

Struktur dan Distribusi Senyawa yang Diisolasi dari Berbagai Bagian Tanama Kadara (*Caesalpinia bonduc* L.): Review

Safwan Safwan^{a,b1,2*}, Sucilawaty Ridwan^{c,3}, Abdul Rahman Wahid^{a, b, 4}


^a Department of Pharmacy, University of Muhammadiyah Mataram, Mataram 83127

^b Faculty of Health Science, University of Muhammadiyah Mataram, Mataram 83127

^c Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Mataram University, Mataram 83125

¹ Safwan_afan@yahoo.com*; ²Safwan@ummat.ac.id; ³sucilr@unram.ac.id; ⁴Rahman_apt@yahoo.co.id

*korespondensi penulis

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Sejarah artikel: Diterima : 20-01-2023 Direvisi : 25-01-2023 Disetujui : 27-01-2023</p> <p>Kata kunci: Kebiul Kadara <i>Caesalpinia bonduc</i> Senyawa</p>	<p>Kebiul atau Kadara (<i>Caesalpinia bonduc</i>) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah yang lebih panas dan telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Beberapa daerah di Indonesia seperti Bima dan Dompu, tanaman kadara sangat banyak digunakan dalam formulasi obat tradisional seperti obat tradisional penambah nafsu makan. Beberapa laporan menunjukkan, tanaman kadara mengandung berbagai senyawa yang memiliki aktivitas biologis. Ulasan penelitian ini melaporkan struktur dan distribusi senyawa yang telah diisolasi dari berbagai bagian dari tanaman kadara. Semua data ulasan diambil dari database Reaxys yang diseleksi berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi dengan kata kunci <i>Caesalpinia bonduc</i>, <i>new compound</i>, tanpa batasan waktu. Hasil pengumpulan data diperoleh sebanyak 18 artikel yang sesuai kriteria. Hasil pengolahan data dari 18 artikel yang diperoleh, sebanyak 98 struktur senyawa dari 5 bagian tanaman, terdistribusi sebanyak 53 dari daging buah, 13 dari akar, 12 dari batang, 10 dari daun, dan 10 dari kulit biji. Semua senyawa dari bagian daging buah dan akar teridentifikasi sebagai golongan diterpenoid sementara bagian lainnya dari golongan flavonoid, fenilpropanoid, polifenol, dan kuinon. Umumnya senyawa-senyawa tersebut diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan melarut metanol atau etanol dan difraksinasi menggunakan pelarut etil asetat, serta diisolasi menggunakan KLT dan HPLC semi-preparatif.</p>
<p>Key word: Kebiul Kadara <i>Caesalpinia bonduc</i> Compond</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>Kebiul or Kadara (<i>Caesalpinia bonduc</i>) is a plant that grows in tropics areas and has been used as traditional medicine. In several areas in Indonesia, including Bima and Dompu, the kadara is widely used in medicinal formulations such as traditional medicines to increase appetite. Several reports have shown that the kadara contains various compounds with biological activity. This review reports the structure and distribution of compounds that have been isolated from various parts of the kadara. All data were collected from the Reaxys database, which was selected based on inclusion-exclusion criteria with the keywords <i>Caesalpinia bonduc</i>, <i>new compound</i>, without time limit. The data collection results were obtained as many 18 articles matched the criteria. The results of data processing of 18 articles, as many as 98 compound structures from 5 parts of the plant, distributed as much as 53 from the seed, 13 from the root, 12 from the bark, 10 from the leaves, and 10 from the pericarps. All compounds from the seeds and roots were identified as diterpenoids, while the other parts were from the flavonoid, phenylpropanoid, polyphenol, and quinone groups. In general, the compounds were extracted using maceration with methanol or ethanol, fractionated using ethyl acetate solvent, and isolated using TLC and semi-preparative HPLC.</p> <p>This is an open access article under the CC-BY-SA license.</p> 

