

**PEMISAHAN SENYAWA METABOLIT DARI FRAKSI *n*-HEKSANA KAYU BATANG
MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.) DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GAS
*CHROMATOGRAPHY – MASS SPECTROMETRY (GC-MS)***

SKRIPSI

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



**SUMINAH
08031181924018**

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMISAHAN SENYAWA METABOLIT DARI FRAKSI *n*-HEKSANA
KAYU BATANG MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.) DAN IDENTIFIKASI
MENGUNAKAN *GAS CHROMATOGRAPHY – MASS SPECTROMETRY*
(GC-MS)**

SKRIPSI

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

oleh:

SUMINAH

08031181924018

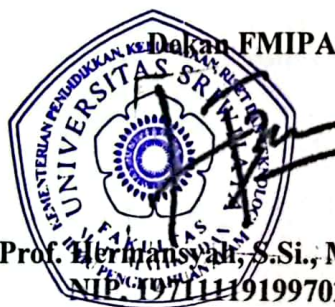
Indralaya, 25 Agustus 2024

Mengetahui,

Pembimbing



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



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197111191997021001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Suminah (08031181924018) dengan judul "Pemisahan Senyawa Metabolit dari Fraksi *n*-Heksana Kayu Batang Murbei Putih (*Morus Alba* L.) dan Identifikasi Menggunakan *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS)" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Januari 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Inderalaya, 25 Januari 2024

Ketua :

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

NIP. 197304031999032001

()

Sekretaris

2. **Fahma Riyanti, M, Si**

NIP. 197204082000032001

()

Pembimbing:

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

NIP. 197402052000032001

()

Penguji:

1. **Dr. Eliza, M.Si.**

NIP. 196407291991022001

()

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

NIP. 196507251993032002

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si.

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Suminah

NIM : 08031181924018

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 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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 25 Januari 2024

Penulis



Suminah

NIM. 08031181924018

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Suminah

NIM : 08031181924018

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 : "Pemisahan Senyawa Metabolit dari Fraksi *n*-Heksana Kayu Batang Murbei Putih (*Morus alba* L.) dan Identifikasi Menggunakan Metode *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS)". 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 selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 25 Januari 2024

Yang Menyatakan



Suminah

NIM. 08031181924018

HALAMAN PERSEMBAHAN

“... dan dia tetap bersamamu dimanapun kamu berada...”

(Q.S. Alhadid:4)

“ Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya masing-masing.”

(Q.S. Yasin:40)

“ Apapun yang menjadi takdirmu, pasti akan mencari jalannya sendiri untuk menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

Skripsi ini adalah bentuk rasa syukur kepada Allah SWT. dan Nabi Muhammad SAW. dan skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Orang tuaku, Bapak Mirja dan Alm. Ibu Misnem yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara moril maupun materil.
2. Semua keluarga besar tersayang
3. Dosen pembimbing, Dr. Ferlinahayati, M.Si.
4. Sahabat dan teman seperjuangan, serta semua orang yang sudah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Almamater Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemisahan Senyawa Metabolit dari Fraksi *n*-Heksana Kayu Batang Murbei Putih (*Morus alba* L.) dan Identifikasi Menggunakan Metode *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS)” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si. yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran, nasehat, dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT. atas segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tuaku, Bapak Mirja dan Alm. Ibu Misnem, Mbak Asih, Kang Sumino, Kang Sutris, dan Bambang, serta Mamas Jito dan Alm. Mbah Juardi sekeluarga yang tidak pernah lelah untuk selalu mendo’akanku, menasehati, dan mendukungku baik secara moril maupun materil. Terima kasih untuk semuanya sehingga penulis bisa sampai dititik ini.
3. Ridho Ardiansyah dan Revalina Jihan Mazaya keponakan tersayang yang menjadi salah satu alasan penulis untuk semangat, bertahan, melakukan dan memberikan yang terbaik, serta menjadi auntie rich bagi mereka.
4. Mbah, Paman, Bibik, Pakde, dan Bude, serta semua saudara/i tersayang. Terima kasih banyak atas do’a, bantuan, dan dukungannya sehingga penulis bisa sampai dititik ini.
5. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Muharni, M.Si. selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

8. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir. Terima kasih banyak Ibu atas ilmu, bimbingan, saran, masukan, dukungan, dan kesabarannya terhadap penulis selama perkuliahan dan tugas akhir, sehingga penulis berhasil menyelesaikan perkuliahan ini.
9. Ibu Dr. Eliza, M.Si. dan Ibu Dra. Julinar, M.Si. selaku dosen pembahas dan penguji sidang yang telah memberikan ilmu, bimbingan, kritik dan saran yang membangun kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
10. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
11. Kak Chosiin dan Mbak Novi selaku Admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang selalu siap dan sabar melayani dan membantu kelancaran administrasi dari awal perkuliahan hingga selesai.
12. Yuk Nur, Yuk Yanti, dan Yuk Niar selaku Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membantu keperluan penelitian dalam menyelesaikan tugas akhir.
13. Bapak Ibu Guru dari SD sampai SMA yang telah memberikan ilmu, nasehat, dan bimbingan sehingga penulis bisa sampai dititik ini.
14. Kak Alfredo D. Stefano, pembimbing olimpiade kebumian SMA yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi untuk penulis dalam meraih dan bercita-cita lebih tinggi lagi, serta untuk menjelajah dunia dan menebar kebaikan. Semoga penulis bisa mengikuti jejak kakak ya. *I'm proud of you!*
15. Teman-teman SD-SMA penulis. Terima kasih sudah memberikan dukungannya kepada penulis.
16. Yosari Oktarina Lestari, terima kasih kak udah menemani saat suka maupun duka penulis dari awal perkuliahan. Semangat kak buat menyelesaikan perkuliahan ini, penulis yakin kakak pasti bisaaa. Selain itu, terima kasih juga untuk Nyek Farida, Umi Merry, Yai Saleh, Jujuk Intan, Divha sekeluarga, yang sudah menerima dan menganggap penulis seperti keluarga sendiri,

