

**ISOLASI SENYAWA TURUNAN POLIKETIDA DARI FRAKSI ETIL
ASETAT BATANG TUMBUHAN *Tithonia diversifolia***

SKRIPSI

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



Oleh:

AHMAD OLGA APRIANSYAH

08031381924056

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ISOLASI SENYAWA TURUNAN POLIKETIDA DARI FRAKSI
ETIL ASETAT BATANG TUMBUHAN *Tithonia diversifolia***

SKRIPSI

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

Oleh:

AHMAD OLGA APRIANSYAH

08031381924056

Indralaya, 03 Juli 2023

Pembimbing I



Dr. Ferlinahayati, M. Si
NIP. 197402052000032001

Pembimbing II



Dr. Suheryanto, M. Si
NIP. 196006251989031006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D.

NIP. 197111191997021991

HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa skripsi Ahmad Olga Apriansyah (08031381924056) dengan judul “Isolasi Senyawa Turunan Poliketida dari Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan *Tithonia diversifolia*” telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Juni 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 03 Juni 2023

Ketua:

1. **Dr. Miksusanti, M. Si**

NIP: 196807231992032003

()

Sekretaris:

1. **Widia Purwaningrum, M. Si**

NIP: 197304031999032001

()

Pembimbing:

1. **Dr. Ferlinahayati, M. Si**

NIP: 197402052000032001

()

2. **Dr. Suheryanto, M. Si**

NIP: 196006251989031006

()

Penguji:

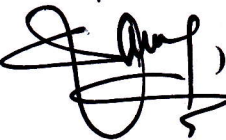
1. **Prof. Dr. Elfita, M. Si**

NIP: 196903261994122001


()

2. **Dra. Julinar, M. Si**

NIP: 196507251993032003

()

Mengetahui,


Dekan FMIPA
Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D.
NIP: 197111191997021991


Ketua Jurusan Kimia
Prof. Dr. Muharni, M. Si
NIP: 196903041994122001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ahmad Olga Apriansyah
NIM : 08031381924056
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 syarat untuk memperoleh gelar ke sarjanaan 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.



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

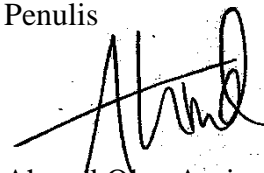
Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Olga Apriansyah
NIM : 08031381924056
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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: “Isolasi Senyawa Turunan Poliketida dari Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan *Tithonia diversifolia*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya salaam tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Indralaya, 03 Juli 2023

Penulis



Ahmad Olga Apriansyah
NIM. 08031381924056

HALAMAN PERSEMBAHAN

“... Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

(Q. S Al-Baqarah: 286)

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Q. S Al-Baqarah: 153)

“Rasulullah bersabda: Barangsiapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Muslim)

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali”

(Hr. Tirmidzi)

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Allah SWT. beserta Rasulullah saw.
- Umak nga Bak (Umiyati dan Edi Pantius) “ye paling ku cintai, ye paling ku sayangi” yang tanpa henti memberikan doa dan dukungan yang tulus hingga anakmu bisa menyelesaikan perkuliahan
- Kakak-kakak ku tersayang (Anja, Inut, Chilen, Siska dan Pikri) yang selalu memberikan doa serta semangat tanpa henti.
- Keluarga besar ku “Keluarga Edi Pantius dan Umiyati” yang aku sayangi
- Dosen pembimbing, Dr. Ferlinahayati, M. Si. Dan Dr. Suheryanto, M. Si serta teman dan sahabatku yang tercinta
- Almamaterku, Universitas Sriwijaya

“Paling utama dan paling special kupersembahkan kepada diriku sendiri, yang telah berjuang hingga detik ini. Terima kasih diriku telah bertahan sampai sejauh ini”

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Isolasi Senyawa Turunan Poliketida dari Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan *Tithonia diversifolia*” tepat pada waktunya. Tidak lupa juga shalawat beriringkan salam yang selalu dicurahkan kepada baginda Rasulullah, Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Di kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu **Dr. Ferlinahayati, M. Si** dan Bapak **Dr. Suheryanto, M. Si** yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, petunjuk dan nasehat, pelajaran, pengalaman serta saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. atas segala Rahmat, nikmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.
2. Terkhusus untuk kedua orang tua tercinta dan tersayang, Bak (Edi Pantius), Umak (Umiyati), kakak-kakak ku (Anja, Inut, Chilen, Siska dan Pikri) dan keluarga besar penulis, terima kasih selalu mendoakan, memberikan semangat, perhatian dan kasih sayang, serta memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini sampai akhirnya mendapatkan gelar sarjana (S. Si). Terima kasih juga sudah mendengarkan keluh kesah dari penulis yang tiada henti-hentinya. *I love you so much Umak, Bak and I love you my brothers and my sisters*. Semoga Allah SWT. melindungi dan mengampuni kita semua.
3. Bapak Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M. Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Dr. Suheryanto, M. Si. Selaku dosen pembimbing akademik dan penelitian serta skripsi, terima kasih bapak sudah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing penulis selama proses perkuliahan, memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat, saran dan masukan, serta dukungan hingga sampai akhir perkuliahan ini selesai.
7. Ibu Dr. Ferlinahayati, M. Si. Selaku dosen pembimbing, terima kasih ibu sudah mengizinkan penulis menjadi salah satu bimbingan Tugas Akhir Penelitian selama satu tahun ini. Terima kasih ibu telah memberikan ilmu yang telah diberikan, senantiasa sabar dalam memberikan arahan, saran dan masukan, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Semoga ibu diberikan kesehatan.
8. Ibu Prof. Dr. Elfita, M. Si dan Ibu Dra. Julinar, M. Si selaku pembahas dan penguji sidang yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, saran dan masukan yang sangat membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen FMIPA Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah meluangkan waktu untuk mendidik, mengajar dan memberikan banyak ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
10. Keluarga besar (Edi dan Umi) yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih sudah memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
11. Staf dan pegawai civitas Akademik FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya, terkhusus kepada Mbak Novi dan Kak Iin yang selalu sabar dan siap dalam melayani dan membantu kelancaran administrasi dari awal perkuliahan hingga tugas akhir. Selalu mengajak bersenda gurau, tenang, santai dan ceria saat detik-detik proses seminar maupun sidang. Sukses terus Mbak Novi dan Kak Iin.
12. Yuk Nur, Yuk Yanti dan Yuk Niar selaku analis kimia yang telah senantiasa membantu keperluan penelitian dalam menyelesaikan tugas akhir. Untuk Yuk Nur, terima kasih untuk doanya dan terima kasih sudah sabar menghadapi penulis yang jahil ini, selalu dapat diajak bersenda gurau.

