**

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang berada dalam sistem jaringan tanaman seperti daun, ranting, akar dan dapat membentuk koloni tanpa menimbulkan kerusakan pada tanaman tersebut. Fungi endofit ini dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya. Salah satu tumbuhan yang banyak digunakan sebagai bahan pembuatan obat adalah jahe. Dari ketiga macam jahe yang dikenal oleh masyarakat, jahe merah lebih sering digunakan sebagai obat karena kandungan minyak atsiri dan oleoresinnya yang tinggi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak jahe mempunyai efek antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Isolasi jahe merah pada medium PDA menghasilkan 4 macam isolat fungi endofit yang berbeda secara morfologi. Keempat isolat ini difermentasi pada medium Antibiotik-3 dan *Glycerol Yeast* (GY) selama 15 hari. Uji daya antibakteri fungi endofit dilakukan dengan metode difusi cakram kertas terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa isolat 3 yang difermentasi pada medium GY memiliki aktivitas antibakteri paling besar dengan luas zona hambat sebesar 5,37 cm<sup>2</sup> terhadap *Escherichia coli* serta memiliki kadar Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) 25% v/v.

**Pendahuluan**

Penggunaan antibiotik dunia lebih dari 40.000 ton/ tahun dalam industri pangan, pakan, pertanian, kesehatan, biokimia, genetika, dan biologi molekuler serta ada kecenderungan untuk terus meningkat dan dapat menimbulkan resistensi terhadap mikrobia target (Neu, 1992). Oleh karena itu, langkah-langkah mendapatkan jenis antibiotik baru masih sangat diperlukan baik lewat sintesis kimia, biokimia baru atau penemuan isolat mikrobia baru (Tschertter dan Dreyfus, 1992). Dalam dua dekade ini, fungi endofit merupakan salah satu sumber utama mikrobia penghasil antibiotik baru (Kauffman dan Carver, 1997; Kurtz, 1997). Mikrobia endofit adalah suatu mikrobia yang hidup dan berasosiasi di dalam jaringan tanaman inang. Di dalam medium

fermentasi, mikrobia endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti yang terkandung pada tanaman (Petrini dkk.,1992).

Jahe memiliki efek farmakologis yang berkhasiat sebagai obat dan mampu memperkuat khasiat obat yang dicampurkannya. Dari ketiga jenis jahe yang ada, jahe merah yang lebih banyak digunakan sebagai obat, karena kandungan minyak atsiri dan oleoresinnya paling tinggi dibandingkan dengan jenis jahe yang lain (Lanterana, 2002). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan aktif jahe (gingerol) mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Hwang dkk., 2002 dalam Wiryawan dkk., 2005).

Fungi endofit yang dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, membuka peluang untuk menghasilkan metabolit sekunder. Apabila fungi endofit yang diisolasi dari suatu tanaman obat dapat menghasilkan alkaloid atau metabolit sekunder sama dengan tanaman aslinya atau bahkan dalam jumlah yang lebih tinggi, maka kita tidak perlu memanen tanaman aslinya untuk diambil sebagai simplisia yang kemungkinan besar memerlukan waktu puluhan tahun untuk menanamnya (Radji, 2005).

*Streptococcus pyogenes* (Streptokokus group A) adalah organisme yang diketahui dapat menimbulkan beraneka ragam penyakit pada manusia. Penyakit yang umum disebabkan oleh bakteri ini adalah faringitis bakterial (radang tenggorokan) dan impetigo (infeksi kulit) (Yunita, 2011). Menurut Rukmana (2001), salah satu manfaat jahe adalah untuk mengobati radang tenggorokan.

*Escherichia coli*, yaitu bakteri *facultatively anaerobic* Gram negatif berbentuk batang yang termasuk dalam family Enterobacteriaceae. Pada tingkat dunia, ETEC (*Escherichia coli enterohemoragik*) telah mengakibatkan lebih dari 600 juta kasus diare dalam setahun. Menurut Wijayakusuma (2006), jahe dapat mengobati berbagai macam penyakit, salah satunya adalah penyakit diare (Arisman, 2009).

