POTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT ACTINOMYCETES DARI MATERIAL VULKANIK GUNUNG MERAPI ERUPSI TAHUN 2010 TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* MULTIRESISTEN

NASKAH PUBLIKASI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Guna mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Pendidikan Biologi

Disusun Oleh:

FATCHURROCHMAN

A 420 090 071

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2013

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Telp. (0271) 717417 Fax: 715448 Surakarta 57102
Website: http://www.ums.ac.id Email: ums@ums.ac.id

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan dibawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : **Triastuti Rahayu, S.Si., M.Si.**

NIK : **920**

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : **FATCHURROCHMAN**

NIM : **A 420 090 071**

Program Studi : **Pendidikan Biologi**

Judul Skripsi : **POTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT ACTINOMYCETES DARI MATERIAL VULKANIK GUNUNG MERAPI ERUPSI TAHUN 2010 TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* MULTIRESISTEN**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan dibuat, semoga dapat digunakan seperlunya.

Surakarta, 22 Mei 2013
Pembimbing,

Triastuti Rahayu, S.Si., M.Si.
NIK: 920

N.B. Pembimbing satu dosen

SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama	: **FATCHURROCHMAN**
NIM	: **A 420 090 071**
Fak/ Prodi	: **FKIP / BIOLOGI**
Jenis	: **Skripsi**
Judul	: **POTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT ACTINOMYCETES DARI MATERIAL VULKANIK GUNUNG MERAPI ERUPSI TAHUN 2010 TERHADAP *Escherichia coli* MULTIRESISTEN**

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. *Memberikan hak bebas royalti kepada perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.*
2. *Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.*
3. *Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.*

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 22 Mei 2013
Yang menyatakan

FATCHURROCHMAN

A 420 090 071

POTENSI ANTIBIOTIK ISOLAT ACTINOMYCETES DARI MATERIAL VULKANIK GUNUNG MERAPI ERUPSI TAHUN 2010 TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* MULTIRESISTEN

Fatchurrochman, A 420 090 071, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 10 halaman.

ABSTRAK

Telah dilakukan isolasi dari material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 dan berhasil memperoleh 10 isolat Actinomycetes, tetapi belum diketahui potensi antibiotiknya terhadap bakteri *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antibiotik isolat Actinomycetes yang berumur 2 minggu dan 3 minggu dari material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* multiresisten. Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimen dengan 2 faktor perlakuan yaitu umur kultur strain Actinomycetes (U) dan jenis strain Actinomycetes (S) yaitu strain (A-J). Data dianalisis dengan deskriptif kualitatif. Penentuan potensi antibiotik berdasar Stout 2003 menggunakan metode difusi *agar block*, yaitu dengan meletakkan *agar block* kultur Actinomycetes menggunakan *sterile cork borer* (diameter 6 mm) di atas permukaan media *nutrient agar* yang telah diinokulasi suspensi *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat Actinomycetes material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 mempunyai potensi antibiotik, "sedang", dan "kuat". Isolat yang memiliki potensi antibiotik "sedang" yaitu strain Actinomycetes B, C, E, F, G dan J (inkubasi 2 minggu dan 3 minggu), D, H dan I (inkubasi 3 minggu), sedangkan strain D tidak berpotensi saat umur 2 minggu. Isolat Actinomycetes yang memiliki potensi antibiotik "kuat" yaitu strain Actinomycetes A (inkubasi 2 minggu dan 3 minggu) masing – masing memilki diameter zona hambat sebesar 10,3 mm dan 11,6 mm, strain H dan I (inkubasi 2 minggu) dengan diameter zona hambat sebesar 10,6 mm dan 12,6 mm. Actinomycetes saat umur 2 minggu lebih efektif daripada umur 3 minggu.

Kata kunci : Actinomycetes, *Escherichia coli* multiresisten dan antibiotik.

A. PENDAHULUAN

Mikroorganisme dapat dijumpai dalam tanah, lingkungan akuatik, aliran air, dan atmosfer. Beberapa diantaranya terlibat dalam kegiatan manusia sehari-hari misalnya pembuatan anggur, keju dan produksi penisilin (Pelczar dan Chan, 2007).

Salah satu mikroorganisme yang berperan sebagai penghasil antibiotik yaitu Actinomycetes. Widjajanti (1999) Actinomycetes memiliki kemampuan

memproduksi senyawa antimikrobia yang bermanfaat. Sebagai contoh, *Streptomycin* dihasilkan dari *Streptomyces griseus* untuk penyembuhan *tuberculosis* yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*.