13. Tim Organik Bimbingan Ibu Fer: M. Hanif Manishe, Jono Krisman S, Iqfini Haula Hakiki, Sari Mawarni J, Suminah dan Zenia Dwiyani. Gak kerasa, hampir satu tahun kita disatukan dalam penelitian ini, sudah banyak hal yang sudah kita lakukan bersama, suka, duka, canda dan tawa yang tidak dapat dilupakan. Terima kasih bang Hanif sudah mau menemani penulis lembur bareng, menjadi teman terbaik bagi penulis selama menjalani “Tugas Akhir” secara bersama. Terima kasih Sari partner satu sampel TA, dari sampel udah sama, ngerjain bareng, sampai bentuk senyawa pun hampir sama, terima kasih sudah menjadi teman dalam pengerjaan sampel *T. diversifolia*. Terima kasih Jono sudah menjadi teman selama proses penelitian, terima kasih atas dukungannya. Terima kasih Mbak Sum (Suminah) sudah menemani penulis selama proses penelitian, tempat cerita dan terima kasih sudah memberikan pertolongan kepada penulis dan sebagai tempat bertanya. Terima kasih Iqfini, sudah menjadi teman dalam proses penelitian, bercanda dan bergurau. Terima kasih Zenia, setiap hari bercanda gurau, terkadang penulis jadi bahan bully’an “si Bungsu”, tapi itu benar kalau penulis emang bungsu, terima kasih juga sudah menjadikan penulis sebagai tempat bertanya.
14. Muhammad Hanif Manishe (Bangg Hanipp) “*My Roommate*”, terima kasih sudah menjadi sahabat bagi penulis, telah menjadi seorang abang bagi penulis selama per”Tugas Akhir”an, menjadi teman meminta pertolongan, teman berkeluh kesah, teman kemana-mana bareng, teman jajan malam hari, teman lembur di Lab Organik, teman jahil bareng, teman curhat, teman ketawa bareng, teman “K-POP”, teman sebagai abang yang selalu berantem tiap hari ntah itu masalah kuliah atau emang maunya berantem, abang yang ngambekan, abang yang bisa diajak kemanapun. Penulis sangat bersyukur bisa mengenal abang sedekat ini, dan bersyukur juga penulis bisa menjadikan “Kamu” sebagai abang bagi penulis. Memang kenalnya udah lama yang awal penulis biasa manggil sebutan nama “OOM”, tetapi deketnya waktu bertemu di “TA” dan satu dosen pembimbing TA. Penulis berharap, kedepannya masih bisa menjalin silaturahmi, dan masih dekat seperti saat ini. Apapun yang telah dilakukan secara bersama, penulis sangat bersyukur telah melewati secara bersama. Terima kasih buat “Abang Hanip”, *My Brother*.

15. Sari Mawarni J., penulis ucapkan terima kasih banyak telah menjadi teman penulis selama satu tahun ini, teman satu sampel, teman cerita bareng, teman ketawa bareng, teman pengganggu Ibu Fer, teman yang hampir sama senyawanya. Walau penelitiannya “Lanjut Part II” beberapa hari kedepan, tapi harus dilaksanakan ya, karena itu udah jadi janji sama Ibu. Lanjutkan.
16. LILY, penulis ucapkan terima kasih sebanyak-nya telah mendukung dan memberikan doa kepada penulis selama menjalani perkuliahan ini, telah menjadi teman yang sangat berarti bagi penulis. Penulis ucapkan terima kasih juga sudah memberikan dukungan penuh selama penulis menjalani TA ini. *Thank you so much.*
17. Teman satu SMA, ERTHA WULANDARI (ERTHAKKK), terima kasih sudah menjadi sahabat penulis selama perkuliahan, menjadi tempat penulis berkeluh kesah, bersenda gurau, yang bisa penulis repotin, teman berantem, teman segala hal, teman mengejar TTD bapak, teman curhat, teman ketawa bareng dan teman apapun itu. Penulis ucapkan terima kasih banyak, sudah mempercayai penulis sebagai teman dan sahabat. Apapun itu, penulis bersyukur bisa menjadi teman sekaligus sahabat yang bisa ertha repotkan dan sebaliknya, walau terkadang banyak berantemnya. Semangat terus buat erthak..
18. Bestiehh kuhh, BERKAT JUNIASLINA DEBORA HULU (DEBOHH), terima kasih sudah menjadi sahabat penulis dari sejak SMP sampai sekarang, menjadi tempat penulis berkeluh kesah, tempat ketawa bareng, teman yang harus ketemu kalau masing-masing pulkam, teman main, teman jalan-jalan, teman jajan bareng, teman curhat, teman curhat, teman gibahh dan teman apapun itu. Penulis ucapkan terima kasih banyak, sudah mempercayai penulis sebagai teman dan sahabat. Yang awal kenal karena penulis manggil Debo dengan sebutan “setan belang” sampai sekarang tetap menjadi sahabat penulis. Penulis sangat bersyukur dan sangat senang bisa mengenal Debo, dan penulis ucapkan terima kasih karena telah menjadikan penulis sebagai sahabat Debo.
19. Bang Daniel dan Bang Vallen, terima kasih sudah menjadi tempat penulis bertanya baik itu tentang perkuliahan dan masalah penelitian. Penulis juga ucapkan terima kasih banyak atas ilmu yang kalian berikan, penulis tidak bisa