## **Bahan dan Metode**

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2012- Mei 2013 di Laboratorium Teknobiologi Industri, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Alat-alat yang digunakan antara lain pH meter, autoklaf, erlenmeyer, *petridish*, gelas beker, pisau, kompor, inkubator, tabung reaksi, tabung durham, rak tabung reaksi, kalkulator, alat tulis, pinset, timbangan digital, spektrofotometer, kapas, flow pipet, pipet ukur, pipet tetes, *shaker incubator*, *sentrifuge*, *microwave*, mikropipet, tip, ose, gelas benda, gelas penutup, *haemocytometer*, mikroskop, lampu spiritus, *blade*, *scalpel*, *laminair air flow*, kulkas, gelas pengaduk, kamera, kertas payung, kertas cakram (kertas saring), karet, dan kertas label.

Bahan-bahan yang digunakan adalah rimpang jahe, medium PDA (*Potato Dextrose Agar*), medium Antibiotik-3, medium GY (*Glyserol and yeast extract*), *bayclin*, alkohol 70%, medium NA (*Nutrien Agar*), biakan *E.coli*, biakan *S.pyogenes*, aquades, medium *Broth* cair, cat Gram A (Kristal violet), Gram B (Lugol iodin), Gram C (alkohol) , Gram D (safranin), tinta cina, medium glukosa, sukrosa, laktosa, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan pati.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan variasi medium fermentasi, hasil isolat fungi endofit dan mikrobia uji. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing perlakuan. Kontrol negatif yaitu kertas cakram yang hanya berisi medium fermentasi tanpa isolat fungi endofit, dan kontrol positif yaitu ampisilin.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **A. Isolasi dan Pemurnian Fungi Endofit**

Rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) ditumbuhkan pada tiga medium PDA (*Potato Dextrose Agar*) masing-masing dengan komposisi yang sama, dan diperoleh empat isolat fungi endofit. Menurut Noverita dkk. (2009), fungi endofit yang dihasilkan dari tumbuhan inang

dapat menghasilkan jenis isolat yang berbeda-beda dan jumlahnya bervariasi, hal ini merupakan mekanisme adaptasi dari endofit terhadap mikroekologi dan kondisi fisiologis yang spesifik dari masing-masing tumbuhan inang. Bahkan dari satu jaringan hidup suatu tumbuhan dapat diisolasi lebih dari 1 jenis fungi endofit, seperti yang diperoleh dalam penelitian ini.

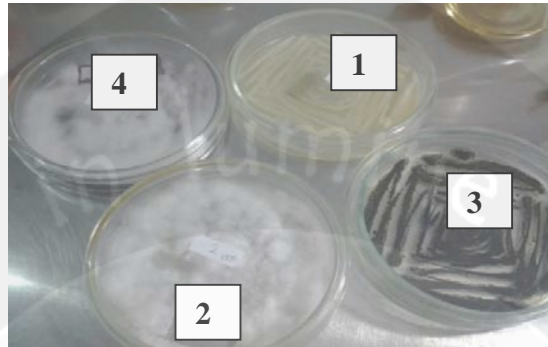
Keempat isolat fungi endofit yang telah berhasil diisolasi (Gambar 1.) kemudian dimurnikan dengan cara diinokulasikan ke medium PDA baru. Menurut Noverita dkk. (2009), pemurnian bertujuan untuk memisahkan koloni endofit dengan morfologi berbeda untuk dijadikan isolat tersendiri.

Isolat 1 berwarna putih gading, lama kelamaan berwarna krem kecoklatan. Isolat 1 memiliki kemiripan dengan *Mucor* spp dalam Gandjar dkk. (1999), yaitu koloni semula berwarna putih kemudian menjadi cokelat keabu-abuan (*Mucor plumbeus* Bon), kuning agak krem sampai keabu-abuan pada medium PDA (*Mucor hiemalis*). Sporangiofor semula berbentuk sederhana kemudian bercabang-cabang secara simpodial (batang pokok sukar ditentukan) maupun monopodial (batang tampak jelas), cabang yang pendek kadang-kadang membengkok (*Mucor racemosus*). Kolumela bila berumur muda berbentuk bulat, kemudian berbentuk elips.

Isolat 2 berwarna putih, tampak seperti kapas dengan sedikit bagian berwarna ungu, sedangkan isolat 4 berwarna putih yang tampak seperti kapas dengan bagian bawah yang berwarna ungu dominan. Kedua isolat ini memiliki kemiripan dengan *Fusarium* spp dalam Gandjar dkk. (1999), yaitu Miselium aerial tampak jarang atau banyak seperti kapas, kemudian menjadi seperti beludru, berwarna putih atau salem dan biasanya agak keunguan yang tampak lebih kuat dekat permukaan medium. Konidiofor bercabang atau tidak bercabang, makrokonidium berbentuk seperti sabit, memiliki sel kaki yang jelas dan sel ujung yang agak membengkok.

