

**ISOLASI SENYAWA TURUNAN FLOROGLUSINOL DARI FRAKSI  
ETIL ASETAT BUAH KARAMUNTING (*Rhodomyrtus tomentosa*)  
DAN UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ENZIM  $\alpha$ -GLUKOSIDASE**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**  
**DANIEL ALFARADO**  
**08031281520087**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ISOLASI SENYAWA TURUNAN FLOROGLUSINOL DARI FRAKSI ETIL ASETAT BUAH KARAMUNTING (*Rhodomyrtus tomentosa*) DAN UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ENZIM $\alpha$ -GLUKOSIDASE

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**Daniel Alfarado**  
**08031281520087**

Indralaya, 23 Mei 2019  
Pembimbing II

Pembimbing I

Dr. Ferlinahayati, M.Si  
NIP. 197402052000032001

Dr. Eliza, M.Si.  
NIP. 196407291991022001



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
NIP. 197210041997021001

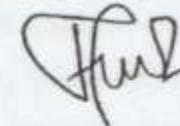
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "isolasi senyawa turunan floroglucinol dari fraksi etil asetat buah karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) dan uji penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Mei 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukkan yang diberikan.

Indralaya, 23 Mei 2019

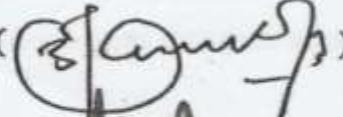
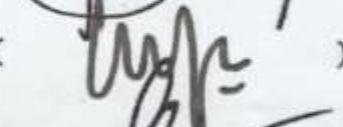
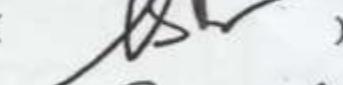
Ketua :

1. Dr. Ferlinahayati, M.Si  
NIP. 197402052000032001

()

Anggota :

2. Dr. Eliza, M.Si  
NIP. 196407291991022001  
3. Prof. Dr. Elfita, M.Si  
NIP. 196903261994122001  
4. Dr. Addy Rachmat, M.Si  
IP. 197409282000121001  
5. Dra. Julinar, M.Si  
NIP. 196507251993032002

()  
()  
()  
()

Mengetahui

ekan FMIPA

rot. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
IP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP.196704191993031001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Daniel Alfarado

NIM : 08031281520087

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan maupun tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 23 Mei 2019

Yang menyatakan,

Daniel Alfarado  
NIM. 08031281520087



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

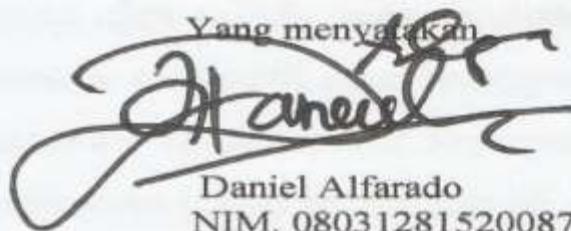
Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Daniel Alfarado  
NIM : 08031281520087  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya hak bebas royalti non-ekslusif (*nonexclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Isolasi senyawa turunan floroglusinol dari fraksi etil asetat buah karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) dan uji aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase". Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 23 Mei 2019

Yang menyatakan  
  
Daniel Alfarado  
NIM. 08031281520087

*Mahasuci Allah yang menguasai (segala) kerajaan, dan Dia Mahakuasa atas segala sesuatu  
(Qs. Al-Mulk:1)*

*Jadikanlah sholat dan sabar sebagai penolongmu (Qs. Al-baqarah [2]: 45-46)*

*“Jika engkau yakin semua urusan kan kembali pada Allah, maka lakukan yang terbaik dan yakinlah, Allah kan pilih yang terbaik untukmu”*

*(HR. Tirmidzi)*

*Sesungguhnya jika engkau meninggalkan sesuatu karena Allah. Maka Allah akan mengantikan yang lebih baik padamu*

*(HR. Ahmad 5/363)*

*Yakinlah bahwa janji Allah itu benar*

*(Qs. Al-Baqarah 285-286)*

*Hiduplah seperti empat elemen dasar, api punya semangat membawa dan tekad yang kuat berpengaruh dalam dunia, air bersifat tenang rendah hati dan sabar, tanah kuat kokoh dan pembangun, serta udara penyeguk berguna bagi manusia*

*(Daniel Alfarado)*

*Barang siapa ingin mutiara, harus terjun ke lautan yang dalam*

*(Ir. Soerkarno)*

*Skripsi ini saya persembahkan untuk :*

- *Kedua orangtuaku yang selalu memberikanku kasih dan sayang dan selalu mendoakanku*
- *Sahabat-sahabatku terkasih dan tersayang*
  - *Almamaterku Universitas Sriwijaya*
- *Masyarakat seluruh Indonesia yang cinta tanah air*

## KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikumwarahmatullahwabarakatu

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul: “Isolasi senyawa turunan floroglusinol dari fraksi etil asetat buah karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) dan uji aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase” Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si dan Ibu Dr. Eliza, M.Si. yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, pengajaran yang tulus, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT. Atas segala rahmat, kasih sayang dan hidayah Nya terhadap penulis yang sungguh tak terhitung jumlahnya hingga terselesaiannya skripsi ini.
2. Terkhusus untuk kedua orang tuaku (ayah dan ibu) yang sedang sakit yang tanpa henti selalu mendukung, memberikan motivasi, memberikan kasih saying serta do'a yang tiada henti untuk penulis. Skripsi ini penulis kerjakan hanya untuk membahagiakan engkau semata.
3. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T. selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Bapak sangat banyak memotivasi, memberikan dukungan serta bimbingan yang tiada henti-hentinya untuk seluruh mahasiswa jurusan kimia.
4. Ibu Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si. sebagai dosen Pembimbing Akademik yang selalu sabar dan memberikan bimbingan terbaik untuk penulis dikala penulis tidak mengerti tentang perkuliahan. Saya berterima kasih juga kepada Ibu Dr. Muharni, M.Si. dan Prof. Dr. Elfita, M.Si yang menjadi pembahas saya serta Pengajar saya diwaktu kuliah dari semester awal dan akhir serta penguji sidang sarjana, Ibu Drs. Julinar. M.Si yang mengajarkan tentang penelitian yang dilakukan penulis serta selaku penguji sidang sarjana, dan bpk Dr. Addy Rachmat, M.Si. yang sering membantu

dalam kepenulisan skripsi serta penguji sidang sarjana penulis. Terimakasih atas bimbingan dan masukannya serta telah menjadi bagian terpenting dari penulis.