Pendahuluan

Kadara atau kebiul merupakan tumbuhan semak berduri, tumbuh secara alami di daerah yang lebih panas dan di negara-negara tropis. Merupakan tumbuhan liana (memanjat pada tumbuhan lain), semak runcing, ranting berwarna abu-abu dan berbulu halus yang dilengkapi duri bengkok. Daunnya menyirip dua, panjangnya 30–60 cm dengan tangkai-tangkai bunga individual melekat (rakis), dengan duri yang keras. Batang anggur sampai berdiameter 5 cm, dan berduri. Bunga berwarna kuning pucat, tebal (*spicate*) dengan tangkai panjang terminal (*racemes supra-axillary* di puncak). Buah berbentuk polong lonjong menggembung berukuran 5 sampai 7,5 cm, tertutup duri, berisi satu atau dua biji per polong. Polong memiliki batang pendek dan bijinya berukuran 1–2 cm, berbentuk bulat, keras, berwarna abu-abu kebiruan dengan permukaannya halus mengkilat (Kandasamy and Balasundaram, 2021).

Semua bagian tanaman (akar, daun, biji, kulit batang dan cabang) telah digunakan sebagai obat herbal untuk berbagai penyakit seperti antipiretik, antiperiodik, antelmintik, antibakteri, hidrokela, antioksidan, antitumor dan antidiabetes dan juga digunakan untuk pengobatan penyakit kulit seperti kusta serta digunakan untuk pengobatan kelumpuhan dan keluhan saraf (Billah *et al.*, 2013; Kandasamy and Balasundaram, 2021; Shukla *et al.*, 2010). Di India, daun kadara digoreng menggunakan minyak samin dan dikonsumsi untuk meredakan sembelit dan mengobati ambeien. Bubuk daging biji biasanya diminum dengan madu untuk mengencerkan lendir dan meredakan batuk. Selain itu, daging biji kadara yang dibakar dan dicampur dengan tawas dan pinang digunakan untuk mengobati karies gigi, bisul gusi (*gum boils*), dan periodontitis. Laporan lainnya menunjukkan, daging biji kadara yang digiling dengan lada dalam jumlah yang sama dan dikonsumsi dengan madu untuk menyehatkan rahim, mengatur keluarnya cairan menstruasi pada oligomenore, dan mengurangi nyeri di daerah perut bagian bawah. Kulit biji direbur dan dikonsumsi untuk pengobatan keputihan dan minyak yang dibuat dari daunnya digunakan untuk tonik saraf (Kandasamy and Balasundaram, 2021; Pandey *et al.*, 2018; Vikhe and Nirmal, 2018).

Biji kadara kaya akan serat makanan yang penting untuk anak-anak, dewasa, ibu hamil dan menyusui. Konstituen nutrisi yang terdapat dalam biji adalah lemak, protein, karbohidrat, asam amino bebas, dan asam lemak bebas. Biji juga merupakan sumber yang kaya akan vitamin seperti vitamin E, vitamin C, tiamin, niasin dan riboflavin. Skrining fitokimia biji kadara telah menunjukkan adanya

beberapa senyawa bioaktif seperti alkaloid, sterol, saponin, flavonoid, fenol, glikosida, tanin, dan resin (Kandasamy and Balasundaram, 2021). Laporan ini menampilkan ulasan struktur dan aktivitas senyawa yang diisolasi dari tanaman kadara. Semua data publikasi. Semua data dikumpulkan menggunakan database Reaxys.

Metode

Penelitian ini melaporkan hasil *review* terhadap artikel tentang struktur dan aktivitas senyawa yang diisolasi dari tanaman kadara menggunakan database Reaxys. Penelusuran dilakukan terhadap artikel yang membahas struktur senyawa yang telah diisolasi dari tanaman kadara dengan kata kunci *Caesalpinia bonduc*, *new compound*. Semua artikel diseleksi berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi. Artikel diambil apabila artikel tersebut merupakan hasil penelitian primer, menampilkan struktur, memiliki data NMR (*Nuclear Magnetic Resonance*), dan memiliki data pendukung seperti data massa atau IR.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelusuran awal artikel, diperoleh sebanyak 49 artikel/dokumen dengan kata kunci *Caesalpinia bonduc*, *new compound*, selanjutnya artikel diseleksi berdasarkan tipe artikel dimana diperoleh sebanyak 37 kategori artikel primer dan 12 artikel berupa *review*. Sebanyak 37 artikel diseleksi kembali dan diperoleh sebanyak 18 artikel yang sesuai kriteria inklusi-eksklusi. Hasil pengolahan data dari 18 artikel, diperoleh, sebanyak 98 struktur senyawa dari 5 bagian tanaman (daging buah, akar, kulit batang, daun, dan kulit biji).

