

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TURUNAN FLAVONOID DARI
EKSTRAK KLOOROFORM KAYU BATANG MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Oleh:

HAIFA FADHILA

2001823

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

LEMBAR HAK CIPTA

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TURUNAN FLAVONOID
DARI EKSTRAK KLOOROFORM KAYU BATANG MURBEI PUTIH
(*Morus alba* L.)**

Oleh:

Haifa Fadhila

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Pengetahuan Alam

© Haifa Fadhila 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindung undang-undang

Skripsi ini tidak bolrh diperbanyak seluruhnya atau Sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TURUNAN FLAVONOID DARI
EKSTRAK KLOROFORM KAYU BATANG MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.)

Oleh

Haifa Fadhila

2001823

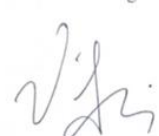
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Iqbal Musthapa, M.Si.
NIP. 197512232001121001

Pembimbing II



Vidia Afina Nuraini, M.Sc.
NIP. 199307052020122009

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D.
NIP. 197806282001122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA TURUNAN FLAVONOID DARI EKSTRAK KLOOROFORM KAYU BATANG MURBEI PUTIH (*Morus alba* L.)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam Masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat Pernyataan,
(Haifa Fadhila)

KATA PENGANTAR

Dengan rendah hati, puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan segala bentuk Rahmat, hidayah, serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan penelitian ini yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Turunan Flavonoid dari Ekstrak Kloroform Kayu Batang Murbei Putih (*Morus alba* L.)”. Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulisan dan penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan sangat berguna bagi penulis agar kelak menjadi pembelajaran dan diharapkan dapat membantu dalam penulisan karya ilmiah selanjutnya agar lebih baik lagi. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih dan berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang terlibat dan penulis juga berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan dan pengetahuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, terlibat banyak sekali pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karenanya, penulis menyampaikan rasa hirmat dan ucapan terima kasih mandapam kepada:

1. Bapak Dr. Iqbal Musthapa, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan, nasihat, arahan, dan segala bentuk dukungan selama penelitian berlangsung hingga penyusunan skripsi.
2. Ibu Vidia Afina Nuraini, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
3. Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Gun Gun Gumilar, M.Si selaku Ketua KBK Kimia Hayati
5. Ibu Dr. Siti Aisyah, M.Si selaku Kepala Laboratorium Riset Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan jalan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia FPMIPA UPI yang ttelah memberikan ilmu yang sangat berharga selama perkuliahan.
7. Seluruh staff dan laboran Program Studi Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan bantuan dan pekayanan terbaik kepada penulis.
8. Ibu, Ayah, Teh Najmi, Teh Yushi, Teh Fajri, Tsabit, Tsana, Haya, dan seluruh anggota keluarga penulis yang selalu memberikan doa, nasihat, bantuan, dan dukungan yang paling berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Alfiyah Nur Fadhilah selaku sahabat sekaligus rekan kerja riset yang selalu bersedia hadir membantu, mendukung, dan senantiasa menemani penulis bahkan dalam keadaan ditimpa musibah.
10. Farah Shania Marzani, Salsabila Fitri Pratami, Melinda Nurpratiwi, Raden Khairana Khadra, dan Nadya Fitria Ningrumselaku sahabat terdekat penulis yang selalu memberikan bantuan, dukungan, doa, saran, dan menjadi tempat berbagi penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
11. Rekan kerja riset KBK hayati yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan selama penelitian berlangsung.

ABSTRAK

Morus alba L., atau murbei putih, merupakan tumbuhan yang dikenal memiliki berbagai kandungan bioaktif dengan potensi farmakologis seperti flavonoid, kumarin, stilbenoid, termasuk senyawa calkon yang telah dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, dan antikanker. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi senyawa turunan flavonoid dari ekstrak kloroform kayu batang murbei putih. Tahap isolasi dan pemisahan dilakukan dengan ekstraksi menggunakan metode maserasi, ekstraksi cair-cair, serta pemisahan dan pemurnian pada fraksi kloroform dari kayu batang murbei putih dilanjutkan dengan menggunakan teknik kromatografi, yaitu Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Cair Vakum (KCV), Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG), dan Kromatografi Lapis Tipis Preparatif. Karakterisasi struktur senyawa hasil isolasi didasarkan pada data spektroskopi *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) 1D (^1H -NMR) dan membandingkan data dengan literatur. Dihasilkan isolat berupa padatan kuning seperti minyak sebanyak 6,3 mg.