5. Seluruh staf dosen jurusan kimia Fakultas MIPA UNSRI yang telah membagi ilmunya serta telah mendidik penulis. Terkhusus pada dosen-dosen kimia organik Bpk Drs. Dasril Basir, M.Si, ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si, ibu Dr. Eliza, M.Si, ibu Dr. Muharni, M.Si, dan ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si, terima kasih telah membuat penulis mencintai kimia organik dengan tulus sehingga penulis istiqomah dalam mengambil semua matakuliah organik dari awal perkuliahan sampai tugas akhir spesialis kimia organik. Semoga penulis dapat mengikuti jalan bapak dan ibu dalam mengabdi pada masyarakat.
6. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA (Yuk Nur, Yuk niar dan Yuk Yanti) terimakasih atas bantuannya Selama penelitian.
7. Seluruh jajaran Laboratorium Kesehatan Daerah kota Palembang terkhusus mbak Ovie analis imunologi tempat penelitian saya. Terima kasih atas kerja samanya dan bimbingannya dalam penggerjaan menggunakan alat spektrofotometer *ELISA reader* dan bimbingannya dalam safety di laboratorium imunologi.
8. Orang paling tersayang di FMIPA Kimia UNSRI Delisa Rizkiani, S.Si yang telah menemani suka duka selama perkuliahan, menjadi penyemangat dan membuat kehidupan perkuliahan berwarna, saling mengasihi dan membantu, partner setia yang mengerti satu sama lain, dan orang teristimewa yang pernah penulis miliki selain orangtua dan keluarga. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini.
9. Teman seperjuangan Muhammad Reza Pratama BN, S.Si. sebagai teman satu pembimbing yang sering memberi nasihat dan penghibur diwaktu sedih. Maafkan selama ini jika ada perbuatan yang jelek didalam diri saya atau yang kurang disukai apalagi penulis suka berantem dengan dirinya. Semoga dipercepat kesuksesan diantara kita berdua.
10. Teman-teman Markas Besar Kimia Organik (Mabes KO) M. Reza pratama, S.Si (gayja), Dede Syainudin, S.Si (syain a.k.a dewa a.k.a lord), Ade Gelby, S.Si (homo), Muhammad Hariyanto Saputra, S.Si (Tok a.k.a. storyteller

man), Ferri, S.Si (feyyi), Achmad Fachmi Giansyah, S.Si (bulu a.k.a. yeti), Rizky Anugrah, S.Si (buduk a.k.a. jorena a.k.a. jumi), Muhammad Iqbal, S.Si (wolverine), Hardi Cahyadi, S.Si (susu) dan Fikri Akbar, S.Si (bella). Terima kasih di akhir kuliah kalian ada dalam menghibur dan menghidupkan Lab KO disaat penelitian

11. Junior 2016 (Lius Aprianto, Ani Sarah Mahanisa, Fiore Candella, Chika Valenta Fazdaniar, Revo Tanjung, Muhammad Vellano Valenswa, Patrick). Welcome to organic chemistry. Semoga dipermudah dan cintailah Kimia Organik karena semua yang baik berasal dari alam. Semangat kalian dalam menjalankan penelitian, tugas akhir, seminar maupun sidang.
12. Junior 2017 (Fella Gunanda, Aknes Citra Pertiwi, Putri Tamara Hidayati, Redo Ardiansyah) penulis berharap kalian masuk Kimia Organik.
13. Junior 2018 semoga kalian betah di jurusan kimia, jangan pindah-pindah lagi ya, menurunkan akreditasi jurusan. Semangat belajarnya perjalanan masih panjang
14. terkhusus Irene Octavia (Irene Adler) rajin-rajinlah belajar, jangan males, potensi kamu tuh ada, dikembangkan, tetap jadi adek angkat kakak. Berprestasilah mulai dari sekarang dan jangan lupa tekuni bidang kimia yang kamu suka yaitu kimia organik. Semangat Ganbatte Kudasai!!
15. Mbak Novi dan kak Iin yang membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
16. Sahabat dari SMA Aris Nopriadi dan Okta riansyah, survive dikehidupan dunia dan di akhirat, jangan melupakan satu sama lain. Jangan putus kontak dan saling mengabarkan kabar kalian.
17. Teman Seperjuangan Genpi jurusan Kedokteran (dr. Uswatun Hasanah, dr. Chandra, Mas Adri Tato, Sartika, S.Si, mentor-mentor Genpi angkatan 2014/2015) semangat berjuang, walaupun penulis tidak jadi dokter tapi inshaAllah akan membantu dalam bidang kedokteran dan medisinal.
18. Beasiswa BCA Finance dari perusahaan perbankan swasta BCA, terima kasih telah membantu biaya hidup dari penulis dalam manjalan perkuliahan
19. Teman-teman seperjuangan Retno Bastari S.Si, Mutiara, S.Si, Karmila Sari, S.Si, Devi Yulianti, S.Si, Devie Maudy Savitri, S.Si, Pemi Susiska, S.Si, dan

angkatan Kimia 15 semoga kita dapat bertemu dalam reuni dan semoga tidak lupa satu sama lain.

