



**PENGEMBANGAN BIOSENSOR BERBASIS ASETILKOLINESTERASE
DENGAN METODE TRANSDUKSI VOLTAMETRI UNTUK SKRINING
AKTIVITAS KANDIDAT ANTI-ALZHEIMER PADA GENUS *CURCUMA*
(*Curcuma longa* Linn. DAN *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Farmasi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

Athika Darumas Putri
NIM 092210101095

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang Maha Indah.
2. Bunda dan Alm.Ayah, dua sosok terbaik di balik kebahagiaan dan semangatku, kuhaturkan terima kasih atas segala doa yang tiada henti di setiap sholat, nasihat dan perhatian yang dicurahkan, juga atas pengorbanan kebahagiaan demi anakmu. *Barokallah* untuk beliau berdua.
3. Dik Natayya, Dik Dhea, dan Emak, doa dan dukungan kalian selalu mengiringi jalanku. Seluruh keluarga ayah dan bunda, terima kasih dan semoga bahagia selalu.
4. Profesor Bambang Kuswandi dan Bapak Moch. Amrun Hidayat, terima kasih atas bimbingan, semangat, dan dukungannya: "*Stepping stone* itu kebutuhan".
5. Teman-teman Tim "QS. Muhammad, Ayat 7": berjuanglah, hingga keputusan berputus asa memperjuangkanmu.
6. Bayu Tri Murti, rekan seperjuangan skripsi, *thanks for all* :“Bismillah, yakin bisa!”
7. Tim Sensor Researchers (*Si Orange*) dan The Niners, *you all are the best! Keep solid!*
8. Seluruh dosen Fakultas Farmasi yang telah mengajarkan ilmu terbaiknya.
9. Tiga orang yang banyak memberi nasihat untuk senantiasa menepati jalan ini, tidak pernah menyerah, dan selalu berusaha. Luruskan niat dan lakukan yang semestinya dilakukan karena setelah kesulitan itu pasti ada kemudahan.
10. Teman-teman KKN 2013 Keting-Jombang Gelombang I: Septian, Priyo, Eka, Herdian, Arif, Emilda, Rita, Novi dan keluarga Soehartono. Sukses selalu!
11. Kakak-kakak di PPI Korea, Seoul National University dan Sung Kyun Kwan University (uda Hadi, mas Evan, mas Mata, Mutia, mas Dian, mas Ayod, mbak Retno Chiku, opa Marten, dll). Terima kasih, kalian inspirator sesungguhnya dalam berjuang. Tunggu saya.
12. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu', (yaitu) orang-orang yang meyakini, bahwa mereka akan menemui Tuhannya, dan bahwa mereka akan kembali kepada-Nya.”

(Al-Baqarah: 45-46)

“Sesungguhnya orang-orang yang mengatakan: "Tuhan kami ialah Allah" kemudian mereka meneguhkan pendirian mereka, maka malaikat akan turun kepada mereka dengan mengatakan: "Janganlah kamu takut dan janganlah merasa sedih; dan gembirakanlah mereka dengan surga yang telah dijanjikan Allah kepadamu. Kamilah pelindung-pelindungmu dalam kehidupan dunia dan akhirat; di dalamnya kamu memperoleh apa yang kamu inginkan dan memperoleh (pula) di dalamnya apa yang kamu minta.”

(Fushshilat: 30-31)

“Jadikan dunia di genggamannya dan akhirat di hati.”

(Umar bin Khattab ra)

“It's not a dream. It's only an extraordinary target.”

(ADP)

“Better than the best.”

(BTM)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Athika Darumas Putri

NIM : 092210101095

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Pengembangan Biosensor Berbasis Asetilkolinesterase dengan Metode Transduksi Voltametri untuk Skrining Aktivitas Kandidat Anti-Alzheimer pada Genus *Curcuma* (*Curcuma longa* Linn. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 08 Oktober 2013

Yang menyatakan,

Athika Darumas Putri

NIM 092210101095

SKRIPSI

PENGEMBANGAN BIOSENSOR BERBASIS ASETILKOLINESTERASE DENGAN METODE TRANSDUKSI VOLTAMETRI UNTUK SKRINING AKTIVITAS KANDIDAT ANTI-ALZHEIMER PADA GENUS *CURCUMA* (*Curcuma longa* Linn. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Oleh :

Athika Darumas Putri

NIM 092210101095

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama (DPU) : M.Amrun Hidayat, S.Si., Apt.,M.Farm.

