

Perbedaan Pola Oksidasi Flavonoid pada Genus *Artocarpus* dan *Intsia*

Aliefman Hakim

Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Mataram
Jl. Majapahit 62 Mataram, Indonesia

Contact person : Telp. 085937010657, Email :Aliefmanhakim27@gmail.com

ABSTRAK

Artocarpus merupakan salah satu genus utama dari famili Moraceae. Genus *Artocarpus* terdiri dari 50 spesies dan tersebar di daerah tropis dan subtropis. Senyawa flavonoid terprenilasi merupakan metabolit sekunder utama yang terdapat dalam genus *Artocarpus*. Flavonoid yang terdapat dalam genus *Artocarpus* terdiri dari calkon, flavanon, dan flavon. Cincin B teroksidasi pada posisi C-4' atau C-2', C-4' atau C-2', C-4', C-5'. Sedangkan *Intsia* merupakan salah satu genus dari famili Leguminosae. Tumbuhan dari genus ini terdiri dari 8 spesies dan tersebar di Afrika bagian timur, Madagaskar sampai Melanesia, Micronesia dan Australia bagian utara. Senyawa golongan flavonoid juga ditemukan dalam genus *Intsia*. Flavonoid yang telah diisolasi dari genus *Intsia* adalah senyawa turunan flavanon, flavanonol, dan flavanol. Cincin B teroksidasi pada posisi C-4' atau C-3', C-4' atau C-3', C-4', C-5'. Pola oksidasi tersebut sesuai dengan asal usul biosintesis flavonoid yang berasal dari gabungan jalur shikimat dan asetat malonat.

Keyword : *Artocarpus*, *Intsia*, flavonoid dan oksidasi.

I. PENDAHULUAN

Kimia organik bahan alam adalah disiplin ilmu yang luas dan ruang lingkupnya memiliki sentuhan-sentuhan ke disiplin ilmu yang lain, seperti Biologi, Farmasi, Kedokteran, Pertanian, dan sebagainya. Melalui pengetahuan mengenai jenis, distribusi dan fungsi senyawa bahan alam maka tumbuhlah teknologi yang berkaitan dengan produksi antara lain obat-obatan, kosmetika, dan pestisida [1]. Adanya variasi struktur dari metabolit sekunder yang terdapat dalam suatu tumbuhan diduga memainkan peran penting terhadap berbagai bioaktivitasnya. Berdasarkan kenyataan tersebut maka dalam artikel ini akan dipaparkan perbedaan pola oksidasi flavonoid pada genus *Artocarpus* dan *Intsia* yang dapat memperkaya pengetahuan kita tentang tinjauan fitokimia kedua genus tumbuhan tersebut.

Artocarpus merupakan salah satu genus penting dari famili Moraceae, terdiri dari sekitar 50 spesies yang tersebar di Srilanka, India, Pakistan, dan Indo Cina. Keanekaragaman tumbuhan *Artocarpus* yang terbesar terdapat di Indonesia yaitu sekitar 30 spesies [2,3]. Masyarakat Indonesia mengenal tumbuhan dari genus *Artocarpus* ini sebagai nangka-nangkaan. Tumbuhan *Artocarpus* banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan yaitu buahnya dimakan dan kayunya digunakan sebagai bahan bangunan. Selain itu, bagian-bagian dari pohonnya seperti bunga, daun, akar juga dapat dijadikan sebagai obat tradisional. Seperti akar dari tumbuhan *A. integra* yang direbus dapat digunakan untuk menyembuhkan demam. Kemudian getah dari *A. elastica* selain digunakan sebagai pulut burung dapat juga dimanfaatkan sebagai obat disentri [4].

Golongan senyawa flavonoid merupakan kelompok senyawa yang dominan ditemukan dalam tumbuhan genus *Artocarpus*. Keanekaragaman senyawa golongan flavonoid yang terdapat dalam genus *Artocarpus* disebabkan oleh adanya pola oksidasi

pada cincin B dan substituen prenil atau geranyl pada posisi C-3 [5]. Adanya pola ini, memungkinkan terjadinya reaksi sekunder siklisasi membentuk kerangka yang lebih kompleks, seperti : piranoflavon dan oksepinoflavon.