20. Terkhusus Kak Ariyanti Saputri, S.Si, terima kasih atas waktu dan saran serta pendengar yang baik dan juga termasuk panutan penulis dalam membulatkan tekat memilih tugas akhir spesialis kimia organik, terima kasih juga kepada kak Ulfa Nadia , S.Si, kak Faisal Mansyur, S.Si dan kak Winda Haryati, S.Si selaku pendahulu tugas akhir dengan dosen pembimbing yang sama yang banyak berkontribusi dalam membantu penyelesaian tugas akhir.
21. Teman satu apartemen UNSRI Jemi Alfi, S.Pi, Hidayatullah, S.T, Robi Martin, S.Si dan Aditya Bagaskara, S.P. Terimakasih atas bantuannya dalam mengerjakan skripsi penelitian
22. Semua orang yang telah membantu perkuliahan yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas dedikasi dan bantuan kalian semoga menjadi amal ibadah bagi kalian yang ikhlas dan niat membantu.

Demikian skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini jauh dari kata sempurna, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Wassalamu,alaikum wr. wb.

Indralaya, 23 Mei 2019

Penulis

## SUMMARY

### THE ISOLATION OF PHLOROGLUCINOL DERIVATIVE COMPOUND FROM ETHYL ACETATE KARAMUNTING FRUIT (*Rhodomyrtus tomentosa*) AND TEST FOR THE INHIBITION ACTIVITY OF $\alpha$ -GLUCOSIDASE ENZYME

Daniel Alfarado : guided by Dr. Ferlinahayati, M.Si. And Dr. Eliza, M.Si.

Chemistry, faculty of mathematics and natural sciences, Sriwijaya University

Xix + 76 pages, 29 figures, 8 tables, 7 attachments

Diabetic mellitus (DM) is a disease with hyperglycemia condition. One of the DM treatment is to inhibit the  $\alpha$ -glucosidase enzyme activity. Some of plant have been reported as inhibitor of  $\alpha$ -glucosidase enzyme. Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) has been reported to have a variety of activities such as antioxidant, antibacterial, anticancer and antiinflamatory, however there is no report about the ability karamunting to inhibit the  $\alpha$ -glucosidase enzyme activity. According to that the research was conducted to isolate the chemical compound and determine the ability of Karamunting plant as well as the isolate compound to inhibit the activity of  $\alpha$ -glucosidase enzyme from extract, fraction and product of isolation. The extraction process was done by maceration using methanol, and then continued with liquid-liquid fractionation using *n*-hexane, ethyl acetate and *n*-butanol. Separation and purification of ethyl acetate fraction was conducted by vacuum liquid chromatography and radial chromatography. The isolate compound was a brownish white solid (19 mg) which decomposes at 85°C. Based on spectrum analysis UV, IR, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, HSQC, HMBC and the comparison with the literature, it was concluded the isolated compound is phloroglucinol derivative namely isovaleroyl phloroglucinol. The IC<sub>50</sub> of  $\alpha$ -glucosidase enzyme activities from methanol extract, ethyl acetate fraction, *n*-butanol fraction and the isolate compound are 13,7; 9,04; 13,82; and 51,81 ppm respectively. Those extract and fractions have inhibition ability stronger than the reference inhibitor, acarbose (IC<sub>50</sub> 75,25 ppm). *n*-hexane fraction with IC<sub>50</sub> value 727,96 ppm give weaker inhibition for  $\alpha$ -glucosidase enzyme than acarbose. From this research, we can conclude that karamunting plant have an ability to inhibit the enzyme  $\alpha$ -glucosidase activity.

**Keyword:** *Rhodomyrtus tomentosa*, phloroglucinol derivative compound, isovaleroyl phloroglucinol,  $\alpha$ -glukosidase enzymes

Citations : 62 (1930 - 2018)

## RINGKASAN

### ISOLASI SENYAWA TURUNAN FLOROGLUSINOL DARI FRAKSI ETIL ASETAT BUAH KARAMUNTING (*Rhodomyrtus tomentosa*) DAN UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ENZIM $\alpha$ -GLUKOSIDASE

Daniel Alfarado : dibimbing oleh Dr. Ferlinahayati, M.Si dan Dr. Eliza, M.Si

Kimia, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, Universitas Sriwijaya

xix + 76 halaman, 29 gambar, 8 tabel, 7 lampiran

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit dengan kondisi hiperglikemia. Salah satu pengobatan penyakit ini bertujuan untuk menghambat kerja enzim  $\alpha$ -glukosidase. Beberapa tanaman telah dilaporkan dapat menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase. Tumbuhan karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) merupakan salah satu tanaman yang dilaporkan memiliki beragam aktivitas diantaranya sebagai antioksidan, antibakteri, antikanker, dan antiinflamasi, namun belum ada laporan karamunting menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan isolasi senyawa dan penentuan penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase terhadap ekstrak, fraksi dan senyawa hasil isolasi. Proses ekstraksi dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut metanol, lalu dilanjutkan dengan fraksinasi cair-cair menggunakan pelarut *n*-heksana, etil asetat dan *n*-butanol. Pemisahan dan pemurnian senyawa dilakukan terhadap fraksi etil asetat dengan menggunakan kromatografi cair vakum dan kromatografi radial. Senyawa hasil isolasi diperoleh berupa padatan putih kecokelatan (19 mg) dimana terdekomposisi pada 85°C. Berdasarkan analisa data spectrum UV, IR, <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, HSQC, HMBC dan perbandingan dengan data literatur, disimpulkan senyawa hasil isolasi adalah senyawa turunan floroglusinol yaitu isovaleroil floroglusinol. Uji penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase terhadap ekstrak metanol, fraksi etil asetat, fraksi *n*-butanol, dan senyawa hasil isolasi memberikan nilai IC<sub>50</sub> berturut-turut 13,37; 9,04; 13,82; dan 51,81 ppm. Kemampuan penghambatan tersebut lebih kuat dibandingkan dengan senyawa pembanding, akarbosa (IC<sub>50</sub> 75,25 ppm). Fraksi *n*-heksana dengan nilai IC<sub>50</sub> 727,96 ppm memberikan penghambatan yang lemah terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase dibandingkan dengan akarbosa. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa tanaman karamunting mempunyai kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase.