Dosen Pembimbing Akademik (DPA): Prof.Drs.Bambang Kuswandi, M.Sc.,Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Pengembangan Biosensor Berbasis Asetilkolinesterase dengan Metode Transduksi Voltametri untuk Skrining Aktivitas Kandidat Anti-Alzheimer pada Genus Curcuma (Curcuma longa Linn. dan Curcuma xanthorrhiza Roxb.)*”

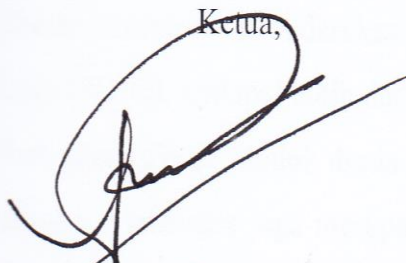
telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Kamis, 5 September 2013

tempat : Fakultas Farmasi

Tim Penguji

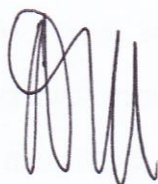
Ketua,



Moch. Amrun Hidayat, S.Si., Apt., M.Farm

NIP 197801262001121004

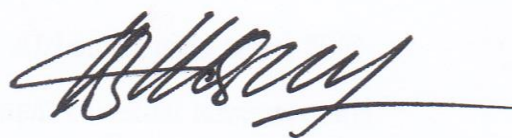
Anggota I,



Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm

NIP 197604142002122001

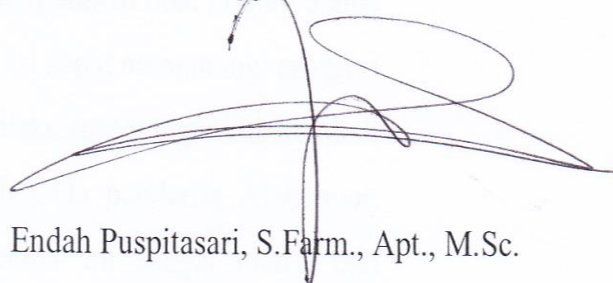
Sekretaris,



Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

NIP 196902011994031002

Anggota II,



Endah Puspitasari, S.Farm., Apt., M.Sc.

NIP 198107232006042002

Mengesahkan,



Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengembangan Biosensor Berbasis Asetilkolinesterase dengan Metode Transduksi Voltametri untuk Skrining Aktivitas Kandidat Anti-Alzheimer pada Genus *Curcuma* (*Curcuma longa* Linn. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)
Athika Darumas Putri; 092210101095; 2013; Fakultas Farmasi Universitas Jember

Demensia merupakan suatu kondisi berkurangnya fungsi kognitif otak secara progresif dan sering ditemui pada orang-orang lanjut usia. Pasien demensia mengalami gejala kehilangan fungsi kognitif, memiliki masalah berbahasa, dan tidak mampu menjaga atau mengontrol emosi. Terdapat banyak penyebab demensia, salah satunya adalah Alzheimer, yang merupakan penyebab demensia terbesar (sekitar 60-80% dari kasus demensia). Menurut data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), terdapat lebih dari satu milyar orang tua yang berusia lebih dari 60 tahun atau 10% penduduk dunia mengidap penyakit Alzheimer pada tahun 2003. Penyakit Alzheimer juga merupakan penyebab keempat kematian terbesar dunia setelah kanker, stroke, dan penyakit jantung. Di Indonesia kelompok umur di atas 69 tahun sebesar 65,3 % lansia adalah demensia.

Selama ini inhibitor asetilkolinesterase (AChEI) adalah obat pilihan utama untuk terapi Alzheimer. Secara umum, terapi AChEI ini dapat mengurangi progresi hilangnya daya ingat, meningkatkan kemampuan perilaku seseorang untuk kembali normal, dan mengurangi gejala-gejala yang terjadi pada penderita Alzheimer. Namun sayangnya, biaya terapi obat-obat Alzheimer ini sangat mahal dan persediaannya pun masih terbatas.

