

DAFTAR PUSTAKA

1. Akyol, Y. *The morphological, anatomical and palynological properties of endemic haplophyllum megalanthum bornm. (Rutaceae).* 44, 1121-1126 (2012).
2. Kun, L.U.O. dkk. "Assessment of candidate plant DNA barcodes using the *Rutaceae* family". 53, 701-708 (2010).
3. Liaqat, I dkk. "Toxicology Evaluation Of Essential Oils from Some Plants of *Rutaceae* Family" (2018).
4. Raciti, G.A " *Citrus aurantium* L. dry extracts promote C/ ebp β expression and improve adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells". 1–20 (2018).
5. Virk, G. S. & Nagpal, A. "Citrus diseases caused by *Phytophthora* species". 3, 18–27 (2012).
6. Jing, L. dkk. "Metabolite profiles of essential oils in citrus peels and their taxonomic implications". (2015) doi:10.1007/s11306-014-0751-x.
7. Bnina, E. Ben, dkk. "Chemical composition , antimicrobial and insecticidal activities of the tunisian *Citrus aurantium* essential oils". 81–92 (2019).
8. Zhao, H., Yang, L., Wei, J., Huang, M. & Jiang, J. "Bioactivity evaluations of ingredients extracted from the flowers of *Citrus*". *Food Chem.* 135, 2175–2181 (2012).
9. Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-theriou, K. & Therios, I. "Volatile Constituents and Antioxidant Activity of Peel, Flowers and Leaf Oils of *Citrus aurantium* L. Growing in Greece ". 10639–10647 (2013) .

10. Mohammadpourhodki, R., Sadeghnezhad, H. & Ebrahimi, H. “*The Effect of Aromatherapy Massage With Lavender and Citrus aurantium Essential Oil on Quality of Life of Patients on Chronic Hemodialysis : A Parallel Randomized Clinical Trial Study*” *J. Pain Symptom Manage.* (2020) doi:10.1016/j.jpainsymman.2020.08.032.
11. He, W. dkk. *Citrus aurantium L . and Its Flavonoids Regulate TNBS-Induced Inflammatory Bowel Disease through Anti-Inflammation and Suppressing Isolated Jejunum Contraction.* Doi :10.3390/ijms19103057. (2015).
12. Shen, C., Wan, L., Wang, T. & Jiang, J. “*Citrus aurantium L . var . amara Engl . inhibited lipid accumulation in 3T3-L1 cells and Caenorhabditis elegans and prevented obesity in high-fat diet-fed mice.* *Pharmacol”. Res.* 147, 104347 (2019).
13. Abou, D. H., Ibrahim, B. M. M., Hassan, N. S., Yousuf, A. F. & El, S. “*Exploiting Citrus aurantium L. seeds and their secondary metabolites in the management of Alzheimer disease*”. *Toxicol. Reports* 7, 723–729 (2020).
14. Bonamin, F. dkk. “*Chemico-Biological Interactions The effect of a minor constituent of essential oil from Citrus aurantium : The role of b -myrcene in preventing peptic ulcer disease*”. *Chem. Biol. Interact.* 212, 11–19 (2014).
15. Lemos, D. dkk. “*Molecular Phylogenetics and Evaluation A treenymph of the Brazilian Atlantic Forest: Dryades (Galipeinae, Rutaceae), a new neotropical genus segregated from Conchocarpus*”. 154, (2021).
16. Immature, L.D. “*Chemical Evidence for Potent Xhantine Oxidase Inhibitory Activity of Ethyl Acetat of Extract.* (2016). Doi: 10.3390/ molecules20130302.

17. Alkilami, W.H. “ *South African Journal of Botany Citrus aurantium Flowers Essential Oil Protect Liver Against Ischemia/reperfusion Injury. South African*” J.Bot 142, 325-334 (2021).
18. Mannucci, C. dkk. “*Clinical Pharmacology of Citrus aurantium and Citrus sinensis for the Treatment of Anxiety*” . (2018).
19. When, L. dkk. “*Phenolics in Citrus aurantium Fruit Identified by HPLC-MS/MS And Their Bioactivities*”. Lwt 147, 111671 (2021).
20. Bibalani, G. H. & Mosazadeh-sayadmahaleh, F. “*Recognition and consumption uses and medicinal properties of sour orange (Citrus aurantium L.) By Rural People in East part of Gilan Province*” (North Iran). 5, 1238–1243 (2011)
21. Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-theriou, K. & Therios, I. Volatile “*Constituents and Antioxidant Activity of Peel, Flowers and Leaf Oils of Citrus aurantium L.*”. Growing in Greece. 10639–10647 (2013).
22. Mercader, J., Wanecq, E., Chen, J. & Carpéné, “C. Isopropylhornsinephrine is a stronger lipolytic agent in human adipocytes than synephrine and other amines present in Citrus aurantium L. “J. Physiol. Biochem. 67, 443–452 (2011).
23. Hwang, Y. H. & Ma, J. Y. “*Preventive Effects of an UPLC-DAD-MS/MS Fingerprinted Hydroalcoholic Extract of Citrus aurantium L. in a Mouse Model of Ulcerative Colitis*”. Planta Med. 84, 1101–1109 (2018).
24. Rim, S. dkk. “*Anti-inflammatory effect of flavonoids isolated from Korea Citrus aurantium L. on lipopolysaccharide-induced mouse macrophage RAW*

- 264 . 7 cells by blocking of nuclear factor-kappa B (NF- κ B) and mitogen-activated protein kinase (MAPK) signalling pat”. Food Chem. 129, 1721–1728 (2011).
25. Nidhi, P, Rolta, R., Kumar, V., Dev, K. & Sourirajan, "A. Synergistic potential of *Citrus aurantium* L . essential oil with antibiotics against *Candida albicans*". J. Ethnopharmacol. 262, 113135 (2020).
 26. El-shazly, A. M. "Hepatoprotective effect of limonin , a natural limonoid from the seed of *Citrus aurantium* L. var . bigaradia , on D-galactosamine-induced liver injury in rats". 4, 251–261 (2014).
 27. Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U. & Gattuso, G. "Distribution of C- and O-glycosyl flavonoids, (3-hydroxy-3-methylglutaryl) Glycosyl flavanones and furocoumarins in *Citrus aurantium* L. juice". Food Chem. 124, 576–582 (2011).
 28. Saidi N, Ginting B, Murniana, Mustanir. “Analisis Metabolit Mekunder”. Banda Aceh: Syiah kuala university press; 2018.
 29. Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
 30. Hasrianti, Nurrahmah, and Nuraisia, (2016). “ Pemanfaatan Ekstrak Bawang Merah dan Asam Asetat Sebagai Pengawet Alami Bakso”. J.Din, vol:07, no. 1, pp9-30.
 31. S. Lal, S. Faisal, A. Muhammad, B. Gabriel, A. Hamid, and M. Jaremko, “Biomedicine & Pharmacotherapy Antiviral activities of flavonoids” Biomed.

- Pharmacother., vol. 140, no. April, p. 111596, (2021), doi: 10.1016/j.biopha.2021.111596.
32. S. Huang, dkk. “*Journal of Food Composition and Analysis Variation in The Content and Composition of Limonoids in Fruits of Four Pomelo Varieties During Fruit Development: The Natural Debittering Process in Pomelo Fruits*,” J. Food Compos. Anal, vol. 100, no. April, p. 103928, 2021, doi: 10.1016/j.jfca.2021.103928.
 33. T. Cytotoxic and A. Against, “www.jmolekul.com,” pp. 117–124, (2021).
 34. H. Wang, X. Xu, X. Wang, W. Guo, W. Jia, and F. Zhang, “Journal Preprf,” Food Sci. Technol, P. 112329. (2021), doi: 10.1016/j.lwt.2021.112329
 35. M. A. Balkhyour, A. M. S. Tammar, A. Saleh, H. Abdelrahim, and A. Hassan, “*Industrial Crops & Products Enhancing biomass and productivity of coumarins and essential oil in ajwain (Trachyspermum ammi) sprouts via laser light treatment*,” Ind. Crop. Prod., vol. 170, no. April, p. 113837, 2021, doi: 10.1016/j.indcrop.2021.113837.
 36. S.E Mccann dkk. “*Enterolignan Production in a Flaxseed Intervention Study in Postmenopausal US Women of African Ancestry and European Ancestry*” (2021).
 37. L. Flax dkk. “*NMR and LC-MS-Based Metabolomics to Study Osmotic Stress in Lignan-Deficient Flax*” pp. 1–23. (2021).
 38. Z. Ni dkk. “*Industrial Crops & Products Integrating GC-MS and ssRNA-Seq analysis to identify long non-coding RNAs related to terpenoid biosynthesis in*

Cinnamomum camphora” vol. 171, no. May, 2021, doi:
10.1016/j.indcrop.2021.113875.