membalas hal tersebut dengan apapun kecuali dengan doa, semoga apa yang kalian cita-citakan bisa digapai dalam waktu dekat, aamiin.

20. Kak Irene Oktavia, terima kasih sudah menjadi tempat penulis bertanya baik itu tentang perkuliahan, masalah penelitian, tempat curhat akan masalah antidiabetes, teman gibah semasa menjadi asisten praktikum kimia organic. Penulis juga ucapkan terima kasih banyak atas ilmu dan saran yang kakak berikan, terima kasih juga atas waktu nya, penulis doakan yang terbaik untuk kakak, aamiin.
21. Broh Sheh (Kak Sisi/Claudia Indah C.) dan Kak Balqis, penulis ucapkan terima kasih banyak sudah menjadi teman bagi penulis semasa perkuliahan, teman curhat, teman bersenda gurau, teman berkeluh kesah, teman yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih juga penulis ucapkan atas saran dan dukungan yang kalian berikan kepada penulis semasa penulis menghadapi “Tugas Akhir”.
Thank you so much.
22. Grup GPA: Yuk Silvana, Bang Hanif, Agung, Ragil, Della, Siska, Yessi, Intan, Dinii, Caca, Terima kasih atas waktunya, canda guraunya, serta dukungan kepada penulis selama menghadapi per-seminaran.
23. Yuk Silvana Apriani, penulis ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya sudah menjadi salah satu teman bagi penulis, baik itu teman dalam bersenda gurau, teman curhat, teman yang bisa di repotin “temenin dong”, teman kumpul bareng, teman ketawa ngakak bareng, walau dekatnya gak dari maba tapi penulis bersyukur bisa mengenal yuk sil dan bisa menjadikan yuk sil sebagai salah satu teman dekat penulis. Terima kasih juga sudah sabar menghadapi sikap yang kadang “ntah” maunya apa dari penulis ini.
24. Ragil Trie Ambar H., teman dari maba, penulis ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya telah menjadi teman terdekat penulis, teman dari maba, teman ngelaprak bareng, teman pulang bareng, teman pulang jalan bareng, teman kuliah, teman kerja sama, teman curhat, teman asisten praktikum, teman tugas akhir dan teman segala hal selama penulis kuliah di sini sampai di curigain kalau kita memiliki hubungan padahal gak ada alias dicap orang “Friendzone”. Penulis juga ucapkan terima kasih banyak atas waktu yang dilalui secara bersama, penulis bersyukur mengenal Ragil dan hal itu tidak dapat digantikan

oleh apapun. Dan janjinya mau bikin konten bareng, kapan tuh bisa ngonten? Ehehehe.

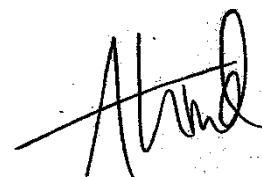
25. Della Ayu Eriza, penulis ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya telah menjadi seorang teman selama penulis menjalani tugas akhir. Terima kasih juga telah menjadi salah satu teman terdekat penulis, teman curhat, teman yang tiba-tiba curhat, teman yang bisa penulis repotin saat penulis butuh pertolongan, teman yang sebut penulis “chat kalau butuh ae” AHAHAH tapi itu candaan y ages ya. Walau kadang penulis meminta pertolongan secara mendadak, tapi Della masih mau membantu. Penulis ucapkan terima kasih banyak atas waktu nyaa.
26. Siska Safitri, terima kasih sudah menjadi salah satu teman bagi penulis selama perkuliahan, teman cerita, teman meminta pertolongan saat penulis sangat membutuhkan pertolongan “alat”, teman kumpul, teman bersenda gurau. Penulis bersyukur bisa mengenal siska dan menjadikan siska sebagai salah satu dari teman penulis. Semangat untuk menghadapi permasalahan TA kedepannya.
27. Yessi Eka Wahyu, terima kasih sudah menjadi salah satu teman bagi penulis selama perkuliahan, teman cerita, teman kumpul bareng, teman berantem, teman satu pemikian akan “HAL” HEHEHE, teman bersenda gurau, teman yang selalu jadi bahan ketawa apapun itu. Maaf ya Yes, penulis sempat menghilangkan barang pribadi mu, sekali lagi penulis minta maaf ya Yes. Emang bukan rezekinya itu barang Yes. Penulis juga bersyukur bisa mengenal Yessi dan menjadikan Yessi sebagai salah satu dari teman penulis. Semangat untuk menghadapi permasalahan TA kedepannya.
28. Dinii Uswati, terima kasih sudah menjadi salah satu teman bagi penulis selama perkuliahan, teman curhat, teman cerita, teman kumpul bareng, teman cek cok, teman kerja sama, teman meminta pertolongan. Penulis juga ucapkan terima kasih telah memberikan sebuah “nasehat” sebelum bertemu dengan “Ibu mu” dan teman yang selalu memperlmasalahkan kalau penulis harus menjaga mood “Ibu mu” setelah bertemu dengan beliau. Penulis juga bersyukur bisa mengenal Dinii dan menjadikan Dinii sebagai salah satu dari teman penulis. Semangat untuk menghadapi permasalahan TA kedepannya.

