

**ISOLASI SENYAWA TURUNAN TRITERPENOID DARI
FRAKSI ETIL ASETAT DAUN TUMBUHAN *Ludwigia peruviana*
DAN UJI PENGHAMBATAN ENZIM α -GLUKOSIDASE**

SKRIPSI

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



Oleh :

REVO TANJUNG FAJARIANSYAH

08031381621063

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

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**ISOLASI SENYAWA TURUNAN TRITERPENOID DARI FRAKSI ETIL
ASETAT DAUN TUMBUHAN *Ludwigia peruviana* DAN UJI
PENGHAMBATAN ENZIM α -GLUKOSIDASE**

SKRIPSI

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

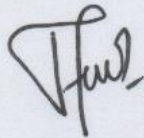
Oleh :

REVO TANJUNG FAJARIANSYAH

08031381621063

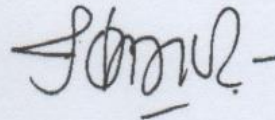
Indralaya, 11 Desember 2020

Pembimbing I



Dr. Ferlinahayati, M.Si
NIP. 197402052000032001

Pembimbing II



Dr. Heni Yohandini, M.Si
NIP. 197011152000122004

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 Triterpenoid Dari Fraksi Etil Asetat Daun Tumbuhan *Ludwigia peruviana* dan Uji Penghambatan Enzim α -glukosidase" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 3 Desember 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 11 Desember 2020

Ketua :

1. Dr. Ferlinahayati, M.Si

NIP. 197402052000032001

Anggota :

2. Dr. Heni Yohandini, M.Si

NIP. 197011152000122004

3. Dr. Eliza, M.Si

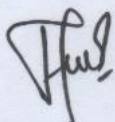
NIP. 196407291991022001

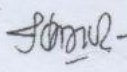
4. Dra. Julinar, M.Si

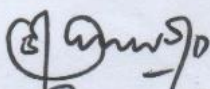
NIP. 196507251993032002

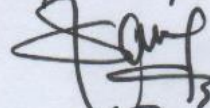
5. Nova Yuliasari, M.Si

NIP. 197307261999032001

()

()

()

()

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Hasanudin, M.Si

NIP. 197205151997021003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Revo Tanjung Fajariansyah
NIM : 08031381621063
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 atau 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, 10 Januari 2021



Penulis,

Revo Tanjung Fajariansyah

NIM. 08031381621063

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama Mahasiswa : Revo Tanjung Fajariansyah
NIM : 08031381621063
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: judul “Isolasi Senyawa Turunan Triterpenoid dari Fraksi Etil Asetat Daun Tumbuhan *Ludwigia peruviana* dan Uji Penghambatan Enzim α -Glukosidase”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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, 10 Januari 2021

Yang menyatakan,



Revo Tanjung Fajariansyah

NIM. 08031381621063

HALAMAN PERSEMBAHAN

Akhir perjuanganku selama melalui tebal dan tipis dalam menempuh ilmu di jenjang sarjana ini saya persembahkan kepada Tuhan yang satu, Allah SWT, nabi Muhammad SAW, untuk semua ilmuwan terkhusus kaum muslim, keluarga saya yang sangat saya cintai dan hormati, Ayah, Ibu, Abel dan Pampun, serta siapapun yang kelak akan membaca karya tulis ini yang telah membuktikan bahwa saya, Revo Tanjung Fajariansyah telah berhasil mengemban gelar sebagai salah satu lulusan sarjana dibidang ilmu pengetahuan alam di Indonesia.

SEMUA MAKHLUK HEBAT DALAM SATU HAL, TAPI TIDAK DALAM SEGALA HAL.

-SPONGEBOB SQUAREPANTS

TIDAK ADA YANG PEDULI PADA NASIB BURUK SELAMA MEREKA MENDAPATKAN KEPUASAN SECARA INSTAN.

-SQUIDWARD TENTACLES

Tapi ingatlah, seindah atau seburuk apapun jalan yang kau tempuh, NIKMATILAH sebab

SUATU SAAT AKAN DATANG HARI DIMANA SEMUA AKAN MENJADI KENANGAN.

-ERZA SCARLET

Seperti hari ini. Iya, hari ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur saya haturkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan limpahan karunia-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan karya tulis ilmiah pertama saya selama kehidupan yang berjudul “Isolasi Senyawa Turunan Triterpenoid dari Fraksi Etil Asetat Daun *Ludwigia peruviana* dan Uji Penghambatan Enzim α -Glukosidase”. Shalawat beserta salam selalu tercurah kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW, semoga kita menjadi pengikutnya hingga akhir zaman, aamiin.

Selama penulisan dan penelitian dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis sangat menyadari banyaknya uluran tangan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar besarnya kepada **Dr. Ferlinahayati, M.Si** (bu fer) selaku pembimbing I yang selalu membimbing penulis, menjadi tempat berdiskusi penulis, menjadi tempat bercerita penulis, penulis sendiri sudah menganggap bu ferlina sebagai orang tua penulis selama masa perkuliahan, walaupun penulis baru bertemu beliau pada saat semester 4, beliau adalah panutan penulis selama menjalani masa perkuliahan yang berat, saya selalu ingin menjadi seperti beliau. Penulis juga berterimakasih sebesar-besarnya kepada **Dr. Heni Yohandini, M.Si** (bu heni) selaku pembimbing II yang sama berjasanya dengan pembimbing I yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, beliau lah yang sangat berjasa dalam mengajarkan ilmu dibidang biokimia kepada penulis dimana penulis memiliki kurang pemahaman dalam bidang ilmu biokimia, bu heni merupakan teman penulis yang sangat sering berdiskusi mengenai biokimia baik saat di dalam kelas maupun diluar kelas.