DATA RIWAYAT HIDUP



Nama : Puja Alasmana
Tempat, tanggal lahir : Garut, 01 Januari 1997
Alamat : Kp. Cikuya, Ds. Bojong,
Kec. Pameungpeuk, Kab.
Garut, Prov. Jawa Barat
Kewarganegaraan : Indonesia
Status Pendidikan : Sarjana
Email : fujaalasmana0111@gmail.com
No. Hp : 082120708890
Keahlian : Kimia Bahan Alam

RIWAYAT PENDIDIKAN

Jenjang Pendidikan	Nama Sekolah/Perguruan Tinggi	Tahun Masuk	Tahun Lulus
SD/Mi	SDN V Bojong	2004	2010
SMP/MTs	SMPN 1 Pameungpeuk	2010	2013
SMA/MA/SMK	SMK Bhakti Kencana Garut	2013	2016
Perguruan Tinggi	Universitas Garut	2017	2021

KEANEKARAGAMAN METABOLIT SEKUNDER DARI TANAMAN

JERUK PAHIT (*Citrus aurantium* L.)

Iqbal Musthapa^{1*}, Farid Perdana^{2*}, Puja Alasmana^{3*}

^{1,2,3} Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Garut, Jawa Barat, Indonesia

*Email: Pujaalasmana0111@gmail.com

ABSTRAK

Citrus aurantium (L). merupakan spesies dari Citrus yang tersebar luas di seluruh dunia. Tanaman ini tumbuh di daerah tropis dan subtropis, sebagian besar spesies ini tumbuh di negara China. *Citrus aurantium* (L.) memiliki keanekaragaman metabolit sekunder diantaranya adalah golongan flavonoid, alkaloid, terpenoid, limonoid, kumarin dan lignan. Akan tetapi metabolit sekunder yang paling dominan adalah golongan flavonoid. Tujuan dari review artikel ini adalah untuk melakukan kajian lebih lanjut terhadap keanekaragaman senyawa metabolit sekunder dari tanaman *Citrus aurantium* (L.) serta mengungkapkan hubungan antara tempat tumbuh serta bagian tanaman yang digunakan pada tanaman *Citrus aurantium*. L.). Metode yang digunakan dalam review artikel ini yaitu studi literatur dari beberapa jurnal nasional berISSN dan jurnal internasional yang terindeks SCOPUS dengan menggunakan beberapa mesin pencarian. Hasil studi literatur didapatkan sejumlah 88 senyawa metabolit sekunder diantaranya adalah senyawa golongan alkaloid, flavonoid, terpenoid, kumarin, lignan dan limonoid yang diperoleh dari berbagai bagian seperti daun, bunga, kulit, dan buah. *Citrus aurantium* L. menghasilkan beberapa metabolit sekunder yang sama, diantaranya adalah neoerictin, narirutin, narigin, hesperidin, neohesperidin, nobitelin, synephrin, tyramin, n-metyltiramine yang ditemukan dinegara Korea, Italy dan USA.

Kata Kunci: Rutaceae, Citrus, *Citrus aurantium* L., Metabolite sekunder dari *Citrus aurantium* L.

ABSTRACT

Citrus aurantium (L). is a species of Citrus that is widely distributed throughout the world. This plant grows in tropical and subtropical regions, most of these species grow in China. *Citrus aurantium* (L.) has a variety of secondary metabolites including flavonoids, alkaloids, terpenoids, limonoids, coumarins and lignans. However, the most dominant secondary metabolites are flavonoids. The purpose of

this review article was to conduct further studies on the diversity of secondary metabolites from *Citrus aurantium* (L.) plants and to reveal the relationship between the site of growth and the plant parts used in (*Citrus aurantium* L.). The method used in this article review was a literature study from several national

Keywords: Rutaceae, Citrus, *Citrus aurantium* L., Metabolites secondary from *Citrus aurantium* L.

I. PENDAHULUAN

Famili Rutaceae merupakan salah satu tumbuhan yang penyebarannya termasuk paling besar, terutama di daerah tropis seperti di Afrika Bagian Selatan dan Australia ⁽¹⁾. Rutaceae terdiri hampir 180 genus dan sekitar 1300-1600 spesies, karena memiliki nilai ekonomis yang baik, ada sekitar 28 genus dan 150 spesies yang diintroduksi dan dibudidayakan di negara China⁽²⁾. Sebagian besar Rutaceae umumnya berbunga dan memiliki aroma yang sangat kuat, bentuk dan ukurannya beragam mulai dari semak dan pohon kecil. Beberapa

diantaranya memiliki wangi yang sangat harum yang digunakan dalam produksi minyak komersial⁽³⁾. Selain itu beberapa publikasi telah melaporkan beberapa kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada tanaman famili Rutaceae. Skirining fitokimia pada tumbuhan ini menunjukkan keberadaan metabolit sekunder diantara dari golongan alkaloid, flavonoid, dan polifenol ⁽⁴⁾.

Citrus aurantium (L.) merupakan salah satu spesies yang termasuk ke dalam genus Citrus. Genus Citrus merupakan salah satu kelompok tanaman yang termasuk

kedalam famili Rutaceae yang terdiri dari 140 genus dan 1300 spesies yang tersebar luas di seluruh dunia ⁽⁵⁾

. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Swingle pada genus *Citrus* terdapat 16 spesies dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tanaka terdapat 162 spesies ⁽⁶⁾

Citrus aurantium (L.) umumnya dikenal sebagai jeruk pahit merupakan pohon jeruk yang memiliki tinggi sekitar 2-2,5 meter identik dengan bunga berwarna putih serta buah-buahan berwarna orange yang banyak ditemukan dan dibudidayakan di daerah tropis dan subtropics ⁽⁷⁾ terutama di Cina, termasuk provinsi Zhejiang, Jiangxi, Fujian, Hunan dan Guangdong ⁽⁸⁾.

Berdasarkan informasi, berbagai organ dari tumbuhan *Citrus aurantium* L. ini juga dapat

digunakan sebagai minuman kesehatan, bagian bunganya digunakan sebagai teh, sedangkan minyak atsirinya (neroli) digunakan sebagai parfum dan perasan dari air bunganya bisa digunakan sebagai penyedap pada olahan makanan ⁽⁹⁾, selain itu, tumbuhan ini juga memiliki manfaat sebagai obat penenang, pereda nyeri, diuretik, dan antiinflamasi ⁽¹⁰⁾.

Pada penelusuran beberapa literature juga menunjukkan bahwa *Citrus aurantium* (L.) juga dilaporkan memiliki aktivitas biologis antara lain sebagai antiinflamasi ⁽¹¹⁾, antiobesitas ⁽¹²⁾, alzheimer ⁽¹³⁾, dan tukak lambung⁽¹⁴⁾ . Dari berbagai aktivitas biologis dan manfaat tradisional tersebut erat kaitannya dengan metabolit sekunder yang terkandung didalamnya. Beberapa publikasi telah melaporkan hasil isolasi

senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam berbagai bagian tanaman *Citrus aurantium*. (L.)

Tujuan dari review artikel ini adalah untuk melakukan kajian lebih lanjut terhadap keanekaragaman senyawa metabolit sekunder dari tanaman *Citrus aurantium* L. serta mengungkapkan hubungan antara tempat tumbuh serta bagian tanaman yang digunakan pada tanaman *Citrus aurantium* (L.).