29. Intan Purwitasari dan Rizki Salsa (caca) si “Duo PP Palembang”, terima kasih sudah menjadi salah dua orang teman bagi penulis, teman ribut bareng di grup “Penyebar Aib”, teman bersenda gurau, teman cerita bareng, teman kumpul bareng. Penulis juga bersyukur bisa mengenal kalian berdua dan menjadikan kalian berdu sebagai salah dua orang dari teman penulis. Semangat untuk menghadapi permasalahan TA kedepannya
30. Teman-teman seperjuangan, Kimia Angkatan 2019, terima kasih telah kebersamai penulis selama 4 tahun kuliah dan atas kerjasamanya. Sukses untuk kita semua, aamiin.

Semoga Allah SWT. membalas budi atas semua bantuan, bimbingan, masukan serta dukungan yang telah berikan kepada penulis, serta melimpahkan Rahmat hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal ‘alamiin. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena itu atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini penulis memohon maaf dan menerima saran serta kritikan yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini agar bermanfaat di masa yang akan datang serta siapa saja yang membacanya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dari berbagai pihak.

Wassalammu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, 03 Juli 2023



Ahmad Olga Apriansyah

SUMMARY

THE ISOLATION OF POLYKETIDE DERIVATIVE COMPOUND FROM ETHYL ACETAT FRACTION OF *Tithonia diversifolia* STEM PLANT

Ahmad Olga Apriansyah: supervised by Dr. Ferlinahayati, M. Si and Dr. Suheryanto, M. Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, Sriwijaya University

xx + 55 pages, 8 tables, 24 pictures, 6 attachments

Tithonia diversifolia is a plant from the *Asteraceae* family of the genus *Tithonia*, originating from North and Central America. *T. diversifolia* has been reported as a biofumigant, anti-TMV (*Tobacco mosaic virus*), insecticide, antidiabetic, and antioxidant both from extracts, fractions, and metabolites that were successfully isolated. The content of secondary metabolites from *T. diversifolia* leaves and aerial parts was reported more than the stem. Based on this knowledge, the research will be carried out to isolate and identify the secondary metabolites present in the stem of this plant.

The extraction process was carried out by the maceration method, using methanol as a solvent. Then proceed with the liquids fractionation process using *n*-hexane solvent followed by ethyl acetate solvent. The process of isolation or separation and purification of compounds was carried out using VLC (vacum liquid chromatography) and GCC (gravity chromatography column). The isolated compound obtained as a white crystals (38.8 mg) and has a melting point of 147.3°C-148.9°C. Structural characterization of the isolated compound was concluded using UV-Vis spectroscopy, IR, and NMR spectroscopy (¹H-NMR, ¹³C-NMR, HSQC, and HMBC). Based on the spectroscopic data and comparison with literature data, concluded that the isolated compound was a polyketide derivative, namely De-*O*-methylacetovanillochromene.

Keywords: *Tithonia*, *Tithonia diversifolia*, polyketide derivatives, De-*O*-methylacetovanillochromene

Citation : 46 (1994 – 2022)

RINGKASAN

ISOLASI SENYAWA TURUNAN POLIKETIDA DARI FRAKSI ETIL ASETAT BATANG TUMBUHAN *Tithonia diversifolia*

Ahmad Olga Apriansyah: dibimbing oleh Dr. Ferlinahayati, M. Si dan Dr. Suheryanto, M. Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xx + 55 halaman, 8 tabel, 24 gambar, 6 lampiran

Tithonia diversifolia merupakan tumbuhan yang berasal dari Amerika Utara dan Tengah yang berasal dari famili *Asteraceae* dari genus *Tithonia*. *T. diversifolia* telah dilaporkan memiliki bioaktivitas sebagai biofumigant, anti-TMV (*Tobacco mosaic virus*), insektisida, antidiabetes serta antioksidan baik dari ekstrak, fraksi maupun senyawa metabolit yang berhasil di isolasi. Kandungan senyawa metabolit sekunder dari bagian daun dan *aerial parts* *T. diversifolia* lebih banyak dilaporkan dibandingkan dengan pada bagian batang. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengisolasi senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bagian batang.

Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi dengan menggunakan metanol sebagai pelarut. Kemudian dilanjutkan dengan proses fraksinasi cair-cair menggunakan pelarut *n*-heksana dan dilanjutkan dengan pelarut etil asetat. Proses isolasi atau pemisahan dan pemurnian senyawa dilakukan dengan menggunakan KCV (kromatografi cair vakum) dan KKG (kromatografi kolom gravitasi). Senyawa hasil isolasi yang didapatkan berbentuk kristal berwarna putih sebanyak 38,8 mg dan memiliki titik leleh 147,3°C-148,9°C. Karakterisasi struktur senyawa hasil isolasi menggunakan spektroskopi UV-Vis, IR dan NMR (¹H-NMR, ¹³C-NMR, HSQC dan HMBC). Berdasarkan data spektroskopi yang didapat dan perbandingan dengan data literatur, disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi adalah senyawa turunan poliketida yaitu De-*O*-metilasetovanilokromen.

Kata kunci: *Tithonia*, *Tithonia diversifolia*, turunan poliketida, De-*O*-metilasetovanilokromen.