Intsia merupakan salah satu genus tumbuhan yang termasuk ke dalam famili Leguminosae dan termasuk sub-famili Caesalpinioideae. *Intsia* memiliki beberapa nama daerah seperti ipil, kayu besi (Indonesia) dan merbau ipil (Malaysia). *Intsia* terdiri dari 8 spesies yang terdapat di Afrika bagian timur, Madagaskar sampai Melanesia, Micronesia dan Australia bagian utara. Dari 8 spesies tersebut, 3 diantaranya tumbuh di Indonesia [4]. Biji *Intsia* dapat digunakan sebagai bahan makanan dengan cara merendam dalam air garam selama 3-4 hari kemudian direbus hingga lunak. Kulit batang dan daunnya juga dapat digunakan untuk mengobati penyakit rematik, disentri dan gangguan saluran urin [6].

Kandungan metabolit sekunder genus *Intsia* dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok senyawa fenolik dan kelompok senyawa non fenolik. Salah satu kelompok senyawa fenolik yang berhasil diisolasi dari genus *Intsia* adalah flavonoid. Flavonoid yang telah diisolasi dari genus *Intsia* adalah senyawa turunan flavanon, flavan-3-ol, flavanonol, dan flavonol

II. METODOLOGI PENELITIAN

Cara kerja yang dilakukan untuk memperoleh senyawa murni terdiri dari ekstraksi, pemisahan dan pemurnian dengan berbagai teknik kromatografi. Kemurnian senyawa hasil isolasi ditetapkan berdasarkan analisis KLT. Penentuan struktur ditentukan dengan menggunakan metoda spektroskopi yaitu spektroskopi UV, IR, ^1H dan ^{13}C NMR.

Struktur flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus *Artocarpus* dibandingkan dengan struktur flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus *Intsia*. Perbandingan struktur flavonoid tersebut difokuskan pada pola oksigenasinya.

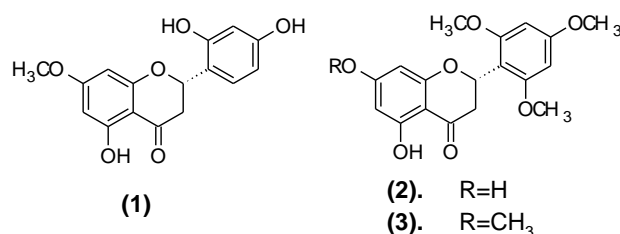
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flavonoid genus *Artocarpus*

Flavonoid yang telah diisolasi dari genus *Artocarpus* adalah senyawa turunan flavanon, flavan-3-ol, flavon sederhana, flavon terprenilasi, prenilflavon, dan oksepinoflavon.

3.1.1 Flavanon

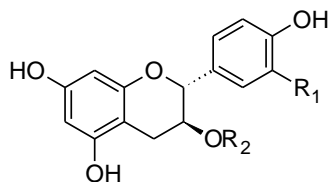
Senyawa flavanon yang ditemukan dari genus *Artocarpus* dapat berupa flavanon sederhana maupun flavanon terprenilasi. Beberapa senyawa yang telah diisolasi antara lain oleh Djakaria [7] yaitu artokarpanon (**1**) dari kayu akar *A. champeden*. Hakim [8] mengisolasi artoindonesianin E (**2**) dan heteroflavanon A (**3**) dari kulit batang *A. champeden*.



Senyawa flavanon tersebut memiliki pola dioksigenasi cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-2', C-4' dan trioksigenasi pada posisi C-2', C-4', C-6'.

3.1.2 Flavan-3-ol

Tiga senyawa flavan-3-ol yang berhasil diisolasi yaitu afzelecetin (**4**) dan katecin (**5**) dari kulit akar *A. reticulatus* [9]. Afzelecetin ramnoside (**4**) dan Katecin (**5**) diisolasi dari kulit batang *A. reticulatus* oleh Murniana [10]. Senyawa **5** juga diisolasi dari kulit akar *A. reticulatus* (Udjiana, 1997).



