

**UJI AKTIVITAS ANTIKANKER BERBASIS *BIOPROSPECTING* DARI  
ISOLAT AKTINOBAKTERIA (*Streptomyces indiaensis*) PULAU  
ENGGANO, BENGKULU, INDONESIA TERHADAP SEL KANKER  
PAYUDARA T47D**



**SKRIPSI**

**Disusun oleh :  
IMAS AMALIA WARDANI  
1508010053**

**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO  
PURWOKERTO  
2019**

**UJI AKTIVITAS ANTIKANKER BERBASIS *BIOPROSPECTING* DARI  
ISOLAT AKTINOBAKTERIA (*Streptomyces indiaensis*) PULAU  
ENGGANO, BENGKULU, INDONESIA TERHADAP SEL KANKER  
PAYUDARA T47D**



**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi  
(S.Farm.)

**Disusun Oleh :**

**IMAS AMALIA WARDANI  
1508010053**

**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO  
PURWOKERTO  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**UJI AKTIVITAS ANTIKANKER BERBASIS *BIOPROSPECTING* DARI  
ISOLAT AKTINOBAKTERIA (*Streptomyces indiaensis*) PULAU  
ENGGANO, BENGKULU, INDONESIA TERHADAP SEL KANKER  
PAYUDARA T47D**

**IMAS AMALIA WARDANI**

**1508010053**

Telah disetujui dan diperiksa oleh pembimbing I dan II

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**Pembimbing I**



**Dr. Retno Wahyuningrum, M. Si., Apt**

**NIK. 2160387**

**Pembimbing II**



**Ika Nurzifah, M. Sc., Apt**

**NIK. 2160747**

HALAMAN PENGESAHAN

UJI AKTIVITAS ANTIKANKER BERBASIS *BIOPROSPECTING* DARI  
ISOLAT AKTINOBAKTERIA (*Streptomyces indiaensis*) PULAU  
ENGGANO, BENGKULU, INDONESIA TERHADAP SEL KANKER  
PAYUDARA T47D

IMAS AMALIA WARDANI  
1508010053

Telah dipertahakan di depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada hari Senin tanggal 21 Januari 2019


SUSUNAN PANITIA

Ketua Sekretaris

Dr. Nuruk Arses Nurulita, M. Sc., Apt Dr. Diniatik, M.Sc., Apt  
NIK. 2160217 NIK. 2160310

Penguji I Penguji II

Dr. Retno Wahyuningrum, M. Si., Apt Ika Nurziah, M. Sc., Apt  
NIK. 2160387 NIK. 2160747




Mengetahui

Dekan Fakultas Farmasi

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Dr. Agus Siswanto, M. Si., Apt  
NIK. 2160309



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imas Amalia Wardani

NIM : 1508010053

Program Studi : Farmasi (S1)

Fakultas/Universitas : Farmasi

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto,

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta bukan hasil penjiplakan dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila kelak dikemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, 17 Januari 2019



menyatakan

Imas Amalia Wardani

1508010053

## MOTTO

*Dari Shuhaib Ar-Rumiy RA, ia berkata : Rasulullah SAW bersabda, “Sungguh mengagumkan urusannya orang mukmin itu, semua urusannya menjadi **kebaikan** untuknya, dan tidak didapati yang demikian itu kecuali pada orang mukmin. Apabila dia mendapatkan kesenangan dia **bersyukur**, maka yang demikian itu menjadi kebaikan baginya. Dan apabila dia ditimpa **kesusahan** ia **bershabar**, maka yang demikian itu pun menjadi kebaikan baginya”. [HR. Muslim]*

“Siapapun yang merindukan sukses, maka harus bertanya pada dirinya seberapa jauh dan sungguh-sungguh untuk berjuang, karena tiada kesuksesan tanpa perjuangan”



## PERSEMBAHAN

Atas berkat dan rahmat Allah SWT pemberi kekuatan sehingga terbentuk sebuah karya sederhana yang ingin penulis persembahkan kepada :