Kepustakaan : 46 (1994-2022)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xiv
RINGKASAN	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Deskripsi Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray..	4
2.2 Manfaat Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray....	5
2.3 Metabolit Sekunder	5
2.4 Kandungan Kimia Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	6
2.5 Bioaktivitas Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	18
2.6 Ekstraksi dan Pemisahan Senyawa.....	19
2.7 Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder.....	20
2.7.1 Spektroskopi UV-Vis.....	20
2.7.2 Spektroskopi Inframerah (IR)	21
2.7.3 Spektroskopi Resonansi Magnet Inti Proton (¹ H NMR).....	23

2.7.4 Spektroskopi Resonansi Magnet Inti Karbon (¹³ C NMR).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.2.1 Alat.....	26
3.2.2 Bahan	26
3.3 Prosedur Penelitian	27
3.3.1 Identifikasi Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.....	27
3.3.2 Persiapan Sampel	27
3.3.3 Ekstraksi Sampel Batang <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.....	27
3.3.4 Fraksinasi Ekstrak Metanol Sampel Batang <i>Tithonia diversifolia</i>	27
3.3.5 Pemisahan dan Pemurnian Senyawa Metabolit Sekunder .	28
3.3.6 Uji Kemurnian Senyawa Hasil Isolasi	29
3.3.7 Penentuan Struktur Senyawa Hasil Isolasi.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Ekstraksi, Fraksinasi dan Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	30
4.2 Uji Kemurnian Senyawa Hasil Isolasi dari Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	34
4.3 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Isolasi	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.....	4
Gambar 2. Struktur pembentuk terpenoid, isopentenil pirofosfat dan dimetil pirofosfat	7
Gambar 3. Kerangka dasar seskuiterpen	7
Gambar 4. Kerangka dasar seskuiterpen lakton.....	9
Gambar 5. Kerangka dasar senyawa fenilpropanoid.....	12
Gambar 6. Kerangka dasar senyawa flavonoid.....	15
Gambar 7. Beberapa jenis struktur flavonoid	16
Gambar 8. Hubungan Tipe Transisi Elektron dengan Energi	21
Gambar 9. Spektrum Inframerah.....	23
Gambar 10. Nilai <i>J</i> pada Benzena dan Turunannya dengan Posisi <i>Ortho</i> , <i>Meta</i> , <i>Para</i>	24
Gambar 11. Kromatogram Eluat Hasil KCV	31
Gambar 12. Kromatogram KLT Hasil Pemisahan	32
Gambar 13. Kromatogram Eluat Hasil Pemisahan	33
Gambar 14. Senyawa Hasil Isolasi (B ₄).....	33
Gambar 15. Kromatogram KLT Senyawa Hasil Isolasi	34
Gambar 16. Spektrum UV Senyawa Hasil Isolasi	35
Gambar 17. Spektrum IR Senyawa Hasil Isolasi	36
Gambar 18. Spektrum ¹ H-NMR Senyawa Hasil Isolasi	37
Gambar 19. Spektrum ¹³ C-NMR Senyawa Hasil Isolasi	38
Gambar 20. Spektrum HSQC Senyawa Hasil Isolasi	39
Gambar 21. Spektrum HMBC Senyawa Hasil Isolasi	40
Gambar 22. Korelasi Proton dengan Karbon Spektrum HMBC.....	40
Gambar 23. Struktur Senyawa Hasil Isolasi	41
Gambar 24. Senyawa turunan kromon yang aktif sebagai antidiabetes.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Daftar Bilangan Gelombang dari Berbagai Jenis Ikatan Molekul Organik	22
Tabel 2. Nilai Pergeseran Kimia Umum Beberapa Proton $^1\text{H-NMR}$	24
Tabel 3. Nilai Pergeseran Kimia Atom C pada $^{13}\text{C-NMR}$ Secara Umum	25
Tabel 4. Penggabungan Eluat Hasil Pemisahan 10,22 g Fraksi Etil Asetat Batang Tumbuhan <i>T. diversifolia</i> menggunakan KCV.....	31
Tabel 5. Penggabungan Eluat Hasil Pemisahan Terhadap Fraksi B Menggunakan Kromatografi Kolom Gravitasi	32
Tabel 6. Data Spektrum $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, HSQC dan HMBC Senyawa Hasil Isolasi (B ₄).....	41
Tabel 7. Data Spektrum $^1\text{H-NMR}$ Senyawa Hasil Isolasi (B ₄) dengan Senyawa Referensi	42
Tabel 8. Data spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa hasil isolasi (B ₄) dengan senyawa referensi (De- <i>O</i> -methylacetovanillochromene)	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil identifikasi tumbuhan di Herbarium Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat.....	50
Lampiran 2. Skema ekstraksi batang tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.....	51
Lampiran 3. Skema fraksinasi ekstrak metanol batang tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	52
Lampiran 4. Skema isolasi dan pemurnian senyawa dari fraksi etil asetat tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	53
Lampiran 5. Perhitungan persentase (%) berat rendemen ekstrak pekat metanol batang tumbuhan <i>Tithonia diversifolia</i>	55
Lampiran 6. Perhitungan persentase (%) senyawa hasil isolasi.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman makhluk hidup yang terdapat di Indonesia tersebar luas hampir merata di wilayah Indonesia. Salah satu bagian dari keanekaragaman makhluk hidup tersebut adalah flora atau tumbuhan. Tumbuhan-tumbuhan tersebut tersebut mengandung dan menghasilkan suatu senyawa yang disebut sebagai senyawa metabolit sekunder. Metabolit sekunder merupakan suatu senyawa yang berasal dari hasil biosintetik turunan metabolit primer yang berpotensi digunakan sebagai bahan obat-obatan (Murniasih, 2003). Salah satu tumbuhan yang dapat berpotensi sebagai obat adalah tumbuhan insulin kipahit atau *Tithonia diversifolia*. Tumbuhan *Tithonia diversifolia* merupakan tumbuhan asli dari Amerika Utara dan Tengah yang termasuk ke dalam famili *Asteraceae* yang dapat tumbuh dengan ketinggian 9 meter dan biasa tumbuh di tempat-tempat curam (Miranda *et al.*, 2015; Amanatie dan Sulistyowati, 2015). Di berbagai negara, tumbuhan *T. diversifolia* dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk mengobati penyakit diabetes (poliuria dan polidipsia), pengobatan malaria, mengatasi sakit perut, sakit tenggorokan, sakit pada bagian hati, demam, mengobati hepatitis serta infeksi usus kecil (Miura *et al.*, 2005; Hiransai *et al.*, 2016; Tamfu *et al.*, 2022).