(4). $R_1=H$; $R_2=H$

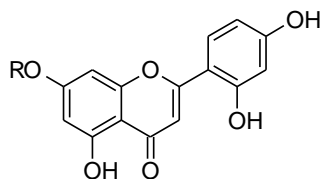
(5). $R_1=H$; $R_2=ramnosid$

(6). $R_1=OH$; $R_2=H$

Dari struktur di atas terlihat perbedaan yang nyata pada pola oksigenasi flavan-3-ol dibandingkan dengan senyawa flavanon. Pada flavan-3-ol oksidasi pada cincin B adalah monooksidasi dengan posisi C-4' atau dioksigenasi pada posisi C-3', C-4'.

3.1.3 Flavon Sederhana

Contoh senyawa flavon sederhana yang berhasil diisolasi dari genus *Artocarpus* adalah artokarpetin (**7**) dan norartokarpetin (**8**) yang diisolasi dari kayu akar *A. heterophyllus* oleh Lin [11]. Senyawa **8** juga berhasil diisolasi dari kulit batang *A. scortechinii* oleh Ferlinahayati [12].



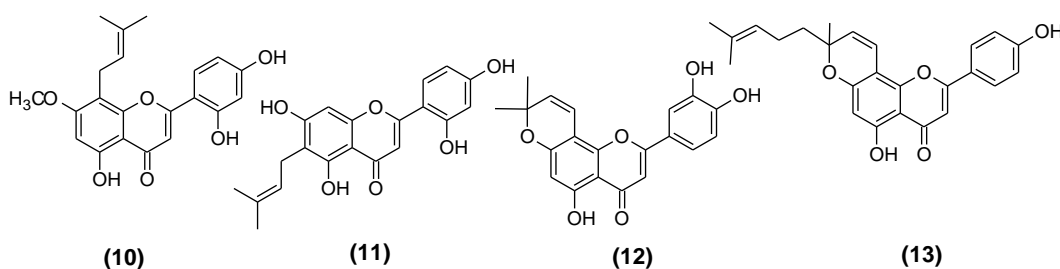
(8). $R=CH_3$

(9). $R=H$

Senyawa flavon sederhana yang ditemukan memiliki ciri pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan oksidasi cincin B pada posisi C-2', C-4'.

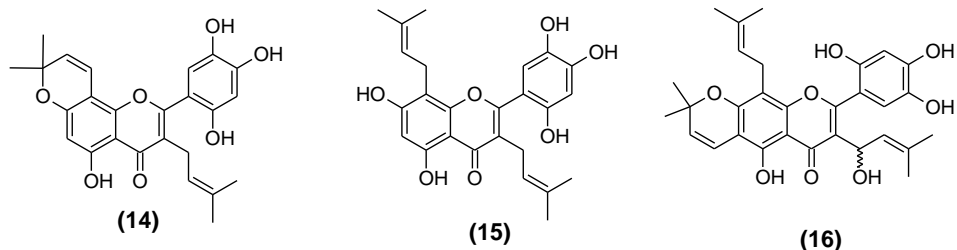
3.1.4 Prenilflavon

Senyawa flavon terprenilasi baik oleh gugus isoprenil atau geranil yang telah diisolasi dari tumbuhan *Artocarpus* cukup banyak. Prenilasi terutama pada cincin A (C6 dan C8) dan posisi C3. Senyawa flavon terprenilasi hanya pada C6 atau C8 yang telah diisolasi antara lain sikloartokarpin A (**10**) oleh Lin [11] dari kayu akar *A. heterophyllus*. Kijjoa *et.al* [13] mengisolasi artokarpesin (**11**) dari kayu batang *A. elasticus*. Wang [14] mengisolasi artocamin C (**12**) dari akar *A. chama*, senyawa ini dilaporkan bersifat aktif sebagai antitumor. Sikloaltilisin (**13**) yang diisolasi dari *bud covers A. altilis* oleh Patil [15] dilaporkan bersifat sebagai *inhibitor cathepsin*.