Selain itu penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ayah saya yang sudah memberi saya kebebasan dalam memilih jalan hidup saya, saya sangat bersyukur memiliki ayah segokil anda.
2. Ibu saya yang sudah mengerti tentang kebiasaan saya yang suka tidur duluan lalu bangun malam untuk mengerjakan skripsi kemudian tidur lagi di pagi hari, saya sangat mencintaimu ibu.
3. Adik-adik saya, abel dan pampun yang sudah mengganggu saya saat siang hari, ya namanya juga anak anak, but karena kalian saya jadi memiliki tujuan hidup, iyaa, untuk menjadi tulang punggung kalian nanti.

4. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku ketua jurusan kimia yang sudah sangat tegas dalam menjalankan protokol kesehatan dimasa pandemi.
5. Bapak Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris jurusan kimia yang sangat santuy terhadap mahasiswa, bapak keren.
6. Ibu Dr. Eliza, M.Si, ibu Dra. Julinar, M.Si dan ibu Nova Yuliasari, M.Si selaku pembahas saya dalam perskripsian yang sudah mengajarkan saya banyak hal tentang perjuangan menuju keberhasilan, para dosen diatas adalah dosen dosen favorit saya ditiap bidang ilmu kimia.
7. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T. selaku *honorable mention* dan dosen laki-laki favorit saya, jika nanti saya menjadi dosen ataupun tenaga pengajar saya akan menjadi seperti beliau.
8. Bapak ibu atau lebih di kenal dengan kak Iin dan mbak Novi selaku admin jurusan yang sangat membantu dalam menyelesaikan berbagai urusan administrasi. Untuk kaki in semoga selalu samawa, dan untuk mbak novi semoga kita bisa bermain dengan kenzi kelak.
9. Brader brader yombah-E Anugrah Bintang Prakoso, Alfisyah Rifqintara, M. Faiz Wafi serta yang spesial Krisna Aji Pangestu yang suka mengajak saya main billiard saat saya mau seminar hasil dan sidang, anda luar binasa brader. Jangan lupa cireng busuk tetap di hati.
10. Tim anak buk etik '16 Fellano Vallenswa dan Patrick Ahad yang telah memberikan waktu-waktu yang berharga sebagai teman satu team, saya pribadi sangan bersyukur memiliki tim seperti mereka, walaupun terkadang mereka sangat menjengkelkan tapi kapabilitas mereka benar benar patut diakui jempol.
11. World Team 16 ku, teman-teman yang selalu berjuang di Land of Dawn bersama, Vellano yang terkenal dengan lancetotnya, Dhoan yang terkenal dengan pro marksman tapi bukan di mid, Fiore yang terkenal dengan Lele-leleannya, Fahmi yang terkenal dengan flameshootnya, ali yang terkenal dengan karrihnya, dan yusri yang terkenal dengan top Odette jejawi. Kalian adalah tim terkuat yang pernah berlayar di lautan. Ingat, oo bikini bottom berikrar padamu akan setia, jujur, dan sebiru lautan, bikini bottom kami menyayangimu.

12. Kaum kaum yang selalu kuliah di kantin enak (Faisal, Amed, Apis, dan segala antek anteknya) yang telah mengajarkan saya pelajaran penting dalam bermain game supaya tidak dikucilkan di masyarakat.
13. Kaum kaum kimia organik terdahulu (Sarah, Fiore, Lius, Chika) yang sering sekali berada dalam satu kelas yang terdiri kurang dari 10 mahasiswa, kita keren guys.
14. Kaum Kelas ganjil yang hobi ngobrol samo aku (Cisna dan Anik) yang sekarang terjangkit virus Mobile Legend, yaa maaf.
15. Tim Voli Mia 6 akhi Kilay, Ibaad, Sagra, Akem, Adam, Hisbah, Engga, kalian tim terbaik yang pernah saya kenali.
16. Brader smp yang masih kontak sampe sekarang (Febry, Ilga, Verry, Anggiat, Galih) hidup tinggal dibawa santuy aee.
17. Brader voli kertapati (Dendi, Arep, Isam) yang sering mbuat aku keno masalah, but okelah, asik.
18. Adek adek ku 18 yang sangat jelas tidak bisa saya sebutkan satu satu karena kalian semua adalah adik adik yang sudah dibimbing dari awal perkuliahan, setelah ini kalian akan mengalami masa masa sulit, semangat!
19. Anak anak buk etik '17 jangan males males kerjoi skripsi, dibawa stress aja. Pasti selesai juga kok.
20. Last But Not Least, untuk orang yang membawa banyak warna kedalam hidupku, banyak cerita kedalam ingatanmu dan banyak rintangan dijalanku, Normah, S.Si yang sedang melanjutkan perjalanannya dalam menuntut ilmu. Menjadi yang paling terakhir tidak selalu buruk bukan, buktinya namamu sangat dekat dengan tanda tanganku dibandingkan yang lainnya. Semangat, selalu semangat, boleh merasa lelah, dan tentunya kamu tau harus kemana saat lelah bukan? Ya kerumah balik. Sekarang aku memang bukan tempat kembali untukmu, mungkin nanti, siapa yang tau.