Tumbuhan *T. diversifolia* banyak terdapat di Sumatera Selatan, khususnya masyarakat Pagar Alam sudah menggunakan tumbuhan ini sebagai obat antidiabetes secara tradisional. Tumbuhan *T. diversifolia* mengandung senyawa metabolit sekunder dari kelompok senyawa terpenoid, fenilpropanoid, flavonoid, polifenol dan alkaloid. Kelompok senyawa yang paling banyak di isolasi adalah senyawa kelompok terpenoid, kelas seskuiterpen lakton. Bioaktivitas dari ekstrak tumbuhan maupun dari senyawa murni telah dilaporkan aktif sebagai biofumigant, anti TMV (*Tobacco mosaic virus*), insektisida, antidiabetes (penghambatan α -amilase dan α -glukosidase) dan antioksidan. Ekstrak air bagian daun serta ekstrak aseton dari tumbuhan *T. diversifolia* memiliki aktivitas antioksidan (Hiransai *et al.*, 2016; Ojo *et al.*, 2018) n. Berdasarkan studi literatur, potensi tumbuhan *T. diversifolia* sebagai antidiabetes dari ekstrak etil asetat dan metanol tumbuhan *T. diversifolia* dari bagian batang memiliki bioaktivitas penghambatan terhadap α -

amilase dan α -glukosidase dengan nilai IC_{50} masing-masing sebesar 26,30 dan 24,59 $\mu\text{g/mL}$ (Tamfu *et al.*, 2022). Senyawa seskuiterpen lakton yaitu tagitinine C dan 1β -metoksiversifolin-3-*O*-metil eter dapat menghambat TMV yang tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (Zhao *et al.*, 2017). Senyawa lain dari golongan fenilpropanoid berupa asam dihidro-*p*-kumarat memiliki aktivitas biofumigan terhadap hama *Sitophilus oryzae* L, *Rhizopertha dominica* F dan *Tribolium castaneum* Herbst (Devi *et al.*, 2022).

Senyawa-senyawa yang telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya lebih banyak berasal dari bagian *aerial parts* dan daun (Abe *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2012a; Zhao *et al.*, 2012b), sedangkan sedangkannya masih terbatas informasi mengenai senyawa metabolit sekunder pada bagian batang. Berdasarkan analisis KLT (Kromatografi Lapis Tipis) awal menunjukkan adanya beberapa senyawa pada bagian batang, maka penelitian ini dilakukan isolasi senyawa yang terkandung pada bagian batang tumbuhan. Uji pendahuluan dilakukan dengan analisa KLT (kromatografi Lapis Tipis) terhadap dua fraksi yang didapatkan dari fraksinasi ekstrak metanol pekat bagian batang tumbuhan *T. diversifolia* berupa fraksi etil asetat dan *n*-heksana. Hasil KLT memperlihatkan adanya noda yang berpendar sederhana pada fraksi etil asetat. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi senyawa turunan poliketida dari fraksi etil asetat bagian batang tumbuhan *T. diversifolia*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Senyawa metabolit sekunder apa yang berpendar di bawah lampu sinar UV yang terdapat pada fraksi etil asetat batang *Tithonia diversifolia*?
2. Bagaimana struktur senyawa hasil isolasi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengisolasi senyawa metabolit sekunder yang berpendar di bawah dari fraksi etil asetat batang *Tithonia diversifolia*.
2. Menentukan struktur molekul dari senyawa yang telah di isolasi menggunakan spektroskopi UV, IR dan NMR (^1H , ^{13}C , HSQC dan HMBC)