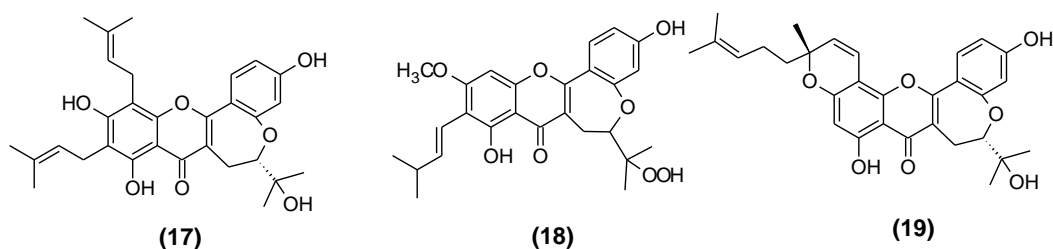
Senyawa flavon terprenilasi pada C6 atau C8 yang ditemukan memiliki pola monooksigenasi cincin B pada posisi C-4' atau dioksigenasi pada C-3', C-4' atau C-2', C-4'. Pembentukan cincin kromen merupakan hal yang biasa terjadi pada senyawa golongan ini.

Senyawa 3-prenil flavon memiliki pola trioksidogenasi pada cincin B dengan posisi C-2', C-4' dan C-5'. Senyawa kelompok ini yang memiliki tingkat oksidasi tertinggi. Banyak senyawa yang telah dilaporkan keberadaannya terutama dalam subgenus *Artocarpus*. Beberapa diantaranya yang telah berhasil diisolasi antara lain artonin E (**14**) dari kulit batang *A. scortechinii* oleh Ferlinahayati [12], artonin E (**14**) juga diisolasi dari kulit akar *A. nobilis* oleh Jayasinghe [16]. Artonin V (**15**) diisolasi dari kulit akar *A. altilis* oleh Hano [17]. Ko [18] mengisolasi artelastoheterol (**16**) dari kulit akar *A. elasticus*.



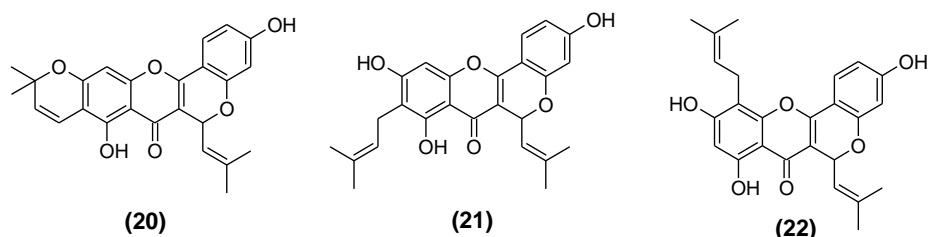
3.1.5 Oksepinoflavon

Senyawa dengan kerangka oksepinoflavon berasal dari 3-prenilflavon, dimana gugus prenil mengalami siklisasi oksidatif dengan gugus hidroksi pada C-2' membentuk cincin segi tujuh. Senyawa oksepinoflavon yang ditemukan kebanyakan memiliki pola C-2', C-4' dioksidogenasi pada cincin B. Senyawa dengan struktur oksepinoflavon antara lain artelastinin (**17**) yang diisolasi dari kayu batang *A. elasticus* [19]. Artoindonesianin B (**18**) yang diisolasi dari kulit akar *A. champeden* oleh Hakim [20] memiliki sifat sitotoksik. Chan [21] dari kulit akar *A. communis* mengisolasi artocommunol C (**19**).