sudah menjadi tempat pulang penulis di tanah rantau ini, dan terima kasih atas semua bantuan moril maupun materilnya.

17. Sisterlillah (Mbak Erika Dhamayanti, S.Si., Nur Fathonah, S.Si., dan Elizabeth Gloria, S.Si.) terima kasih untuk semua cerita, canda, tawa dan kenangannya, terimakasih sudah menemani penulis selama perkuliahan saat suka maupun duka, terima kasih sudah selalu support penulis, dan terima kasih untuk semuanya. Ditunggu kabar baik dari kalian semua. Semangat terus kedepannya. *See u on top!*
18. Tim penelitian TA organik bimbingan Ibu Fer : (M. Hanif Manishe, S.Si., Ahmad Olga Apriansyah, S.Si., Jono Krisman Siregar, S.Si., Sari Mawarni Juniarti, S.Si., Zenia Dwiyani, S.Si., dan Iqfini Haula Hakiki, S.Si.). Terima kasih banyak untuk semua bantuannya, sudah mau sering direpotkan penulis, terima kasih sudah mau menjadi tempat bertanya dan konsultasi penulis selama penelitian ini. Terima kasih untuk canda tawa dan semua kenangannya selama ini. Semangat terus untuk kedepannya. *See u on top!*
19. Kak Daniel Alfarado, S.Si., terima kasih banyak kak sudah membantu penulis selama penelitian ini, sudah mau menjadi tempat bertanya penulis ketika penulis belum puas dengan jawaban dari yang lainnya, dan sudah mau banyak *sharing* tentang pengalaman kakak. Sukses selalu kak dan semangat. *See u on top!*
20. Kak Irene Octavia, S.Si., terima kasih banyak kak untuk semua bantuannya dan menjadi tempat bertanya penulis selama penelitian ini. Sukses selalu kak dan semangat. *See u on top!*
21. Adik-adik ku (Riyanti, Nasywa Luqyana Jundi, Vina Agustiana, Nanda Nuraini, Aulia Putri Syafaat) terima kasih sudah mengisi hari-hari penulis dengan kerandoman kalian, makasih sudah menjadikan penulis sebagai tempat bercerita, berkeluh kesah, bertanya, bahkan berdebat. Riyanti dan Vina semangat buat menyelesaikan kuliah di Kimia, tinggal beberapa semester lagi selesai. Buat Nana dan Aul semangat tinggal selangkah lagi selesai, semoga segera menyusul ya. Buat Uqy si paling bontot, semangat menjalani perkuliahan yang masih panjang ini, semoga dikuatkan sampai akhir ya. Dimana pun kalian berada nantinya, semoga sukses selalu dan tetap

menebar kebaikan ya, ditunggu kabar baik lainnya dari kalian semua. *See u on top!*

22. Teman-teman seperjuangan Kimia angkatan 2019. Terima kasih banyak buat kenangannya dari awal sampai akhir perkuliahan. Selamat dan semangat melanjutkan perjalannya dalam meraih mimpi. Ditunggu kabar baik dari kalian semua. *See u on top!*
23. Seluruh Tim GO Layo terima kasih banyak buat *support*, nasehat, motivasi, ilmu, dan pengalamannya, serta semua kenangan pahit manisnya yang sudah dilewati. Terkhusus buat mbak Desfi (DF) dan Mbak Oce (OC) makasih banyak Mbak udah selalu menyemangati, memotivasi, dan meyakinkan bahwa Suminah itu bisaa. Semoga kalian semua selalu diberikan kesehatan, kebahagiaan, semoga dikuatkan dan dilancarkan dalam pekerjaannya ya Mbak dan Kakak-kakak semua.
24. Seluruh pihak yang belum bisa disebutkan satu-satu. Terima kasih banyak untuk semua bantuannya baik moril maupun materil, sehingga penulis bisa menyelesaikan pendidikan sampai sekarang ini.
25. Buat diriku sendiri, terima kasih karena sudah mau berjuang menyelesaikannya. Lihat...kamu hebat, kamu kuat, bahkan lebih kuat dari yang kamu kira. Tetap ingat hari dimana kamu ingin menyerah dan bangkit lagi saat kedepannya banyak hal-hal *unpredictable*. *You Did It Suminah!*

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Indralaya, 25 Januari 2024
Penulis



Suminah

NIM. 08031181924018

SUMMARY

SEPARATION OF METABOLITES COMPOUNDS FROM THE *n*-HEXANA FRACTION OF WHITE MULBERRY WOOD (*Morus alba* L.) AND IDENTIFIED USING THE GAS CHROMATOGRAPHY – MASS SPECTROMETRY (GC-MS)

Suminah : supervised by Dr. Ferlinahayati, M.Si.