Adanya isu *back to nature* serta krisis ekonomi berkepanjangan yang mengakibatkan turunnya daya beli masyarakat, meningkatkan penggunaan bahan alam sebagai obat. Tanaman obat memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan obat-obatan modern, seperti: jika digunakan secara tepat memiliki lebih dari satu efek farmakologi serta sesuai untuk penyakit-penyakit metabolik dan degeneratif yang memerlukan pemakaian obat dalam waktu lama. Untuk memperoleh obat dari bahan alam, dapat dilakukan melalui skrining aktivitas awal terhadap bahan alam yang dikumpulkan berdasarkan atas data jenis dan manfaat

tumbuhan bagi kesehatan masyarakat setempat (etnofarmakologi) dan dapat dilakukan melalui skrining aktivitas secara acak.

Beberapa metode elektrokimia untuk skrining aktivitas penghambatan AChE telah dilakukan terhadap bahan alam, seperti menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, kromatografi lapis tipis (KLT), dan HPLC. Namun metode-metode tersebut memiliki kerugian berupa biaya instrumentasi yang mahal, waktu analisis yang relatif lama, dan tingkat kebutuhan bahannya yang besar, seperti pada penggunaan volume enzim AChE sebagai reagenya.

Biosensor yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan metode voltametri [*differential pulse voltammetry* (DPV) dan *cyclic voltammetry* (CV)]. Elektroda yang digunakan adalah *screen printed electrode* (SPE) berbasis karbon yang bekerja dengan secara adsorbs pada sampel untuk kemudian bereaksi secara enzimatis menghasilkan sinyal-sinyal analisis terukur. Ekstrak tumbuhan uji yang digunakan adalah rimpang kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.).

Linieritas biosensor voltametri yang diperoleh dalam metode DPV, meliputi rentang konsentrasi 1,1 – 9,9 μM dengan persamaan regresi yang diperoleh adalah $y = 0,0561x + 0,0278$ dan nilai koefisien korelasi atau $r = 0,993$. Batas deteksi (LOD) yang diperoleh adalah 0,7331 μM sedangkan nilai batas kuantitasi (LOQ) adalah 2,4438 μM . Presisi pada metode DPV diperoleh nilai RSD 4,579757 %. Sedangkan pada metode CV, rentang konsentrasi meliputi 1,1 – 9,9 μM dengan persamaan regresi $y = 0,0297x + 0,1783$ dengan nilai koefisien korelasi atau $r = 0,993$. Nilai LOD yang diperoleh adalah 0,4178 μM sedangkan nilai LOQ adalah 1,3764 μM . Nilai RSD pada pengujian presisi dengan metode DPV adalah = 4,579757 %; sedangkan untuk metode CV diperoleh nilai RSD = 3,18915 %. Dari uji aplikasi sampel, biosensor voltametri yang dikonstruksi dengan metode DPV dan CV dapat digunakan untuk skrining aktivitas ekstrak yang berpotensi sebagai anti-Alzheimer (*C. longa* Linn. dan *C. xanthorrhiza* Roxb.).

ABSTRACT

Development of Acetylcholinesterase Biosensor Using Voltammetric Method for Application of The Anti-Alzheimer Herbal Drugs Screening of *Curcuma* Genus (*Curcuma longa* Linn. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.); Athika Darumas Putri, 092210101095; 118 pages; Faculty of Pharmacy, University of Jember.

Alzheimer's disease is physically characterized by involvement of acetylcholine neurotransmitter resulting in disproportionate deficiency of acetylcholine. It has been well known that markers for cholinergic neurons namely acetylcholinesterase and acetylcholinesterase are responsible for acetylcholine synthesis and its degradation are decreased in the cortex and hippocampus areas of the brain involved in cognition and memory. An electrochemical biosensor based on acetylcholinesterase immobilized onto screen printed carbon electrode (SPCE) for the investigation of anti-Alzheimer drugs screening was developed. The voltammetric biosensor works based on inhibition of the acetylcholinesterase that has been immobilized onto working electrode surface of SPCE using adsorption method. The degree of inhibition of the acetylcholinesterase enzyme (AChE) by herbal compounds was determined by measuring electrooxidation current of the choline generated by the AChE catalyzed hydrolysis of acetylcholinechloride (AChCl). The biosensor has been applied to determine the IC_{50} values of the herbal (rhizome of *Curcuma longa* Linn. and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) as anti-Alzheimer's candidates. A simultaneous measurement with the differential pulse voltammetry (DPV) and cyclic voltammetry (CV) methods show the applicability of the biosensor for herbal drugs screening.