- ◆ Kedua orangtua ku, Ibu dan bapak yang telah memberikan dukungan semangat maupun materi, kasih sayang dan cinta serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan anaknya.
- ◆ Irma Kusuma Fitri, saudara kesayangan yang telah memberikan dukungan selama penulis menjalankan skripsi serta sahabat dari kecil anggita dan anna yang senantiasa selalu pemberi semangat.
- ◆ Tim Kultur terimakasih atas mba amal dan mba cindy yang telah membantu dalam penelitian ini serta ayu, yoga, egi, maya, nisyah dan intan yang telah menguatkan penulis dalam menjalankan penelitian ini.
- ◆ Sahabat selama kuliah latif, talitha, januar, yudha, radhita, shinta yang telah banyak memberikan dukungan dan berbagi ilmu dalam perjalanan untuk mendapatkan gelar sarjana serta hanis, cica, kartika, fitria, nanda, dan dede teman praktikum dari awal.
- ◆ Zahra Muftia A dalam perjalanan organisasi, perlombaan, berproses untuk mendapatkan ridhoNya serta berjuang dalam Skripsi.
- ◆ Kakak tingkat mba mery, mba vena, mba ika dan mba laras yang selalu memberikan rasa semangat baik di organisasi maupun diperjalanan penulis untuk menyelesaikan dalam penelitian ini.
- ◆ Keluarga teman-teman Farmasi 2015 UMP terutama kelas A yang telah berjuang bersama-sama untuk mendapatkan gelar sarjana dan motivasi untuk terus berjuang. Semoga kita sukses selalu.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat Rahmat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Uji aktivitas antikanker berbasis bioprospecting dari isolat aktinobakteria (*Streptomyces indiaensis*) pulau Enggano, Bengkulu, Indonesia terhadap sel kanker payudara T47D sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, serta kerjasama dengan berbagai pihak yang terkait dalam penyusunan skripsi ini, karena terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. H. Syamsuhadi Irsyad, S.H.,M.H., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Purwokerto
2. Dr. Agus Siswanto, M.Si., Apt selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memimpin keseluruhan proses mengajar ditempat penulis menuntut ilmu.
3. Dr. Retno Wahyuningrum, M.Si., Apt., selaku Ketua Progam Studi Sarjana Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan Pembimbing 1 saya yang telah memberikan arahan, bimbingan dan inspirasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ika Nurzilah, M.Sc., Apt., selaku pembimbing II saya yang telah memberikan proyek dan arahan, bimbingan serta inspirasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Githa Fungie Galistiani, M.Sc., Apt dan Dr. Ika Yuni Astuti, M.Si.,Apt selaku pembimbing akademik saya selama kuliah dari semester 1 hingga semester akhir.

6. Kedua orang tua saya atas berkat doa dan dukungan untuk saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Segenap staf pengajar Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang memberikan ilmu dan pengarahan dari awal perkuliahan sampai selesainya skripsi.
8. Laboran Biologi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah membantu selama penelitian.
9. Staf Administrasi dan pembantu pelaksana Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang turut mendukung terselesaikannya skripsi.
10. Kakak tingkat (Amal dan Cindy) yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini serta teman-teman tim kultur (ayu, egi, yoga, maya, intan dan nisya) yang selalu memberi dukungan selama penelitian berlangsung
11. Teman-teman Farmasi angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua pihak yang mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan. Demikian, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Purwokerto, 17 Januari 2019

Penulis,

Imas Amalia Wardani

1508010053

## RIWAYAT HIDUP

- Nama : Imas Amalia Wardani
- Tempat, Tanggal Lahir : Cilacap, 11 Agustus 1997
- Nama Orang Tua : Suroto (Ayah), Wasyati (Ibu)
- Riwayat Pendidikan :
- Sekolah Dasar : SD N 2 Pasirmuncang (2003-2009)
  - Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 1 Purwokerto (2009-2012)
  - Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 4 Purwokerto (2012-2015)
  - Perguruan Tinggi : Fakultas Farmasi UMP (2015-2019)
- Organisasi : Staf Dept Ekonomi BEM FF UMP (2015-2016)
- Staf Dept Ekonomi BEM FF UMP (2016-2017)
- Bendahara Umum BEM FF UMP (2017-2018)
- Kegiatan Ilmiah Mahasiswa
- PKM-P (Program Kreativitas Mahasiswa – Penelitian) 2018 : Tablet Effervescent Dari Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana Mill*) Sebagai Peluruh Batu Ginjal Pada Tikus Jantan Galur Wistar (*Ratus norvegicus*). (Ketua)