Senyawa dari Daging Buah

Hasil pengolahan data yang diperoleh dari 18 artikel, menunjukkan sebanyak 53 senyawa telah diisolasi dari daging buah biji kadara dan strukturnya dari senyawa-senyawa tersebut telah diidentifikasi. Dari hasil elusidasi struktur berdasarkan data NMR dan data pendukung, menunjukkan semua senyawa dari daging buah kadara merupakan golongan senyawa diterpenoid yang dispesifikasikan sebanyak 41 senyawa diterpenoid tipe *cassane* dan 12 lainnya merupakan tipe *furano*. Senyawa-senyawa tersebut dilaporkan dalam 8 artikel yang dipublikasikan pada tahun 1986, 2000, 2007, 2014, 2015, 2020, dan 2022. Laporan pertama pada tahun 1986 oleh Pasceo, berhasil mengisolasi satu senyawa diterpenoid dari 1 kg daging buah menggunakan metode perkolasi dengan pelarut kloroform sebanyak 3L. Senyawa

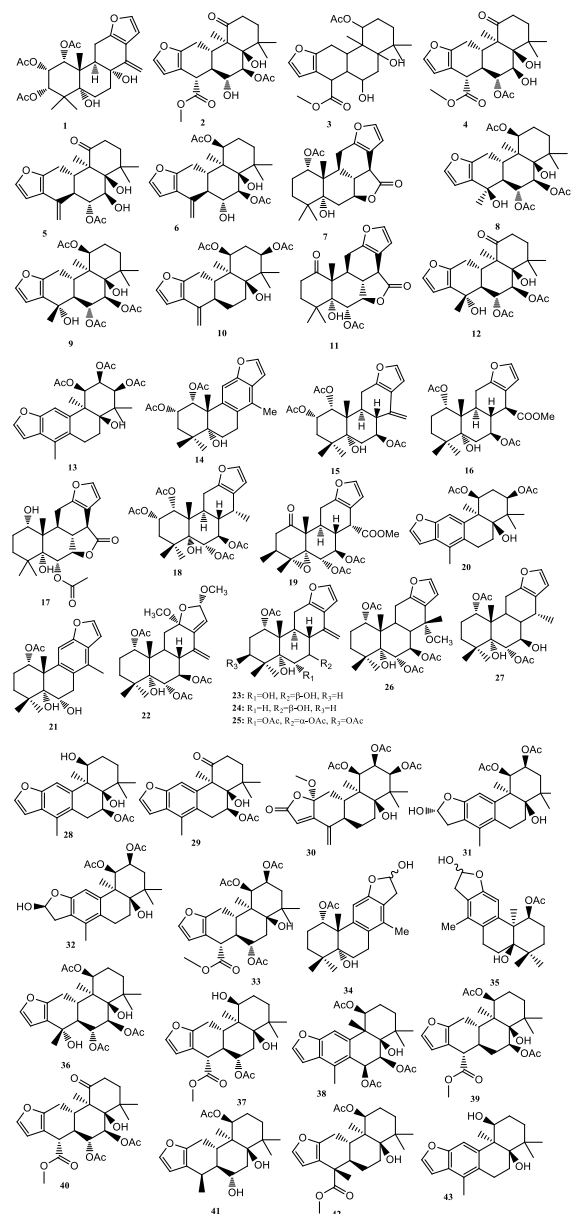
berhasil membentuk kristal setelah diisolasi menggunakan metode KLT semipreparative dengan fase diam silica dan fase gerak campuran atil asetat dan PE (1:1). Senyawa tersebut yaitu caesalpin F (53) (Pascoe *et al.*, 1986).