II. METODOLOGI

Metode analisis yang digunakan adalah metode *systematic review*, yaitu mencari serta mengumpulkan data/jurnal penelitian terdahulu untuk dilakukan analisis. Dalam penelusuran pencarian jurnal rujukan, website yang digunakan antara lain *google scholar*, *scien direct*, *mdpi*, dan *pubmed*. Penelusuran jurnal dilakukan dengan tema “*Citrus*

aurantium (L.)” dengan kata kunci yang digunakan antara lain “*Rutaceae*”, “*Citrus*”, “*Citrus aurantium* (L.)”, “*secondary metabolites from Citrus aurantium* (L.)”,. Kriteria penyeleksian jurnal yang digunakan pada penelitian ini yaitu memiliki kelengkapan data dan kesesuaian isi, diutamakan artikel jurnal internasional yang terindeks scopus yang berisi senyawa metabolit sekunder dari tanaman *Citrus aurantium* (L.) dan terdapat asal tanaman tersebut yang diterbitkan 10 tahun terakhir (2011-2021) dan merupakan jurnal hasil penelitian bukan jurnal hasil *review* penelitian. Teknik analisis data yang dilakukan meliputi tahapan pengolahan data (pengumpulan dan pemilihan data dari hasil pencarian dalam bentuk tabel), data yang didapat dianalisis kemudian dipaparkan dan dibahas

lebih lanjut sehingga diperoleh informasi sesuai dengan tujuan penelitian dan dibuat artikel *review*. berbagai bagian tanaman *Citrus aurantium* (L.) (daun, kulit, buah, batang dan bunga)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, diperoleh data terkait dengan kandungan metabolit sekunder dari tersebut diambil yang ditunjukkan pada Tabel III.1.

Tabel III.1
Metabolit Sekunder dari Berbagai Bagian Tanaman *Citrus aurantium* (L.) serta Negara Asal Tempat Tanaman

No	Bagian	Nama Senyawa	Golongan	Asal	Pustaka
1	Bunga	Tetramethoxyflavone (1)	Flavonod	China	15
		Limonexic acid (2)	Limonoid		
2	Kulit	Synephrin (3) Octopamin (4) N-methyltiramine (5) Tyramine (6)	Alkaloid	USA	16
3	Buah	Synephrine (7) Octopamine (8) N-methyltiramine (9) Hordenie (10) Scopoletin (11) Isomeranzin (12) Scoparone (13) Meranzin (14) Marmesin (15) Oxypeucedanin (16) Isoimperatorin (17)	Alkaloid	Korea	17
		Diosmetin-6,8-di-C-glukosa (18) Rutin (19) Vitexin (20) Neoeriocitrin (21) Micanthoside (22) Isoquercitrin (23)	Flavonoid		

		Apigenin-6,8-di-C-glukosa (24) Narirutin (25) Narigin (26) Hesperidin (27) Neohesperidin (28) Eriodictyol (29)			
		Quercetin (30) Poncirin (31) Narigenin (32) Hesperetin (33) Nobiletin (34) Tangeretin (35)			
		Acanthoside D (36) Pinoresinol glucoside (37) Syringin (38) Ferulic acid (39)			
		Dihydrophaseic acid (40) Limonin glycoside (41) Phaseic acid (42) Nomilin glycoside (43) Nomilinic acid glikosida (44) Obacunone glikosida (45) Absciscic acid (46) Limonin (47) Nomilin (48) Obacunone (49)			
4	Kuit	Hesperidin (50) Narigin (51) Nobiletin (52)	Flavonoid	Korea	18
5	Daun	2-β Pinene (53) δ-3 Carene (54) D- limonene (55) β –Myrcene (56) Citronella (57) L-Linalool (58) γ –Terpinene (59) 3-cyclohexen-1-ol (60) Sabinene (61) Citronellyl acetate (62)	Terpenoid	India	19
6	Biji	Ichangensin (63) Ichangin (64) Deacetylnomilin (65) Limonin (66)	Limonoid	Mesir	20

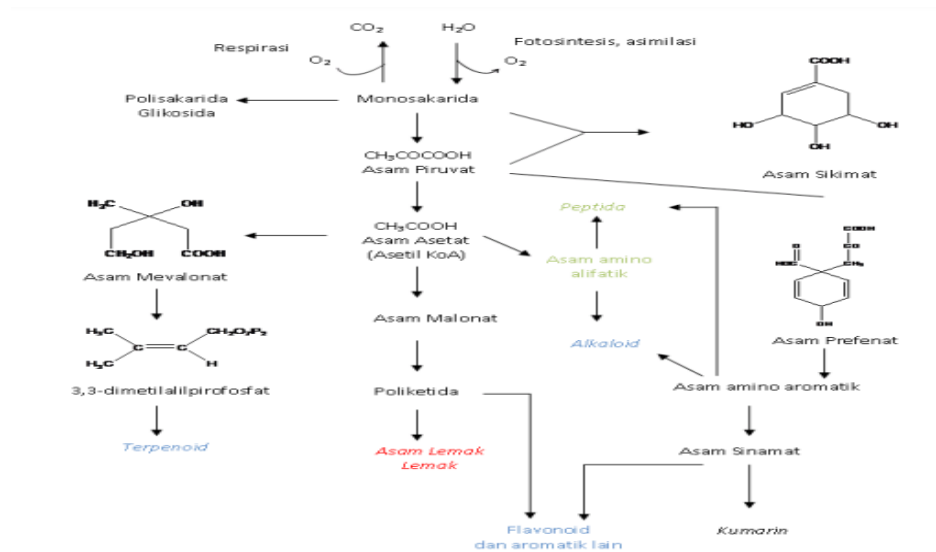
		Methyl Deacetylnomilin (67) Nomilin (68) Obacunoic acid glikosida (69)			
		Obacunone (70) Obacunone glukosida (71) Calamin glukosida (72) Calamin (73) Deoxylimonin (74) Obacunone acetat (75)			
No	Bagian	Nama Senyawa	Golongan	Asal	Pustaka
7	Buah	Lucenin-2 (76) Vicenin 2 (77) Diosmetin-6,8-di-C-glucosa (78) Rhoifolin 4'-glucoside (79) Narirutin 4'-glucoside (80) Eriocitrin (81) Neoerocitrin (82) Narirutin (83) Rhoifolin (84) Narigin (85) Neohesperidin (86) Melitidin (87) Epoxybergamottin (88)	Flavonoid	Italy	21

Metabolit sekunder merupakan metabolit hasil dari sisa produksi metabolit primer yang terjadi pada spesies tertentu sehingga setiap spesies akan menghasilkan metabolit sekunder yang berbeda-beda.²²

yaitu: Jalur asam asetat, jalur asam shikimat, dan jalur asam mevalonat.²³

Berikut merupakan gambar dari jalur biosintesis metabolit sekunder:

Biosintesis pada metabolit sekunder dibedakan menjadi 3 jalur



Gambar III. 1 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder Pada Tumbuhan

3.2.1 Isolasi Metabolit Sekunder

a) Maserasi

Maserasi merupakan suatu teknik panyarian atau pemisahan dimana suatu sampel tumbuhan yang sudah dihaluskan kemudian disimpan dalam wadah tertutup dan dalam jangka waktu tertentu yang disertai dengan pengadukkan hingga komponen sampel tumbuhan ada yang larut. Metode ini paling cocok untuk untuk digunakan untuk

senyawa kimia tumbuhan yang tidak tahan panas atau termolabil.²²

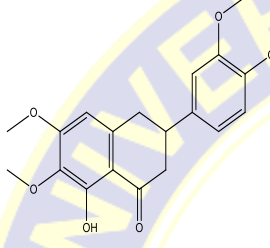
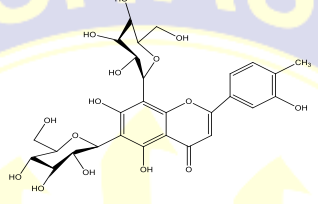
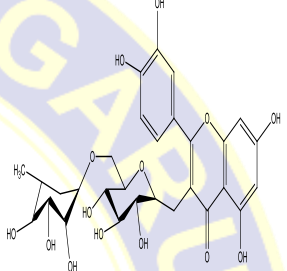
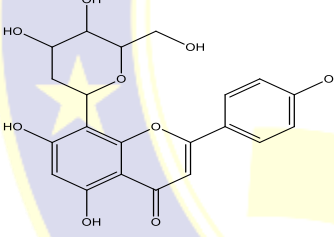
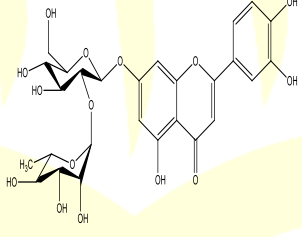
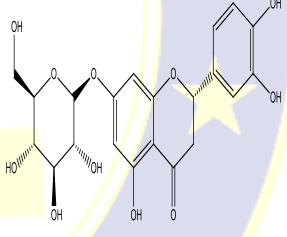
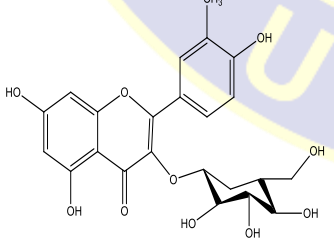
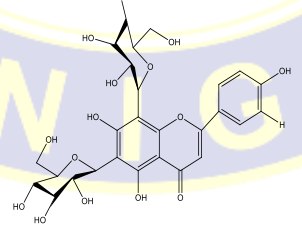
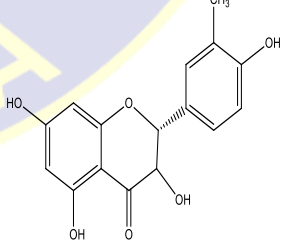
b) Refluks