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imas Amalia Wardani  
NIM : 1508010053  
Program Studi : Farmasi  
Fakultas : Farmasi  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jenis Karya : Skripsi

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Uji Aktivitas Antikanker Berbasis *Bioprospecting* Dari Isolat Aktinobakteria (*Streptomyces indiaensis*) Pulau Enggano, Bengkulu, Indonesia Terhadap Sel Kanker Payudara T47D.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Purwokerto berhak menyimpan, mengalih media/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Purwokerto

Pada Tanggal: 17 Januari 2019

Yang Menyatakan,



Imas Amalia Wardani

1508010053

Uji Aktivitas Antikanker Berbasis *Bioprospecting* Dari Isolat Aktinobakteria (*Streptomyces indiaensis*) Pulau Enggano, Bengkulu, Indonesia Terhadap Sel Kanker Payudara T47D

Ika Nurziah<sup>1</sup>, **Imas Amalia Wardani**<sup>2</sup>, Retno Wahyuningrum<sup>3</sup>

**ABSTRAK**

Kanker payudara merupakan salah satu jenis kanker dengan angka kematian yang paling tertinggi kedua didunia. Penggunaan 5-FU pada terapi kanker payudara yang kurang efektif dan menimbulkan efek samping yang tinggi jika digunakan dengan peningkatan dosis. Isolat aktinobakteria DHE 6-7 diketahui mempunyai kekerabatan dengan *Streptomyces indiaensis* (homology 99,67%) yang mempunyai metabolit sekunder berpotensi sebagai obat antikanker. Ekstrak etil asetat isolat aktinobakteria DHE 6-7 (EEIAI DHE 6-7) memiliki nilai Rf yang sama dengan aktinomisin D sebesar 0,23. Hasil penelitian ini berpotensi bahwa EEIAI DHE 6-7 menghasilkan aktinomisin D yang dapat digunakan sebagai antikanker. Uji sitotoksik EEIAI DHE 6-7 terhadap sel kanker payudara T47D mendapatkan nilai IC<sub>50</sub> 0,711 µg/mL dan 5-FU mendapatkan IC<sub>50</sub> 203,9 µg/mL. Kombinasi EEIAI DHE 6-7 dan 5-FU mendapatkan nilai sinergisitas dengan nilai CI optimum 0,197 yaitu pada konsentrasi kombinasi EEIAI DHE 6-7 0,4 µg/mL dan 31 µg/mL. Pada uji proliferasi Sel T47D mengalami penurunan jumlah sel pada jam ke 0 hingga jam ke 72, jumlah penurunan sel dengan perlakuan kombinasi EEIAI DHE 6-7 dan 5-FU memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan yang diberi perlakuan tunggal. Sehingga EEIAI DHE 6-7 berpotensi sebagai agen kombinasi kemoterapi dan dapat meningkatkan sensitivitas sel T47D terhadap 5-FU.

**Kata kunci:** Pulau Enggano, Isolat Aktinobakteria, 5-Fluorouracil, sel T47D

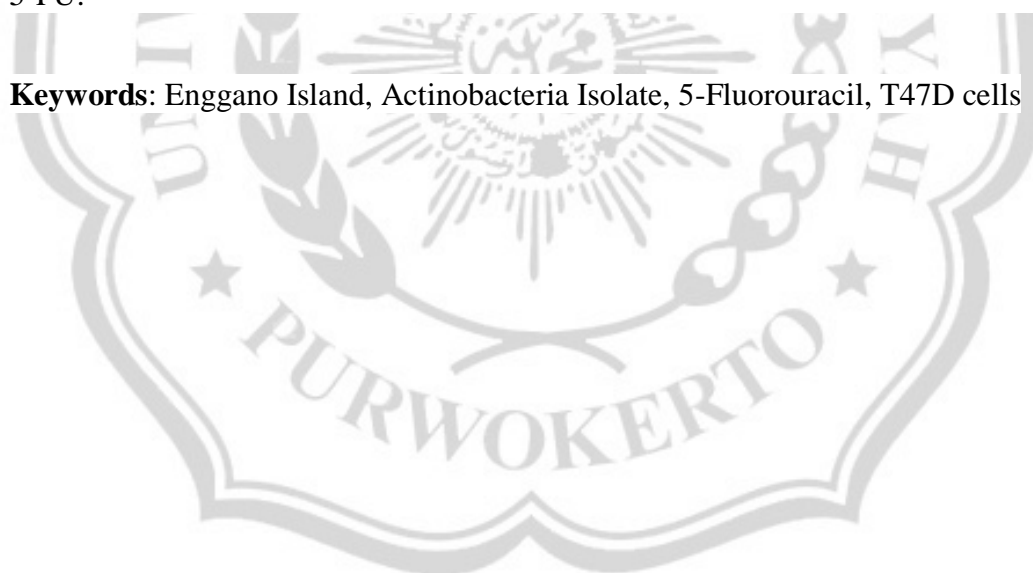
Bioprospecting and Anticancer Activity Test of Actinobacteria Isolate  
(*Streptomyces indiaensis*) Enggano Island, Bengkulu, Indonesia Against T47D  
Breast Cancer Cells