Isolat 3 berwarna hitam, morfologi koloni isolat ini memiliki kemiripan dengan morfologi *Aspergillus niger* dalam Gandjar, dkk. (1999), yaitu terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak

berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiofor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala konidium berwarna hitam, berbentuk bulat dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom.



Gambar 1. Hasil uji kemurnian fungi endofit dengan kode isolat 1, 2, 3 dan 4. Keterangan: Isolat 1 memiliki kenampakan seperti mentega, berwarna putih, Isolat 2 memiliki kenampakan seperti kapas dan berwarna putih, isolat 3 berwarna hitam, isolat 4 memiliki kenampakan seperti kapas dan berwarna ungu.

## B. Produksi Antibakteri Fungi Endofit

Senyawa antibakteri dari keempat isolat fungi endofit diperoleh dengan menumbuhkan isolat fungi endofit tersebut pada medium Antibiotik-3 dan *Glycerol Yeast* (GY). Menurut Suciatmih (2009), medium berpengaruh sangat nyata terhadap persen hambatan bakteri uji. Hal tersebut mengindikasikan bahwa medium mempengaruhi produksi senyawa antimikroorganisme karena perbedaan sumber N dan C yang terkandung dalam medium menyebabkan persen hambatan yang berbeda. Kedua medium yang digunakan memiliki komposisi nutrisi yang berbeda. Biakan fungi endofit yang telah dimurnikan pada masing-masing *petridish* diambil sebanyak 3 potong (1x1 cm) dan ditumbuhkan dalam medium tersebut selama 15 hari. Setelah inkubasi selama 15 hari, dilakukan perhitungan sel fungi dengan metode Petroff-Hausser (Waluyo, 2010) dan diperoleh  $1,19 \times 10^8$  sel/ml sampel.

### C. Uji Kemurnian Bakteri Uji

Uji kemurnian dilakukan untuk memastikan apakah isolat bakteri yang digunakan benar-benar merupakan isolat bakteri murni. Bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* yang mewakili bakteri Gram negatif dan *Streptococcus pyogenes* yang mewakili bakteri Gram positif. Hasil uji kemurnian *Escherichia coli* dapat dilihat pada Tabel 1., sedangkan hasil uji kemurnian *Streptococcus pyogenes* dapat dilihat pada Tabel 2. Semua hasil dari pengujian sesuai dengan sifat dari *E.coli* menurut Garrity dkk. (2005) dan sifat dari *S.pyogenes* menurut Parija (2009) dan Whitman dkk. (2009), sehingga dapat dikatakan bahwa bakteri uji yang digunakan terbukti murni.

Tabel 1. Hasil Uji Kemurnian *Escherichia coli*

Parameter	Hasil Uji	
	Bakteri Uji (penelitian ini)	Garrity dkk. (2005)
Morfologi koloni	Bentuk Circulair, tepian datar ( <i>Flat</i> ), cembung, berwarna putih abu-abu, berkilau ( <i>glossy</i> )	Berkilau, lembab, abu-abu, tepian datar, <i>Smooth type</i> cembung, <i>Rougt type</i> datar
Morfologi sel (pengecatan negatif)	Berbentuk batang pendek, tunggal dan ada yang bergandengan	Batang lurus silindris, berpasangan atau sendiri.
Pengecatan Gram	Gram negatif (Berwarna merah)	Gram negatif
Uji motilitas	Motil	Motil/non-motil
Uji katalase	Positif	Positif
Uji fermentasi karbohidrat (Laktosa, GLukosa, Sukrosa)	Positif	Positif
Uji hidrolisis pati	Negatif	Negatif