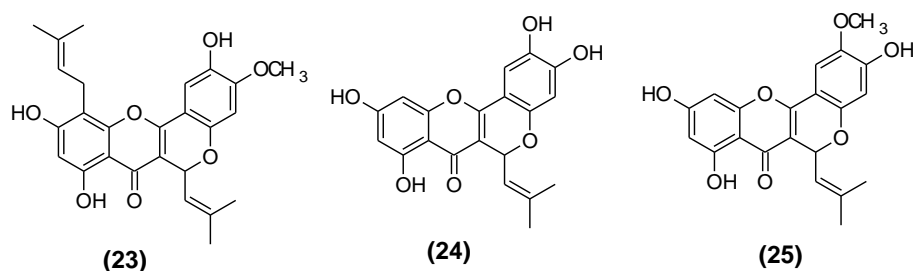


3.1.6 Piranoflavon

Kerangka piranoflavon berbeda dari oksepinoflavon dari segi cincin yang terbentuk dari siklisasi gugus prenil pada C-3 dengan hidroksi pada C-2'. Piranoflavon membentuk cincin segi enam. Senyawa yang dilaporkan pun cukup banyak, hal ini karena cincin segi enam lebih stabil dan mudah terbentuk dibandingkan dengan cincin segi tujuh. Oksigenasi pada cincin B senyawa piranoflavon bisa dua atau tiga hidroksi. Dimana senyawa dengan dihidroksi umumnya ditemukan pada bagian kayu sedangkan senyawa dengan trihidroksi pada cincin B umumnya ditemukan pada bagian kulit. Fakta ini sangat menarik karena perlu penjelasan penyebabnya. Beberapa senyawa piranoflavon dengan dioksidogenasi pada cincin B yang telah diisolasi dari kayu batang *A. altilis* antara lain isosiklomorusin (**20**), isosiklomullberin (**21**) dan siklomulberin (**22**) oleh Chen [22].

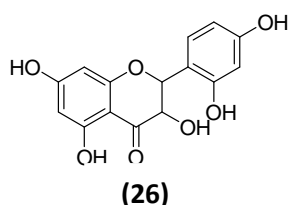


Senyawa piranoflavon dengan trioksigenasi pada cincin B juga banyak dilaporkan. Beberapa diantaranya yang telah dilaporkan yaitu sikloaltilisin (**23**) kayu batang *A. altilis* oleh Chen [22]. Siklochampedol (**24**) dari kulit batang *A. champeden* diisolasi oleh Achmad [5]. Weng [23] dari kulit akar *A. communis* mengisolasi siklocomunometonol (**25**).



3.1.7 Flavanonol

Senyawa flavanonol jarang dijumpai dalam genus *Artocarpus*. Salah satu contoh senyawa turunan flavanonol yaitu senyawa dihidromorin (**26**) yang ditemukan pada *A. heterophylus* [24].



Senyawa flavanonol tersebut memiliki pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-2', C-4'.

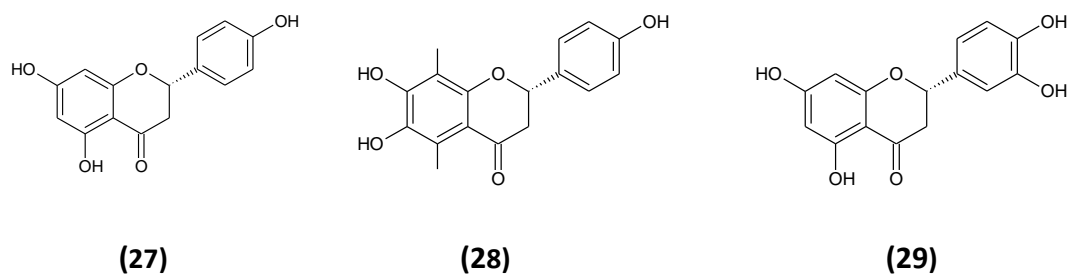
Dari pemaparan tersebut di atas dapat diketahui bahwa kerangka flavonoid dari genus *Artocarpus* memiliki pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B teroksigenasi pada posisi C-4' atau C-2', C-4' atau C-2', C-4', C-5'. Pola yang demikian cukup menarik mengingat biosintesis flavonoid yang berasal dari jalur asam shikimat dan jalur asetat malonat.

3.2 Flavonoid genus *Intsia*

Sejauh ini penelitian fitokimia genus *Intsia* hanya dilakukan pada satu spesies yaitu *Intsia bijuga*. Senyawa golongan flavonoid yang telah diisolasi adalah senyawa turunan flavanon, flavanonol, flavonol, dan flavanol.

3.2.1 Flavanon

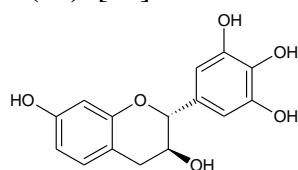
Senyawa flavanon yang ditemukan dari genus *Intsia* sampai saat ini ada tiga senyawa yaitu naringenin (**27**), farrerol (**28**) dan eriodiktiol (**29**) [25].