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

xvii + 60 pages, 5 tables, 22 figures, 7 attachments

Separation of metabolite compounds from the *n*-hexane fraction of the wood of the *M. alba* L. plant has not been widely carried out. TLC analysis showed that *M. alba* L. has many metabolite compounds. This research was aimed to determine metabolite compounds from the *n*-hexane fraction of the wood of the *M. alba* L. plant using the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method. The extraction process for *M. alba* L. plant wood powder was carried out by maceration using methanol solvent. The methanol extract was then fractionated using *n*-hexane solvent.

Separation of compounds were carried out using vacuum liquid chromatography and gravity chromatography methods. The obtained compounds were in the form of a yellowish white solid of 23.8 mg. Based on the GC-MS data, the isolated compound was a mixture of several compounds and 6 of them were identified at RT of 17.23; 16.55; 7.18; 16.00; 8.11; and 15.68 minutes. These compounds were 24-methylenecycloartanol, lupeol, β -amirin, and ursan-9(11), 12-dien-3-ol which are secondary metabolite compounds, and palmitic acid and stearic acid which are primary metabolite compound based on comparison to their mass spectra with NIST data base library.

Keywords: *Morus alba* L. wood, triterpenoids, 24-methylenecycloartanol, lupeol, palmitic acid, β -amirin, stearic acid, and urs-9(11),12-dien-3-ol, GC-MS

Citation: 66 (1978-2023)

RINGKASAN

PEMISAHAN SENYAWA METABOLIT DARI FRAKSI *n*-HEKSANA KAYU BATANG MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.) DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GAS CHROMATOGRAPHY – MASS SPECTROMETRY (GC-MS)

Suminah : dibimbing oleh Dr. Ferlinahayati, M.Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvii + 60 halaman, 5 tabel, 22 gambar, 7 lampiran

Pemisahan senyawa metabolit dari fraksi *n*-heksana terhadap kayu batang tumbuhan *Morus alba* L. belum begitu banyak dilakukan. Berdasarkan analisis KLT menunjukkan bahwa banyak senyawa metabolit yang terkandung pada kayu batang *M. alba* L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa metabolit dari hasil pemisahan fraksi *n*-heksana kayu batang tumbuhan *M. alba* L. menggunakan metode kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS). Proses ekstraksi terhadap serbuk batang tumbuhan *M. alba* L. dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut metanol. Ekstrak metanol kemudian difraksinasi menggunakan pelarut *n*-heksana. Pemisahan senyawa dilakukan menggunakan metode kromatografi cair vakum dan kromatografi gravitasi.

Senyawa-senyawa hasil pemisahan diperoleh berupa padatan putih kekuningan sebanyak 23,8 mg. Berdasarkan hasil identifikasi GC-MS senyawa hasil pemisahan merupakan campuran dari beberapa senyawa dan yang teridentifikasi 6 senyawa yaitu senyawa pada waktu retensi (RT) masing-masing 17,23; 16,55; 16,00; 15,68, 7,18; dan 8,18 menit. Berdasarkan hasil pencocokan spektrum massa dengan *library data base* NIST menunjukkan senyawa tersebut berturut-turut adalah 24-metilensikloartanol, lupeol, β -amirin, dan ursan-9(11),12-dien-3-ol yang merupakan senyawa metabolit sekunder, serta asam palmitat dan asam stearat yang termasuk senyawa metabolit primer.

Kata kunci: batang *Morus alba* L., triterpenoid, 24-metilensikloartanol, lupeol, asam palmitat, β -amirin, asam stearat, dan ursan-9(11),12-dien-3-ol , GC-MS

Sitasi: 66 (1978-2023)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tumbuhan Murbei Putih (<i>Morus alba</i> L.)	3
2.2 Manfaat Tumbuhan Murbei	3
2.3 Kandungan Kimia dan Bioaktivitas Genus <i>Morus</i>	5
2.4 Identifikasi Senyawa Hasil Pemisahan	16
2.4.1 Kromatografi Gas (GC)	16
2.4.2 Spektrometri Massa (MS)	17
BAB III METODOLOGI PENEITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21