Ika Nurziah<sup>1</sup>, **Imas Amalia Wardani**<sup>2</sup>, Retno Wahyuningrum<sup>3</sup>

**ABSTRACT**

Breast cancer is one type of cancer with the highest mortality rate in the world. The use of 5-FU in cancer therapy is less effective and has high side effects if used with increased doses. Actinobacteria DHE 6-7 isolated is known to have a similarity with *Streptomyces indiaensis* (99.67% homology) which has secondary metabolites as anticancer drugs. Ethyl acetate extract of actinobacteria DHE 6-7 isolate (EEIAI DHE 6-7) has an Rf value that is equal to actinomycin D of 0.23. EEIAI DHE 6-7 produces actinomycin D which can be used as an anticancer. Cytotoxic test of EEIAI DHE 6-7 on T47D breast cancer cells had  $IC_{50}$  values  $0.711 \mu\text{g} / \text{mL}$  and 5-FU had  $IC_{50} 203.9 \mu\text{g} / \text{mL}$ . The combination of EEIAI DHE 6-7 and 5-FU showed a synergistic value with an optimal CI value of 0.197 which was at a concentration of combination of EEIAI DHE 6-7  $0.4 \mu\text{g} / \text{mL}$  and  $31 \mu\text{g} / \text{mL}$ . The T47D Cell proliferation test reduced the decrease in cell counts at 0 until 72 hours, a combination of EEIAI DHE 6-7 and 5-FU and gave better results compared to single concentration. EEIAI DHE 6-7 can be used as a combination chemotherapy agent and can increase the sensitivity of T47D cells to 5-FU.