**Kata kunci:** *Rhodomyrtus tomentosa*, turunan floroglusinol, isovaleroil floroglusinol, enzim  $\alpha$ -glukosidase.

Kepustakaan : 62 (1930 - 2018)

## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
SUMMARY .....	xi
RINGKASAN .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Deskripsi Tumbuhan Karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) ..	4
2.2 Manfaat Tumbuhan Karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) ....	5
2.3 Kandungan Kimia Tumbuhan Karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> )	
2.3.1. Senyawa kelompok poliketida dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	6
2.3.2. Senyawa kelompok flavonoid dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	9
2.3.3. Senyawa kelompok fenil-propanoid dan asam galat dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ).....	13

2.3.4. Senyawa kelompok stilbene dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	15
2.3.5. Senyawa kelompok terpenoid dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	16
2.3.6. Senyawa kelompok steroid dari karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	18
2.4 Bioaktivitas Tumbuhan Karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ).....	19
<b>2.5 Identifikasi Senyawa Hasil Isolasi</b>	
2.5.1 Spektroskopi UV-Vis .....	20
2.5.2 Spektroskopi Inframerah.....	21
2.5.3 Spektroskopi $^1\text{H-NMR}$ .....	22
2.5.4 Spektroskopi $^{13}\text{C-NMR}$ .....	23
2.6. Penyakit diabetes mellitus dan senyawa aktif sebagai obat antidiabetes .....	24
2.7 Uji penghambatan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan tempat penelitian .....	28
3.2 Alat dan bahan	
3.2.1 Alat.....	28
3.2.2 Bahan .....	28
3.3 Prosedur penelitian	
3.3.1 Persiapan sampel.....	29
3.3.2 Ekstraksi senyawa metabolit sekunder .....	29
3.3.3 Pemisahan dan pemurnian senyawa metabolit sekunder .....	29
3.3.4 Uji kemurnian senyawa hasil isolasi.....	30
3.3.5 Penentuan struktur senyawa hasil isolasi .....	30
3.3.6 Penyiapan larutan uji penghambatan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase.....	30
3.3.6.1. Penyiapan dapar fosfat.....	31
3.3.6.2. Pembuatan larutan bovin serum albumin (BSA) .....	31
3.3.6.3. Pembuatan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 0.2 M .	31

3.3.6.4. Pembuatan larutan substrat p-nitrophenil- $\alpha$ -D-glukopiranosida (pNPG) 10 mM .....	31
3.3.6.5. Pembuatan larutan enzim $\alpha$ -glukosidase 0.05 U/mL.....	31
3.3.6.7. Pembuatan larutan uji ekstrak dan senyawa hasil isolasi.....	31
3.3.6.8. Pembuatan larutan standar akarbosa.....	32
3.3.7. Uji aktivitas penghambatan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase	
3.3.7.1. Pengujian blanko .....	32
3.3.7.2. Pengujian kontrol blanko .....	32
3.3.7.3. Pengujian senyawa uji dan standar akarbose ....	33
3.3.7.4. Pengujian kontrol senyawa uji dan standar akarbose.....	33
3.3.7.5. Perhitungan nilai IC <sub>50</sub> .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Ekstraksi dan Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder dari buah karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ).....	35
4.2. Uji Kemurnian Senyawa Hasil Isolasi .....	42
4.3. Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Isolasi dengan Spektrum UV, IR dan NMR.....	43
4.4. Uji Penghambatan Aktivitas Enzim $\alpha$ -glukosidase dari ekstrak, fraksi serta senyawa murni. .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	55
5.2. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	56
<b>LAMPIRAN .....</b>	61

## DAFTAR GAMBAR

	<u>halaman</u>
Gambar 1. Buah karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	4
Gambar 2. Beberapa kerangka senyawa poliketida.....	6
Gambar 3. Kerangka kelompok flavonoid utama.....	9
Gambar 4. Kerangka dasar Fenil Propanoid.....	13
Gambar 5. Perbedaan biosintesis senyawa golongan calkon dan stilbene ...	15
Gambar 6. Isoprene dan 2 senyawa dasar pembentuk terpenoid.....	16
Gambar 7. Beberapa kerangka triterpenoid .....	17
Gambar 8. Kerangka dasar senyawa Steroid dan penomorannya.....	18
Gambar 9. Hubungan antara energi dan transisi elektron.....	21
Gambar 10. Pergeseran kimia atom C pada C-NMR secara umum .....	24
Gambar 11. Struktur molekul senyawa akarbose .....	25
Gambar 12. Reaksi Enzimatis $\alpha$ -glukosidase dan pNPG .....	26
Gambar 13. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi etil asetat (a) di bawah lampu UV $\lambda$ 254 nm, (b) setelah disemprot pereaksi serum sulfat.....	37
Gambar 14. Kromatogram KLT hasil pemisahan fraksi C dengan kromatografi radial (a) di bawah lampu UV $\lambda$ 254 nm, (b) setelah disemprot pereaksi serum sulfat .....	38
Gambar 15. Kromatogram KLT hasil pemisahan fraksi C dengan pencucian menggunakan pelarut n-heksana serta KLT C5 (a) di bawah lampu UV $\lambda$ 254 nm, (b) setelah disemprot pereaksi serum sulfat.....	39
Gambar 16. Kromatogram KLT hasil pemisahan fraksi C4Fg dengan kromatografi radial (a) di bawah lampu UV $\lambda$ 254 nm, (b) setelah disemprot pereaksi serum sulfat .....	40
Gambar 17. Kromatogram KLT hasil pemisahan fraksi C4Fg-d dengan kromatografi radial (a) di bawah lampu UV $\lambda$ 254 nm, (b) setelah disemprot pereaksi serum sulfat .....	41
Gambar 18. Senyawa hasil isolasi dari fraksi etil asetat buah karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) .....	42
Gambar 19. Kromatogram KLT senyawa hasil isolasi menggunakan berbagai variasi eluen (a) n-heksana : aseton (8:2), (b) kloroform : aseton (5:5) dan (c) n-heksana : etil asetat (55:45) dibawah lampu UV $\lambda$ 254 nm dan setelah disemprot pereaksi serum sulfat.....	43