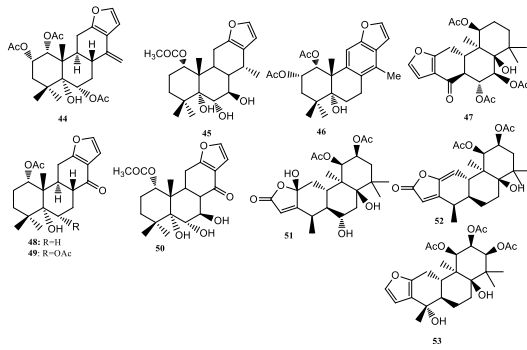
Laporan selanjutnya oleh Kinoshita, berhasil mengisolasi dua senyawa dari daging buah kadara dengan menggunakan metode maserasi dengan pelarut cloroform kemudian difraksinasi dengan metanol. Nama dua senyawa tersebut yaitu neocaesalpin C (51) dan neocaesalpin D (52) (Kinoshita, 2000). Laporan lainnya, berhasil mengisolasi 12 senyawa tipe *cassane furanoditerpenes* dari daging buah kadara yang dimaserasi menggunakan atil asetat selama 3 hari. Nama senyawa tersebut yaitu bonducellpin E – G (4–6), α -caesalpin (12), bonducellpin B (2), bonducellpin C (3), caesalmin B (7), caesalmin D (8), caesalmin E (9), caesalpinin C (10), 14(17)-dehydrocaesalpin F (11), dan caesalpinin I (12) (Pudhom *et al.*, 2007).

Dua artikel dipublikasikan pada tahun 2014, melaporkan 15 senyawa golongan tipe *cassane*. Laporan pertama oleh Wu dkk, berhasil mengisolasi 9 senyawa yang diekstraksi menggunakan metode maserasi menggunakan pelarut 95% etanol selama 4 hari dengan pergantian pelarut sebanyak 3 kali, selanjutnya difraksinasi menggunakan clorofom. Nama senyawa tersebut yaitu caesall A–G (21–27), caesalpinin D (38), dan bonducellpin D (17) (Wu *et al.*, 2014a). Laporan kedua yaitu oleh Wu dkk, yang berhasil mengisolasi 6 senyawa menggunakan metode maserasi dengan pelarut 95% etanol. Senyawa tersebut yaitu caesall H–M (28–33) (Wu *et al.*, 2014b).

Sebanyak 23 senyawa lainnya, dilaporkan dari tiga artikel. Laporan pertama oleh Dang dkk, berhasil mengisolasi 9 senyawa yang diekstraksi menggunakan metode refluks selama 3 hari dengan pelarut metanol, selanjutnya difraksinasi dengan eter, cloroform, dan etil asetat. Fraksi kloroform selanjutnya dilanjutkan untuk diisolasi senyawanya dan berhasil mengisolasi 9 senyawa. Senyawa tersebut yaitu bonducellpin H (18), bonducellpin I (19), 7-acetoxycasalpinin P (15), caesalpin H (36), caesalpinin K (41), caesalpinin MP (43), caesalpinin E (39), caesalpinin J (40), dan norcaesalpinin MC (47) (Dang *et al.*, 2015). Laporan kedua oleh Liu dkk, berhasil memperoleh 12 senyawa dari hasil ekstraksi serbuk daging buah kadara dengan metode perendaman dengan pelarut etanol 75% selama 3 hari. Sebelum diekstraksi, serbuk dihilangkan lemaknya dengan cara direndam dengan petroleum ether selama 3 hari dengan pergantian pelarut sebanyak 3 kali. Hasil ekstraksi