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai cara mengisolasi senyawa serta kandungan senyawa metabolit sekunder yang berpendar di bawah lampu UV yang terdapat pada batang *Tithonia diversifolia*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, A. E., de Oliveira, C. E., Dalboni, T. M., Chagas-Paula, D. A., Rocha, B. A., de Oliveira, R. B., Gasparoto, T. H., da Costa, F. B., & Campanelli, A. P. (2015). Anti-inflammatory Sesquiterpene Lactones from *Tithonia diversifolia* Trigger Different Effects on Human Neutrophils. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(2), 111–116.
- Amanatie, & Sulistyowati, E. (2015). Structure Elucidation of the Leaf of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 23(4), 101–106.
- Amorim, M. H. R., Gil Da Costa, R. M., Lopes, C., & Bastos, M. M. S. M. (2013). Sesquiterpene Lactones: Adverse Health Effects and Toxicity Mechanisms. *Critical Reviews in Toxicology*, 43(7), 559–579.
- Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Lembang, S. A. R. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16–26.
- Baruah, N. C., Sarma, J. C., Barua, N. C., Sarma, S., & Sharma, R. P. (1994). Germination and Growth Inhibitory Sesquiterpene Lactones and a Flavone from *Tithonia diversifolia*. *Phytochemistry*, 36(1), 29–36.
- Basir, D., & Eliza. (1999). Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti Karbon (^{13}C -NMR) dari Etil, Asam dan (2-Metoksi-4-Formil) Fenil p-Metoksisinamat. *Jurnal Penelitian Sains*, 6, 1–7.
- Bordoloi, M., Barua, N. C., & Ghosh, A. C. (1996). an Artemisinic Acid Analogue from *Tithonia diversifolia*. *Phytochemistry*, 41(2), 557–559.
- Ccana-Ccpatinta, G. v., Sampaio, B. L., dos Santos, F. M., Batista, J. M., & da Costa, F. B. (2017). Absolute Configuration Assignment of Caffeic Acid Ester Derivatives from *Tithonia diversifolia* by Vibrational Circular Dichroism: the Pitfalls of Deuteration. *Tetrahedron Asymmetry*, 28(12), 1823–1828. <https://doi.org/10.1016/j.tetasy.2017.10.025>
- Chagas-Paula, D. A., Oliveira, R. B., Rocha, B. A., & da Costa, F. B. (2012). REVIEW Ethnobotany, Chemistry, and Biological Activities of the Genus *Tithonia* (Asteraceae). *Chemistry & Biodiversity*, 9, 210–232.
- Chaturvedi, D. (2011). Sesquiterpene Lactone: Structural Diversity and Their Biological Activities. *Opportunity, Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry*, 2, 313–334.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi* (Dachriyanus, Ed.). Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK).
- Devi, T. B., Raina, V., & Rajashekar, Y. (2022). A Novel Biofumigant from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray for Control of Stored Grain Insect Pests. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 184, 1–7.

- Dewick, P. M. (2002). *Medicinal natural products : a biosynthetic approach* (P. M. Dewick, Ed.; 2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Fasya, A. G., Tyas, A. P., Mubarokah, F. A., Ningsih, R., & Madjid, A. D. R. (2018). Variasi Diameter Kolom dan Rasio Sampel-Silika pada Isolasi Steroid dan Triterpenoid Alga Merah *Eucheuma cottonii* dengan Kromatografi Kolom Basah. *Alchemy: Journal of Chemistry*, 6(2), 57–64.
- Fonmboh, D. J., Abah, E. R., Fokunang, T. E., Herve, B., Teke, G. N., Rose, N. M., Borgia, N. N., Fokunang, L. B., Andrew, B. N., Kaba, N., Bathelémy, N., & Ntungwen, F. C. (2020). An Overview of Methods of Extraction, Isolation and Characterization of Natural Medicinal Plant Products in Improved Traditional Medicine Research. *Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 31–57.
- Fraser, C. M., & Chapple, C. (2011). The Phenylpropanoid Pathway in Arabidopsis. *The Arabidopsis Book*, 9, 1–19. <https://doi.org/10.1199/tab.0152>
- Ghantous, A., Gali-Muhtasib, H., Vuorela, H., Saliba, N. A., & Darwiche, N. (2010). What Made Sesquiterpene Lactones Reach Cancer Clinical Trials. *In Drug Discovery Today* (Vol. 15, Issues 15–16, pp. 668–678).
- Grotewold, E. (2006). *The Science of Flavonoids*.
- Gu, J. Q., Gills, J. J., Park, E. J., Mata-Greenwood, E., Hawthorne, M. E., Axelrod, F., Chavez, P. I., Fong, H. H. S., Mehta, R. G., Pezzuto, J. M., & Kinghorn, A. D. (2002). Sesquiterpenoids from *Tithonia diversifolia* with Potential Cancer Chemopreventive Activity. *Journal of Natural Products*, 65(4), 532–536.
- Herdiana, I., & Aji, N. (2020). Fraksinasi Ekstrak Daun Sirih dan Ekstrak Gambir serta Uji Antibakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 19(3), 100–106.
- Hiransai, P., Tangpong, J., Kumbuar, C., Hoonheang, N., Rodpech, O., Sangsuk, P., Kajklangdon, U., & Inkaow, W. (2016). Anti-nitric Oxide Production, Anti-proliferation and Antioxidant Effects of the Aqueous Extract from *Tithonia diversifolia*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(11).
- Inácio, G. da C., Alves, J. V. B., Santos, M. F. C., Vacari, A. M., Figueiredo, G. P., Bernardes, W. A., Veneziani, R. C. S., & Ambrósio, S. R. (2020). Feeding Deterrence Towards *Helicoverpa Armigera* by *Tithonia diversifolia* Tagitinin C-enriched Extract. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(5), 5292–5298.
- Jenie, U. A., Kardono, L. B. S., Hanafi, M., Ramumpuk, R., & Darmawan, A. (2014). *Teknik Modern Spektroskopi NMR: Teori dan Aplikasi dalam Elusidasi Struktur Molekul Organik*. LIPI Press.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia* (T. S. Julianto, Ed.; 1st ed.). Universitas Islam Indonesia.
- Lin, H. R. (2012). Sesquiterpene Lactones from *Tithonia diversifolia* act as Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Agonists. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 22(8), 2954–2958.