Kata kunci: murbei putih, *morus alba* L., fraksi kloroform, kayu batang, flavonoid.

ABSTRACT

Morus alba L., or white mulberry, is a plant known for its various bioactive compounds with pharmacological potential, such as flavonoids, coumarins, stilbenoids, including chalcone compounds, which have been reported to exhibit antioxidant, antimicrobial, and anticancer activities. This study aims to isolate and characterize flavonoid derivatives from the chloroform extract of white mulberry stem wood. The isolation and separation stages were carried out by extraction using the maceration method, liquid-liquid extraction, and the separation and purification of the chloroform fraction from the white mulberry stem wood, followed by chromatographic techniques, including Thin Layer Chromatography (TLC), Vacuum Liquid Chromatography (VLC), Gravity Column Chromatography (GCC), and Preparative Thin Layer Chromatography. The structure characterization of the isolated compound was based on 1D Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy data (¹H-NMR) and by comparing the data with literature references. The resulting isolate was a yellow oil-like solid, totaling 6.3 mg.

Keywords: white mulberry, *Morus alba* L., chloroform fraction, stem wood, flavonoids.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II.....	4
2.1 Flavonoid	5
2.2 Tinjauan Botani Tumbuhan Murbei Putih (<i>Morus alba</i> L.).....	7
2.3 Kandungan Metabolit Sekunder Tumbuhan Murbei Putih (<i>Morus alba</i> L.)	8
2.4 Metode Isolasi Bahan Alam	13
2.4.1. Ekstraksi	13
2.4.2. Kromatografi	14
2.5 Karakterisasi Hasil Isolasi	15
BAB III.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.4 Tahapan Penelitian.....	18
3.4.1 Ekstraksi	18
3.4.2 Pemisahan dan Pemurnian.....	18
BAB IV	20
4.1 Determinasi Tanaman.....	20
4.2 Ekstraksi Kayu Batang Murbei Putih	20
4.3 Pemisahan dan Pemurnian	21

4.4	Karakterisasi Senyawa.....	28
BAB V		31
5.1	Simpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN		38
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian		38
Lampiran 2. Riwayat Penulis		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur flavonoid (A) dan struktur calkon (B).....	5
Gambar 2. 2. Tanaman murbei putih (<i>morus alba</i> L.).....	8
Gambar 2. 3. Struktur senyawa metabolit sekunder pada tanaman murbei putih..	13
Gambar 3. 1. Bagan alir penelitian.....	17
Gambar 4. 1. Bagan alir pemisahan dari ekstrak kayu batang murbei putih.	22
Gambar 4. 2. Kromatogram KLT hasil KCV yang diamati dibawah sinar UV λ 254 nm.....	24
Gambar 4. 3. Hasil KLT Fraksi A, B, dan C.	24
Gambar 4. 4. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B.	25
Gambar 4. 5. Hasil KLT fraksi gabungan B1-B4.....	25
Gambar 4. 6. Hasil KLT fraksi B3.	26
Gambar 4. 7. Kromatogram KLT hasil KKG fraksi B3.	26
Gambar 4. 8. Kromatogram KLT fraksi gabungan B3.4.....	27
Gambar 4. 9. Hasil KLT Preparatif fraksi gabungan B3.4.	27
Gambar 4. 10. Hasil KLT isolat B3.4.2.....	28
Gambar 4. 11. Wujud isolat B3.4.2.	28
Gambar 4. 12. Spektrum ^1H -NMR senyawa isolat.	29
Gambar 4. 13. Struktur Moracalkon B.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Metabolit sekunder pada tanaman murbei.	9
Tabel 4. 1. Data perbandingan ^1H -NMR senyawa isolat dengan moracalkon B...	29