Actinomycetes merupakan kelompok peralihan antara bakteri dan jamur, tetapi sekarang lebih dikenal sebagai organisme prokariotik. Actinomycetes merupakan bakteri gram positif, filamentus (Jawetz *et al.*, 2001), membentuk spora dan melekat erat pada permukaan agar (Rao, 1994). Yokota 1997; dalam Rahayu dan Maryati 2007, menemukan bahwa sekitar 100 genus Actinomycetes hidup di dalam tanah. Jawetz *et al*., (2001) menyatakan bahwa Actinomycetes merupakan saprofit yang hidup di tanah. Rao (1994) suhu optimal untuk pertumbuhan Actinomycetes yaitu antara 25 – 30 ^{0}C, dengan pH optimal antara 6,5 – 8,0. Rahayu dkk (2010) habitat lain Actinomycetes selain di dalam tanah yaitu pada tempat yang ekstrim seperti bekas letusan gunung berapi.

Salah satu bakteri penyebab infeksi yaitu *Escherichia coli. Escherichia coli* merupakan flora normal saluran pencernaan manusia dan hewan, tetapi dapat berubah menjadi oportunis patogen bila hidup di luar usus (Supardi dan Sukamto, 1999; Jawetz *et al*., 2001). *Escherichia coli* dapat menyebabkan infeksi saluran kencing yang merupakan infeksi terbanyak 80% (Gibson, 1996), infeksi luka, (Supardi dan Sukamto, 1999), dan diare (Jawetz *et al*., 2005). Saat ini sudah banyak ditemukan *Escherichia coli* yang resisten terhadap antibiotik. Hasil penelitian Agnisia (2012) menyatakan bahwa *Escherichia coli* resisten terhadap beberapa jenis antibiotik diantaranya *tetrasiklin*, *kloramfenikol* dan *eritromisin*. Selain itu penelitian Noviana (2004), *Escherichia coli* juga resisten terhadap golongan β-laktam (*penisilin*, *ampisilin*, *amoksilin*, *sulbenisilin* dan *oksasin*) dan golongan aminoglikosida (*streptomisin*). Widjajanti (1999) hal ini disebabkan bakteri telah mengadakan mutasi yang dapat terjadi karena pengobatan yang dilakukan tidak dengan semestinya.

Pelczar dan Chan (1988) menyatakan bahwa berkembangnya resistensi obat merupakan contoh proses alamiah yang dilakukan organisme untuk mengembangkan toleransi terhadap keadaan lingkungan yang baru.

Kemampuan Actinomycetes sebagai bakteri yang mampu menghasilkan antibiotik telah banyak menarik minat para peneliti untuk melakukan penelitian. Penelitian yang telah dilakukan oleh Rahayu dan Maryati (2007) menyebutkan bahwa, Actinomycetes dapat diperoleh dari tanah berbagai tumbuhan tingkat tinggi dan mempunyai potensi antibiotik yang kuat terhadap *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Trichophyton mentagrophytes*, dan *Candida albicans*. Oskay *et al* (2004), tanah pertanian di Turki berpotensi sebagai penghasil antibiotik. Penelitian Ambarwati (2007) isolat Actinomycetes dari rizosfer tumbuhan putri malu (*Acalypha indica* L.) berpotensi sebagai penghasil antibiotik terhadap *Escherichia coli*. Selain itu hasil penelitian Rahayu (2006), isolat rizosfer dari rumput Pangola (*D. decumbens*) menghasilkan zona penghambatan yang "sedang", "kuat" dan "sangat kuat", terhadap bakteri *Escherichia coli* multiresisten antibiotik.

Tahun 2010, Rahayu juga berhasil mendapatkan isolat Actinomycetes yang diambil dari material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 dan berhasil mendapatkan isolatnya, tetapi belum diketahui potensi antibiotiknya. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sehingga dapat diperoleh antibiotik baru yang mempunyai kemampuan lebih tinggi untuk menghambat / mematikan pertumbuhan bakteri khususnya dalam penelitian ini yaitu bakteri *Escherichia coli* multiresisten. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi antibiotik isolat Actinomycetes berumur 2 minggu dan 3 minggu dari material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* multiresisten.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta pada bulan November 2012 sampai April 2013. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan yaitu umur kultur strain Actinomycetes (U) dan jenis strain Actinomycetes (S). Masing-masing perlakuan dengan 3 kali ulangan yaitu U_1 : strain Actinomycetes berumur 2 minggu, U_2 : strain berumur 3 minggu.