Tabel 2. Hasil Uji Kemurnian *Streptococcus pyogenes*

Parameter	Hasil Uji	
	Bakteri Uji	Whitman dkk., 2009; Parija, 2009
Morfologi koloni	Putih susu, berkilat (glossy), bentuk <i>circulair</i>	<i>Mucoid, matte, glossy</i> (berkilat) (Whitman dkk., 2009)
Morfologi sel (pengecatan negatif)	Oval berantai	Spiral atau oval (Whitman dkk., 2009)
Gram	Positif	Positif (Parija, 2009)
Motilitas	Nonmotil	Nonmotil (Parija, 2009)
Katalase	Negatif	Negatif (Parija, 2009)
Uji fermentasi karbohidrat (Laktosa, GLukosa, Sukrosa)	Positif	Positif (Whitman dkk., 2009)
Hidrolisis pati	Positif	Positif (Whitman dkk., 2009)

#### D. Daya Antibakteri Fungi Endofit terhadap *Escherichia colidan Streptococcus pyogenes*

Aktivitas antibakteri yang terdapat dalam fungi endofit dapat diketahui dengan melihat daya antibakteri berdasarkan luas zona penghambatan dari fungi endofit tersebut terhadap pertumbuhan bakteri uji. Uji ini dilakukan dengan menggunakan kertas cakram yang berisi isolat yang diuji. Luas zona hambat yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Luas Zona Hambat Isolat 1 – 4 yang difermentasi pada medium Antibiotik-3 dan GY terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*.

Isolat	Medium fermentasi	Luas Zona Hambat Bakteri Uji		Rata-rata (cm <sup>2</sup> )
		<i>E.coli</i> (cm <sup>2</sup> )	<i>S.pyogenes</i> (cm <sup>2</sup> )	
1	An-3	0.096	0	0.048 <sup>a</sup>
	GY	0.049	1.97	1.010 <sup>a</sup>
2	An-3	0.067	0	0.034 <sup>a</sup>
	GY	0	0.53	0.265 <sup>a</sup>
3	An-3	1.542	0.423	0.983 <sup>a</sup>
	GY	5.37	4.04	4.705 <sup>b</sup>
4	An-3	0.035	0	0.018 <sup>a</sup>
	GY	1.129	1.23	1.180 <sup>a</sup>
Rata-rata		8.288 <sup>x</sup>	8.193 <sup>x</sup>	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak adanya beda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan perbedaan huruf menunjukkan adanya beda nyata.

Selain pengukuran zona hambat dari keempat isolat dengan variasi medium fermentasi dan bakteri uji, dilakukan juga pengukuran zona hambat terhadap kontrol positif yaitu antibiotik ampisilin dan kontrol negatif yaitu kertas cakram yang diberi medium fermentasi tanpa isolat. Hasil pengukuran rata-rata luas zona hambat kedua kontrol tersebut dengan isolat yang paling efektif dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Daya Hambat Antibakteri Isolat 3GY terhadap kontrol positif dan kontrol negatif.

Antibakteri	Luas Zona Hambat
3GY	4.705 <sup>b</sup>
Kontrol positif (ampisilin)	1.108 <sup>a</sup>
Kontrol negatif	0 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang sama (a atau b) menunjukkan tidak adanya beda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan perbedaan huruf menunjukkan adanya beda nyata.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa tidak ada beda nyata antarisolat 1, 2, dan 4. Namun ketiga isolat ini memiliki beda nyata dengan isolat 3. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan luas zona hambat yang cukup besar antara isolat 1, 2 dan 4 dengan isolat 3. Isolat 1 memiliki rata-rata luas zona hambat 0,529 cm<sup>2</sup>, Isolat 2 0,150 cm<sup>2</sup>, isolat 4 0,599 cm<sup>2</sup> dan Isolat 3 yang paling luas adalah 2,844 cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan variasi medium fermentasi, terdapat beda nyata antara luas zona hambat isolat yang difermentasi pada medium Antibiotik-3 dan GY. Rata-rata luas zona hambat Isolat yang difermentasi pada medium Antibiotik-3 adalah 0,27 cm<sup>2</sup> dan Isolat yang difermentasi pada medium GY adalah 1,79 cm<sup>2</sup>. Ini berarti isolat fungi endofit yang difermentasi pada medium GY memiliki luas zona hambat yang lebih luas dari pada isolat yang difermentasi pada medium Antibiotik-3. Margino (2008) mengemukakan bahwa glukosa dan gliserol merupakan substrat penting dalam pertumbuhan dan biosintesis penghasil metabolit sekunder, termasuk antibiotik.