Demikian, semoga karya saya ini dapat bermanfaat untuk kehidupan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Indralaya, Januari 2021



Penulis

ABSTRAK

ISOLASI SENYAWA TURUNAN TRITERPENOID DARI FRAKSI ETIL ASETAT DAUN TUMBUHAN *Ludwigia peruviana* DAN UJI PENGHAMBATAN ENZIM α -GLUKOSIDASE

Revo Tanjung Fajariansyah: Dibimbing oleh Dr. Ferlinahayati, M.Si dan Dr. Heni Yohandini, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
XVIII + 77 halaman, 33 gambar, 9 tabel, 8 lampiran

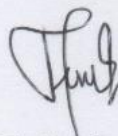
Telah dilakukan isolasi senyawa turunan triterpenoid dari fraksi etil asetat daun tumbuhan *Ludwigia peruviana* dan uji penghambatan enzim α -glukosidase dari ekstrak, fraksi dan senyawa hasil isolasi. Proses isolasi dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut metanol, lalu dilanjutkan dengan partisi cair-cair menggunakan pelarut *n*-heksana dan etil asetat. Pemisahan dan pemurnian terhadap fraksi etil asetat dilakukan dengan menggunakan kromatografi cair vakum dan kromatografi kolom gravitasi. Senyawa hasil isolasi berupa padatan putih seberat 29,8 mg dan terdekomposisi pada suhu 278 °C. Berdasarkan analisa spektrum UV, IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, HSQC, dan HMBC serta data literatur menunjukkan bahwa senyawa hasil isolasi adalah senyawa turunan triterpenoid yaitu 3-O-(*E*)-kumaroilhederagenin. Hasil pengujian penghambatan enzim α -glukosidase oleh ekstrak metanol, fraksi *n*-heksana, fraksi etil asetat dan senyawa hasil isolasi memberikan nilai IC₅₀ berturut-turut 45,07; 448,81; 54,68; dan 154,45 ppm dengan akarbosa (80,77 ppm) sebagai kontrol positif. Jika dibandingkan dengan akarbosa, ekstrak metanol dan fraksi etil asetat memiliki kemampuan yang lebih kuat sebagai penghambat kerja enzim α -glukosidase, sedangkan fraksi *n*-heksana dan senyawa hasil isolasi memiliki kemampuan yang lebih lemah dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase.

Kata kunci : *Ludwigia peruviana*, Triterpenoid, 3-O-(*E*)-kumaroilhederagenin, enzim α -glukosidase.

Kutipan : 61 (1970-2020)

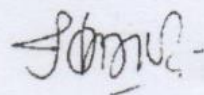
Indralaya, Januari 2021

Pembimbing I



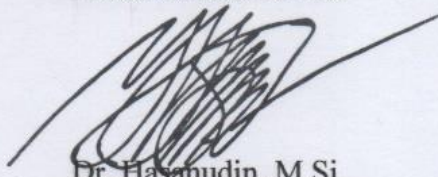
Dr. Ferlinahayati, M.Si
NIP. 197402052000032001

Pembimbing II



Dr. Heni Yohandini, M.Si
NIP. 197011152000122004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197205121997021003

ABSTRACT

ISOLATION OF TRITERPENOID FROM ETHYL ACETATE FRACTION OF *Ludwigia peruviana* LEAVES AND α -GLUKOSIDASE ENZYME INHIBITION TEST

Revo Tanjung Fajariansyah: Advised by Dr. Ferlinahayati, M.Si and Dr. Heni Yohandini, M.Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

XVIII + 77 pages, 33 pictures, 9 tables, 8 attachments

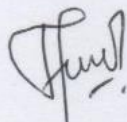
The isolation of triterpenoid from ethyl acetate fraction of *Ludwigia peruviana* leaves and α -glucosidase enzyme inhibition test from extract, fraction and the isolated compound had been conducted. The isolation process was conducted by maceration using methanol as the solvent, then continued with liquid-liquid partition using *n*-hexane and ethyl acetate. Ethyl acetate fraction was separated and purified using vacuum liquid chromatography and gravity column chromatography. The isolated compound was a white solid with 29.8 mg and decomposed at 278 °C. Based on the analysis of UV, IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, HSQC, dan HMBC spectra and compared to the literature data shows that the isolated compound was a derivatives of triterpenoid compound, namely 3-O-(*E*)-coumaroylhederagenin. The α -glucosidase enzyme inhibition test showed that methanol extract, *n*-hexane fraction, ethyl acetate fraction and the isolated compound gave the IC₅₀ values of 45.07, 448.81, 54.68 and 154.45 ppm respectively while acarbose as positive control was 80.77 ppm. When compared to acarbose, methanol extract and ethyl acetate fraction had a stronger ability as an inhibitor of the α -glucosidase enzyme, while *n*-hexane fraction and the isolated compound had a weaker ability to inhibit the activity of the α -glucosidase enzyme.

Keywords : *Ludwigia peruviana*, Triterpenoid, 3-O-(*E*)-coumaroylhederagenin, α -glucosidase enzyme.