- Miranda, M. A. F. M., Matos, A. P., Volante, A. C., Cunha, G. O. S., & Gualtieri, S. C. J. (2022). Insecticidal Activity from Leaves and Sesquiterpene Lactones of *Tithonia diversifolia* (Helms.) A. Gray (Asteraceae) on Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). *South African Journal of Botany*, *144*, 377–379.
- Miranda, M. A. F. M., Varela, R. M., Torres, A., Molinillo, J. M. G., Gualtieri, S. C. J., & Macías, F. A. (2015). Phytotoxins from *Tithonia diversifolia*. *Journal of Natural Products*, *78*(5), 1083–1092.
- Miura, T., Nosaka, K., Ishii, H., & Ishida, T. (2005). Antidiabetic Effect of Nitobegiku, the Herb *Tithonia diversifolia*, in KK-Ay Diabetic Mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, *28*(11), 2152–2154.
- Mohsin, N. A., Irfan, M., Hassan, S., & Saleem, U. (2020). Current Strategies in Development of New Chromone Derivatives with Diversified Pharmacological Activities: A Review. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, *54*(3), 241–257.
- Murniasih, T. (2003). Metabolit Sekunder dari Spons Sebagai Bahan Obat-Obatan. *Oseana*, *28*(3), 27–33.
- Ojo, O. A., Ojo, A. B., Ajiboye, B. O., Olaiya, O., Okesola, M. A., Boligon, A. A., de Campos, M. M. A., Oyinloye, B. E., & Kappo, A. P. (2018). HPLC-DAD Fingerprinting Analysis, Antioxidant Activities of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray Leaves and Its Inhibition of Key Enzymes Linked to Alzheimer's Disease. *Toxicology Reports*, *5*, 585–592.
- Pereira, P. S., Dias, D. A., Vichniewski, W., Nasi, A. M. T. T., & Herz, W. (1997). Sesquiterpene Lactones from Brazilian *Tithonia diversifolia*. *Phytochemistry*, *45*(7), 1445–1448.
- Pulido, K. D. P., Dulcey, A. J. C., & Martínez, J. H. I. (2017). New Caffeic Acid Derivative from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray Butanolic Extract and Its Antioxidant Activity. *Food and Chemical Toxicology*, *109*, 1079–1085.
- Redha, A. (2010). Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis ABDI REDHA. *Jurnal Berlian*, *9*(2), 196–202.
- Rivera, S. E., Andrade, M. G., Bye, R., Linares, E., Navarrete, A., & Mata, R. (2012). A-Glucosidase Inhibitors from *Brickellia canvanillesii*. *Journal of Natural Products*. *75*(2012), 968–974.
- Shamsuddin, K. M., Musharraf, Mohd. A., Zobairi, Md. O., & Ali, N. (2001). Demethylacetovanillochromene from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Indian Journal of Chemistry*, *40*, 751–752.
- Solomons, T. W. G., & Fryhle, C. B. (2011). *Organic Chemistry* (T. W. G. Solomons & C. B. Fryhle, Eds.; 10th ed.). John Wiley & Sons, INC.
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik* (T. Suhartati, Ed.). AURA.

- Sut, S., Dall'Acqua, S., Baldan, V., Ngahang Kamte, S. L., Ranjbarian, F., Biapa Nya, P. C., Vittori, S., Benelli, G., Maggi, F., Cappellacci, L., Hofer, A., & Petrelli, R. (2018). Identification of Tagitinin C from *Tithonia diversifolia* as Antitrypanosomal Compound Using Bioactivity-Guided Fractionation. *Fitoterapia*, *124*, 145–151.
- Tamfu, A. N., Roland, N., Munvera Mfifen, A., Kucukaydin, S., Gaye, M., Veronica Botezatu, A., Emin Duru, M., & Mihaela Dinica, R. (2022). Phenolic Composition, Antioxidant and Enzyme Inhibitory Activities of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, and *Crossopteryx febrifuga* (Afzel.) Benth. *Arabian Journal of Chemistry*, *15*(4), 1–14.
- Tando, E. (2018). Review: Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman. *Jurnal Biotropika*, *6*(1), 21–27.
- Thompson, J. M. (2018). *Infrared Spectroscopy* (J. M. Thompson, Ed.). PAN STANDORD.
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant*, *3*(1), 2–20.
- Wicaksana, A. Y., Nugrahaningsih, D. A. A., & Wahyuningsih, M. S. H. (2020). Effect of Tagitinin C Isolated from Kembang Bulan [*Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray] Leaves on VEGF and TNF- α Expressions of Keloid Fibroblast. *Journal of Thee Medical Sciences (Berkala Ilmu Kedokteran)*, *52*(4), 292–299.
- Zhao, G. J., Xi, Z. X., Chen, W. S., Li, X., Sun, L., & Sun, L. N. (2012b). Chemical Constituents from *Tithonia diversifolia* and Their Chemotaxonomic Significance. *Biochemical Systematics and Ecology*, *44*, 250–254.
- Zhao, G., Li, X., Chen, W., Xi, Z., & Sun, L. (2012a). Three New Sesquiterpenes from *Tithonia diversifolia* and Their Anti-Hyperglycemic Activity. In *Fitoterapia* (Vol. 83, Issue 8, pp. 1590–1597).
- Zhao, L., Dong, J., Hu, Z., Li, S., Su, X., Zhang, J., Yin, Y., Xu, T., Zhang, Z., & Chen, H. (2017). Anti-TMV Activity and Functional Mechanisms of Two Sesquiterpenoids Isolated from *Tithonia diversifolia*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *140*, 24–29.
- Zhao, L., Hu, Z., Li, S., Zhang, L., Yu, P., Zhang, J., Zheng, X., Rahman, S., & Zhang, Z. (2020). Tagitinin A from *Tithonia diversifolia* Provides Resistance to Tomato Spotted Wilt Orthotospovirus by Inducing Systemic Resistance. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *169*, 1–10.