Gambar 20. Spektrum UV senyawa hasil isolasi (a) dengan metanol dan (b) dengan penambahan pereaksi geser NaOH. ....	44
Gambar 21. Spektrum IR senyawa hasil isolasi .....	45
Gambar 22. Spektrum $^1\text{H-NMR}$ senyawa hasil isolasi (500 MHz, aseton- $d_6$ )	46
Gambar 23. Spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa hasil isolasi (500 MHz, aseton- $d_6$ )	47
Gambar 24. Spektrum HSQC senyawa hasil isolasi daerah alifatik.....	48
Gambar 25. Struktur senyawa hasil isolasi.....	49
Gambar 26. Spektrum HMBC senyawa hasil isolasi.....	50
Gambar 27. Korelasi proton dengan karbon spectrum HMBC pada senyawa hasil isolasi.....	50
Gambar 28. Kurva penghambatan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase terhadap akarbosa, ekstrak metanol, fraksi <i>n</i> -heksana, fraksi etil asetat, fraksi <i>n</i> -butanol, dan senyawa hasil isolasi.....	52
Gambar 29. Struktur kimia dari beberapa florotanin yang menghambat aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase (Lee <i>et al.</i> , 2009) .....	54

## DAFTAR TABEL

	<u>halaman</u>
Tabel 1. Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan .....	22
Tabel 2. Pergeseran kimia beberapa proton secara umum (Dachriyanus,2004).....	23
Tabel 3. Pengabungan eluat hasil pemisahan terhadap fraksi etil asetat buah karamunting ( <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ) menggunakan KCV ...	36
Tabel 4. Pengabungan eluat hasil pemisahan terhadap fraksi C menggunakan kromatografi radial .....	38
Tabel 5. Pengabungan eluat hasil pemisahan terhadap C4g menggunakan Kromatografi radial.....	40
Tabel 6. Pengabungan eluat hasil pemisahan terhadap C4Fg menggunakan Kromatografi radial.....	41
Tabel 7. Data spektrum $^1\text{H-NMR}$ , $^{13}\text{C-NMR}$ , HMQC, dan HMBC senyawa hasil isolasi.....	49
Tabel 8. Data spektrum $^1\text{H-NMR}$ senyawa hasil isolasi dengan senyawa pembanding* .....	51

## **DAFTAR LAMPIRAN**

halaman

Lampiran 1. Skema ekstraksi serbuk kering buah karamunting <i>(Rhodomyrtus tomentosa)</i> .....	60
Lampiran 2. Skema pemisahan ekstrak metanol buah karamunting <i>(Rhodomyrtus tomentosa)</i> dengan ekstraksi pelarut cair-cair....	61
Lampiran 3. Skema isolasi dan pemurnian senyawa dari fraksi etil asetat buah karamunting <i>(Rhodomyrtus tomentosa)</i> .....	62
Lampiran 4. Perhitungan persentase senyawa hasil isolasi .....	63
Lampiran 5. Spektrum NMR senyawa hasil isolasi dari fraksi etil asetat buah karamunting <i>(Rhodomyrtus tomentosa)</i> .....	64
Lampiran 6. Skema uji penghambatan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase .....	66
Lampiran 7. Data triplo hasil uji penghambatan enzim $\alpha$ -glukosidase beserta nilai IC <sub>50</sub> .....	68

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus (DM) adalah penyakit endokrin yang paling umum di seluruh dunia. Sekitar 173 juta orang menderita diabetes mellitus (Funke and Melzig, 2006). Pada tahun 2005, Indonesia adalah peringkat jumlah orang terbesar keempat dengan diabetes mellitus, setelah India, Cina, dan Amerika Serikat, yaitu sekitar 8,4 jutaan orang (Wild *et al.*, 2014). Diabetes mellitus terdiri dari beberapa tipe, DM tipe 1 adalah penyakit diabetes yang bergantung dengan hormone insulin sedangkan DM tipe 2 adalah penyakit diabetes yang tidak bergantung dengan hormone insulin. Jenis DM tipe 2 ini lebih umum, mencapai 90-95% populasi dengan diabetes mellitus (Depkes RI, 2008). DM tipe 2 berkaitan dengan faktor pola makan yang tidak sehat, obesitas, dan kurangnya olahraga. Pada DM tipe 2, penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase berfungsi untuk menunda penyerapan glukosa (Kim *et al.*, 2008) sehingga dapat dilakukan terapi untuk pengidap penyakit diabetes dengan menghambat kerja enzim yang menghidrolisis karbohidrat, seperti enzim  $\alpha$ -glukosidase pada organ pencernaan.

Penggunaan obat-obatan yang dilakukan untuk menghambat aktivitas  $\alpha$ -glukosidase adalah akarbosa. Akarbosa mempunyai efek samping yang merugikan yaitu dapat sakit kepala, vertigo, diare, perut kembung, nyeri dan hepatitis serta kerusakan ginjal (Taketomo, 2003) serta jika dikonsumsi jangka panjang akan menyebabkan penyakit gagal ginjal. Beberapa obat telah dikembangkan dalam aktivitas penghambatan enzim ini. Salah satunya penelitian obat penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase menggunakan senyawa isolasi dari berbagai tanaman. Sumber daya alam memberikan potensi yang sangat besar dan sangat terdiversifikasi sebagai bank kimia dimana kita dapat mengeksplorasi potensi agen-agen senyawa yang ditargetkan mempunyai bioaktivitas yang beragam (Lam *et al.*, 2008).

Senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan sangat bermanfaat bagi manusia diantaranya untuk obat-obatan, industri makanan dan agrokimia (Bidlack, 2000). Salah

satu dari sekian banyak tumbuhan yang digunakan sebagai obat tradisional diabetes adalah tumbuhan karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*). Tumbuhan ini berasal dari keluarga *Myrtaceae* dan berkembang secara liar di banyak negara seperti China, Taiwan, Filipina, Thailand, Malaysia, Vietnam dan Indonesia. Semua bagian tumbuhan ini mulai dari daun, akar, tunas, dan buah telah digunakan dalam obat tradisional misalnya untuk mengobati kolitis, diare, disentri, abses dan pendarahan (Jeong *et al.*, 2013).

Tumbuhan karamunting dilaporkan mempunyai kandungan metabolit sekunder yang beragam seperti flavonoid, poliketida dan terpenoid (Sinata dan Arifin, 2006). Senyawa flavonoid yang telah diisolasi dari tumbuhan karamunting yaitu kombretol dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba (Dachriyanus dkk, 2004). Senyawa flavonoid lainnya yaitu kaempferol, kuersetin, mirisetin, dihidromirisetin vitexin dan kuersetin 7,4'-diglukosida dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan (Wu *et al.*, 2015). Senyawa lain yaitu golongan poliketida juga berhasil diisolasi dari tumbuhan ini yakni rhodomyrtol dan memiliki aktivitas antibakteri tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positifnya Vancomycin (Saising and Voravuthikunchai, 2012). Senyawa kelompok meroterpenoid dari karamunting yaitu senyawa tomentosenol dan hasil semi sintesisnya yaitu 4-S-focicolidione dan 4-R-focifolidione mempunyai aktivitas antitumor kategori sedang terhadap beberapa sel kanker.

Berdasarkan studi literatur tersebut yang melaporkan keanekaragaman kandungan senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan karamunting dan bioaktivitasnya namun penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase belum banyak dilaporkan pada tanaman karamunting, bahkan untuk buah karamunting belum pernah ada penelitian tentang penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase. Hasibuan *et al.* (2015) melaporkan bahwa fraksi air daun karamunting dapat menurunkan kadar gula dari mencit yang telah diinduksi dengan alloksan dengan konsentrasi terbaik penurunan kadar gula adalah pada konsentrasi ekstrak 10 ppm sehingga daun karamunting berpotensi sebagai antidiabetes. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan dilakukan isolasi senyawa metabolit sekunder dari buah karamunting, dan dilakukan

uji antidiabetes secara *in vitro* menggunakan metode penghambatan kerja enzim  $\alpha$ -glukosidase dari ekstrak, fraksi dan senyawa hasil isolasi dari buah karamunting.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ekstrak metanol, fraksi *n*-heksana, fraksi etil asetat serta fraksi *n*-butanol dari buah karamunting mempunyai penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase?
2. Senyawa metabolit sekunder apa yang berhasil diisolasi pada buah karamunting pada penelitian ini dan apakah senyawa hasil isolasi tersebut mempunyai penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Melakukan uji aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase secara *in vitro* terhadap ekstrak metanol, fraksi *n*-heksana, fraksi etil asetat serta fraksi *n*-butanol buah karamunting.
2. Mengisolasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam buah karamunting serta mengidentifikasi struktur molekul senyawa hasil isolasi menggunakan spektroskopi UV, IR dan NMR dan data NMR pembanding.
3. Melakukan uji penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase secara *in vitro* terhadap senyawa hasil isolasi dari buah karamunting.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi mengenai aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase yang terdapat dalam buah karamunting guna mengembangkan potensi buah karamunting sebagai kandidat obat antidiabetes pada penderita DM tipe 2

## DAFTAR PUSTAKA

- Asadhawut, H. & Wilawan, M. 2008. New acylphloroglucinols from the leaves of *Rhodomyrtus tomentosa*. *Tetrahedron*. 64: 11193-11197.
- Bailey, L. H. (1930). *The Standart Cyclopedia of Horticulturae*, Vol. III. New York: The Macmillan Company.
- Bharatam, K., Bharatham, N., Park, K. H., and Lee, K.W. 2008. Binding mode analyses and pharmacophore model development for sulfonamide chalcone derivative, a new class of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors. *J Mol Graph.* 26: 1202-1212.
- Bidlack, W. 2000. *Phytochemicals as Bioactive Agents*. Lancaster, PA, Technomic Publishers.
- Bischoff, H. 1994. Pharmacology of  $\alpha$ -glucosidase Inhibition. *Eur J. Clinic Invest.* 24(1): 1-3.
- Brand-William, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of Free Radical Method to Evaluated Antioxidant Activity. *LWT-Food Sci Tech.* 28(1): 25-30.
- Burkill, I. H. (1966). *A Dictionary of Economic Product of The Malay Peninsula, Vol. II*. Kuala Lumpur: Government of Malaysia and Singapore by The Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Choudary, M.I., Kaleem, W.A. and Atta-ur-Rahman. 2011. Cyclopeptide alkaloids of *Ziziphus oxyphylla* Edgw as novel inhibitors of  $\alpha$ -glucosidase enzyme and protein glycation. *Phytochemistry Letter*. 4(2011): 404-406.
- Churia, R. 2017. Uji Efek Penghambatan Aktivitas Enzim  $\alpha$ -glukosidase dan Penentuan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Tumbuhan Petai (*Parkia speciose* hassk.). *Skripsi*. Farmasi: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Cui, C., Zhang, S. M., You, L. J., Ren, J. Y., Luo, W., and Chen, W. F. 2013. Antioxidant capacity of anthocyanins from *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) and identification of the major anthocyanins. *Food Chemistry*. 139: 1–8.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Andalas.
- Dachriyanus., Fahmi, R., Sargent, Melvyn V., Skelton, Brian W., and White, Allan H. 2004. 5-Hydroxy-3,3',4',5',7-pentamethoxyflavone (combretol). *Acta Cryst*, E, 60: 86-88.