**Keywords:** Enggano Island, Actinobacteria Isolate, 5-Fluorouracil, T47D cells



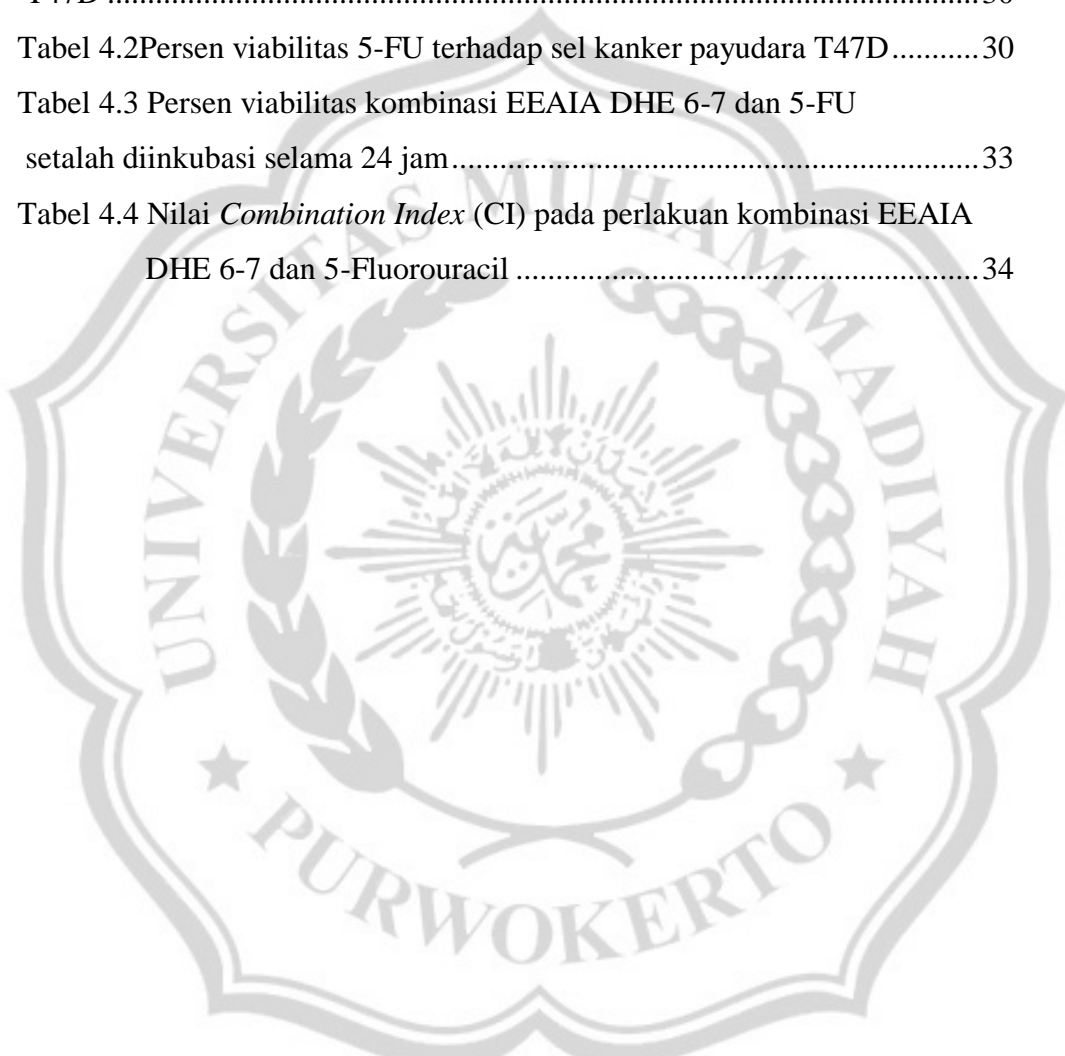
## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	x
ABSTRAK.....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Hasil Penelitian Terdahulu.....	4
B. Landasan Teori.....	5
1. Kanker Payudara .....	5
2. Sel T47D .....	7
3. Uji Sitotoksik .....	8
4. Uji Proliferasi.....	9
5. MTT Assay.....	9

6. 5-Fluorouracil.....	11
7. Aktinobakteria.....	13
8. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	15
C. Kerangka Konsep .....	16
D. Hipotesis.....	16
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
A. Jenis dan Rancangan Penelitian .....	17
B. Variabel Penelitian .....	17
C. Definisi Variabel Operasional.....	17
D. Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
E. Alat dan Bahan.....	19
F. Tahap Penelitian.....	20
G. Analisis Hasil.....	23
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
A. Identifikasi Isolat.....	25
B. Skrining Metabolit Sekunder Isolat Aktinobakteria DHE 6-7.....	25
C. Uji Sitotoksik Tunggal dengan menggunakan metode MTT <i>assay</i> ...	27
D. Potensi Sitotoksik Kombinasi 5-FU dan Ekstrak etil asetat isolat aktinobakteria DHE 6-7 menggunakan metode MTT .....	33
E. Uji Proliferasi dengan <i>Doubling Time</i> .....	35
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
A. Kesimpulan .....	38
B. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel Interpretasi Nilai CI .....	24
Tabel 4.1 Persen viabilitas EEAlA DHE 6-7 terhadap sel kanker payudara T47D .....	30
Tabel 4.2 Persen viabilitas 5-FU terhadap sel kanker payudara T47D.....	30
Tabel 4.3 Persen viabilitas kombinasi EEAlA DHE 6-7 dan 5-FU setelah diinkubasi selama 24 jam.....	33
Tabel 4.4 Nilai <i>Combination Index</i> (CI) pada perlakuan kombinasi EEAlA DHE 6-7 dan 5-Fluorouracil .....	34