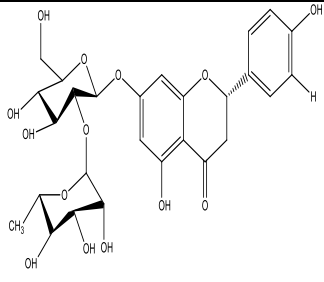
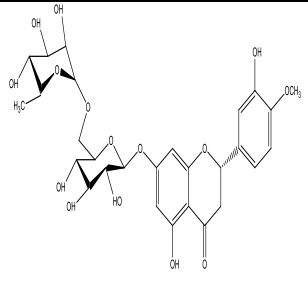
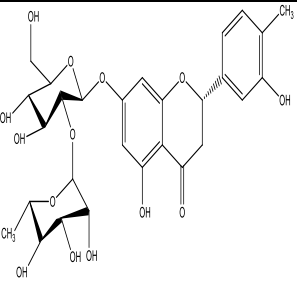
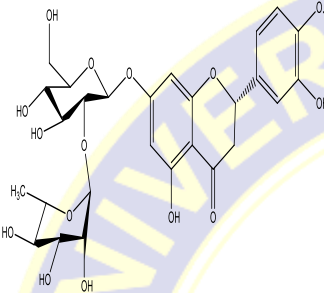
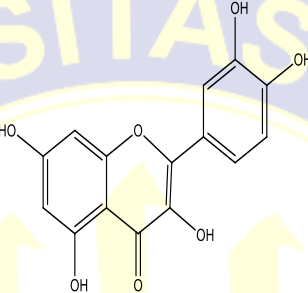
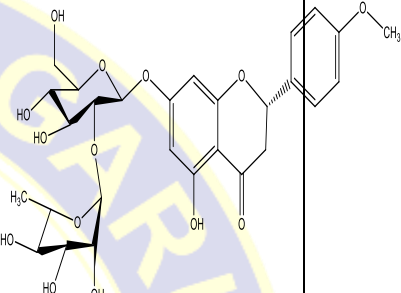
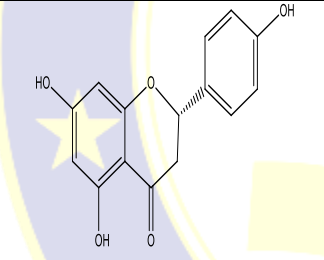
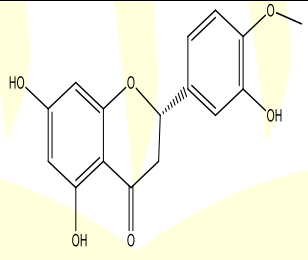
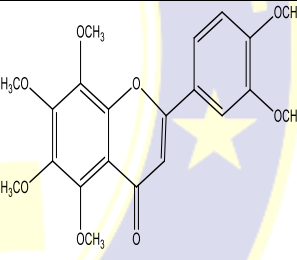
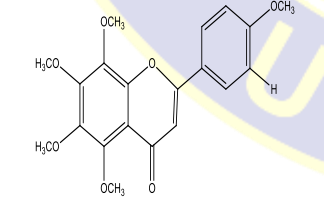
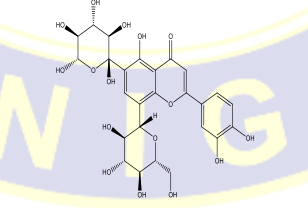
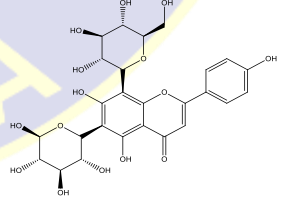
Refluks merupakan suatu teknik ekstraksi dengan menggunakan pelarut pada relative titik didihnya selama waktu tertentu dan dalam jumlah pelarut terbatas yang realtif konstan dengan adanya pendingin balik.²⁴

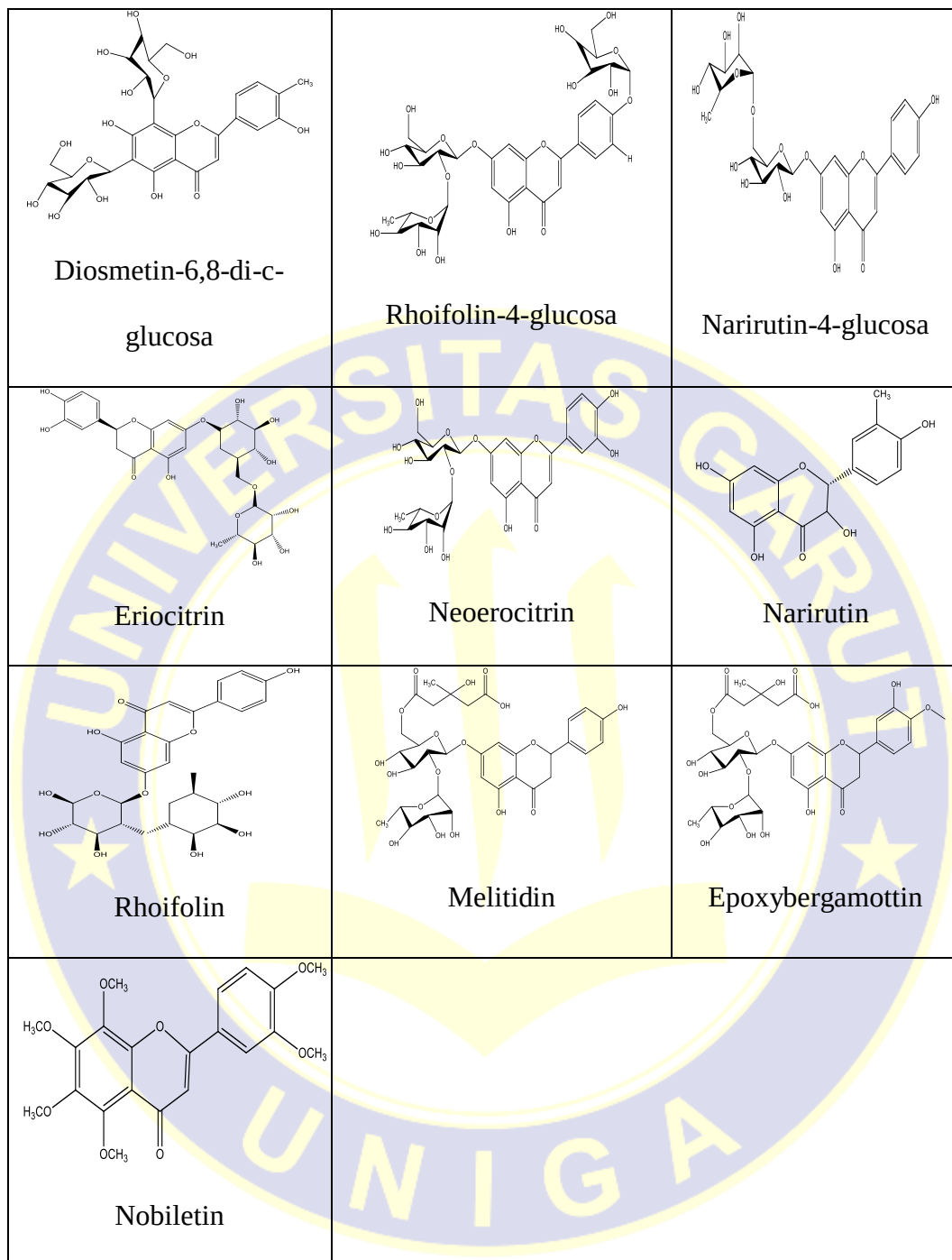
3.2.2 Metabolit Sekunder Golongan

Flavonoid

Flavonoid merupakan flavon, flavanol, flavanonol, senyawa golongan polifenol yang flavanon, isoflavon, dan antosianin. terbentuk secara alami yang tersebar Flavonoid memiliki ciri dasar C6-C3- secara luas yang ditemukan pada C6.²⁵. Berikut adalah senyawa berbagai tumbuhan. Flavonoid golongan flavonoid yang terdapat memiliki banyak sub-kelas seperti pada tanaman *Citrus aurantium* (L.) :