Citations : 61 (1970-2020)

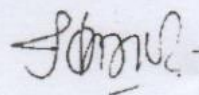
Indralaya, Januari 2021

Pembimbing I



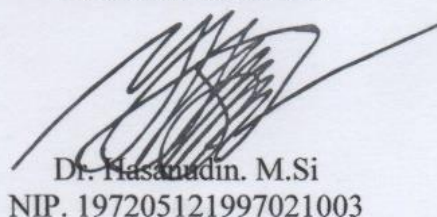
Dr. Ferlinahayati, M.Si
NIP. 197402052000032001

Pembimbing II



Dr. Heni Yohandini, M.Si
NIP. 197011152000122004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197205121997021003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Deskripsi Tumbuhan <i>Ludwigia peruviana</i>	4
2.2 Manfaat Tumbuhan <i>Ludwigia</i>	5
2.3 Kandungan Metabolit sekunder dari Tumbuhan <i>Ludwigia</i>	5
2.4 Bioaktivitas Tumbuhan <i>Ludwigia</i>	15
2.5 Identifikasi Senyawa Hasil Isolasi.....	17
2.5.1 Spektrofotometri UV-Vis.....	17
2.5.2 Spektroskopi IR.....	19
2.5.3 <i>Hydrogen Nuclear Magnetic Resonance</i> (¹ H-NMR)	20
2.5.4 <i>Carbon Nuclear Magnetic Resonance</i> (¹³ C-NMR).....	21
2.6 Uji Penghambatan Enzim α -Glukosidase.....	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN	

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2	Alat dan bahan	25
3.2.1	Alat.....	25
3.2.2	Bahan	25
3.3	Prosedur Penelitian.....	26
3.3.1	Persiapan dan Preparasi Sampel	26
3.3.2	Identifikasi Sampel Tumbuhan <i>Ludwigia</i>	26
3.3.3	Ekstraksi Sampel Daun <i>Ludwigia peruviana</i>	26
3.3.4	Pemisahan dan Pemurnian Ekstrak Metanol.....	26
3.3.4.1	Fraksinasi Ekstrak Metanol.....	26
3.3.4.2	Pemurnian Fraksi.....	27
3.3.5	Uji Kemurnian Senyawa Hasil Isolasi	27
3.3.6	Penentuan Struktur Senyawa Hasil Isolasi	27
3.3.7	Pembuatan Larutan Uji Penghambatan Aktivitas Enzim α - Glukosidase.....	28
3.3.7.1	Larutan Kalium Dihidrogen fosfat	28
3.3.7.2	Larutan Natrium Hidroksida	28
3.3.7.3	Larutan Dapar Fosfat pH 6,8.....	28
3.3.7.4	Larutan Natrium Karbonat	28
3.3.7.5	Larutan Substrat p-nitrofenil α -D-glukopiranosida...28	
3.3.7.6	Larutan Bovin Serum Albumin	28
3.3.7.7	Larutan Enzim α -glukosidase.....	29
3.3.7.8	Larutan Akarbosa	29
3.3.7.9	Larutan Uji Ekstrak, Fraksi, dan Senyawa Hasil Isolasi	29
3.3.8	Uji Penghambatan Enzim α -glukosidase.....	29
3.3.8.1	Pengujian Blanko	30
3.3.8.2	Pengujian Kontrol Blanko.....	30
3.3.8.3	Pengujian Sampel dan Akarbosa.....	30
3.3.8.4	Pengujian Kontrol Sampel dan Akarbosa	31
3.4	Analisis Data	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Ekstraksi dan Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Daun Tumbuhan <i>L. peruviana</i>	33
4.2 Uji Kemurnian Terhadap Senyawa Hasil Isolasi.....	40
4.3 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Isolasi.....	41
4.4 Uji Penghambatan Oleh Ekstrak, Fraksi dan Senyawa Hasil Isolasi Terhadap Enzim α -Glukosidase	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan <i>Ludwigia peruviana</i>	5
Gambar 2. Unit isoprena.....	6
Gambar 3. Beberapa kerangka triterpenoid siklik	6
Gambar 4. Kerangka dasar steroid.....	10
Gambar 5. Beberapa kerangka steroid.....	10
Gambar 6. Jalur shikimat.....	11
Gambar 7. Reaksi pembentukan flavonoid.....	13
Gambar 8. Beberapa kerangka flavonoid	13
Gambar 9. Tipe transisi elektron	18
Gambar 10. Beberapa struktur senyawa inhibitor enzim α -glukosidase	23
Gambar 11. Reaksi enzim α -glukosidase terhadap substrat pNPG	24
Gambar 12. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi etil asetat (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.	34
Gambar 13. Kromatogram KLT hasil kolom kromatografi fraksi C (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.....	36
Gambar 14. Kromatogram KLT hasil kolom kromatografi fraksi C3 (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.....	37
Gambar 15. Padatan putih hasil dari fraksi C37	38
Gambar 16. Kromatogram hasil KLT vial 35 dan 36 C3 (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.....	38
Gambar 17. Kromatogram KLT hasil kolom kromatografi fraksi C36 (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.....	39
Gambar 18. Kromatogram KLT hasil kolom kromatografi fraksi C363 (a) di bawah lampu UV λ 254 nm, (b) setelah disemprot penampak noda serum sulfat.....	39
Gambar 19. Senyawa hasil isolasi dari fraksi C363	40