Pada variasi jenis bakteri, yaitu *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes* tidak ada beda nyata yaitu 8,288 cm<sup>2</sup> untuk luas zona hambat *Escherichia coli*, dan 8,193 cm<sup>2</sup> untuk luas zona hambat *Streptococcus pyogenes*. Meskipun demikian, dapat dikatakan bahwa isolat 3GY lebih menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* daripada *Streptococcus pyogenes* karena luas zona hambat terhadap *E.coli* yang lebih besar dibandingkan luas zona hambat terhadap *S.pyogenes*. Hasil ini didukung oleh teori dari Volk dan Wheeler (1988), yang menyatakan bahwa bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis yang terdiri dari peptidoglikan sebanyak 10%, sedangkan bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal terdiri dari peptidoglikan sebanyak 60 - 100% sehingga bakteri Gram negatif lebih mudah dirusak jika dibandingkan dengan bakteri Gram positif.

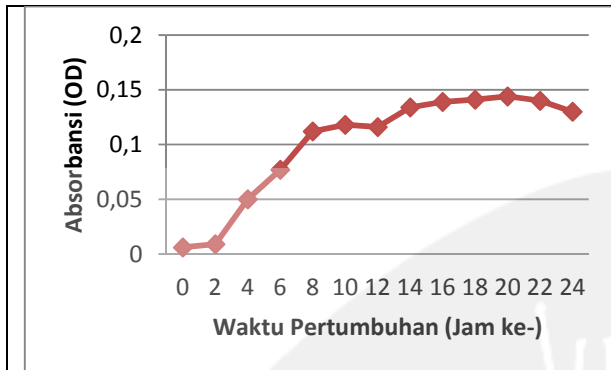
Isolat yang memiliki zona hambat terluas adalah isolat 3 yang difermentasi pada medium GY (diberi kode 3GY) terhadap *Escherichia coli*. Isolat ini jika dibandingkan dengan kontrol positif (ampisilin) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4, memiliki beda nyata yaitu isolat 3GY memiliki luas zona hambat 4,705 cm<sup>2</sup> dan kontrol positif (ampisilin) 1,108 cm<sup>2</sup>. Hal ini membuktikan bahwa senyawa antibakteri yang diperoleh dari isolat 3GY lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dibanding antibiotik komersial 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, 1988). 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 (Veronika, 2008 dalam Juwita, 2013).

Menurut Anggraini (2012), fungi endofit yang diisolasi dari tumbuhan obat akan memiliki aktivitas senyawa bioaktif yang sama atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan tumbuhan inangnya. Ma'ruf (2011), membuktikan bahwa rimpang jahe mempunyai aktivitas sebagai antimikroba. Ekstrak etanol rimpang jahe memiliki efek antibakteri dengan Kadar Hambat Minimum (KHM) sebesar 5 mg/mL ditunjukkan dengan diameter zona hambatan terhadap *E. coli* dengan diameter zona hambat sebesar 9,0 mm. Berdasarkan identifikasi fitokimia, senyawa minyak atsiri dan senyawa fenol dapat ditemukan pada tanaman jahe. Senyawa fenol dapat mengkoagulasi protein bakteri sehingga bakteri akan mengalami kematian (Ma'ruf, 2011).

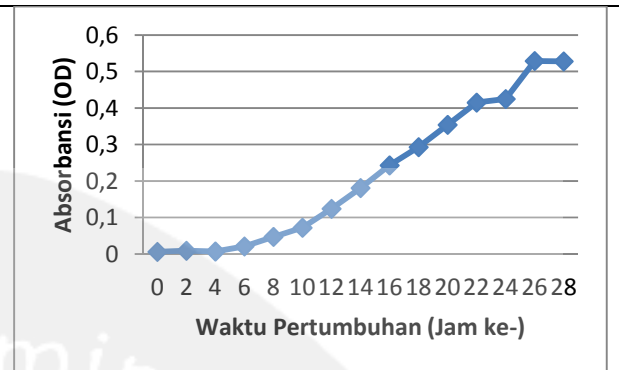
Jika dibandingkan dengan kontrol negatif (kertas cakram yang diberi medium fermentasi tanpa isolat), dapat dilihat bahwa luas zona hambat yang dihasilkan kontrol negatif adalah 0 cm<sup>2</sup>, sehingga dapat disimpulkan bahwa daya hambat yang terjadi benar-benar berasal dari isolat fungi endofit yang difermentasi dalam medium GY, bukan medium fermentasi yang memiliki kemampuan sebagai senyawa antibakteri.