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.Morfologi Sel T47D .....	8
Gambar 2.2 Reduksi MTT di dalam sel hidup oleh enzim reduktase di dalam mitokondria menghasilkan kristal formazan .....	10
Gambar 2.3 Struktur 5-fluorouracil.....	11
Gambar 2.4 Morfologi Aktinobakteria .....	13
Gambar 2.5 Struktur aktinomisin D .....	14
Gambar 2.6 Kerangka Konsep.....	16
Gambar 4.1 Hasil KLT ekstrak etil asetat isolat aktinobakteria DHE 6-7 dengan larutan Pembanding Aktinomisin D fase gerak etil asetat:heksana(9,5 : 0,5) dengan fase diam GF 254 pada sinar UV 254nm (a) dan pada sinar UV 366nm (b).....	27
Gambar 4.2 Presentasi % viabilitas sel T47D vs konsentrasi (A) EEAIA DHE 6-7 dan (B) 5-Fluorouracil.....	31
Gambar 4.3 Persen Viabilitas Seldari kombinasi EEAIA DHE 6-7 dan 5-FU .....	34
Gambar 4.4 Kurva proliferasi standar deviasi vs waktu .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil identifikasi molekuler terhadap Isolat Aktinobakteria DHE 6-7 .....	45
Lampiran 2. Preparasi sampel dan Uji Sitotoksik .....	46
Lampiran 3. Perhitungan Seri Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Isolat Aktinobakteria DHE 6-7 Untuk Uji Sitotoksik Sel T47D .....	48
Lampiran 4. Perhitungan Seri Konsentrasi 5-FU Untuk Uji Sitotoksik Sel T47D .....	50
Lampiran 5. Perhitungan Seri Konsentrasi Ekstrak Etil Asetat Isolat Aktinobakteria DHE 6-7 Untuk Uji Sitotoksik Kombinasi .....	52
Lampiran 6. Perhitungan Seri Konsentrasi 5-FU Untuk Uji Sitotoksik Kombinasi .....	54
Lampiran 7. Perhitungan Seri Konsentrasi Untuk Uji Proliferasi .....	56
Lampiran 8. Pemetaan Uji Sitotoksik Tunggal, Sitotoksik Kombinasi, dan Proliferasi.....	59
Lampiran 9. Hasil Uji Sitotoksik Tunggal .....	61
Lampiran 10. Hasil Uji Sitotoksik Kombinasi EEIAI DHE 6-7 dan 5-FU .....	63
Lampiran 11. Hasil Uji Proliferasi dengan <i>Doubling Time</i> .....	65

## DAFTAR SINGKATAN

5-FU (*5-Fluorouracil*)  
ATP (*Adenosine Triphosphate*)  
BRCA (*Breast Cancer*)  
CI (*Combination Index*)  
COMT (*Catechol-o-methyl transferase*)  
DMEM (*Dulbecco's Modified Eagle Medium*)  
DMSO (*Dimetil Sulfoksida*)  
DNA (*Deoxyribo Nucleid acid*)  
EEIAI DHE 6-7 (*Ekstrak Etil Asetat Isolat Aktinobakteria DHE 6-7*)  
ELISA (*Enzym-linked Immunosorbent Assay*)  
ER (*Estrogen Reseptor*)  
FBS (*Fetal Bovine Serum*)  
FdUDP (*Fluoro-Deoxyuridine Diphosphate*)  
FdUMP (*Fluoro-Deoxyuridine Monophosphate*)  
FdUTP (*Fluoro-Deoxyuridine Tryphosphate*)  
FUDP (*Fluoro-Uridine Diphosphate*)  
FUDR (*Fluoro-Deoxyuridine*)  
FUTP (*Fluoridin-5`-Trifosfat*)  
IC<sub>50</sub> (*Inhibition Concentration 50*)  
MK (*Media kultur*)  
MTT (*Methylthiacol Tetrazolium*)  
OD (*Optical Density*)  
PKS (*Polyketide synthase*)  
RNA (*Ribo Nucleid Acid*)  
RR (*Ribonucleaotide Reductase*)  
SDS (*Sodium Dodecyl Sulphate*)  
TK (*Thymidine Kinase*)  
TNFR (*Tumor Necrosis Factor Receptor*)