3.3	Prosedur Penelitian	21
3.3.1	Ekstraksi Kayu Batang <i>M. alba</i> L.	21
3.3.2	Fraksinasi <i>n</i> -Heksana dari Ekstrak Metanol Kayu Batang <i>M. alba</i> L.	22
3.3.3	Pemisahan Senyawa Metabolit	22
3.3.4	Identifikasi Senyawa Hasil Pemisahan	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Pemisahan Senyawa Metabolit dari Kayu Batang Murbei Putih (<i>M. alba</i> L.)	24
4.2	Identifikasi Senyawa Fraksi C ₃₂	30
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	42
	DAFTAR PUSTAKA	43
	LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Tumbuhan <i>M. alba</i> L.	3
Gambar 2 Kerangka dasar triterpenoid	6
Gambar 3 Kerangka dasar steroid dan penomorannya	11
Gambar 4 Jenis-jenis kerangka dasar flavonoid	12
Gambar 5 Spektrum massa	18
Gambar 6 Ekstrak pekat metanol kayu batang <i>M. alba</i> L. (a) dan heksana Fraksi <i>n</i> -kayu batang <i>M. alba</i> L.	24
Gambar 7 Kromatogram KLT berbagai perbandingan eluen fraksi <i>n</i> -heksana dan fraksi etil asetat kayu batang <i>M. alba</i> L. di bawah lampu UV $\lambda_{254\text{ nm}}$ (a) setelah disemprot serum sulfat (b)	25
Gambar 8 Kromatogram KLT hasil KCV fraksi <i>n</i> -heksana kayu batang <i>M. alba</i> L. di bawah lampu UV $\lambda_{254\text{ nm}}$ (a) setelah disemprot serum sulfat (b)	27
Gambar 9 Kromatogram KLT hasil KKG fraksi C <i>n</i> -heksana kayu batang <i>M. alba</i> L. setelah disemprot serum sulfat	28
Gambar 10 Kromatogram KLT hasil KKG fraksi C ₃ <i>n</i> -heksana kayu batang <i>M. alba</i> L. di bawah lampu UV $\lambda_{254\text{ nm}}$ (a) setelah disemprot serum sulfat (b)	28
Gambar 11 Kromatogram KLT Fraksi C ₃₂ <i>n</i> -heksana kayu batang murbei putih (<i>M. alba</i> L.) dengan berbagai sitem eluen di bawah lampu UV $\lambda_{254\text{ nm}}$ (a) dan setelah disemprot serum sulfat (b)	30
Gambar 12 Senyawa hasil pemisahan dari fraksi C ₃₂ <i>n</i> -heksana kayu batang murbei putih (<i>M. alba</i> L.)	30
Gambar 13 Kromatogram GC fraksi C ₃₂	31
Gambar 14 Spektrum massa puncak waktu retensi 17,23 menit	31
Gambar 15 Fragmentasi senyawa 24-metilensikloartanol	33
Gambar 16 Spektrum massa puncak waktu retensi 16,55 menit	34
Gambar 17 Fragmentasi senyawa lupeol	35
Gambar 18 Spektrum massa puncak waktu retensi 7,18 menit	36
Gambar 19 Fragmentasi senyawa asam palmitat (a) dan penataan ulang McLafferty (b)	37
Gambar 20. Spektrum massa puncak waktu retensi 16,00 menit	37
Gambar 21. Fragmentasi senyawa β -amirin	38
Gambar 22. Gambaran posisi senyawa-senyawa dalam fraksi C ₃₂	

berdasarkan analisis KLT	39
Gambar 23. Struktur senyawa hasil identifikasi GC-MS	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pedoman NIST Library	20
Tabel 2. Penggabungan eluat hasil pemisahan terhadap fraksi <i>n</i> -heksana kayu batang murbei putih (<i>M. alba</i> L) menggunakan KVC	26
Tabel 3. Penggabungan eluat hasil pemisahan terhadap fraksi C <i>n</i> -heksana kayu batang murbei putih (<i>M. alba</i> L) menggunakan KKG	27
Tabel 4. Penggabungan eluat hasil pemisahan terhadap fraksi C ₃ <i>n</i> -heksana kayu batang murbei putih (<i>M. alba</i> L) menggunakan KKG	28
Tabel 5. Data hasil identifikasi senyawa pada GC-MS	38

LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil determinasi tumbuhan di Herbarium Bogoriense, Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN Cibinong, Jakarta Pusat.....	49
Lampiran 2. Skema ekstraksi kayu batang tumbuhan <i>Morus alba</i> L.....	50
Lampiran 3. Skema fraksinasi ekstrak metanol kayu batang tumbuhan <i>Morus alba</i> L.	51
Lampiran 4. Skema isolasi senyawa dari fraksi <i>n</i> -heksana kayu batang tumbuhan <i>Morus alba</i> L.....	52
Lampiran 5. Perhitungan persentase (%) berat rendemen ekstrak pekat metanol kayu batang tumbuhan <i>Morus alba</i> L.	53
Lampiran 6. Perhitungan persentase (%) senyawa hasil pemisahan.....	54
Lampiran 7. Spektrum massa pembandingan senyawa hasil pemisahan dengan <i>Library data NIST</i>	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Morus alba L. dikenal dengan murbei putih merupakan salah satu spesies dari genus *Morus* (Jan *et al.*, 2021). Tumbuhan *M. alba* L. dapat tumbuh di berbagai negara beriklim tropis, subtropis, maupun sedang, sehingga dapat dibudidayakan di berbagai negara seperti Cina, Indonesia, Thailand, Korea, Brazil, dan lainnya. Sebagian besar masyarakat dari negara-negara tersebut menanam tanaman murbei (spesies *Morus*) untuk berbagai tujuan. Masyarakat dari negara tersebut umumnya menggunakan daun *M. alba* L. sebagai pakan ulat sutera (*Bombyx mori* L.) (Chen *et al.*, 2021). Selain itu, masyarakat di Turki menggunakan buah *M. alba* L. dalam pembuatan selai, pewarna alami, jus, obat-obatan, dan pembuatan produk kosmetik pada skala industri (Hussain *et al.*, 2017). Batang dari tumbuhan ini banyak digunakan sebagai kayu bakar atau dibuang sebagai limbah pertanian (Prithivirajan *et al.*, 2018). Dalam bidang pengobatan, tumbuhan ini telah dimanfaatkan oleh masyarakat Cina dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai penyakit seperti vertigo, sakit gigi, nyeri sendi, serta komplikasi kardiovaskular (Ahmad *et al.*, 2013; Chen *et al.*, 2021; dan Hussain *et al.*, 2017).