selanjutnya difraksinasi bersusun dengan pelarut kloroform, dan butanol. Kloroform selanjutnya dipartisi dengan metode kromatografi kolom dan selanjutnya diisolasi dengan menggunakan semipreparative HPLC. Senyawa yang berhasil diisolasi yaitu norcaesalpinin O (48), norcaesalpinin P (49), caesalpinin MQ (44), caesall O (34), caesall P (35), neocaesalpin AH (46), caesaldekarin e (20), 2-acetoxycasaldekarin e (13), 6-acetoxy-3-deacetoxycasaldekarin e (14), caesalpine A (37), bonducellpin C acetate (16), dan caesalpinin MB (42) (Liu *et al.*, 2020). Laporan selanjutnya yaitu oleh Liu dkk, yang berhasil mengisolasi 2 senyawa baru yaitu norcaesalpinin Q (1) dan caesalpinin MR (2) (Liu *et al.*, 2022). Struktur senyawa 1 sampai 53 terlihat pada Gambar 1.





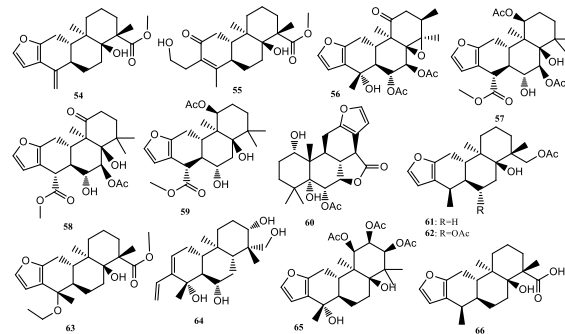
Gambar 1. Struktur senyawa **I–53** yang diisolasi dari daging buah kadara

Senyawa dari Akar

Sebanyak 4 artikel melaporkan telah berhasil mengisolasi sebanyak 13 senyawa dari akar tanaman kadara dimana semua senyawa tersebut merupakan golongan diterpenoid. Empat laporan tersebut dipublikasikan masing-masing tiga laporan pada tahun 1997 dan satu laporan pada tahun 1998. Laporan pertama yaitu pada Mei 1997 oleh Peter dkk, dimana berhasil mengisolasi 2 senyawa baru golongan *cassane diterpene*. Senyawa diperoleh dengan mengekstraksi sebanyak 1.7 kg serbuk akar kering dengan metode perkolasi dengan pelarut 95% etanol. Setelah dikeringkan, ekstrak selanjutnya dilarutkan kembali dengan campuran metanol dan air (9:1), selanjutnya difraksinasi dengan hexane. Fraksi hexan kemudian diisolasi senyawanya dengan metode silica gel dengan pelarut hexane dan metanol (49:1). Dua senyawa yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi strukturnya berdasarkan data NMR dan MS dan bernama caesaldekarin F (**54**) caesaldekarin G (**55**) (Peter *et al.*, 1998). Artikel kedua yang dipublikasikan oleh Peter dan Tinto, berhasil mengisolasi satu senyawa yang sebelumnya belum pernah ditemukan. Senyawa tersebut diisolasi dari serbuk akar kadara yang sudah dikeringkan dan berhasil mengisolasi serta mengidentifikasi struktur berdasarkan data ID NMR dan 2D NMR dan diberi nama caesalpinin (**56**) (Peter *et al.*, 1997a).

Dua laporan lainnya dipublikasi pada Desember 1997 dan Mei 1998, berhasil mengisolasi sepuluh senyawa golongan cassane diterpen. Laporan pertama oleh Peter dan Tinto, berhasil mengisolasi empat senyawa baru yang diekstraksi menggunakan pelarut 95% etanol dengan metode maserasi. Ekstrak kering yang diperoleh setelah pelarutnya diuapkan, selanjutnya dilarutkan kembali dengan aquadest dan metanol (1:9) selanjutnya difraksinasi menggunakan diklorometan. Fraksi diklorometan selanjutnya fraksinasi menggunakan metode kromatografi kolom dengan fase diam silica dan fase gerak petroleum-Me₂CO (3:1) dan selanjutnya