Gambar 20. Kromatogram KLT senyawa hasil isolasi dengan sistem tiga eluen (a) kloroform:etil asetat (6:4), <i>n</i> -heksana:etil asetat (1:1), dan <i>n</i> -heksana:aseton (7:3) di bawah lampu UV λ 254 nm dan setelah disemprot penampak noda serium sulfat	40
Gambar 21. Spektrum UV senyawa hasil isolasi dalam pelarut metanol sebelum dan sesudah penambahan pereaksi geser NaOH.....	41
Gambar 22. Spektrum IR senyawa hasil isolasi	42
Gambar 23. Spektrum $^1\text{H-NMR}$ senyawa hasil isolasi.....	43
Gambar 24. Spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa hasil isolasi.....	44
Gambar 25. Spektrum HSQC pada δ_{C} 0-80 ppm dan δ_{H} 0-5 ppm.....	45
Gambar 26. Spektrum HMBC pada δ_{C} 20-52 ppm dan δ_{H} 0-1,25 ppm.....	46
Gambar 27. Spektrum HMBC pada δ_{C} 73-90 ppm dan δ_{H} 0-3,5 ppm.....	47
Gambar 28. Spektrum HMBC bagian aromatik	47
Gambar 29. Kemungkinan struktur senyawa hasil isolasi.....	48
Gambar 30. Spektrum HMBC yang menunjukkan korelasi pada δ_{H} 4,99 ppm ...	48
Gambar 31. Struktur senyawa hasil isolasi (1) dan struktur senyawa referensi (2).....	50
Gambar 32. Grafik penghambatan kerja enzim α -glukosidase oleh ekstrak dan senyawa hasil isolasi dari daun tumbuhan <i>L. peruviana</i>	52
Gambar 33. Struktur senyawa triterpenoid dan fenil propanoid yang digunakan sebagai referensi	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan	19
Tabel 2. Pergeseran kimia dari beberapa proton	21
Tabel 3. Pergeseran kimia dari beberapa karbon.....	22
Tabel 4. Penggabungan eluat hasil pemisahan fraksi etil asetat daun tumbuhan <i>L. peruviana</i> menggunakan KCV	35
Tabel 5. Penggabungan eluat hasil pemisahan fraksi C daun tumbuhan <i>L.</i> <i>peruviana</i> menggunakan kolom kromatografi	36
Tabel 6. Penggabungan eluat hasil pemisahan fraksi C3 daun tumbuhan <i>L.</i> <i>peruviana</i> menggunakan kolom kromatografi	37
Tabel 7. Penggabungan eluat hasil pemisahan fraksi C36 daun tumbuhan <i>L.</i> <i>peruviana</i> menggunakan kolom kromatografi	39
Tabel 8. Data NMR senyawa hasil isolasi (aseton <i>d</i> ₆).....	49
Tabel 9. Data senyawa hasil isolasi dengan senyawa referensi.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil identifikasi/determinasi tumbuhan	63
Lampiran 2. Skema ekstraksi daun <i>Ludwigia peruviana</i>	64
Lampiran 3. Skema fraksinasi ekstrak metanol.....	65
Lampiran 4. Skema isolasi dan pemurnian senyawa dari fraksi	67
Lampiran 5. Spektrum NMR senyawa hasil isolasi	68
Lampiran 6. Skema uji penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase	70
Lampiran 7. Data uji penghambatan enzim α -glukosidase.....	72
Lampiran 8. Perhitungan persentase senyawa hasil isolasi dari fraksi etil asetat .	77

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Mellitus (DM) adalah salah satu penyakit degeneratif tidak menular yang menjadi masalah serius di bidang kesehatan masyarakat baik di Indonesia maupun di dunia (Susanti dan Bistara, 2018). DM merupakan penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme pada organ pankreas yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia atau peningkatan gula darah (Isnaini dan Ratnasari, 2018). Penyakit diabetes adalah penyakit yang tidak dapat disembuhkan namun harus dikendalikan. Jika penyakit ini tidak dikendalikan dengan baik maka akan menyebabkan pengidapnya mengalami berbagai komplikasi (Toharin dkk, 2013). Salah satu cara pengendalian penyakit diabetes adalah dengan mengontrol kadar gula darah dengan menghambat kerja enzim α -glukosidase (Ariani dkk, 2017).

Penghambatan enzim α -glukosidase sering dilakukan dengan menggunakan inhibitor sintetik seperti akarbosa, metformin, dan voglibose. Namun, obat-obatan ini memiliki efek samping seperti diare, gangguan hati, mual dan muntah. Hal ini mendasari penelitian untuk menemukan kandidat obat pada tumbuhan yang dapat bekerja baik sebagai inhibitor enzim α -glukosidase namun memiliki efek samping yang rendah (Daud dkk, 2019). Metabolit sekunder dari kelompok flavonoid, terpenoid, dan polifenol pada beberapa jenis tumbuhan telah dilaporkan memiliki aktivitas sebagai inhibitor enzim α -glukosidase (Hou *et al.*, 2009; Watanabe *et al.*, 1997; McDougall *et al.*, 2005).