#### **E. Kurva Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes***

Untuk menentukan fase logaritmik dari bakteri uji, dilakukan penentuan kurva pertumbuhan bakteri. Metode turbidimetri (pengukuran jumlah bakteri berdasarkan kekeruhan) digunakan untuk analisis jumlah sel bakteri, dimana OD (*Optical Density*) berbanding lurus dengan jumlah sel (Setya dan Putra, 2010). Metode turbidimetri memiliki kelebihan, yaitu cepat, tidak destruktif, dan tidak mahal. Kurva pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan *Escherichia coli* selama 24 jam. Fase lag (Jam ke-0 sampai jam ke-2), Fase Logaritmik (Jam ke-2 sampai jam ke-14), Fase Stasioner (Jam ke-14 sampai jam ke-20), Fase kematian (Jam ke-20 sampai jam ke-24).



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan *Streptococcus pyogenes* selama 24 jam. Fase lag (Jam ke-0 sampai jam ke-8), Fase Logaritmik (Jam ke-8 sampai jam ke-26), Fase Stasioner (Dimulai jam ke-26).

Fase logaritmik *E.coli* dimulai pada jam ke-2 sampai jam ke-14 (Gambar 2), sedangkan *S.pyogenes* pada jam ke-8 sampai jam ke-26 dengan grafik pertumbuhan bakteri terus naik (Gambar 3).

## F. Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Setelah mengetahui hasil terbaik isolat penghasil antibakteri dengan zona hambat terluas, yaitu isolat 3GY, maka dilakukan pengukuran Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) terhadap bakteri uji *E. coli* (bakteri yang paling dihambat pertumbuhannya oleh antibakteri fungi endofit). Menurut Madigan dkk.(2000), KHM adalah jumlah terkecil dari senyawa aktif antimikrobia yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji.

Hasil pengukuran kurva pertumbuhan yang menunjukkan pertengahan fase log digunakan untuk menentukan jam ketika akan dilakukan uji konsentrasi hambat minimum isolat 3GY terhadap bakteri uji, yaitu *E.coli* pada jam ke-8. Usia bakteri uji pada pertengahan fase log memungkinkan sel bakteri uji tersebut membelah hingga mencapai populasi maksimum karena sel

tersebut telah menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru (Volk dan Wheeler, 1988). Pada pengukuran KHM ini digunakan 5 konsentrasi yaitu, 100, 50, 25, 12,5, dan 6,25 % (Karima, 2007).

Tabel 5. Jumlah Koloni *E.coli* dari Berbagai Konsentrasi 3GY

	Konsentrasi (%)	Jumlah koloni
3GY	6,25	373
	12,5	224
	25	0
	50	0
	100	0

Konsentrasi minimum ketika *E.coli* tidak lagi tumbuh yaitu pada konsentrasi 25%, karena pada konsentrasi 12,5-6,25% masih terdapat pertumbuhan bakteri. Karima (2007), dalam penelitiannya mengenai aktivitas antibakteri lempuyang emprit (termasuk dalam genus yang sama dengan jahe merah, yaitu Zingiber), menyatakan bahwa KHM lempuyang emprit terhadap *E.coli* diperoleh perbedaan bermakna mulai dari konsentrasi 25 % v/v .

### Simpulan

1. Terdapat 4 isolat fungi endofit yang dapat diisolasi dari tanaman jahe merah.
2. Medium GY (*Glycerol and Yeast extract*) merupakan medium yang paling baik dalam menumbuhkan isolat fungi endofit yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia colidan Streptococcus pyogenes*.

## Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui senyawa yang terdapat dalam isolat fungi endofit yang berhasil diisolasi dari jahe merah, khususnya isolat yang memiliki aktivitas antibakteri terbaik, misalnya dengan metode kromatografi.
2. Diperlukan penelitian mengenai optimalisasi isolat fungi dan medium pertumbuhan sehingga dapat dihasilkan senyawa antibakteri yang lebih baik lagi.
3. Perlu dilakukan uji antibakteri dengan spesies bakteri yang lain untuk melihat potensi antibakteri dari fungi endofit jahe merah sehingga diharapkan fungi endofit ini dapat dimanfaatkan untuk pengobatan.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan nilai KHM terbaik antara konsentrasi 12,5 – 25%.