Keywords : Alzheimer's disease, biosensor, curcuma, voltammetry

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. karena hanya dengan rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi yang berjudul “Pengembangan Biosensor Berbasis Asetilkolinesterase dengan Metode Transduksi Voltametri untuk Skrining Aktivitas Kandidat Anti-Alzheimer pada Genus *Curcuma* (*Curcuma longa* Linn. dan *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)” ini ditulis guna memenuhi syarat perolehan gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah mendukung penyelesaian skripsi ini, yakni:

1. Lestyo Wulandari, S.Si.,Apt.,M.Si., selaku dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember
2. Prof. Bambang Kuswandi M.Sc., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Akademik (DPA), sekaligus pimpinan *Bio and Chemosensor Research Group* dan Moch. Amrun Hidayat S.Si.,Apt.,M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing, berdiskusi, memberi ide serta saran dalam perkembangan riset dan pelaksanaan penelitian ini.
3. Semua pihak yang telah membantu selama proses penyusunan skripsi

Semoga Allah Swt senantiasa memberikan berkah dan hidayah atas segala kontribusi yang diupayakan. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam skripsi ini sehingga kritik dan saran yang membangun diharapkan dari para pembaca untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat menjadi bahan informasi bagi pembaca serta mampu berkontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang farmasi.

Jember, 08 Oktober 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRACT	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Demensia dan Penyakit Alzheimer	5
2.1.1 Prevalensi Penyakit Alzheimer	5
2.1.2 Hipotesis Penyebab Terjadinya Penyakit Alzheimer	7
2.1.3 Patofisiologi Penyakit Alzheimer	8
2.2 Tinjauan tentang Neurotransmitter	9
2.2.1 Asetilkolin	9
2.3 Tinjauan tentang Asetilkolinesterase (AChE)	11
2.4 Terapi Anti-Alzheimer	12

2.5 Tinjauan tentang Rivastigmin	12
2.6 Tinjauan tentang Biosensor	13
2.6.1 Biosensor Enzim	15
2.6.2 Teknik Imobilisasi Enzim	15
2.7 Karakteristik Biosensor Enzim	17
2.8 Prinsip Metode Pendeteksian AChE <i>Inhibitor</i> dengan SPE Berbasis Karbon	18
2.9 Imobilisasi Enzim AChE	18
2.10 Tinjauan tentang Kurkuminoid	19
2.11 Tinjauan tentang Tumbuhan Uji	20
2.11.1 <i>C. longa</i> Linn.....	21
2.11.2 <i>C. xanthorrhiza</i> Roxb.....	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Tahapan Penelitian	23
3.2.1 Tahapan percobaan.....	23
3.2.2 Diagram Alur Penelitian.....	24
3.3 Variabel Penelitian	25
3.4 Definisi Operasional	25
3.5 Alat dan Bahan	25
3.4.1 Alat	25
3.4.2 Bahan.....	25
3.6 Langkah Kerja	26
3.6.1 Menentukan Kondisi Analisis	26
3.6.2 Membuat Larutan Dapar Fosfat dan Larutan Induk.....	26
3.6.3 Penentuan Jenis Pelarut Uji.....	27
3.6.4 Pengukuran Menggunakan Metode CV dan DPV	27
3.6.4.1 Pengukuran Voltamogram secara CV dengan EmStat®	27
3.6.4.2 Pengukuran Voltamogram secara DPV dengan EmStat®	28