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu meremajakan kembali isolat Actinomycetes yang telah berhasil didapatkan oleh Rahayu dkk (2010). Isolat Actinomycetes ditumbuhkan pada media *oatmeal agar* dengan metode gores (*streak plate methods*) menggunakan tusuk sate steril, selanjutnya diinkubasi dalam oven inkubator dengan suhu 27^0C selama 2 minggu untuk perlakuan 1 dan 3 minggu untuk perlakuan 2.

Bakteri uji dalam penelitian ini yaitu *Escherichia coli* multiresisten antibiotik (resisten terhadap *amoxilin, amoxy-clav acid, ampicillin, erytromycin, chloramphenicol, penicillin G, cefadroxil, cefixim, ceftriaxon, cefuroxim, sulfamet-trimetoprim, tetracyclin*), yang didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. Bakteri yang telah didapat kemudian disubkultur secara periodik pada media miring *nutrient agar* untuk peremajaan, selanjutnya diikubasi di dalam oven inkubator dengan suhu 37^0C untuk menjaga pertumbuhan tetap optimal.

Metode yang digunakan untuk skrining antibiotik adalah metode *agar block*, yaitu dengan meletakkan *agar block* kultur Actinomycetes di atas permukaan media *nutrient agar* yang telah diinokulasi suspensi *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Data berupa diameter zona hambat disekitar *agar block* Actinomycetes, selanjutnya dibuat reratanya. Data dianalisis dengan analisis deskriptif kualitatif. Penentuan potensi antimikrobia berdasar Stout (2003).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

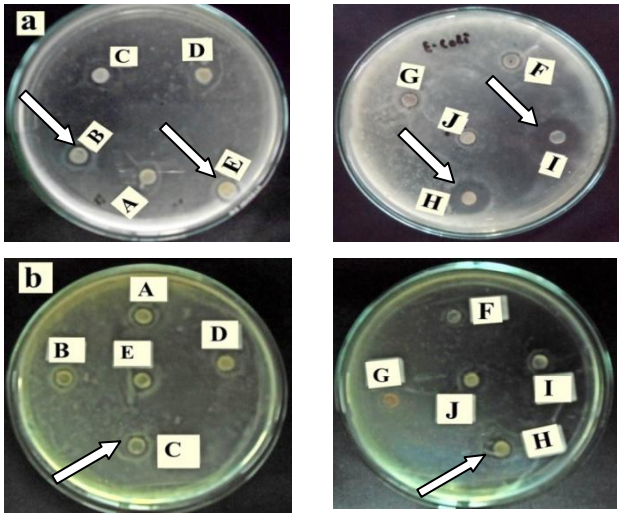
Tabel 1. Hasil uji potensi antibiotik isolat Actinomycetes strain A-J umur 2 minggu dan 3 minggu terhadap bakteri *Escherichia coli* multiresisten antibiotik

Perlakuan/jenis strain Actinomycetes	Diameter zona hambat (mm)
$S_1 . U_1$	**10,3 (+++)**
$S_2 . U_1$	9,6 (++)
$S_3 . U_1$	9,6 (++)
$S_4 . U_1$	(-)
$S_5 . U_1$	8,3 (++)
$S_6 . U_1$	9,6 (++)
$S_7 . U_1$	9,3 (++)
$S_8 . U_1$	**10,6 (+++)**
$S_9 . U_1$	**12,6 (+++)**
$S_{10} . U_1$	9,6 (++)
$S_1 . U_2$	**11,6 (+++)**
$S_2 . U_2$	8 (++)
$S_3 . U_2$	8,3 (++)
$S_4 . U_2$	8,3 (++)
$S_5 . U_2$	8,6 (++)
$S_6 . U_2$	7,3 (++)
$S_7 . U_2$	8 (++)
$S_8 . U_2$	9.6 (++)
$S_9 . U_2$	8,3 (++)
$S_{10} . U_2$	9 (++)

Keterangan :

(-) : Tidak ada penghambatan
(+) : Potensi antibiotik lemah
(++) : Potensi antibiotik sedang
(+++) : Potensi antibiotik kuat

Isolat Actinomycetes yang berumur 2 minggu dan 3 minggu memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghambat *Escherichia coli* multiresisten.



Gambar 1. Diameter zona hambat isolat Actinomycetes strain A-J, umur 2 minggu (a) dan 3 minggu (b) terhadap bakteri *Escherichia coli* multiresisten

2. Pembahasan

Actinomycetes merupakan organisme tanah (Rao, 1994), merupakan bakteri gram positif, filamentus (Jawetz *et al.*, 2001). Widjajanti (1999) Actinomycetes memiliki kemampuan memproduksi senyawa antimikrobia yang bermanfaat. Sebagai contoh, *Streptomycin* dihasilkan dari *Streptomyces griseus* untuk penyembuhan *tuberculosis* yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Actinomycetes mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Menurut Burges dan Raw (1967) dan Holt *et al*. (1994) dalam Indriasari (2000), warna yang muncul pada koloni Actinomycetes terjadi karena pigmentasi sehingga diperoleh warna yang berbeda dari satu jenis dengan jenis lainnya.