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, P., Yusufoglu, H., & Alam, A. (2013). HPTLC densitometric method for analysis of thymoquinone in *Nigella sativa* extracts and marketed formulations. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(6), 467–471. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60102-4](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60102-4)
- Alappat, B., & Alappat, J. (2020). Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. *Molecules*, 25(23). <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>
- Alfaridz, F., & Amalia, R. (2019). Review Jurnal : Klasifikasi Dan Aktivitas Farmakologi Dari Senyawa Aktif Flavonoid. *Farmaka*, 3, 1–9.
- Bai, H., Jiang, S., Liu, J., Tian, Y., Zheng, X., Wang, S., Xie, Y., Li, Y., & Jia, P. (2023). Planting conditions can enhance the bioactivity of mulberry by affecting its composition. *Frontiers in Plant Science*, 14(March). <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1133062>
- Chen, H., Chen, J., Yang, H., Chen, W., Gao, H., & Lu, W. (2016). Variation in total anthocyanin, phenolic contents, antioxidant enzyme and antioxidant capacity among different mulberry (*Morus* sp.) cultivars in China. *Scientia Horticulturae*, 213, 186–192. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.036>
- Chen, S., Wang, X., Cheng, Y., Gao, H., & Chen, X. (2023). A Review of Classification, Biosynthesis, Biological Activities and Potential Applications of Flavonoids. *Molecules*, 28(13), 1–27. <https://doi.org/10.3390/molecules28134982>
- Chu, Q., Lin, M., Tian, X., & Ye, J. (2006). Study on capillary electrophoresis-amperometric detection profiles of different parts of *Morus alba* L. *Journal of Chromatography A*, 1116(1–2), 286–290. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.03.118>
- Chuah, H. Q., Tang, P. L., Ang, N. J., & Tan, H. Y. (2021). Submerged fermentation improves bioactivity of mulberry fruits and leaves. *Chinese Herbal Medicines*, 13(4), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2021.09.003>
- Dat, N. T., Binh, P. T. X., Quynh, L. T. P., Van Minh, C., Huong, H. T., & Lee, J. J. (2010). Cytotoxic prenylated flavonoids from *Morus alba*. *Fitoterapia*, 81(8), 1224–1227. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.08.006>
- D'urso, G., Mes, J. J., Montoro, P., Hall, R. D., & de Vos, R. C. H. (2020). Identification of bioactive phytochemicals in mulberries. *Metabolites*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/metabo10010007>

- El, G., Batiha, S., Esmail, A., Snafi, A., Thuwaini, M. M., Oluwafemi, J., & Hazem, T. (2023). *Morus alba : a comprehensive phytochemical and pharmacological review*. 1399–1413. <https://doi.org/10.1007/s00210-023-02434-4>
- Elsayed Azab, A., A Adwas, Almokhtar, Ibrahim Elsayed, A. S., A Adwas, A., Ibrahim Elsayed, Ata Sedik, & Quwaydir, F. A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 6(1), 43–47. <https://doi.org/10.15406/jabb.2019.06.00173>
- Eseberri, I., Trepiana, J., Léniz, A., Gómez-García, I., Carr-Ugarte, H., González, M., & Portillo, M. P. (2022). Variability in the Beneficial Effects of Phenolic Compounds: A Review. *Nutrients*, 14(9), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu14091925>
- Gundogdu, M., Canan, I., Gecer, M. K., Kan, T., & Ercisli, S. (2017). Phenolic compounds, bioactive content and antioxidant capacity of the fruits of mulberry (*Morus* spp.) germplasm in Turkey. *Folia Horticulturae*, 29(2), 251–262. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0023>
- Habsah, M., M. Amran, M. M. M., Lajis, N. H., Kikuzaki, H., Nakatani, N., Rahman, A. A., & Ghafar, A. M. A. (2000). Screening of Zingiberaceae extracts for antimicrobial and antioxidant activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(03), 403–416. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00223-3%0A](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00223-3%0A)
- Hao, J., Gao, Y., Xue, J., Yang, Y., Yin, J., Wu, T., & Zhang, M. (2022). Phytochemicals, Pharmacological Effects and Molecular Mechanisms of Mulberry. *Foods*, 11(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/foods11081170>
- HEYNE, K. (1987). Tumbuhan Berguna Indonesia. *Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan*, 2, 1188–1189.
- Huang, H. P., Ou, T. T., & Wang, C. J. (2013). Mulberry (*Sang Shèn Zì*) and its bioactive compounds, the chemoprevention effects and molecular mechanisms in vitro and in vivo. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 3(1), 7–15. <https://doi.org/10.4103/2225-4110.106535>
- Jin, Q., Yang, J., Ma, L., Cai, J., & Li, J. (2015). Comparison of Polyphenol Profile and Inhibitory Activities Against Oxidation and α -Glucosidase in Mulberry (Genus *Morus*) Cultivars from China. *Journal of Food Science*, 80(11), C2440–C2451. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13099>
- Kendrick, A. (2016). Coloring Aqueous Food Types. In *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving*