dimurnikan dengan metode HPLC semipreparative. Sebanyak empat senyawa murni diperoleh dan dielusidasi strukturnya menggunakan data NMR dan senyawa tersebut yaitu bonducellpin A–D (**57–60**) (Peter *et al.*, 1997b). Artikel kedua dilaporkan oleh Lyder dkk, berhasil mengisolasi 6 senyawa baru akar tanaman kadara yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut 90% MeOH. Ekstrak kental yang diperoleh kemudian ditambah 100 ml air, selanjutnya difraksinasi menggunakan CH₂Cl₂ (3 × 300 mL). Fraksi selanjutnya difraksinasi dengan metode kromatografi kolom dengan fase diam gel Si dan fase gerak hexane-Me₂CO (9:1), selanjutnya dimurnikan dengan metode KLT semipreparatif. Senyawa yang diperoleh ditentukan strukturnya dan diberi nama caesaldekarin H (**61**), caesaldekarin I (**62**), caesaldekarin K (**63**), caesaldekarin L (**64**), caesalpin F (**65**) dan demethylcaesaldekarin C (**66**) (Lyder *et al.*, 1998). Struktur senyawa **54** sampai **66** terlihat pada Gambar 2.

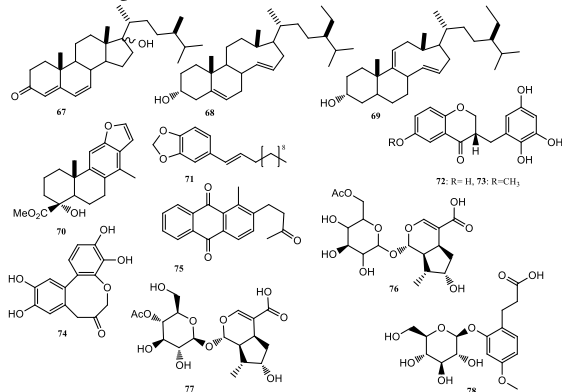


Gambar 2. Struktur senyawa **54–66** yang diisolasi dari akar kadara

Senyawa dari Kulit Batang

Sebanyak 12 senyawa telah diisolasi dan diidentifikasi dari kulit batang kadara yang dipublikasikan dalam 2 laporan. Laporan pertama oleh Udenigwe dkk pada tahun 2007, berhasil mengisolasi senyawa 5 senyawa dari kulit batang yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut 98% ethanol. Ekstrak yang diperoleh setelah pelarutnya diuapkan, kemudian difraksi menggunakan metode kromatografi kolom dengan fase diam silika gel dan fase gerak hexane-AcOEt dan AcOEt–MeOH dengan system gradien 0–100%. Fraksi yang diperoleh selanjutnya dimurnikan dengan metode KLT preparative dan berhasil mengisolasi 5 senyawa yaitu 17-hydroxycampesta-4,6-dien-3-one (**67**), 13,14-secostigmasta-5,14-dien-3a-ol (**68**), 13,14-secostigmasta-9(11),14-dien-3a-ol (**69**), caesaldekarin J (**70**), dan pipataline (**71**) (Udenigwe *et al.*, 2007). Laporan kedua dilaporkan oleh Ata dkk, pada tahun 2009 berhasil mengisolasi 7 senyawa murni yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan

pelarut etanol dan difraksinasi menggunakan metode kromatografi kolom dengan fase gerak hexane–kloroform (0–100%) selanjutnya dengan kloroform–methanol (0–100%). Senyawa yang berhasil diisolasi diberi nama caesalpinianone (72), 6-O-methylcaesalpinianone (73), hematoxylool (74), stereochenol A (75), 60'-O-acetylloganic acid (76), 40'-O-acetylloganic acid (77), dan 2-O-beta-D-Glucosyloxy-4-methoxybenzenepropanoic acid (78) (Ata *et al.*, 2009). Struktur senyawa 67 sampai 78 terlihat pada Gambar 3.