Hasil uji (tabel 1) memperlihatkan bahwa isolat Actinomycetes yang berumur 2 minggu mempunyai potensi antibiotik "sedang" dan "kuat". Dilihat dari diameter zona hambat yang terbentuk, terdapat 3 isolat yang mampu menghambat "kuat" terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Isolat yang mempunyai zona hambat "kuat" yaitu strain A, H dan strain I, dengan diameter zona hambat masing – masing yaitu sebesar 10,3 mm, 10,6 mm dan 12,6 mm. Enam isolat lain menunjukkan zona hambat "sedang", yaitu strain B, C, E, F, G dan J, sedangkan strain D tidak menunjukkan adanya zona bening di sekitar *agar block* Actinomycetes. Hal ini berarti strain D tidak berpotensi menghasilkan antibiotik. Menurut Stout (2003), bila diameter zona hambat kurang dari 5 mm maka aktivitas penghambatannya dikategorikan lemah, 5 mm – 10 mm dikategorikan sedang, 10 mm – 20 mm dikategorikan kuat dan lebih dari 20 mm dikategorikan sangat kuat.

Actinomycetes yang berumur 3 minggu (tabel 1) juga mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* multiresisten. Isolat Actinomycetes yang mempunyai potensi antibiotik "kuat" yaitu strain A dengan diameter zona hambat 11,6 mm, sedangkan

sembilan strain yang lain mempunyai potensi antibiotik “sedang”, yaitu strain B, C, D, E, F, G, H, I dan J.

Zona bening di sekitar *agar block* Actinomycetes menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten oleh substansi antibiotik yang dihasilkan oleh isolat Actinomycetes (gambar 1). Semakin luas diameter zona hambatnya, maka semakin besar pula potensi antibiotik yang dihasilkan. Actinomycetes yang berumur 2 minggu memiliki potensi yang berbeda dengan yang berumur 3 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa lama inkubasi isolat Actinomycetes mempengaruhi potensi antibiotik terhadap bakteri uji. Strain B, C, F, G, H, I dan J lebih optimal menghasilkan antibiotik pada umur 2 minggu, sedangkan strain A, D dan E lebih optimal pada umur 3 minggu (tabel 1).

Saat ini telah banyak bakteri yang resisten terhadap antibiotik. Hasil penelitian Noviana (2004), *Escherichia coli* resisten terhadap golongan β-laktam (*penisilin*, *ampisilin*, *amoksilin*, *sulbenisilin* dan *oksasin*) dan golongan aminoglikosida (*streptomisin*). *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang, tumbuh optimum pada suhu 37°C (Supardi dan Sukamto, 1999), dapat menyebabkan infeksi saluran kencing (Gibson, 1996), infeksi luka (Supardi dan Sukamto, 1999), dan diare (Jawetz *et al*, 2005). Penggunaan antibiotik sebagai antiinfeksi yang berlebihan dan kurang terarah juga mendorong terjadinya perkembangan resistensi. Resistensi adalah salah satu sifat tidak terganggunya sel mikroba oleh antimikroba. Hal ini merupakan proses atau mekanisme alamiah yang dilakukan oleh mikroba untuk mempertahankan kehidupannya (Ganiswara, 1995 dalam Rahayu, 2006). Antibiotik merupakan substansi yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme yang dalam jumlah kecil mampu menghambat pertumbuhan organisme lain (Pelczar dan Chan, 2007). Antibiotik memegang peranan penting khususnya dalam menanggulangi berbagai penyakit infeksi.

Kemampuan Actinomycetes sebagai bakteri yang mampu menghasilkan antibiotik telah banyak menarik minat para peneliti untuk melakukan penelitian. Hasil penelitian Rahayu (2006), isolat Rizosfer dari rumput Pangola (*D. decumbens*) menghasilkan zona penghambatan yang "sedang", "kuat" dan "sangat kuat", terhadap bakteri *E. coli* multiresisten antibiotik dengan zona hambat paling tinggi sebesar 20,5 mm.