 5-hydroxy-6,7,3',4'-tetramethoxyflavone	 Diosmetin-6,8-di-C-glukosa	 Rutin
 Vitexin	 Neoeriocitrin	 Micanthoside
 Isoquercitrin	 Apigenin-6,8-di-C-glukosa	 Narirutin

 Narigin	 Hesperidin	 Neohesperidin
 Eriodictyol	 Quercetin	 Poncirin
 Narigenin	 Hesperetin	 Nobiletin
 Tangeretin	 Lucenin-2	 Vicenin 2



Gambar III.2 Golongan Senyawa Flavonoid

3.2.3 Metabolit Sekunder Golongan

Limonoid

Limonoid merupakan senyawa triterpenoid yang banyak ditemukan pada tanaman famili Meliaceae dan famili Rutaceae. Sampai saat ini, lebih dari 300

senyawa limonoid telah diidentifikasi

dalam berbagai jenis tanaman,

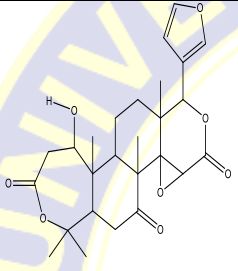
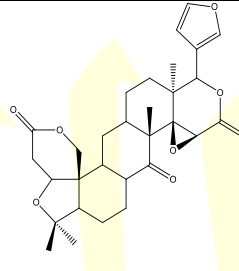
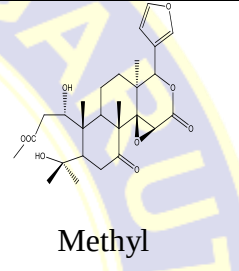
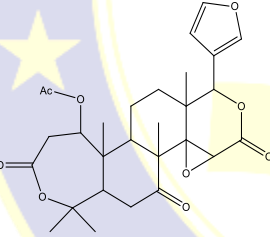
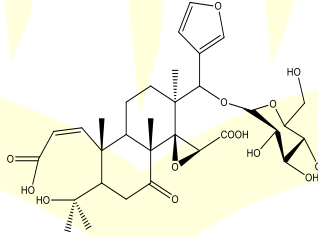
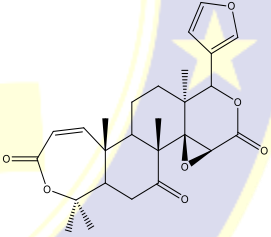
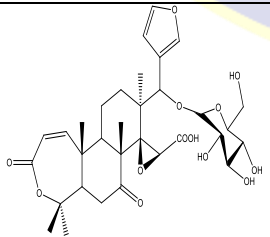
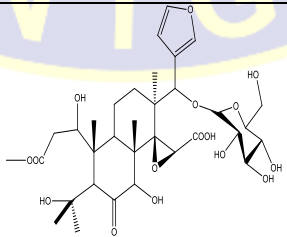
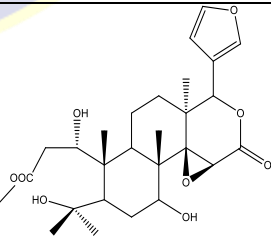
senyawa limonoid dibagi menjadi dua

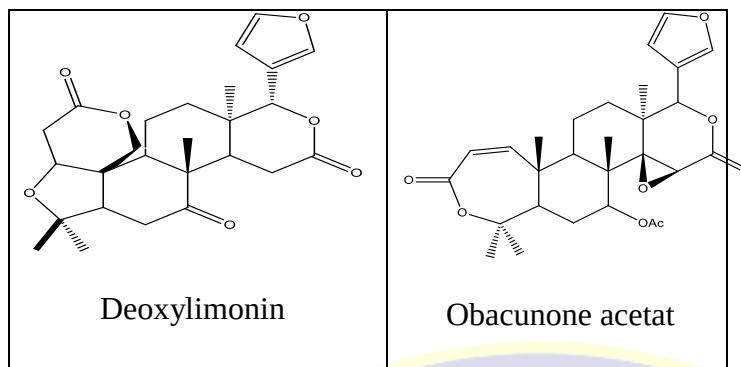
bentuk: limonoid aglikon dan

limonoid glikosida.^{26,27} Berikut

adalah Senyawa limonoid pada

tanaman *Citrus aurantium* (L.) :

 Deacetylnomilin	 Limonin	 Methyl Deacetylnomilin
 Nomilin	 Obacunoic acid glikosida	 Obacunone
 Obacunone glikosida	 Calamin glukosida	 Calamin



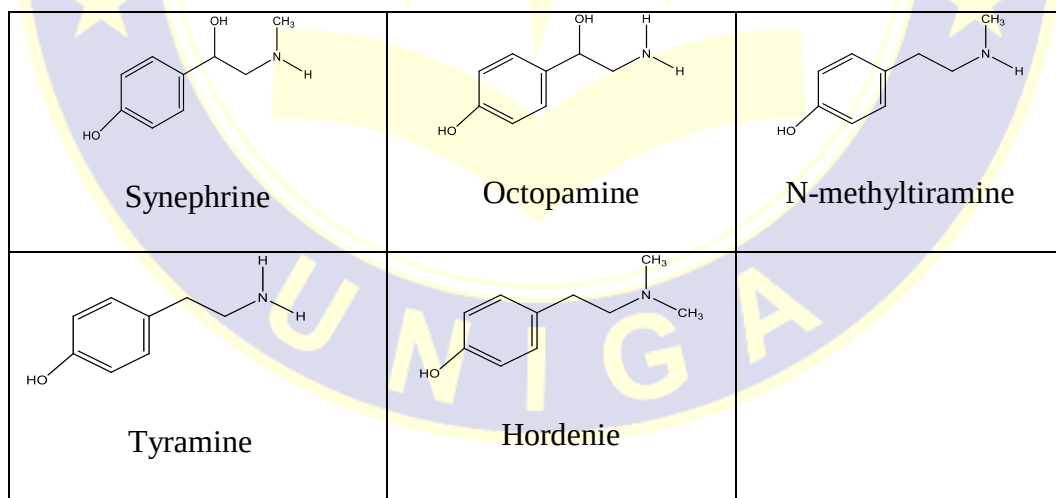
Gambar III.3 Golongan Senyawa Limonoid

3.2.4 Metabolit Sekunder Golongan

Alkaloid

Alkaloid merupakan salah satu senyawa yang mengandung gugus nitrogen (N) yang banyak ditemukan di alam. Kebanyakan

alkaloid memiliki struktur siklik yang kompleks dan memiliki berbagai aktivitas biologis yang signifikan.²⁸. Berikut adalah Senyawa alkaloid pada tanaman *Citrus aurantium* L.