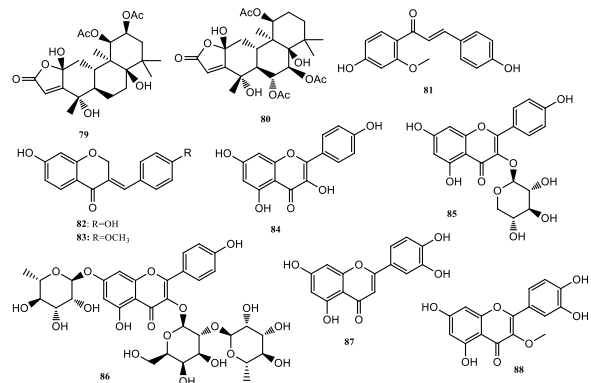


Gambar 3. Struktur senyawa 67–78 yang diisolasi dari kulit batang kadara

Senyawa dari Daun

Sebanyak 10 senyawa telah diidentifikasi dan diisolasi dari daun kadara yang dipublikasikan dalam 3 artikel. Senyawa tersebut terdiri dalam dua senyawa diterpene dan 8 senyawa flavonoid. Laporan pertama oleh Iheagwam dkk tahun 2019, berhasil mengisolasi 6 senyawa flavonoid. Senyawa tersebut diperoleh dari hasil ekstraksi sebanyak 8.8 kg daun kadara kering dengan metode maserasi dengan pelarut 75% ethanol sebanyak 50L selama 72 jam. Ekstrak kental kemudian difraksinasi menggunakan petroleum eter, etil asetat, dan n-butanol. Fraksi etil asetat selanjutnya difraksinasi menggunakan kolom kromatografi, selanjutnya dimurnikan dengan HPLC semipreparatif untuk memperoleh senyawa murni. Berdasarkan data NMR, senyawa tersebut teridentifikasi dan diberi nama 7-hydroxy-4'-methoxy-3,II-dehydrohomoisoflavanone (79), 4,4'-dihydroxy-2'-methoxy-chalcone (80), 7,4'-dihydroxy-3,II-dehydrohomoisoflavanone (81), luteolin (82), kaempferol-3-O-β-D-xylopyranoside (83), dan kaempferol-3-O-α-L-alpha-rhamnopyranosyl-(1→2)-b-D-xylopyranoside (84) (Iheagwam *et al.*, 2019). Dua laporan lainnya berhasil mengisolasi senyawa masing-masing dua senyawa, oleh Essoung dkk pada tahun 2020 dan Pournaghi dkk pada tahun 2021. Senyawa tersebut yaitu neocaesalpin L (85), neocaesalpin A (86), quercetin-3-methyl ether (87), dan kaempferol (88) (Essoung *et al.*, 2021;

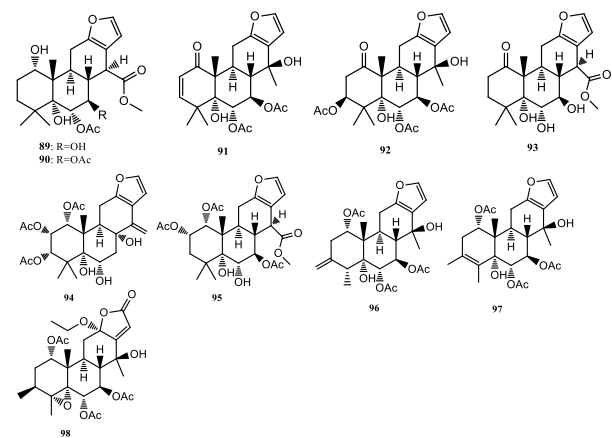
Pournaghi *et al.*, 2021). Struktur senyawa 79 sampai 88 terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur senyawa 79–88 yang diisolasi dari daun kadara