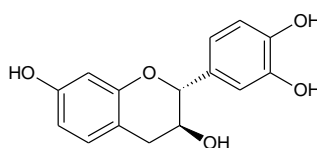
Tinjauan pola oksigenasi pada kerangka flavanon ketiga senyawa tersebut memperlihatkan pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7, atau C-6, C-7, dan cincin B mengalami monooksigenasi pada posisi 4' dan dioksigenasi pada posisi C-3', C-4'. Hal ini tentunya sangat berbeda dengan pola oksigenasi pada kerangka flavanon genus *Artocarpus* yang memiliki pola dioksigenasi cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-2', C-4' dan trioksigenasi pada posisi C-2', C-4', C-6'.

3.2.2 Flavan-3-ol

Kerangka senyawa turunan flavan-3-ol berbeda dengan flavanon disebabkan adanya gugus hidroksi pada C-3 dan hilangnya gugus karbonil di C-4. Senyawa flavan-3-ol yang ditemukan dari genus *Intsia* sampai saat ini ada dua senyawa yaitu robinetinidol (**30**) dan fisetinidol (**31**). [26]



(30)

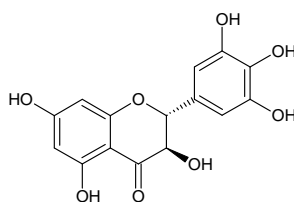


(31)

Pola oksigenasi pada turunan flavan-3-ol untuk kedua senyawa di atas memperlihatkan pola monooksigenasi pada cincin A dengan posisi 7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-3', C-4' dan trioksigenasi pada posisi C-3', C-4', C-5'. Hal ini tentunya berbeda dengan pola oksigenasi pada kerangka flavan-3-ol genus *Artocarpus* yang memiliki pola dioksigenasi cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami monooksigenasi pada posisi C-4' dan dioksigenasi pada posisi C-3', C-4'.

3.2.3 Flavanonol

Senyawa flavanonol yang berhasil diisolasi dari *Intsia bijuga* adalah dihidromirisetin (**32**) [26].

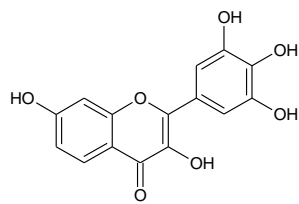


(32)

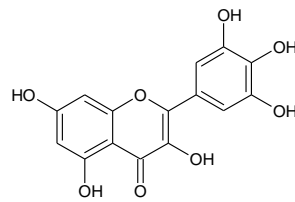
Tinjauan pola oksigenasi pada kerangka flavanonol senyawa tersebut di atas memperlihatkan pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7, dan cincin B mengalami trioksigenasi pada posisi C-2', C-4', C-6'. Hal ini tentunya berbeda dengan pola oksigenasi pada kerangka flavanonol genus *Artocarpus* yang memiliki pola dioksigenasi cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-2', C-4'.

3.2.4 Flavonol

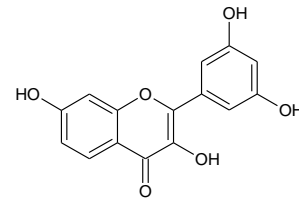
Kerangka flavonol sedikit berbeda dengan flavanonol karena adanya ikatan rangkap 2 antara C-2 dan C-3. Senyawa turunan flavonol yang berhasil diisolasi dari *Intsia bijuga* adalah robinetin (**33**), mirisetin (**34**), dan 7,3',5'-trihidroksi flavonol (**35**) [25].



(33)



(34)



(35)

Pola oksigenasi pada kerangka flavonol dari genus *Intsia* seperti nampak pada senyawa di atas memperlihatkan pola monooksigenasi pada cincin A dengan posisi 7, dan cincin B mengalami dioksigenasi C-3', C-4' atau trioksigenasi pada posisi C-3', C-4', C-5'. Hal ini berbeda dengan pola oksigenasi pada kerangka flavanonol genus *Artocarpus* yang memiliki pola dioksigenasi cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B mengalami dioksigenasi pada posisi C-2', C-4'.