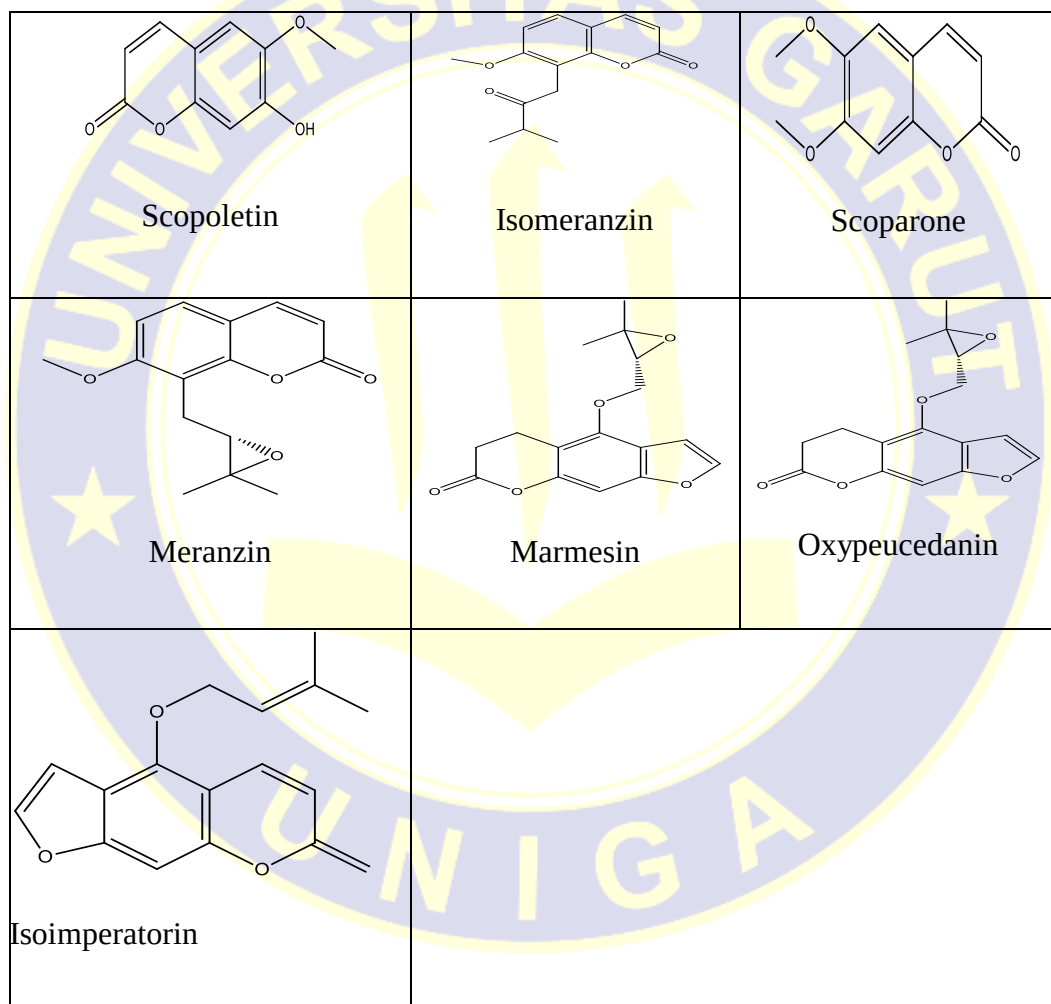
Gambar III.4 Golongan Senyawa Alkaloid

3.2.5 Metabolit Sekunder Golongan

Kumarin

Kumarin merupakan salah satu senyawa yang memiliki ciri struktur benzopiron yang termasuk ke dalam golongan senyawa

fenilpropanoid. Senyawa banyak ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi.²⁹. Berikut adalah senyawa kumarin pada tanaman *Citrus aurantium* (L.) :

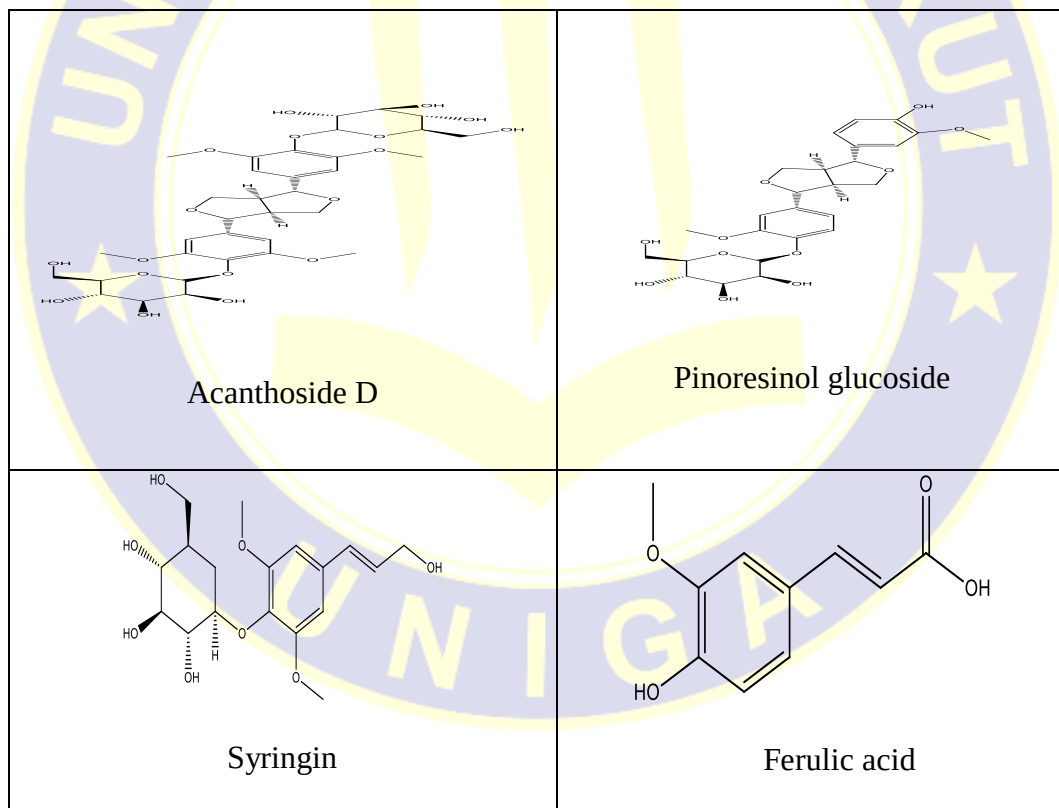


Gambar III.5 Golongan Senyawa Kumarin

3.2.6 Metabolit Sekunder Golongan Lignan

Lignan merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang termasuk ke dalam golongan polifenol, banyak ditemukan dalam makanan nabati seperti biji-bijian, sayuran dan buah-buahan dengan konsentrasi tertinggi ditemukan

dalam biji. Lignan memiliki berbagai aktivitas seperti antioksidan, anti-inflamasi, dan antiestrogen dan antikanker terutama kanker yang bergantung pada hormon, seperti payudara, usus besar, dan kanker prostat.^{30,31} Berikut adalah senyawa lignan pada tanaman *Citrus aurantium* (L.) :

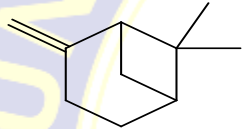
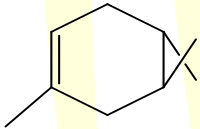
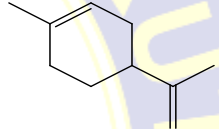
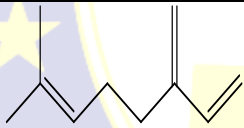
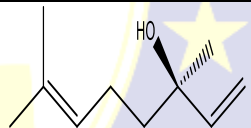
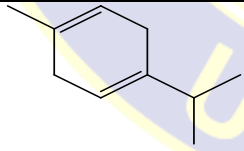
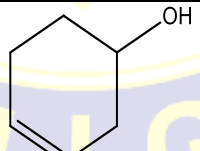
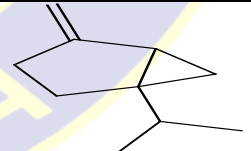