3.6.5	Preparasi Sampel	29
3.6.6	Optimasi Volume Tetes SPE Berbasis Karbon	30
3.6.7	Optimasi Volume AChE pada SPE	30
3.6.8	Optimasi Konsentrasi AChCl sebagai Substrat.....	30
3.6.9	Imobilisasi Enzim AChE dengan Metode Adsorpsi	30
3.6.10	Pengukuran % Aktivitas Inhibisi.....	31
3.7	Karakteristik Biosensor	32
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Optimasi Metode Voltametri	33
4.2	Hasil Optimasi Volume Tetes pada SPE Berbasis Karbon.....	34
4.3	Hasil Optimasi Volume Enzim AChE	34
4.4	Karakteristik Biosensor AChE	35
4.4.1	Pengukuran Larutan RVT sebagai Larutan Acuan Inhibitor AChE	35
4.4.1.1	Linieritas	35
4.4.1.2	Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)	37
4.4.2	Hasil Optimasi Konsentrasi AChCl sebagai Substrat	38
4.4.3	Pengukuran Inhibisi RVT	40
4.4.3.1	Linieritas	40
4.4.3.2	Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)	43
4.4.4	Presisi.....	44
4.5	Aplikasi Biosensor pada Sampel Ekstrak.....	47
4.5.1	Penentuan % Aktivitas Inhibisi dan IC ₅₀ RVT	49
4.5.2	Penentuan IC ₅₀ Ekstrak <i>C. longa</i> Linn. dan <i>C. xanthorrhiza</i> Roxb	49
4.5.2.1	Pengukuran IC ₅₀ <i>C. longa</i> Linn	49
4.5.2.2	Pengukuran IC ₅₀ <i>C. xanthorrhiza</i> Roxb.....	50
4.5.2.3	Perbandingan Nilai IC ₅₀ Ekstrak <i>C. longa</i> Linn.	

dan <i>C. xanthorrhiza</i> Roxb.....	52
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Persentase penyebab kematian terbesar dunia (pada semua usia) selama rentang tahun 2000 hingga 2008 6
2.2	Mekanisme penghambatan asetilkolin oleh asetilkolinesterase 7
2.3	Kerusakan sistem neurologi yang ditandai dengan berkurangnya ukuran daerah hipokampus dan korteks 9
2.4	Reaksi kimiawi hidrolisis asetilkolin 11
2.5	Struktur kimia rivastigmin 13
2.6	Sisi aktif asetilkolinesterase terikat oleh rivastigmin 13
2.7	Prinsip umum kerja biosensor: adanya analit dideteksi oleh komponen bioreseptor kemudian dianalisis oleh transduser sehingga menghasilkan sinyal terukur 14
2.8	Prinsip kerja biosensor yang secara spesifik dan selektif hanya bereaksi dengan analit tertentu untuk menghasilkan sinyal baik secara kualitatif maupun kuantitatif 15
2.9	Beragam teknik imobilisasi biomolekul pada permukaan sensor 16
2.10	Sinyal yang dihasilkan oleh tiokolin 18
2.11	Struktur kurkuminoid (A: kurkumin, B: demetoksi-kurkumin, C: bis- demetoksi-kurkumin) 19
2.12	<i>C. longa</i> Linn. 21
2.13	<i>C. xanthorrhiza</i> Roxb. 22
3.1	Koneksi <i>EmStat</i> dengan perangkat komputer (laptop) 27
3.2	Kondisi analisis pada pengukuran menggunakan CV dengan <i>EmStat</i> ® (Ket.: a. Field isian kondisi analisis CV; b. Field voltamogram CV) 28
3.3	Kondisi analisis pada pengukuran menggunakan DPV dengan <i>EmStat</i> ® (Ket.: a. Field isian kondisi analisis DPV; b. Field voltamogram DPV) 29