- Darwis. 2000. Teknik Dasar Laboratorium dalam Penelitian Senyawa Bahan Alam Hayati. Padang: Universitas Andalas.
- Depkes RI. 2008. *Obat Farmasi Untuk Diabetes Mellitus*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Indonesia.
- Dewick, P. M. 2003. *Medicinal Natural Product A Biosynthetic Approach*. England: Jhon Willey and Sons.
- Dipiro, J. T., Talbert, R. L., Yee, G. C., Matzke, G. R., Wells, B. G., and Posey, L. M. 2008. *Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach 7<sup>th</sup> ed.* New York: Mc. Graw Hill.
- Elya, B., Basah, K., Mun'im, A., Yuliastuti, W., Bangun, A., and Septiana, E.K. 2012. Screening of  $\alpha$ -Glucosidase Inhibitory Activity from Some Plants of Apocynaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, and Rubiaceae. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2012: 1-6.
- Febrianti. 2012. Uji Aktivitas Antidiabetes dengan Metode Penghambatan Aktivitas Enzim  $\alpha$ -glukosidase dari Kulit Batang Kayu Tuah (Antidesma celebicum Miq.) dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Teraktif. Skripsi. FMIPA Farmasi Universitas Indonesia.
- Finder, A.R. 1960. *The Chemistry of Terpenes*. London: Chapman and Hall.
- Fung, S. Y., Brussee, J., Hoeven, r. A. M. V., Niessen, W. M. A., Scheffer, J. J. C., and Robert, V. 1994. Analysis of Proposed Aromatic Precursors of Hop Bitter Acids. *Journals of Natural Product*. 57(4): 452-459.
- Funke, I. and Melzig, M.F. 2006. Traditionally used plants in diabetes therapy phytotherapeutics as inhibitors of  $\alpha$ -amylase activity. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 16(1): 1–5.
- Guo, L.P., Jiang, T.F. and Wang, Y.H. 2010. Screening Alpha-glucosidase inhibitors from Traditional Chinese Drugs by Capillary Electrophoresis with Electrophoretically mediated Microanalysis. *J Pharm Biomed Analysis*. 53: 1250-1253.
- Hasibuan, R., Ilyas, S. and Hanum, S. 2015. Effect of leaf extract Haramonting (*Rhodomyrtus tomentosa*) to lower blood sugar levels in mice induced by alloxan. *International Journal of PharmTech Research*. 8(6): 284-291.
- Herbarium Bogoriense. 2017. *Plant of Myrtaceae Family*. Lembaga Institut Pendidikan Indonesia Biologi Cibinong: Bogor.
- Hiranrat, A., Chitbankluoi, W., Mahabusarakam, W., Limsuwan, S., and Voravuthikunchai, S.P. 2012. A New Flavellagic Acid Derivative and Phloroglucinol from *Rhodomyrtus tomentosa*. *Natural Product Research*, 26(20): 1904-1909.

- Hiranrat, W., Hiranrat, A. and Mahabusarakam, W. 2017. Rhodomyrtosones G and H, minor phloroglucinols from the leaves of *Rhodomyrtus tomentosa*. *Phytochemistry Letters*. 21(2017) 25–28.
- Hui, W.H., Li, M.M. and Luk, K. 1975. Triterpenoids and steroids from *Rhodomyrtus tomentosa*. *Phytochemistry*. 14(3):833-4.
- Iswari, S.R. dan Yuniastuti, A. 2006. *Biokimia*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Jeong, D., Yang, W.S., Yang, Y., Nam, G., Kim, J.H., Yoon, D.H., Noh, H.J., Lee, S., Kimi, T.W., Sung, Gi-Ho., and Cho, J.Y. (2013). In vitro and in vivo Anti-inflammatory Effect of *Rhodomyrtus tomentosa* Methanol Extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 146: 205–213.
- Khoirunnisah. 2016. Isolasi Senyawa Turunan Leptospermon dari Ekstrak Metanol Buah Karamunting (*Rhodomyrtus Tomentosa*) dan Uji Sitotoksik Terhadap Sel Murin Leukemia P-388. *Skripsi*. Kimia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Kim, K.Y., Nam, K.A., Kurihara, H., and Kim, S.M. 2008. Potent  $\alpha$ -glucosidase inhibitors purified from the red alga *Grateloupea elliptica*. *Phytochemistry*. 69(16): 2820–2825.
- Krisyanella, Dachriyanus dan Marlina. 2014. Karakterisasi Simplisia Dan Ekstrak Serta Isolasi Senyawa Aktif Antibakteri Dari Daun Karamunting (*Rhodomyrtus Tomentosa* ( W.Ait ) Hassk ). *Artikel Indonesia*. 1: 1-17.
- Kurnianti, S. 2016. Isolasi Senyawa Asilfloroglusinol dari Daun Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) dan uji sitotoksik dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethallity Test*). *Skripsi*. FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya.
- Laddha, G. S. and Gagaleesan, T. E. 1976. *Transfort Phenomena in Liquid Extraction*. New Dehli: Tata Mc-Graw Hill Publishing Co. Ltd.
- Lai, T.N.H., Herent, Marie-F., Quetin-Leclercq, J., Nguyen, T.B.T., Rogez, H., Larondelle, Y., and M. Andre, C. (2013). Piceatannol, a Potent Bioactive Stilbene, as Major Phenolic Component in *Rhodomyrtus tomentosa*. *Food Chemistry*, 138: 1421-1430.
- Lam, S.H., Chen, J.M., Kang, C.J., Chen, C.H., and Lee, S.S. 2008.  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from the seeds of *Syagrus romanzoffiana*. *Phytochemistry*. 69(5): 1173–1178.
- Lee, S., Yong-Li, Karadeniz, F., Kim, M., and Kim, S. 2009.  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -Amylase Inhibitory Activities Of Phloroglucinal Derivatives From Adible Marine Brown Alga, *Ecklonia cava*. *J Sci Food Agric*. 8: 1552-1558.
- Limsuwan, S., N. Trip, E., M, Kouwen, T R.H.M., Piersma, S., Hiranrat, A., Mahabusarakam, W., Voravuthikunchai, S.P., Maarten van ij1, J., and Kayser, O. (2009). Rhodomyrtone: A New Candidate as Natural