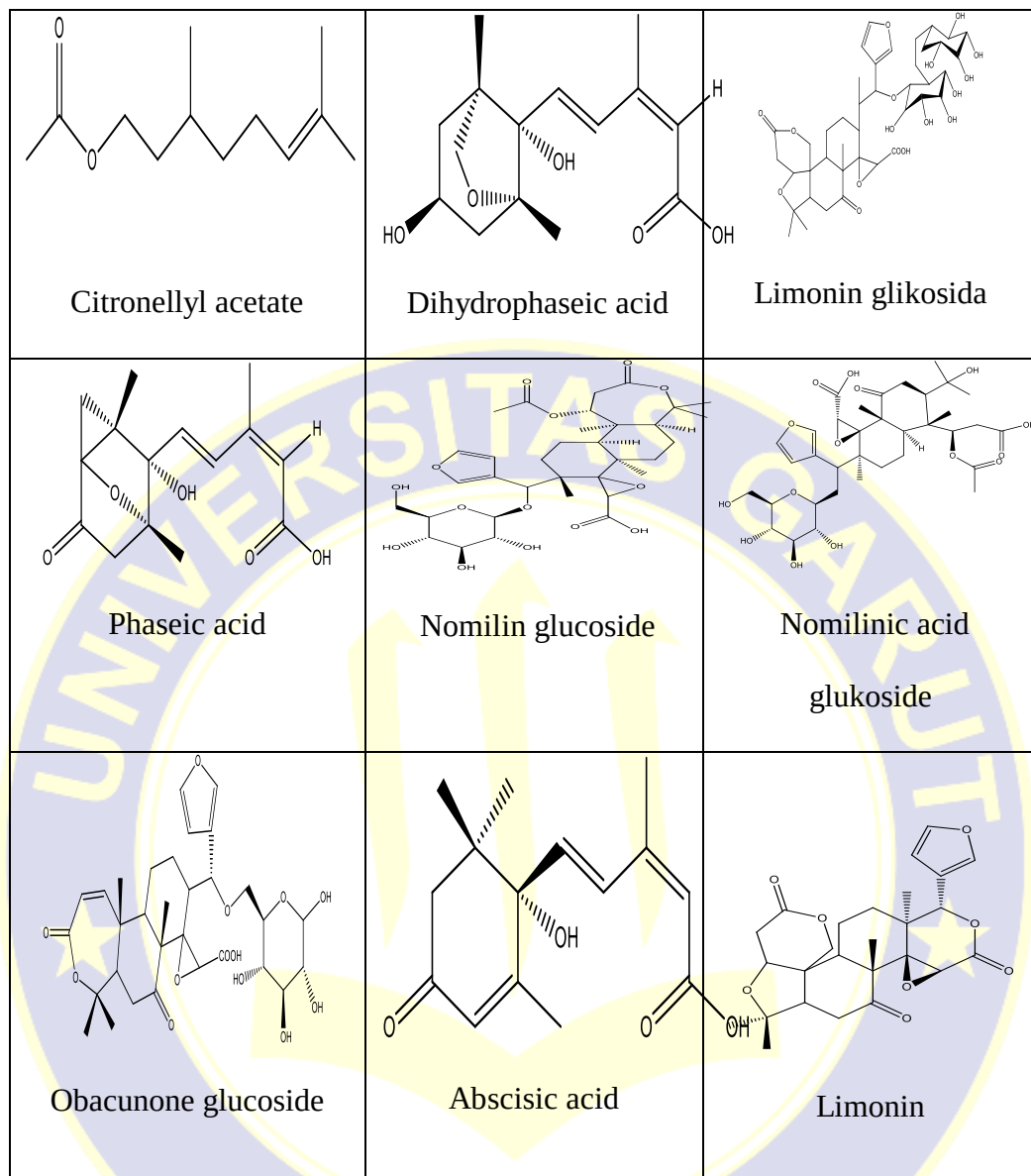
Gambar III.6 Golongan Senyawa Lignan

3.2.7 Metabolit Sekunder Golongan Terpenoid

Terpenoid merupakan salah satu senyawa yang banyak ditemukan dalam berbagai tumbuhan. Terpenoid berasal dari unit isoprena yang kerangka karbonnya dibangun oleh gabungan satuan C₅. Golongan dikelompokkan berdasarkan unit

isopren seperti monoterpen, sesquiterpen, diterpen, triterpen, tetraterpen, dan politerpen. Salah satu senyawa yang termasuk ke dalam monoterpenoid adalah linalool dan sesquiterpen adalah Nerolidol.³². Berikut adalah senyawa terpenoid pada tanaman *Citrus aurantium* (L.) :

		
2-β Pinene	δ-3 Carene	D- limonene
		
β –Myrcene	Citronella	L-Linalool
		
γ –Terpinene	3-cyclohexen-1-ol	Sabinene



Gambar III.6 Golongan Senyawa Terpenoid

Tabel III.2
Metabolit Sekunder Berdasarkan Bagian Tanaman

Bagian	Alkaloid	Flavonoid	Terpenoid	Kumarin	Lignan	Limonoid
Bunga	-	1	-	-	-	1
Kulit	4	3	-	-	-	-

Buah	4	31	10	7	4	
Biji	-	-	10	-	-	13
Daun	-	-	10	-	-	-

Tabel III.3
Jumlah Senyawa Metabolit Sekunder Berdasarkan Asal Tanaman

Senyawa	China	USA	Korea	India	Mesir	Italy
Alkaloid	-	4	4	-	-	-
Flavonoid	1	-	21	-	-	13
Terpenoid	-	-	10	10	-	-
Kumarin	-	-	7	-	-	-
Lignan	-	-	4	-	-	-
Limonoid	1	-	-	-	13	-

Terdapat beberapa perbedaan bisa disebabkan karena faktor kandungan metabolit sekunder pada lingkungan seperti suhu dan kadar setiap bagian dan asal tempat CO₂. Semakin tinggi suhu dan kadar tumbuhnya terutama pada *Citrus* CO₂ maka metabolit sekunder yang *aurantium* (L.). Beberapa diantaranya dihasilkan akan semakin meningkat.²⁴

Berdasarkan dari data yang terpenoid, flavonoid, limonoid, diperoleh dari tanaman *Citrus* kumarin dan lignan yang didapat dari *aurantium* (L.), tanaman ini memiliki berbagai bagian organ tanaman *Citrus* keanekaragaman senyawa metabolit *aurantium* L. sekunder seperti golongan alkaloid,

Dari semua senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan adalah senyawa golongan metabolit sekunder flavonoid, terpenoid dan alkaloid. Golongan flavonoid yang diambil dari bagian bunga, buah dan kulit dengan berbagai jenis kerangka diantaranya kerangka flavonol, flavanon, flavanol dan flavanon glikosida. Kerangka flavonol yaitu quercetin, kerangka flavanon yaitu narigenin, kerangka glikosida yaitu narigenin dan kerangka flavanol yaitu narirutin. Kemudian golongan terpenoid yang diambil dari bagian daun dan buah dengan berbagai golongan diantaranya golongan monoterpen yaitu d- limonene dan sesquiterpen yaitu citronellyl acetate. Pada golongan alkaloid terdapat senyawa dengan kerangka proto alkaloid yaitu

senyawa hordenine dan octopamin dan golongan kumarin dengan kerangka kumarin sederhana adalah scoparon dan scopoletin.

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka diperoleh sejumlah 88 senyawa metabolit sekunder, 9 jenis diantaranya adalah senyawa yang sama yang diperoleh dari berbagai bagian tanaman dan asal tempat tumbuhnya, senyawa tersebut diantaranya adalah neoerictin (28) ; (82) yang terdapat bagian buah yang berasal dari negara Korea dan Italy, senyawa narirutin (25) ; (83) yang terdapat pada bagian buah yang berasal dari negara Korea dan Italy, senyawa narigin (26) ; (52) ; (85) yang terdapat pada bagian buah dan kulit yang berasal dari negara Korea dan Italy,

senyawa hesperidin (27) ; (50) yang terdapat pada bagian buah dan kulit yang berasal dari negara Korea, senyawa neohesperidin (28) ; (86) yang terdapat pada bagian buah yang berasal dari negara Korea dan Italy, senyawa nobitelin (31) ; (51) yang terdapat pada bagian buah dan kulit tanaman yang berasal dari negara Korea, senyawa synephrin (3) ; (7) yang terdapat pada bagian buah dan kulit yang berasal negara USA dan Korea, senyawa tyramin (5) ; (8) yang terdapat pada bagian buah dan kulit yang berasal dari negara USA dan Korea, senyawa N-metyltyramine (6) ; (9) yang terdapat pada bagian buah dan kulit yang berasal negara USA dan Korea.

Berdasarkan dari data yang diperoleh, hal ini menunjukkan bahwa suatu senyawa metabolit sekunder dapat terkandung dalam

lebih dari satu bagian tanaman terutama pada tanaman *Citrus aurantium* L.