Penggunaannya dalam bidang obat-obatan terkait dengan kandungan metabolit sekundernya. Beberapa peneliti telah melaporkan kandungan senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan *M. alba* L. yaitu, senyawa dari kelompok diterpenoid, triterpenoid, flavonoid, dan stilben. Kandungan metabolit sekunder tersebut mempunyai bioaktivitas berbeda yang telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Boszormenyi *et al.*, (2009) telah mengidentifikasi senyawa dari kelompok diterpenoid dan triterpenoid yaitu senyawa pitol dan α -amirin dari ekstrak n-heksana kulit batang *M. alba* L. Senyawa pitol memiliki aktivitas antinosisseptif, antiinflamasi, antialergi, dan antioksidan, sedangkan senyawa α -amirin memiliki efek antiinflamasi dan dapat menghambat protein kinase pada sel hati tikus (Saha and Bandyopadhyay, 2020). Senyawa metabolit sekunder dari kelompok flavonoid yang telah dilaporkan yaitu senyawa morusin yang diisolasi dari ekstrak etanol kulit batang *M. alba* L. Senyawa morusin dilaporkan memiliki aktivitas

antikonvulsan (Gupta *et al.*, 2014). Selain itu, Cao *et al.* (2017) telah melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder dari kulit akar *M. alba* L. yaitu senyawa moracin M, moracin M-6-O- β -D-glukopiranosida, moracin M-3'-O- β -D-glukopiranosida dan mulberrosida F yang merupakan senyawa dari kelompok stilben. Keempat senyawa tersebut memiliki efek perlindungan sedang terhadap kematian sel yang diinduksi *doxorubicin*.

Pemisahan senyawa metabolit dari fraksi *n*-heksana belum begitu banyak dilakukan terhadap kayu batang tumbuhan *M. alba* L. Metode yang umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit salah satunya metode GC-MS. Metode GC-MS dipilih karena memiliki beberapa kelebihan seperti, pengoperasian alat mudah, waktu identifikasi yang cepat, sensitivitas tinggi, sampel dan pelarut yang digunakan lebih sedikit, serta sedikit biaya pemeliharaan dan pengoperasian alat (Jackie *et al.*, 2020). Berdasarkan analisis awal menggunakan KLT terdapat noda yang berpendar di bawah lampu UV λ_{254} nm dan muncul juga noda setelah disemprot dengan serum sulfat yang menandakan bahwa terdapat banyak senyawa metabolit yang terkandung pada kayu batang *M. alba* L. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memisahkan senyawa metabolit yang terdapat pada fraksi *n*-heksana kayu batang *M. alba* L. dan mengidentifikasinya menggunakan metode GC-MS.

1.2 Rumusan Masalah

Senyawa metabolit apa saja yang terkandung dalam fraksi *n*-heksana kayu batang tumbuhan *M. alba* L.?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memisahkan senyawa metabolit dari fraksi *n*-heksana kayu batang tumbuhan *M. alba* L.
2. Mengidentifikasi senyawa metabolit yang terkandung dalam fraksi *n*-heksana kayu batang tumbuhan *M. alba* L. menggunakan metode GC-MS.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang telah diperoleh dapat dijadikan rujukan mengenai kandungan metabolit khususnya senyawa-senyawa yang bersifat *non-polar* yang terkandung pada kayu batang tumbuhan *M. alba* L.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, G. M., Abdel Bar, F. M., Baraka, H. N., Gohar, A. A., and Lahloub, M. F. (2014). A New Antioxidant Stilbene and Other Constituents From The Stem Bark of *Morus nigra* L. *Natural Product Research*, 28(13), 952–959.
- Abdel Bar, F. M., Abbas, G. M., Gohar, A. A., and Lahloub, M. F. I. (2020). Antiproliferative Activity of Stilbene Derivatives and Other Constituents From The Stem Bark of *Morus nigra* L. *Natural Product Research*, 34(24), 3506–3513.
- Ahmad, A., Gupta, G., Afzal, M., Kazmi, I., and Anwar, F. (2013). Antiulcer and Antioxidant Activities of A New Steroid from *Morus alba*. *Life Sciences*, 92(3), 202–210.
- Ali, A., and Ali, M. (2013). New Triterpenoids from *Morus alba* L. Stem Bark. *Natural Product Research*, 27(6), 524–531.
- Ali, A., and Ali, M. (2016). Isolation and Structure Elucidation Of A New Linoleyl Glycoside and Flavones From The Stem Bark of *Morus alba* L. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 82–86.
- Ayatollahi, A. M., Ghanadian, M., Afsharypuor, S., Mesaik, M. A., Abdalla, O. M., Shahlaei, M., Farzandi, G., and Mostafavi, H. (2011). Cycloartanes From *Euphorbia Aellenii* Rech. F. and Their Antiproliferative Activity. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 10(1), 105–112.
- Baas, W. J., and Figdor, C. G. (1978). Isolation of a New seco-nor-Triterpenol from *Hoya australis* Leaf Wax. *Z Naturforsch*, 33 c, 337–339.
- Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., dan 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.
- Böszörményi, A., Szarka, S., Héthelyi, É., Gyurján, I., László, M., Simándi, B., Szoke, É., and Lemberkovics, É. (2009). Triterpenes in Traditional and Supercritical-Fluid Extracts of *Morus alba* Leaf and Stem Bark. *Acta Chromatographica*, 21(4), 659–669.
- Burhan, A., Aisyah, A. N., Awaluddin, A., Zulham, Taebe, B., dan Abdul, G. (2019). Efek Antioksidan dan Antikanker Ekstrak Batang Murbei (*Morus alba* L.) secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(1), 17–21.
- Cao, Y. gang, Zheng, X. ke, Yang, F. fang, Li, F., Qi, M., Zhang, Y. li, Zhao, X., Kuang, H. xue, and Feng, W. sheng. (2018). Two New Phenolic Constituents From the Root Bark of *Morus alba* L. and Their Cardioprotective Activity. *Natural Product Research*, 32(4), 391–398.
- Carvalho, T. C. De, Polizeli, A. M., Turatti, I. C. C., Severiano, M. E., Carvalho, C. E. De, Ambrósio, S. R., Crotti, A. E. M., Figueiredo, U. S. De, Vieira, P.