Tumbuhan *Ludwigia* merupakan tumbuhan semi-akuatik yang banyak tersebar di daerah Jawa dan Sumatera (Barua, 2010). Secara tradisional, masyarakat dari berbagai negara telah menggunakannya sebagai obat malaria dan rematik (Dike *et al.*, 2012; Mabou *et al.*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Murugesan *et al.* (2010) terhadap salah satu spesies *Ludwigia*, yaitu *Ludwigia octovalvis* melaporkan bahwa ekstrak metanol tumbuhan ini mampu menurunkan kadar gula darah pada tikus normal dan tikus diabetes yang diinduksi dengan aloksan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ramirez *et al.* (2012) pada spesies yang sama melaporkan bahwa ekstrak hidroalkohol tumbuhan ini memiliki aktivitas sebagai inhibitor enzim α -

glukosidase dengan nilai IC_{50} sebesar 202 $\mu\text{g/mL}$. Senyawa metabolit sekunder yang berhasil di isolasi pada spesies ini yaitu etil galat dan asam galat juga dilaporkan memiliki aktivitas dalam menghambat enzim α -glukosidase dengan nilai IC_{50} berurut-urut sebesar 969 μM dan 832 μM (Morales *et al.*, 2018).

Ludwigia peruviana adalah salah satu spesies lain dalam genus *Ludwigia*. Tumbuhan ini dilaporkan memiliki kandungan metabolit sekunder dari kelompok alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, saponin, dan lakton seskuiterpen (Paola *et al.*, 2006). Namun berdasarkan studi literatur belum ada laporan mengenai senyawa metabolit sekunder yang telah diisolasi dari tumbuhan ini maupun kemampuannya dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase. Umumnya tumbuhan yang mempunyai kekerabatan dekat akan mempunyai kandungan senyawa kimia dan bioaktivitas yang hampir sama. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan isolasi senyawa dari tumbuhan *L. peruviana* dan uji bioaktivitasnya terhadap enzim α -glukosidase.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini:

1. Apakah ekstrak metanol, fraksi heksana, dan fraksi etil asetat dari daun *Ludwigia peruviana* memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase?
2. Kelompok senyawa metabolit sekunder apa yang terkandung pada daun *Ludwigia peruviana*?
3. Apakah senyawa hasil isolasi memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini:

1. Menentukan nilai IC_{50} ekstrak metanol, fraksi heksana dan fraksi etil asetat daun *Ludwigia peruviana* dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase.
2. Mengisolasi senyawa metabolit sekunder daun *Ludwigia peruviana* serta mengidentifikasi senyawa hasil isolasi menggunakan UV, IR, dan NMR.
3. Menentukan nilai IC_{50} senyawa metabolit sekunder hasil isolasi dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu menambah informasi mengenai senyawa metabolit sekunder yang terkandung di tumbuhan *Ludwigia peruviana* dan potensinya sebagai anti diabetes melalui penghambatan enzim α -glukosidase.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S. A. 1985. *Kimia Organik Bahan Alam*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Ariani, N., Kartika, I. R. dan Kurniadewi, F. 2017. Uji Aktivitas Inhibisi Enzim α -Glukosidase secara in Vitro dari Ekstrak Metanol Daun *Crypto densiflora* Blume dan Fraksi-Fraksinya. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 7(1): 14-20.
- Armijos, C. P., Meneses, M. A., Guaman-Balcazar, M. C., Cuenca, M. and Suarez, A. I. 2018. Antioxidant properties of medicinal plants used in the Southern Ecuador. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1): 2803-2812.
- Barua, I. C. 2010. The Genus *Ludwigia* (Onagraceae) in India. *Rheedea*. 20(1): 59-70.
- Budianto, Wirawan, N. E. dan Hairullah, 2017. Perbedaan Efektivitas Acarbose dengan Ekstrak Etanol Kulit Terong Ungu (*Solanum melongena* L) terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi Sukrosa. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*. 6(2): 14-20.
- Cardoso, C. A. L., da Rocha, C. G. and Caramao, E. B. 2013. Volatile Compounds and Free Radical Scavenging Activity of Leaf and Flower Oil of *Ludwigia lagunae* (Onagraceae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 16(3): 323-327.
- Chandrasena, N. 2005. *Ludwigia peruviana* (L.) Hara and *Ludwigia longifolia* (DC) Hara in Sydney: From Immigrant to Invaders. *Proc. 20th Asian-Pacific Weed Science Soc*: 121-130.
- Chang, C. I., Kuo, C. C., Chang, J. Y. and Kuo, Y. H. 2004. Three New Oleanane-Type Triterpenes from *Ludwigia octovalvis* with Cytotoxic Activity against Two Human Cancer Cell Line. *Journal Natural Products*. 67: 91-93.
- Chang, C. I. and Kuo, Y. H. 2007. Oleanane-type triterpenes from *Ludwigia octovalvis*. *Journal of Asian Natural Products Research*. 9(1): 67-72.
- Choudhary, M. I., Adhikari, A., Rasheed, S., Marasini, B. P., Hussain, N., Kaleem, W. A. and Rahman, A. 2011. Cyclopeptide alkaloids of *Ziziphus oxyphylla* Edsw as novel inhibitors of α -glucosidase enzyme and protein glycation. *Phytochemistry Letters*. 4: 404-406.
- Creswell, C. J., Runquis, O. A. and Campbell, M. M. 1982. *Analisis Spektrum Senyawa Organik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Universitas Andalas.
- Daud, M. A. K., Juliani, Sugito dan Abrar, M. 2019. α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitor from Plant Extract. *Jurnal Medika Veterinaria*. 13(2): 1-8.
- Darwis, D. 2000. *Teknik Dasar Laboratorium Dalam Penelitian Senyawa Bahan Alam Hayati, Workshop Pengembangan Sumber Daya Manusia Dalam Bidang Kimia Organik Bahan Alam Hayati*. Padang: Universitas Andalas.
- Dewick, P. M. 2002. *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*. England: Jhon Willey and Sons.
- Dike, I. P., Obembe, O. O. and Adebisi, F. E. 2012. Ethnobotanical survey for potential anti-malaria plants in south-western Nigeria. *Journal of Ethnopharmacology*. 144(3): 618-626.
- Elya, B., Basah, K., Mun'im, A., Yuliasuti, W., Bangun, A. and Septiana, E. K. 2012. Screening of α -Glucosidase Inhibitor Activity from Some Plant of Apocynaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, and Rubiaceae. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2012: 1-6.
- Febrinda, A. E., Astawan, M., Wresdiyati, T. dan Yuliana, N. D. 2013. Kapasitas Antioksidan dan Inhibitor Alfa Glukosidase Ekstrak Umbi Bawang Dayak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(2): 161-167.
- Field, L.D., Sternhell, S. dan Kalman, J. R. *Organic Structures from Spectra Fourth Edition*. Chicester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Fodouop, S. P. C., Gatsing, D., Teke, G. N., Cheseto, X., Tangué, B. T., Kulate, J. R. and Torto, B. 2014. Chemical constituent, antibacterial and antioxidant activity of crude extract and oil fraction of *L. abyssinica*. *International Journal of Phytomedicine*. 6: 170-176.
- Fodouop, S. P. C., Gatsing, D., Tangué, B. T., Tagne R. S., Tala, S. D., Tchoumboue, J. and Kuate, J. R. 2015. Effect of Salmonella typhimurium infection on rat's cell oxidation and in vivo antioxidant activity of Vitellaria paradoxa and *Ludwigia abyssinica* aqueous extract. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 5(1): 38-46.
- Guo, L. P., Jiang, T. F., and Wang, Y. H. 2010. Screening Alpha-glucosidase inhibitor from Traditional Chinese Drugs by Capillary Electrophoresis with Electrophoretically mediated Microanalysis. *J PharmTech Research*. 8(6): 284-291.