Dari pemaparan tersebut di atas dapat diketahui bahwa kerangka flavonoid dari genus *Intsia* memiliki kecenderungan pola monooksigenasi pada cincin A dengan posisi C-7 atau dioksigenasi dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B teroksigenasi pada posisi C-4' atau C-2', C-4' atau C-2', C-4', C-5'. Pola tersebut sesuai dengan biosintesis flavonoid yang berasal dari jalur asam shikimat dan jalur asetat malonat.

IV. KESIMPULAN

Artocarpus merupakan salah satu genus penting dari famili Moraceae, terdiri dari sekitar 50 spesies yang terdapat pada daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia, diketahui terdapat sekitar 30 spesies dari genus *Artocarpus*. Masyarakat Indonesia mengenal tumbuhan dari genus *Artocarpus* ini sebagai nangka-nangkaan. Golongan senyawa flavonoid merupakan kelompok senyawa yang dominan ditemukan dalam genus *Artocarpus*.

Intsia merupakan salah satu genus tumbuhan yang termasuk ke dalam famili Leguminosae. *Intsia* memiliki beberapa nama daerah seperti ipil, kayu besi (Indonesia) dan merbau ipil (Malaysia). *Intsia* terdiri dari 8 spesies yang terdapat di Afrika bagian timur, Madagaskar sampai Melanesia, Micronesia dan Australia bagian utara. Dari 8 spesies tersebut, 3 diantaranya tumbuh di Indonesia. Senyawa golongan flavonoid banyak ditemukan dalam genus *Intsia*.

Dari beberapa senyawa flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus *Artocarpus* terungkap bahwa flavonoid genus *Artocarpus* tersebut memiliki pola dioksigenasi pada cincin A dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B teroksigenasi pada posisi C-4' atau C-2', C-4' atau C-2', C-4', C-5'. Pola yang demikian cukup menarik mengingat biosintesis flavonoid yang berasal dari jalur asam shikimat dan jalur asetat malonat. Sedangkan flavonoid yang berhasil diisolasi dari genus *Intsia* memiliki kecenderungan pola monooksigenasi pada cincin A dengan posisi C-7 atau dioksigenasi dengan posisi C-5, C-7 dan cincin B teroksigenasi pada posisi C-4' atau C-2', C-4' atau C-2', C-4', C-5'. Pola tersebut sesuai dengan biosintesis flavonoid yang berasal dari jalur asam shikimat dan jalur asetat malonat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, S. A. (1991). Ilmu Kimia dan Pengembangannya dalam Era Industrialisasi, *Seminar, Kimia, FMIPA, ITB*.
2. Jaret, F.M. (1959), Studies in *Artocarpus* and allied genera, III. A revision of *Artocarpus* subgenus *Artocarpus*, *Journal of Arnold Arboretum*, Vol **XL**, No. 2.