Food Color. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00007-5>

- Khalifa, I., Zhu, W., Li, K. kai, & Li, C. mei. (2018). Polyphenols of mulberry fruits as multifaceted compounds: Compositions, metabolism, health benefits, and stability—A structural review. *Journal of Functional Foods*, 40(October 2017), 28–43. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.10.041>
- Khan, M. K., Paniwnyk, L., & Hassan, S. (2019). *Polyphenols as Natural Antioxidants: Sources, Extraction and Applications in Food, Cosmetics and Drugs* (Issue July 2019). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3810-6_8
- Kim, I., & Lee, J. (2020). Variations in anthocyanin profiles and antioxidant activity of 12 genotypes of mulberry (*Morus* spp.) fruits and their changes during processing. *Antioxidants*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/antiox9030242>
- Koca, I., Ustun, N. S., Koca, A. F., & Karadeniz, B. (2008). Chemical composition, antioxidant activity and anthocyanin profiles of purple mulberry (*Morus rubra*) fruits. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(2), 39–42.
- Kuber Banoth, R., & Thatikonda, A. (2020). a Review on Natural Chalcones an Update. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(2), 546. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.11\(2\).546-55](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.11(2).546-55)
- Kunnaryo, H. J. B., & Wikandari, P. R. (2021). Antosianin dalam Produksi Fermentasi dan Perannya sebagai Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 24–36. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p24-36>
- Kwon, O. C., Ju, W. T., Kim, H. B., Sung, G. B., & Kim, Y. S. (2019). UPLC-DAD-QTOF/MS Analysis of Flavonoids from 12 Varieties of Korean Mulberry Fruit. *Journal of Food Quality*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1528917>
- Laleh, G. H., Frydoonfar, H., Heidary, R., Jameei, R., & Zare, S. (2006). The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four *Berberis* species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1), 90–92. <https://doi.org/10.3923/pjn.2006.90.92>
- Liang, Q., Wang, Q., Wang, Y., Wang, Y. N., Hao, J., & Jiang, M. (2018). Quantitative ¹H-NMR spectroscopy for profiling primary metabolites in mulberry leaves. *Molecules*, 23(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/molecules23030554>

- Lim, S. H., & Choi, C. I. (2019). Pharmacological properties of morus nigra L. (Black Mulberry) as a promising nutraceutical resource. *Nutrients*, 11(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu11020437>
- Lin, Z., Gan, T., Huang, Y., Bao, L., Liu, S., Cui, X., Wang, H., Jiao, F., Zhang, M., Su, C., & Qian, Y. (2022). Anti-Inflammatory Activity of Mulberry Leaf Flavonoids In Vitro and In Vivo. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(14). <https://doi.org/10.3390/ijms23147694>
- Liu, L. K., Lee, H. J., Shih, Y. W., Chyau, C. C., & Wang, C. J. (2008). Mulberry anthocyanin extracts inhibit LDL oxidation and macrophage-derived foam cell formation induced by oxidative LDL. *Journal of Food Science*, 73(6). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00801.x>
- Mena, P., Sánchez-Salcedo, E. M., Tassotti, M., Martínez, J. J., Hernández, F., & Del Rio, D. (2016). Phytochemical evaluation of eight white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry clones grown in Spain based on UHPLC-ESI-MSn metabolomic profiles. *Food Research International*, 89, 1116–1122. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.012>
- Miljkovic, V., Nikolic, L., Radulovic, N., Arsic, B., Nikolic, G., Kostic, D., Bojanic, Z., & Zvezdanovic, J. (2015). Flavonoids in mulberry fruit: Identification of nonanthocyanin phenolics in some mulberry fruit species (*Morus alba* L., *Morus rubra* L. and *Morus nigra* L.). *Agro Food Industry Hi-Tech*, 26(3), 38–42.
- Natić, M. M., Dabić, D., Papetti, A., Fotirić Akšić, M. M., Ognjanov, V., Ljubojević, M., & Tešić, Ž. L. (2015). Analysis and characterisation of phytochemicals in mulberry (*Morus alba* L.) fruits grown in Vojvodina, North Serbia. *Food Chemistry*, 171, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.101>
- Nuengchamnong, N., Ingkaninan, K., Kaewruang, W., Wongareonwanakij, S., & Hongthongdaeng, B. (2007). Quantitative determination of 1-deoxynojirimycin in mulberry leaves using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 44(4), 853–858. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2007.03.031>
- Osman, W., Mohammed, M. S., Khalid, H. S., Muddathir, A., Shantier, S. W., Osman, B., & Abdoon, I. (2020). HPTLC Fingerprint Profile and Identification of Antidiabetic and Antioxidant Leads from *Bauhinia rufescens* L. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3201463>
- Ou, T. T., Hsu, M. J., Chan, K. C., Huang, C. N., Ho, H. H., & Wang, C. J. (2011). Mulberry extract inhibits oleic acid-induced lipid accumulation via reduction