Kemudian dari data yang diperoleh berdasarkan asal tempat tumbuhnya, dapat berpengaruh terhadap komposisi kandungan senyawa metabolit sekunder. Hal ini dibuktikan dengan kandungan metabolit sekunder pada bagian organ yang sama, yaitu pada organ buah yang diambil dari negara Italia dan Korea namun memiliki kandungan metabolit sekunder yang berbeda.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka yang telah dilakukan, diperoleh sejumlah 88 senyawa yang terbagi atas beberapa golongan metabolit sekunder diantaranya 35 senyawa flavonoid, 14 limonoid, 8

senyawa alkaloid, 7 senyawa kumarin, 4 senyawa lignan, 20 senyawa terpenoid. Dari 88 senyawa metabolit sekunder, 9 diantaranya adalah senyawa yang sama yaitu neoeriocitrin, narirutin, narigenin, hesperidin, neohesperidin, nobitelin, synephrine, octopamin dan N-metyltiramine. Berdasarkan data yang diperoleh mengungkapkan bahwa lingkungan tempat tumbuh tanaman serta bagian tanaman yang digunakan dapat berpengaruh terhadap kandungan metabolit sekunder tanaman *Citrus aurantium* L

DAFTAR PUSTAKA

1. Akyol, Y. *The morphological, anatomical and palynological properties of endemic haplophyllum megalanthum bornm. (Rutaceae).* 44, 1121-1126 (2012).
2. Kun, L.U.O. *dkk. "Assessment of candidate plant DNA barcodes using the Rutaceae family".* 53, 701-708 (2010).
3. Liaqat, I *dkk. " Toxycology Evaluation Of Essensial Oils from Some Plants of Rutaceae Family"* (2018).
4. Raciti, G.A *" Citrus aurantium L. dry extracts promote C/ ebp β expression and improve adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells".* 1–20 (2018).
5. Virk, G. S. & Nagpal, A. *"Citrus diseases caused by Phytophthora species".* 3, 18–27 (2012).
6. Jing, L. *dkk. " Metabolite profiles of essential oils in citrus peels and their taxonomic implications".* (2015) doi:10.1007/s11306-014-0751-x.
7. Bnina, E. Ben, *dkk. "Chemical composition , antimicrobial and*

- insecticidal activities of the tunisian Citrus aurantium essential oils*". 81–92 (2019).
8. Zhao, H., Yang, L., Wei, J., Huang, M. & Jiang, J. "Bioactivity evaluations of ingredients extracted from the flowers of Citrus". *Food Chem.* 135, 2175–2181 (2012).
 9. Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-theriou, K. & Therios, I. "Volatile Constituents and Antioxidant Activity of Peel, Flowers and Leaf Oils of Citrus aurantium L. Growing in Greece ". 10639–10647 (2013).
 10. Mohammadpourhodki, R., Sadeghnezhad, H. & Ebrahimi, H. "The Effect of Aromatherapy Massage With Lavender and Citrus aurantium Essential Oil on Quality of Life of Patients on Chronic Hemodialysis : A Parallel Randomized Clinical Trial Study" *J. Pain Symptom Manage.* (2020) doi:10.1016/j.jpainsymman.2020.08.032.
 11. He, W. dkk. *Citrus aurantium L . and Its Flavonoids Regulate TNBS-Induced Inflammatory Bowel Disease through Anti-Inflammation and Suppressing Isolated Jejunum Contraction.* Doi :10.3390/ijms19103057. (2015).
 12. Shen, C., Wan, L., Wang, T. & Jiang, J. "Citrus aurantium L . var . amara Engl . inhibited lipid accumulation in 3T3-L1 cells and Caenorhabditis elegans and prevented obesity in high-fat diet-fed mice. *Pharmacol". Res.* 147, 104347 (2019).
 13. Abou, D. H., Ibrahim, B. M. M., Hassan, N. S., Yousuf, A. F. & El, S. "Exploiting Citrus

- aurantium* L. seeds and their secondary metabolites in the management of Alzheimer disease". *Toxicol. Reports* 7, 723–729 (2020).
14. Bonamin, F. dkk. "Chemico-Biological Interactions The effect of a minor constituent of essential oil from *Citrus aurantium*: The role of β -myrcene in preventing peptic ulcer disease". *Chem. Biol. Interact.* 212, 11–19 (2014).
15. Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-theriou, K. & Therios, I. Volatile "Constituents and Antioxidant Activity of Peel, Flowers and Leaf Oils of *Citrus aurantium* L.". *Growing in Greece*. 10639–10647 (2013).
16. Mercader, J., Wanecq, E., Chen, J. & Carpéné, "C. Isopropylorsynephrine is a stronger lipolytic agent in human adipocytes than synephrine and other amines present in *Citrus aurantium* L. "J. *Physiol. Biochem.* 67, 443–452 (2011).
17. Hwang, Y. H. & Ma, J. Y. "Preventive Effects of an UPLC-DAD-MS/MS Fingerprinted Hydroalcoholic Extract of *Citrus aurantium* L. in a Mouse Model of Ulcerative Colitis". *Planta Med.* 84, 1101–1109 (2018).
18. Rim, S. dkk. "Anti-inflammatory effect of flavonoids isolated from Korea *Citrus aurantium* L. on lipopolysaccharide-induced mouse macrophage RAW 264 . 7 cells by blocking of nuclear factor-kappa B (NF- κ B) and mitogen-activated protein kinase (MAPK) signalling pat". *Food Chem.* 129, 1721–1728 (2011).
19. Nidhi, P, Rolta, R., Kumar, V., Dev, K. & Sourirajan, "A.

- Synergistic potential of Citrus aurantium L . essential oil with antibiotics against Candida albicans". J. Ethnopharmacol. 262, 113135 (2020).*
20. El-shazly, A. M. "Hepatoprotective effect of limonin , a natural limonoid from the seed of Citrus aurantium L. var . bigaradia , on D-galactosamine-induced liver injury in rats". 4, 251–261 (2014).
21. Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U. & Gattuso, G. "Distribution of C- and O-glycosyl flavonoids, (3-hydroxy-3-methylglutaryl) Glycosyl flavanones and furocoumarins in Citrus aurantium L. juice". Food Chem. 124, 576–582 (2011).
22. Saidi N, Ginting B, Murniana, Mustanir. "Analisis Metabolit Mekunder". Banda Aceh: Syiah kuala university press; 2018.
23. Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
24. Hasrianti, Nurrahmah, and Nuraisia, (2016). " Pemanfaatan Ekstrak Bawang Merah dan Asam Asetat Sebagai Pengawet Alami Bakso". J.Din, vol:07, no. 1, pp9-30.
25. S. Lal, S. Faisal, A. Muhammad, B. Gabriel, A. Hamid, and M. Jaremko, "Biomedicine & Pharmacotherapy Antiviral activities of flavonoids" Biomed. Pharmacother., vol. 140, no. April, p. 111596, (2021), doi: 10.1016/j.biopha.2021.111596.
26. S. Huang, dkk. "Journal of Food Composition and Analysis Variation in The Content and

- Composition of Limonoids in Fruits of Four Pomelo Varieties During Fruit Development : The Natural Debittering Process in Pomelo Fruits,” J. Food Compos. Anal, vol. 100, no. April, p. 103928, 2021, doi: 10.1016/j.jfca.2021.103928.*
27. T. Cytotoxic and A. Against, “www.jmolekul.com,” pp. 117–124, (2021).
28. H. Wang, X. Xu, X. Wang, W. Guo, W. Jia, and F. Zhang, “Journal Prerf,” Food Sci. Technol, P. 112329. (2021), doi: 10.1016/j.lwt.2021.112329
29. M. A. Balkhyour, A. M. S. Tammar, A. Saleh, H. Abdelrahim, and A. Hassan, “*Industrial Crops & Products Enhancing biomass and productivity of coumarins and essential oil in ajwain (Trachyspermum ammi) sprouts via laser light treatment,” Ind. Crop. Prod., vol. 170, no. April, p. 113837, 2021, doi: 10.1016/j.indcrop.2021.113837.*
30. S.E Mccann dkk. “*Enterolignan Production in a Flaxseed Intervention Study in Postmenopausal US Women of African Ancestry and European Ancestry*” (2021).
31. L. Flax dkk. “*NMR and LC-MS-Based Metabolomics to Study Osmotic Stress in Lignan-Deficient Flax*” pp. 1–23. (2021).
32. Z. Ni dkk. “*Industrial Crops & Products Integrating GC-MS and ssRNA-Seq analysis to identify long non-coding RNAs related to terpenoid biosynthesis in*