3. Jaret, F.M. (1960), Studies in *Artocarpus* and allied genera, IV. A revision of *Artocarpus* subgenus *Pseudojaca*, *Journal of Arnold Arboretum*, Vol **XLI**, No. 1 dan 2.
4. Heyne, K. (1987), *Tumbuhan Berguna Indonesia II*, Terjemahan, Penerbit Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
5. Achmad, S.A. Hakim, E.H., Juliawaty, L.D., Makmur, L., Suyatno, Aimi, N., Ghisalberti, E.L. (1996), A new prenylated flavone from *Artocarpus champeden*, *Journal of Natural Product*, **59**, 878-879.
6. Soerianegara, I. (1994), *Prosea Plant Resources of South East Asia*, **5(1)**, Prosea Foundation, Bogor, 264-270.
7. Djakaria, Y.K. (1999), *Artocarpanone, A Flavanone Derivative from Root Trunk of Artocarpus champeden Spreng*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
8. Hakim, E.H., Aripin, A., Achmad, S.A., Aimi, N., Kitajima, M., Makmur, L., Mujahidin, D., Syah, Y.M., Takayama, H. (2001), Artoindonesianin E, a new flavanone derivative from *Artocarpus champeden*, *Proc ITB (Indonesia)*, **33**, 69–73.
9. Udjiana, S.S. (1997), *Beberapa Senyawa Turunan flavan dan stilben dari Kulit Akar Artocarpus reticulatus*, Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
10. Murniana (1995), *Beberapa Senyawa Metabolit Sekunder dari Kulit Batang Artocarpus reticulatus*, Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
11. Lin, C.N., Lu, C.M., Huang, P.L. (1995), Flavonoids from *Artocarpus heterophyllus*, *Phytochemistry*, **39**, 1447-1451.
12. Ferlinahayati (1999), *Norartokarpetin dan Flavonoid Terisoprenilasi dari Kulit Batang Artocarpus scortechinii King*, Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
13. Kijjoa, A., Cidade, H.M., Pinto, M.M.M., Gonzalez, M.J.T.G., Anantachoke, C., Gedris, T.E., Herz, W. (1996), Prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*, *Phytochemistry*, **43**, 691-694.
14. Wang, Y.H., Hou, A.J., Chen, L., Chen, D.F., Sun, H.D., Zhao, Q.S., Bastow, K.F., Nakanishi Y., Wang, X.H, Lee, K.H. (2004), New isoprenylated flavones, artochamins A-E and cytotoxic principles from *Artocarpus chama*, *Journal of Natural Product*, **67**, 757-761.
15. Patil, A.D., Freyer, A.J, Killmer, L., Offen, P., Taylor, P.B., Votta, B.J., Johnson, R.K. (2002), A new dimeric dihydrochalcone and a new prenylated flavone from the bud covers of *Artocarpus altilis*: potent inhibitors of cathepsin K, *Journal of Natural Product*, **65**, 624-627.
16. Jayasinghe, U.L.B., Samarakoon T.B., Kumarihamy, B.M.M., Hara, N., Fujimoto Y., (2008), Four new prenylated flavonoids and xanthenes from the root bark of *Artocarpus nobilis*, *Fitoterapia*, **79**, 37-41.
17. Hano, Y., Inami, R., Nomura, T. (1994), Constituents of Moraceae plants. 20. A novel flavone, artonin V, from the root bark of *Artocarpus altilis*, *Journal of Chemical Research, Synopses*, **9**, 348-349.
18. Ko, H.H., Lu, Y.H., Yang, S.Z., Won, S.J., Lin, C.N. (2005), Cytotoxic prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*, *Journal of Natural Product*, **68**, 1692-1695.

19. Kijjoo, A., Cidade, H.M., Gonzalez, M.J.T.G., Afonso, C.M., Silva, A.M.S., Herzt, W. (1998), Further prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*, *Phytochemistry*, **47**, 875-878.
20. Hakim, E.H., Aripin, A., Fahriyati, A., Kau, M.S., Achmad, S.A., Makmur, L., Ghisalberti, E.L., Nomura, T. (1999), Artoindonesianins A and B, two new prenylated flavones from the root of *Artocarpus champeden*, *Journal of Natural Product*, **62**, 613-615.
21. Chan, S.C., Ko, H.H., Lin, C.N., (2003), New prenylflavonoids from *Artocarpus communis*, *Journal of Natural Product*, **66**, 427-430.
22. Chen, C.C., Huang, Y.L., Ou, J.C., Lin, C.F., Pan, T.M. (1993), Three new prenylflavones from *Artocarpus altilis*, *Journal of Natural Product*, **56**, 1594-1597.
23. Weng, J.R., Chan, S.C., Lu, Y.H., Lin, H.C., Ko, H.H., Lin, C.N., (2006), Antiplatelet prenylflavonoids from *Artocarpus communis*, *Phytochemistry*, **67**, 824-829.
24. Nomura, T., Hano, Y., Aida, M. (1998), Isoprenoid substituted flavanoids from *Artocarpus* plants (Moraceae), *Heterocycles*, **47**, 1179-1205.
25. Muslihat, Laela., (2006), Isolasi Metabolit Sekunder dari Kayu Teras Merbau (*Intsia bijuga* (Colebr.) O. Kuntze), Universitas Jendral Achmad Yani, Cimahi.
26. Hillis, W.E., Yazaki, Y., (1973), Polyphenols of *Intsia* Heartwoods, *Phytochemistry*, **12**, 2491-2495.