- of lipogenesis and promotion of hepatic lipid clearance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(15), 2740–2748.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.4489>
- Pawlowska, A. M., Oleszek, W., & Braca, A. (2008). Quali-quantitative analyses of flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3377–3380.
<https://doi.org/10.1021/jf703709r>
- Pothinuch, P., & Tongchitpakdee, S. (2011). Melatonin contents in mulberry (*Morus* spp.) leaves: Effects of sample preparation, cultivar, leaf age and tea processing. *Food Chemistry*, 128(2), 415–419.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.045>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2018). Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Qin, C., Li, Y., Niu, W., Ding, Y., Zhang, R., & Shang, X. (2010). Analysis and characterisation of anthocyanins in mulberry fruit. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(2), 117–126. <https://doi.org/10.17221/228/2008-cjfs>
- Rachmawati, S. N., & Haristiani, R. (2022). Efek Potensial Rutin terhadap Kesehatan. *Jurnal Interprofesi Kesehatan Indonesia*, 1(3), 132–140.
- Ramesh, P., Jagadeesan, R., Sekaran, S., Dhanasekaran, A., & Vimalraj, S. (2021). Flavonoids: Classification, Function, and Molecular Mechanisms Involved in Bone Remodelling. *Frontiers in Endocrinology*, 12(November), 1–22.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2021.779638>
- Silva, S., Costa, E. M., Calhau, C., Morais, R. M., & Pintado, M. E. (2017). Anthocyanin extraction from plant tissues: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 3072–3083.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1087963>
- Tsurudome, N., Minami, Y., & Kajiya, K. (2022). Fisetin, a major component derived from mulberry (*Morus australis* Poir.) leaves, prevents vascular abnormal contraction. *BioFactors*, 48(1), 56–66.
<https://doi.org/10.1002/biof.1798>
- Wang, Z., Lin, Y., Li, T., Dai, F., Luo, G., Xiao, G., & Tang, C. (2019). Phenolic profiles and antioxidant capacities of mulberry (*Morus atropurpurea* Roxb.) juices from different cultivars. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1340–1352. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1646272>

- Wen, P., Hu, T. G., Linhardt, R. J., Liao, S. T., Wu, H., & Zou, Y. X. (2019). Mulberry: A review of bioactive compounds and advanced processing technology. *Trends in Food Science and Technology*, 83, 138–158. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.017>
- Win, A. N., Sankhuan, D., Chintakovid, W., & Supaibulwatana, K. (2022). Bioactive Compounds Produced in Leaves of Mulberry (*Morus alba* L.) Transplants under Modified Environments of Root and Aerial Zones. *Plants*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/plants11212850>
- Yang, X., Yang, L., & Zheng, H. (2010). Hypolipidemic and antioxidant effects of mulberry (*Morus alba* L.) fruit in hyperlipidaemia rats. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8–9), 2374–2379. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.074>
- Zhang, H., Ma, Z. F., Luo, X., & Li, X. (2018). Effects of mulberry fruit (*Morus alba* L.) consumption on health outcomes: A mini-review. *Antioxidants*, 7(5), 1–13. <https://doi.org/10.3390/antiox7050069>
- Zou, B., Xu, Y. juan, Wu, J. jun, Yu, Y. shan, & Xiao, G. sheng. (2017). Phenolic compounds participating in mulberry juice sediment formation during storage. *Journal of Zhejiang University: Science B*, 18(10), 854–866. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1600461>