3.4	Ilustrasi penetasan enzim AChE pada elektroda kerja karbon SPE.....	31
4.1	Hasil visual reaksi penetasan berbagai volume AChE terhadap AChCl...	34
4.2	Kurva kalibrasi penentuan linieritas RVT berbagai konsentrasi secara DPV pada titik potensial pengamatan +0,240 V	36
4.3	Kurva kalibrasi penentuan linieritas RVT berbagai konsentrasi secara CV pada titik potensial pengamatan +0,990 V. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	36
4.4	Voltamogram DPV pada konsentrasi linier RVT (dengan pelarut 0,2 M dapar fosfat, pH 6 pada -500 mV hingga +500 mV versus Ag:AgCl).....	37
4.5	Voltamogram CV pada konsentrasi linier RVT (dengan pelarut 0,2 M dapar fosfat, pH 6 pada -990 mV hingga +990 mV versus Ag:AgCl).....	37
4.6	Respon perubahan arus terhadap perbedaan konsentasi AChCl dalam PBS 0,02 M, pH 7,2 pada dasar pengamatan -300 mV secara metode DPV	39
4.7	Respon perubahan arus terhadap perbedaan konsentasi AChCl dalam PBS 0,02 M, pH 7,2 pada dasar pengamatan +500 mV secara metode CV. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3).....	39
4.8	Kurva kalibrasi penentuan linieritas RVT berbagai konsentrasi secara DPV pada titik potensial pengamatan +0,240 V. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3).....	41
4.9	Karakteristik voltamogram inhibisi oleh RVT dengan metode DPV di titik potensial +0,240 V (dengan pelarut 0,2 M dapar fosfat, pH 6 pada -500 hingga +500 mV versus Ag:AgCl).....	41
4.10	Kurva kalibrasi penentuan linieritas RVT berbagai konsentasi secara CV pada titik potensial pengamatan +0,500 V. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3).....	42
4.11	Karakteristik voltamogram inhibisi oleh RVT dengan metode CV di titik potensial +0,500V (dengan pelarut 0,2 M dapar fosfat, pH 6 pada -500 hingga +500 mV versus Ag:AgCl).....	42
4.12	Kurva kalibrasi untuk penentuan LOD dan LOQ inhibisi RVT dengan metode DPV. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3).....	43

4.13	Kurva kalibrasi untuk penentuan LOD dan LOQ inhibisi RVT dengan metode CV. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	44
4.14	Kurva kalibrasi pengukuran presisi dengan metode DPV pada titik potensial pengamatan +0,240 V. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	45
4.15	Kurva kalibrasi pengukuran presisi dengan metode CV pada titik potensial pengamatan +0,500 V. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	45
4.16	Kurva kalibrasi pengukuran % inhibisi RVT dengan metode DPV. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	48
4.17	Kurva kalibrasi pengukuran % inhibisi RVT dengan metode CV. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	48
4.18	Kurva kalibrasi DPV pengukuran % inhibisi ECL. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	49
4.19	Kurva kalibrasi CV pengukuran % inhibisi ECL. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	50
4.20	Kurva kalibrasi DPV pengukuran % inhibisi ECX. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	51
4.21	Kurva kalibrasi CV pengukuran % inhibisi ECX. Data ditunjukkan dalam rata-rata \pm SD (n=3)	51
4.22	Perbandingan % inhibisi ECL dengan ECX dengan metode DPV.	52
4.23	Perbandingan % inhibisi ECL dengan ECX dengan metode CV.....	53
4.24	Gambaran perbandingan nilai IC ₅₀ pada ekstrak uji dan kontrol positif (RVT)	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Tabel perbandingan koefisien linieritas (r) berbagai metode voltametri	33
4.2 Nilai LOD dan LOQ RVT	38
4.3 Hasil pengukuran presisi <i>C. longa</i> Linn. dengan metode DPV	46
4.4 Hasil pengukuran presisi <i>C. longa</i> Linn. dengan metode CV	46
4.5 Perbandingan IC_{50} RVT terhadap kedua ekstrak uji	54

DAFTAR SINGKATAN

ACh	= Asetilkolin
AChCl	= Asetilkolin klorida
AChE	= Asetilkolin esterase
AChEI	= Inhibitor asetilkolin esterase
RVT	= Rivastigmin
ECL	= Ekstrak <i>Curcuma longa</i> Linn.
ECX	= Ekstrak <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.
SPE	= <i>Screen printed electrode</i>
DPV	= <i>Differential pulse voltammetry</i>
CV	= <i>Cyclic voltammetry</i>
LOD	= <i>Limit of detection</i> (batas deteksi)
LOQ	= <i>Limit of quantitation</i> (batas kuantitasi)