- C., and Furtado, N. A. J. C. (2010). Screening of Filamentous Fungi to Identify Biocatalysts for Lupeol Biotransformation. *Molecules*, *15*, 6140–6151.
- Chan, E. W., Lye, P., and Wong, S. (2016). Phytochemistry , Pharmacology , and Clinical Trials of *Morus alba*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, *14*(1), 17–30.
- Chen, C., Razali, U. H. M., Saikim, F. H., and Mahyudin, A. (2021). *Morus alba* L. Plant: Bioactive Compounds and Potential as a Functional Food Ingredient. *Foods*, *10*(689), 1–28.
- Chen, C., Razali, U. H. M., Saikim, F. H., Mahyudin, A., and Noor, N. Q. I. M. (2021). *Morus alba* l. Plant: Bioactive compounds and Potential as a Functional Food Ingredient. *Foods*, *10*(3), 1–28.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Dewick, P. M. 2002. *Medical Natural Product a Biosynthetic Approach Second Edition*. John Wiley & Sons Ltd.
- Diniyah, N., dan Lee, S.-H. (2020). Komposisi Senyawa Fenol dan Potensi Antioksidan Dari Kacang-Kacangan: Review. *Jurnal Agroteknologi*, *14*(01), 91–102.
- Fu, W., Lei, Y. F., Cai, Y. L., Zhou, D. N., and Ruan, J. L. (2010). A New Alkylene Dihydrofuran Glycoside with Antioxidation Activity From the Root Bark of *Morus alba* L. *Chinese Chemical Letters*, *21*(7), 821–823.
- Furi, M., Mora, E., dan Zuhriyah. (2015). Isolasi dan Karakterisasi Terpenoid dari Ekstrak Etil Asetat Kulit Batang Meranti Kunyit (*Shorea conica*). *Jurnal Penelitian Farmasi Indoneisa*, *3*(2), 38–42.
- Fessenden dan Fessenden. 1986. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Gao, X. han, Zhang, S. dong, Wang, L. tao, Yu, L., Zhao, X. lian, Ni, H. yan, Wang, Y. qiu, Wang, J. dong, Shan, C. hua, and Fu, Y. jie. (2020). Anti-Inflammatory Effects of Neochlorogenic Acid Extract from Mulberry Leaf (*Morus alba* L.) against LPS-Stimulated Inflammatory Response through Mediating the AMPK/Nrf2 Signaling Pathway in A549 Cells. *Molecules*, *25*(6), 1–15.
- Gujar, A., Anderson, T., Cavagnino, D., and Patel, A. (2018). Comparative Analysis of Mass Spectral Matching for Confident Compound Identification Using the Advanced Electron Ionization Source for GC-MS. *Thermoscientific*, *7*.
- Gupta, G., Dua, K., Kazmi, I., and Anwar, F. (2014). Anticonvulsant Activity of Morusin Isolated from *Morus alba*: Modulation of GABA receptor.

Biomedicine and Aging Pathology, 4(1), 29–32.