- Grotewold, E. 2006. *The Science of Flavonoid*. USA: Springer.
- Hadiarti, D. 2017. In Vitro α -glucosidase Inhibitory of Ethanol Extract of Buas-buas (*Premna serratifolia* Linn). *Traditional Medicine Journal*. 22(2): 80-83.
- Hanson, J. K. 2003. *Natural Products: The Secondary Metabolites*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Hidayati, D. N., Arifin, I., Antika, Y., Firdaus, A. dan Ardian, N. K. 2017. Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Jantung Pisang Mas (*Musa acuminata* Colla) Menggunakan Metode DPPH. *Pharmacy*. 14(1): 75-85.
- Hou, W., Li, Y., Zhang, Q., Wei, X., Peng, A., Chen, L. and Wei, Y. 2009. Triterpene Acid Isolation from *Lagerstroemia speciosa* Leaves as α -Glucosidase Inhibitors. *Phytotherapy Research*. 23: 614-618.
- Ikan, R. 2008. *Selected Topic in The Chemistry of Natural Products*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Isnaini, N. dan Ratnasari. 2018. Faktor Risiko Mempengaruhi Kejadian Diabetes Mellitus Tipe Dua. *Jurnal Keperawatan dan Kebidanan Aisyiyah*. 14(1): 59-68.
- Jeong, E. Y., Cho, K. S. and Lee, H. S. 2012. α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitors Isolated from *Triticum aestivum* L. Sprouts. *J Korean Soc Appl Biol Chem*. 55: 47-51.
- Kang, W., Song, Y. and Gu, X. 2012. α -glucosidase Ihibition in Vitro and Antidiabetic Activity in Vivo of *Osmantus fragrans*. *Journal of Medicinal Plant Research*. 6(14): 2850-2856.
- Loranza, B. 2012. Uji Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Teraktif Daun Buni (*Antidesma bunius* L.). *Skripsi*. FMIPA Universitas Indonesia.
- Mabou, F. D., Tebou, P. L., Ngnokam, D., Harakat, D. and Nazabadioko, L. V. 2013. Leptocarposide: a new triterpenoid glycoside from *Ludwigia leptocarpa* (Onagraceae). *Magn. Reson. Chem*. 52: 32-36
- Mabou, F. D., Ngnokam, D., Harakat, D. and Nazabadioko, L. V. 2015. New oleaneae-type saponins: Leptocarposide B-D, from *Ludwigia leptocarpa* (Onagraceae). *Phytochemistry Letters*. 14: 159-164.