- Antibacterial Drug from *Rhodomyrtus tomentosa*. *Phytomedicine*, 16: 645-651.
- Limsuwan, S., Kayser, O., and Voravuthikunchai, S.P. (2012). Antibacterial Activity of *Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk. Leaf Extract Against Clinical Isolates of *Streptococcus pyogenes*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, (697183).
- Liu, H., Zhang, W., Xu, Z., Chen, Y., Tan, H., and Qiu, S. 2016. Isolation, synthesis, and biological activity of tomentosenol A from the leaves of *Rhodomyrtus tomentosa*. *RSC Adv.* 6(2016): 25882–25886.
- Mannito, P. 1982. *Biosynthetis of Natural Product*. Brisbane: Ellis Horwood Limited.
- Maskam, M. F., Mohamad, J., Abdullah, M. A., Afzan, A. and Isa Wasiman. 2014. Antioxidant Activity of *Rhodomyrtus tomentosa* (Kemunting) Fruits and Its Effect on Lipid Profile in Induced-cholesterol New Zealand White Rabbits. *Sains Malaysiana*. 43(11): 1673-1684.
- Matsumoto, K., Takemata, K., Takeyama, K., Abesundara, K.J., Matsui, T., and Katayama, H. 2002. A Novel Method for The Assay of Alpha-Glucosidase Inhibitory Activity Using Multi-channel Oxygen Sensor. *Anal Sci.* 18(2): 1315-1319.
- Pavia, D. L., Lampman, G. and Kriz, G. 2015. *Intoduction to Spectroscopy, Fifth Edition*. United State of America: Brooks Cole.
- Pretch,E., Buhlmann, P. and Affolter, C. 2000. *Structure Determination of Organic Compounds*. German: Springer.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder*. Yogyakarta: Deppublish.
- Saising, J. and Voravuthikunchai, S. P. 2012. Anti Propionibacterium Acnes Activity of Rhodomyrtone, an Effective Compound from *Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk. Leaves. *Anaerobe*. 8(2012): 400-404.
- Sinata, N. dan Arifin, H.2016. Antidiabetes dari Fraksi Air Daun Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Mencit Diabetes. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*. 3(1): 72-78.
- Saputri, Ariyanti. 2018. Isolasi Senyawa Flavonoid dari Fraksi Etil Asetat Daun *Ludwigia leptocarpa* dan Uji Sitotoksik Terhadap Sel Murin Leukemia P-388. *Skripsi*. FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya.
- Sitorus, M. 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Smeltzer, R. 2001. Buku Ajar Keperawatan Medikal bedah Brunner dan Suddart Edisi ke-8 terjemahan Kuncara: Jakarta: EGC.

- Sugiwati, S. 2005. Aktivitas Antihiperglikemik dari Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocapta* (Scheff) Boerl.) sebagai Inhibitor  $\alpha$ -glukosidase *in vitro* dan *in vivo* pada Tikus Putih. *Tesis*. FMIPA Institut pertanian Bogor.
- Sulistyani, Mega, S. and Sari, Y. P. 2016. Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase activity by ethanolic extract of *Melia azedarach* L. leaves. IOP. Conf. Series Earth and Environmental Science. 31(2016): 1-6.
- Supratman, U. (2010). *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*. Bandung: Widya Padjajaran.
- Taketomo. 2003. *Pediatric dosage Handbook 9<sup>th</sup> Edition*. American: American Pharmaceutical Association.
- Thomson, R. H. 1986. *The Chemistry of Natural Product*. Brisbane: Ellis Horwood Limited.
- Tjay dan Raharja, T. 2007. Obat-obat Penting, Khasiat Penggunaan dan Efek-efek Sampingnya Edisi ke-6. Jakarta: Pt. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia.
- Tung, N.H., Ding, Y., Choi, E.M., Van Kiem, P., Van Minh, C., and Kim, Y.H. 2009. New anthracene glycosides from *Rhodomyrtus tomentosa* stimulate osteoblastic differentiation of MC3T3-E1 cells. *Arch Pharm Res*. 32(4):515-20.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., and King, H. 2004. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 27(5): 1047–1053.
- Wu, P., Ma, G., Li, N., Deng, Q., Yin, Y., and Huang, R. (2015). Investigation of *in vitro* and *in vivo* Antioxidant Activities of Flavonoids Rich Extract from the Berries of *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk. *Food Chemistry*, 173: 194-202.
- Yin, Z., Zhang, W., Feng, F., Zhang, Y., and Kang, W. 2014.  $\alpha$ -Glucosidase Inhibitors Isolated from Medicinal Plants. *Food Science and Human Wellness*. 3(2014): 136-174.
- Zhang, A. J., Rimando, A. M., Mizuno, C. S., dan Mathews, S. T. 2017. Alpha Glucosidase Imhibitory Effect of Resveratrol and Piceatannol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. JNB 7785: 1-26.