## Daftar Pustaka

- Anggraini, F. D. 2012. Isolasi dan Uji Antimikroba Metabolit Sekunder Ekstrak Kultur Jamur Endofit Afkr-5 Dari Tumbuhan Akar Kuning (*Arcangelisia flava* (L) Merr). *Naskah Skripsi-S1*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmi Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arisman, M. B. 2009. *Keracunan Makanan: Buku Ajar Ilmu Gizi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Halaman 93.
- Gandjar, I., Samson, R. A., Tweel-Vermeulen, K. V. D., Oetari, A., dan Santoso, I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta
- Garrity, G. M., Brenner, D. J., Krieg, N. R., Staley, J. T. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Second Edition Volume 2: The Proteobacteria*. Springer, USA.607-609.
- Juwita, J. 2013. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Muda, Daun dan Kulit Batang Sawo Manila (*Manilkara zapota* (L.) Van Royen) terhadap *Vibrio cholera* dan *Clostridium perfringens*. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.
- Karima, N. 2007. *Profil Kromatogram dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Rimpang Lempuyang Emprit (Zingiber Americans B1.) terhadap Bakteri Escherichia coli In Vitro*. Artikel Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Semarang.

- Kauffman, C. A. dan Carver, P. L., 1997. Antifungal agents in the 1990s. Current status and future developments (Review). *Drugs*.53:539-549.
- Kurtz, M. B. 1997. New antifungal drugs targets: A vision for the future. *ASM News*.64:31-39.
- Lantera, T. 2002. *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah: Si Rimpang Ajaib*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Ma'ruf . 2011. *Bioaktivitas Ekstrak Jahe*. biologi-fkip.unri.ac.id. 31 mei 2013.
- Madigan, M. T., Matinko, J. M., dan Parker, J. 2000. *Brock Biology of Mikroorganisms*. Ninth Edition. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- Margino, S. 2008. Produksi metabolit sekunder (antibiotik) oleh isolat jamur endofit Indonesia. *Majalah Farmasi Indonesia*. 19(2): 86 – 94.
- Neu, C. H. 1992. The crisis in antibiotic resistance. *Science*.257:1064-1073.
- Noverita, Fitria, D. dan Sinaga, E. 2009. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 4: 171-176.
- Parija, S. C. 2009. *Textbook of Microbiology and Immunology*. Rajkamal Electric Press. India.
- Pelczar, M.J. dan E. C. S Chan. 1988. *Mikrobiologi*. UI Jakarta. Jakarta.
- Petrini, O., Siebern, T.N., Toti, L. dan Viret, O. 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins*.1(3):185-96.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2 (3): 113-126.
- Rukmana, H. R. 2001. *Aneka Olahan Jahe*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Setya, R. A., dan Putra, S. R. 2010. Identifikasi Biohidrogen Secara Fermentatif dengan Kultur Campuran Menggunakan Glukosa sebagai Substrat. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Sepuluh Nopember.
- Suciatmih. 2009. Pengaruh Media Fermentasi dan Konsentrasi Antimikroorganisme oleh *Fusarium nivale* (Fr) Ces. Terhadap Pertumbuhan *Absidia corymbifera* (Cohn) Sacc.& Trotter. *Berk. Penelitian Hayati Edisi Khusus: 3C* (73-78).
- Tscherter, H. dan Dreyfuss., 1992. New Metabolites, Processes for Their Production and Uses. International Application Published Under The Patent Cooperation Treaty (PCT). *International Publication*.38 : 28-45.
- Volk, A. W. dan Wheeler, M. F. 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Waluyo, Lud. 2010. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. UMM Press. Malang.

- Whitman, W. B., Vos, P.D., Garrity, G. M., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., dan Schleifer, K. H. 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology III Second Edition*. Springer. USA.
- Wijayakusuma, H. M. H. 2006. *Tanaman Obat untuk Penyakit Anak*. Pustaka Populer Obor. Jakarta.
- Wiryan, K. G., S. Suharti. dan Bintang, M. 2005. Kajian Antibakteri Temulawak, Jahe dan Bawang Putih terhadap *Salmonella typhimurium* serta Pengaruh Bawang Putih terhadap Performans dan Respon Imun Ayam Pedaging. *Media Peternakan*.2 (28): 52-62.