- Mabou, F. D., Tamokou, J. D., Ngnokam, D., Nazabadioko, L. V., Kuate, J. R. and Bag, P. K. 2016. Complex secondary metabolites from *Ludwigia leptocarpa* with potent antibacterial and antioxidant activities. *Drug Discoveries and Therapeutics*. 10(3): 141-149.
- Mabry, T. J., Makrham, K. R. and Thomas, M. B. 1970. *The System Identification of Flavonoids*. New York: Springer-Verlag.
- Marks, D. B., Marks, A. D. and Smith, C. M. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar*. Jakarta: EGC.
- McDougall, G. J., Shpiro, F., Dobson, P., Smith, P., Blake, A. and Stewart, D. 2005. Different Polyphenolic Components of Soft Fruits Inhibit α -Amylase and α -Glucosidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 2760- 2766.
- Moore, G., Goldman, D., Garland, M. and Anderson, K. 2011. *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara. Tersedia pada <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/>. Diakses Pada 5 mei 2019.
- Morales, D., Ramirez, G., Arellano, A. H., Tortoriello, J., Zavala, M. and Zamilpa, A. 2018. Identification of Digestive Enzyme Inhibitors from *Ludwigia octovalvis* (Jaq.) P.H.Raven. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2018: 1-11.
- Mukhriani, 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2); 361-367.
- Murugesan, T., Rao, B., Sinha, S., Biswas, S., Pal, M. and Saha, B. P. 2000. Anti-diabetic Activity of *Jussiaea suffroticosa* Extract in Rats. *Pharm. Pharmacol. Commun.* 6: 451-453.
- Nair, S. S., Kavrekar, V. and Mishra, A. 2013. In Vitro Studies on Alpha Amylase and Alpha Glucosidase Inhibitory Activities of Selected Plant Extracts. *European Journal of Experimental Biology*. 3(1): 128-132.
- Oyedeji, O., Oziegbe, M. and Taiwo, F. O. 2011. Antibacterial, antifungal, and phytochemical analysis of crude extract from the leaves of *Ludwigia abyssinica* A. Rich. and *Ludwigia decurrens* Walter. *Journal of Medical Plants Research*. 5(7): 1192-1199.
- Paola, O. V., Monica, V. E. and Omar, M. A. 2006. Phytochemical study of native plant species used in traditional medicine in Loja Province. *Lyonia*. 10(2): 65-71.

- Pavia, D. L., Lampman, G. M. and Kriz, G. S. 2001. *Introduction to Spectroscopy*. USA: Thomson Learning.
- Pratama, M. R. 2020. Isolasi Senyawa Turunan Triterpenoid dari Batang Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa*) dan Uji Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase. *Skripsi*. Fmipa: Universitas Sriwijaya.
- Proenca, C., Freitas, M., Riberio, D., Oliveira, E. F. T., Sousa, J. L. C., Tome, S. M., Ramos, M. J., Silva, A. M. S., Fernandes, P. A. and Fernandes, E. 2017. α -Glucosidase Inhibition by Flavonoid: An in Vitro and in Silico Structure-Activity Relationship Study. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 32(1): 1216-1228.
- Ramirez, G., Zavala, M., Perez, J. and Zamilpa, A. 2012. In Vitro Screening of Medicinal Plants Used in Mexico as Antidiabetics with Glucosidase and Lipase Inhibitory Activities. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2012: 1-6.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat antioksidan dan Peranannya dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*. 9(2): 196-202.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Yogyakarta: Deepublish.
- Shilpi, J. A., Gray, A. L. and Seidel, V. 2010. Chemical constituent from *Ludwigia adscendens*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 38: 106-109.
- Silverstein, R. M., Webster, F., X. and Kiemle, D. L. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compound*. New York: John Wiley and Sons.
- Sugiwati, S. 2005. Aktivitas Antihiperlikemik dari Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocapta* (Scheff) Boerl.) sebagai Inhibitor α -glukosidase in vitro dan in vivo pada Tikus Putih. *Tesis*. FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Lampung: AURA.
- Susanti dan Bistara, D. N. 2018. Hubungan Pola Makan Dengan Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Mellitus. *Jurnal Kesehatan Vokasional*. 3(1): 29-34.
- Susanty dan Bachmid, F. 2016. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Konversi*. 5(2): 87-93.

- Toharin, S. N. R., Cahyati, W. H. dan Zainafee, I. 2015. Hubungan Modifikasi Gaya hidup dan Kepatuhan Konsumsi Obat Antidiabetik dengan Kadar Gula pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di RS QIM Batang Tahun 2013. *Unnes Journal of Public Health*. 4(2): 153-161.
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R. dan Permana, I. D. G. M. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 7(4): 213-222.
- Watanabe, J., Kawabata, J., Kurihara, H. and Niki, R. 1997. Isolation and Identification of α -Glucosidase Inhibitors from Tochu-cha (*Eucommia ulmoides*). *Bioscience Biotechnology Biochemistry*. 61(1): 177-178.
- Younes, A. B., Salem, M B., Abed, H. E. and Jarraya, R. 2018. Phytochemical Screening and Antidiabetic, Antihyperlipidemic, and Antioxidant Properties of *Anthyllis hemonia* (Coss.) Flowers Extract in an Alloxan-Induced Rats Model of Diabetes. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 1-14.
- Zaharatunnisa, N. Elya, B and Noviani, A. 2017. Inhibition of Alpha-Glucosidase and Antioxidant Test of Stem Bark Extracts of *Garcinia fruticose* Lauterb. *Pharmacogn J*. 9(2): 273-275.