- Ha, M. T., Tran, M. H., Ah, K. J., Jo, K. J., Kim, J., Kim, W. D., Cheon, W. J., Woo, M. H., Ryu, S. H., and Min, B. S. (2016). Potential Pancreatic Lipase Inhibitory Activity of Phenolic Constituents from the Root Bark of *Morus alba* L. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 26(12), 2788–2794.
- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, and Tallei, T. (2021). GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry) Analysis of Nut Grass Tuber (*Cyperus rotundus* L.) Methanolic Extract. *Pharmacon*, 10(2), 849–856.
- Hussain, F., Rana, Z., Shafique, H., Malik, A., and Hussain, Z. (2017). Phytopharmacological Potential of Different Species of *Morus alba* and Their Bioactive Phytochemicals: A Review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(10), 950–956.
- Jackie, Lee, C., and Toyama, A. 2020. Shimadzu's Fundamental Guide to Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). Jakarta: Shimadzu Corporation.
- Jan, B., Parveen, R., Zahiruddin, S., Khan, M. U., Mohapatra, S., and Ahmad, S. (2021). Nutritional Constituents of Mulberry and Their Potential Applications in Food and Pharmaceuticals: A Review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(7), 1–13.
- Jenke, D., Christiaens, P., Verlinde, P., Baeten, J., D'Autry, W., Beusen, J. M., and Mullis, J. O. (2020). A Discussion of: Good Identification Practices for Organic Extractables and Leachables Via Mass Spectrometry. *Nelson Labs*, 1–24.
- Jonysek. 2019. "Online" Fruit of *Morus alba* White Mulberry. <https://depositphotos.com/id/photo/fruit-morus-alba-white-mulberry-rich-wild-berry-472465872.html>. Diakses pada tanggal 19 Agustus 2023 Pukul 06.47 WIB.
- Kang, J., Cui, X. Q., Wang, H. Q., Yu, D. Q., and Chen, R. Y. (2014). Two New Diels-Alder-Type Adducts from the Stem Barks of *Morus yunnanensis*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 16(6), 617–622.
- Ko, H. H., Yu, S. M., Ko, F. N., Teng, C. M., and Lin, C. N. (1997). Bioactive Constituents of *Morus australis* and *Broussonetia papyrifera*. *Journal of Natural Products*, 60(10), 1008–1011.
- Kofujita, H., Yaguchi, M., Doi, N., and Suzuki, K. (2004). A novel cytotoxic prenylated flavonoid from the root of *Morus alba*. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 73(3), 113–116.
- Kumar Sharma, R. (2018). Production of Secondary Metabolites in Plants Under Abiotic Stress: An Overview. *Significances of Bioengineering dan Biosciences*, 2(4), 196–200.

- Lallo, S., Hardianti, B., Umar, H., Trisurani, W., Wahyuni, A., dan Latifah, M. (2020). Aktivitas Anti Inflamasi dan Penyembuhan Luka dari Ekstrak Kulit Batang Murbei (*Morus alba* L.). *Jurnal Farmasi Galenika*, 6(1), 26–36.
- Maia, R. M., Barbosa, P. R., Cruz, F. G., Roque, N. F., and Fascio, M. (2000). Triterpenos da resina de protium heptaphyllum March (Bourseraceae): Caracterização em misturas binárias. *Química Nova*, 23(5), 623–626.
- Memete, A. R., Timar, A. V., Vuscan, A. N., Miere, F., Venter, A. C., and Vicas, S. I. (2022). Phytochemical Composition of Different Botanical Parts of *Morus* Species, Health Benefits and Application in Food Industry. *Plants*, 11(2), 1–29.
- Nastiti, D. S., Nurhamidah, dan Chandra, N. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Buah *Morus alba* L. (Murbei) sebagai Pengawet Alami Ikan *Selaroides leptolepis* (Selar). *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 3(1), 1–7.
- Nattapong, S., and Omboon, L. (2008). A New Source Of Whitening Agent from a Thai Mulberry Plant and Its Betulinic Acid Quantitation. *Natural Product Research*, 22(9), 727–734.
- Ni, G., Zhang, Q. J., Wang, Y. H., Chen, R. Y., Zheng, Z. F., and Yu, D. Q. (2010). Chemical Constituents of the Stem Bark of *Morus cathayana*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 12(6), 505–515.
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., and Bansal, Y. K. (2015). Secondary Metabolites of Plants and Their Role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(3), 293–304.
- Pamar, SK, Tp, S., Vb, A., Bhatt, R., Aghara, R., Chavda, S., So, R., and Ap, G. (2013). Neuropharmacological effects of triterpenoids. *Phytopharmacology*, 4(2), 354–372.
- Pan, F., Zhao, X., Liu, F., Luo, Z., Chen, S., Liu, Z., Zhao, Z., Liu, M., and Wang, L. (2023). Triterpenoids in Jujube: A Review of Composition, Content Diversity, Pharmacological Effects, Synthetic Pathway, and Variation during Domestication. *Plants*, 12(7), 1–25.
- Park, C. H., Park, Y. E., Yeo, H. J., Yoon, J. S., Park, S. Y., Kim, J. K., and Park, S. U. (2021). Comparative Analysis of Secondary Metabolites and Metabolic Profiling between Diploid and Tetraploid *Morus alba* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(4), 1300–1307.
- Ramawat, K. G., and Mérillon, J. M. (2013). Natural products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes. *Natural Products* (pp. 1901–1949).
- Ryu, Y. B., Ha, T. J., Curtis-Long, M. J., Ryu, H. W., Gal, S. W., and Park, K. H. (2008). Inhibitory effects on Mushroom Tyrosinase by Flavones from the Stem Barks of *Morus lhou* (S.) Koidz. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 23(6), 922–930.