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif, karena menghasilkan warna pink saat pewarnaan gram (Purwoko, 2007). Seperti pada penelitian ini dilihat dari diameter zona hambat yang terbentuk, *S. aureus* (bakteri gram positif) memiliki hasil yang lebih bagus dengan zona hambat paling tinggi sebesar 13,3 mm yaitu strain I (inkubasi 2 minggu). Komposisi dinding sel antara bakteri gram positif dan bakteri gram *S. aureus* juga berbeda. Pada bakteri gram positif hanya terdiri atas membran sel dan peptidoglikan, sedangkan dinding sel bakteri gram negatif lebih kompleks karena terdapat membran luar yang melindungi peptidoglikan. Adanya perbedaan komposisi dinding sel tersebut, maka menyebabkan kemampuan penghambatan Actinomycetes terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram positif juga bebeda.

Melihat hasil uji potensi antibiotik (tabel 1) menunjukkan bahwa, isolat Actinomycetes yang berumur 2 minggu lebih berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Ada 3 strain yang "kuat" menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten antibiotik saat Actinomycetes berumur 2 minggu, sedangkan hanya ada 1 strain Actinomycetes yang "kuat" menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten saat berumur 3 minggu.

Berdasarkan hasil uji (tabel 1 dan gambar 1) yang telah dilakukan, isolat Actinomycetes dari material vulkanik Gunung Merapi erupsi tahun 2010 cukup berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* multiresisten antibiotik. Oleh karena itu, pada pengembangan berikutnya perlu dilakukan skrining sekunder dan karakterisasi senyawa aktif yang terkandung dalam isolat tersebut.

D. KESIMPULAN

Actinomycetes dengan umur yang berbeda akan menghasilkan potensi antibiotik yang berbeda pula. Potensi antibiotik "sedang" yaitu strain B, C, E, F, G, J (inkubasi 2 minggu), dan strain D, H, dan I (inkubasi 3 minggu). Potensi antibiotik "kuat" yaitu strain A (inkubasi 2 minggu dan 3 minggu), strain H dan I (inkubasi 2 minggu). Strain Actinomycetes I memiliki aktivitas antibiotik yang tinggi terhadap bakteri uji *Escherichia coli* multiresisten dengan diameter zona hambat sebesar 12,6 mm (inkubasi 2 minggu).

E. DAFTAR PUSTAKA

Agnisia, Sinarita. 2012. *Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Sirih* (*Piper betle* L.) *dan Siprofloksasin Terhadap Bakteri Escherichia coli dan Escherichia coli Multiresisten*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Farmasi UMS.

Ambarwati, Ambarwati. 2007. *Studi Actinomycetes yang Berpotensi Menghasilkan Antibiotik dari Rhizosfer Tumbuhan Putri Malu (Mimosa pudica) dan Kucing-Kucingan (Acalypha indica L.).* Skripsi. Surakarta: FKIP UMS.

Gibson, J. M. 1996. *Mikrobiologi dan Patologi Modern Untuk Perawat*. Jakarta: ECG.

Indriasari. Vera. 2000. *Eksplorasi Actinomycetes dari Sedimen Ekosistem Air Hitam Serta Uji Daya Hambatnya Terhadap Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Skripsi. Bogor : Fakultas Pertanian IPB.

Jawetz, Melnick dan Adelberg's. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi XXII. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.

Jawetz, Melnick dan Adelberg's. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Salemba Medika.

Noviana, Hera. 2004. *Pola Kepekaan Antibiotik Escherichia coli yang Diisolasi dari Berbagai Spesimen Klinis*. Oktober – Desember 2004, Vol. 23 no. 4. Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta.

Oskay, Mustafa. A. Usame Tamer dan Cem Azeri. 2004. *Antibacterial Activity of some Actinomycetes Isolated From Farming Soils of Turkey*.

African Journal of Biotechnology Vol. 3 (9), pp. 441-446, ISSN 1684–5315 © 2004 Academic Journals.

Pelczer, Michael J dan E. C. S Chan. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.

Pelczer, Michael J dan E.C.S Chan. 2007. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.

Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Rahayu, Triastuti dan Maryati. 2007. *Isolasi dan Karakterisasi Streptomyces yang Berpotensi Antimikroba dari Rizosfer Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Laporan Penelitian Hibah Pekerti. Ums: Surakarta.

Rahayu, Triastuti. 2006. *Potensi Antibiotik Isolat Bakteri Rizosfer terhadap Bakteri Escherichia coli Multiresisten*. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, Vol. 7, No. 2, 2006: 81 – 91. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Rao, N. S. Subba. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI-Press.

Stout, Davis. 2003. *Kompas no. 172 Tahun Ke-39. tanggal 3 November 2003.*

Supardi, Imam dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan Pangan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Yayasan Adikarya Ikapi.

Widjajanti, V. Nuraini. 1999. *Obat – Obatan*. Yogyakarta: Kanisius.