- Sanchez, S., and Demain, A. L. (2008). Metabolic Regulation and Overproduction of Primary Metabolites. *Microbial Biotechnology*, 1(4), 283–319.
- Saha, M., and Bandyopadhyay, P. K. (2020). In Vivo and in Vitro Antimicrobial Activity of Phytol, A Diterpene Molecule, Isolated and Characterized from *Adhatoda Vasica Nees*. (Acanthaceae), to Control Severe Bacterial Disease of Ornamental Fish, *Carassius auratus*, caused by *Bacillus licheniformis* P. *Microbial Pathogenesis*, 141, 1–15.
- Shariare, M. H., Noor, H. B., Khan, J. H., Uddin, J., Ahamad, S. R., Altamimi, M. A., Alanazi, F. K., and Kazi, M. (2021). Liposomal Drug Delivery of Corchorus Olitorius Leaf Extract Containing Phytol Using Design of Experiment (Doe): In-Vitro Anticancer and In-Vivo Anti-Inflammatory Studies. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 199, 1–11.
- Sholikhah, E. N. (2016). Indonesian Medicinal Plants as Sources of Secondary Metabolites for Pharmaceutical Industry. *Journal of Thee Medical Sciences*, 48(04), 226–239.
- Silverstein, R. M., Bassler, G. C., and Morrill, T. C., 1986, “Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik”, Edisi keempat, a.b. A. J. Hartono, Erlangga, Jakarta, hal. 95-97.
- Siswadi, S., and Saragih, G. S. (2023). Phytochemical analysis of bioactive compounds in ethanolic extract of. *International Conference on Life Sciences and Technology*, 030098, 1–
- Suharti, T. 2004. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*.
- Sultan, A. (2015). Steroids: A Diverse Class of Secondary Metabolites. *Medicinal Chemistry*, 5(7), 310–317.
- Susanty, S., dan Bachmid, F. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Konversi*, 5(2), 87–93.
- Tamam, Mh Badrut. 2016. "Online" Kromatografi Lapis Tipis. [https://generasibiologi.com/2016/02/kromatografi-lapis-tipis.html #:~:tex t=Sinar%20UV254%20juga%20dapat%20digunakan, secara%20alami%20](https://generasibiologi.com/2016/02/kromatografi-lapis-tipis.html#:~:tex t=Sinar%20UV254%20juga%20dapat%20digunakan, secara%20alami%20). Diakses pada tanggal 19 Oktober 2023 Pukul 08.00 WIB.
- Thabti, I., Elfalleh, W., Hannachi, H., Ferchichi, A., dan Campos, M. D. G. (2012). Identification and Quantification of Phenolic Acids and Flavonol Glycosides in *Tunisian Morus* Species by HPLC-DAD and HPLC-MS. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 367–374.
- Tortora, C., Pisano, L., Vergine, V., Ghirga, F., Iazzetti, A., Calcaterra, A., Marković, V., Botta, B., and Quaglio, D. (2022). Synthesis, Biosynthesis, and Biological Activity of Diels–Alder Adducts from *Morus* Genus: An Update. *Molecules*, 27(21), 1–48.

- Twaij, B. M., and Hasan, N. (2022). Bioactive Secondary Metabolites from Plant Sources : Types , Synthesis , and Their Therapeutic Uses. *International Journal of Plant Biology*, 13(1), 4–14.
- Uno, T., Isogai, A., Suzuki, A., Shirata, A., The, P., Chemistry, S., Station, E. T., and Ibaraki, P. P. (1981). Isolation (Ethyl oxychromone Tree (Morns and Identification of Ethyl fÅ-Resorcylate Mulberry Activity from alba L.) the and Root their Bark Biological. *J. Seric. Sci. Jpn.*, 50(5), 422–427.
- Vora, J., Sinha, S., Sharma, S., Srivastava, A., and Shrivastava, N. (2023). Bioactivities of Diverse Endophytes Isolated From the Stem Bark of *Morus alba* L. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(5), 1–4.
- Wang, L., Cui, X. Q., Gong, T., Yan, R. Y., Tan, Y. X., and Chen, R. Y. (2008). Three New Compounds from the Barks of *Morus nigra*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 10(9), 897–902.
- Wang, L., Yang, Y., Liu, C., and Chen, R. Y. (2010). Three New Compounds from *Morus nigra* L. *Journal of Asian Natural Products Research*, 12(6), 431–437.
- Yadav, N., Yadav, R., and Goyal, A. (2014). Chemistry of Terpenoids. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 27(2), 272–278.
- Yang, Z. G., Matsuzaki, K., Takamatsu, S., and Kitanaka, S. (2011). Inhibitory Effects of Constituents from *Morus alba* var. *Multicaulis* on Differentiation of 3T3-L1 Cells and Nitric Oxide Production in RAW264.7 Cells. *Molecules*, 16(7), 6010–6022.
- Zhang, Q. J., Zheng, Z. F., Chen, R. Y., and Yu, D. Q. (2009). Two new Dimeric Stilbenes from the Stem Bark of *Morus australis*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 11(2), 138–141.
- Zheng, Z. F., Zhang, Q. J., Chen, R. Y., and Yu, D. Q. (2012). Four New Flavonoids from *Morus australis*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 14(3), 263–269.