Senyawa dari Kulit Biji

Sebanyak 10 senyawa yang diisolasi dari kulit biji tanaman kadara yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut 95% EtOH (3 × 25 L) selama 72 jam. Pemurnian senyawa dilakukan dengan metode HPLC semipreparatif setelah difraksinasi menggunakan metode kromatografi kolom. Sepuluh senyawa tersebut yaitu 1α-Hydroxy-6-decaetoxysalpinin J (89), 1α-Hydroxycaesalpinin J (90), 2(3)-En-α-caesalpin (91), 3-Acetoxy-α-caesalpin (92), 6-Deacetoxybonducellpin B (93), 6α-Hydroxy-14(17)-dehydrocaesalpin F (94), 6α-Hydroxycaesall M (95) dan caesalbonducin D–F (96–98) (Zhang *et al.*, 2016). Struktur senyawa 89 sampai 98 terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur senyawa 89–98 yang diisolasi dari kulit biji kadara

Kesimpulan

Ulasan penelitian ini melaporkan, sebanyak 98 senyawa telah diisolasi dari tanaman kadara yang terdistribusi sebanyak 53 senyawa dari daging buah, 13 dari akar, 12 dari batang, 10 dari

daun, dan 10 dari kulit biji. Senyawa-senyawa tersebut tergolong dalam beberapa golongan senyawa yaitu dimana 84 senyawa merupakan golongan diterpenoid dan lainnya merupakan senyawa flavonoid, fenilpropanoid, polifenol, dan kuinon. Semua senyawa dari bagian daging buah dan akar merupakan golongan diterpenoid. Umumnya senyawa-senyawa tersebut diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan melarut metanol atau etanol dan difraksinasi menggunakan pelarut etil asetat, sementara metode untuk isolasi umumnya menggunakan KLT dan HPLC semi-preparatif.

Daftar Pustaka

- Ata, A., Gale, E.M., Samarasekera, R., 2009. Bioactive chemical constituents of *Caesalpinia bonduc* (Fabaceae). *Phytochemistry Letters* 2, 106–109.
- Billah, M.M., Islam, R., Khatun, H., Parvin, S., Islam, E., Islam, S.A., Mia, A.A., 2013. Antibacterial, antidiarrhoeal, and cytotoxic activities of methanol extract and its fractions of *Caesalpinia bonducella* (L.) Roxb leaves. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 13, 101.
- Dang, P.H., Nguyen, M.T.T., Nguyen, H.X., Vu, D.T.T., Truong, S.V., Nguyen, N.T., 2015. Three new cassane-type furanoditerpenes from the seed of *Vietnamese Caesalpinia bonducella*. *Phytochemistry Letters* 13, 99–102.
- Essoung, F.R.E., Mba'ning, B.M., Tcho, A.T., Chhabra, S.C., Mohamed, S.A., Lenta, B.N., Ngouela, S.A., Tsamo, E., Hassanali, A., Cox, R.J., 2021. Antifeedant and ovicidal activities of a new cassane and other compounds from *Caesalpinia welwitschiana* Oliv. and *Caesalpinia bonduc* L. against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Natural Product Research* 35, 5681–5691.
- Iheagwam, F.N., Ogunlana, O.O., Ogunlana, O.E., Isewon, I., Oyelade, J., 2019. Potential Anti-Cancer Flavonoids Isolated From *Caesalpinia bonduc* Young Twigs and Leaves: Molecular Docking and In Silico Studies. *Bioinform Biol Insights* 13, 1177932218821371.
- Kandasamy, V., Balasundaram, U., 2021. *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. as a promising source of pharmacological compounds to treat Poly Cystic Ovary Syndrome (PCOS): A review. *Journal of Ethnopharmacology* 279, 114375.
- Kinoshita, T., 2000. Chemical Studies on the Philippine Crude Drug Calumbibit (Seeds of *Caesalpinia bonduc*: The Isolation of New Cassane Diterpenes Fused with α , β -Butenolide. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 48, 1375–1377.
- Liu, T., Li, X., Ning, Z., Qi, S., Gao, H., 2022. Two new cassane-type diterpenoids from the seed kernels of *Caesalpinia bonduc* (Linn.) Roxb. and their anti-inflammatory activity. *Natural Product Research* 36, 3901–3908.
- Liu, T., Wang, M., Qi, S., Shen, X., Wang, Y., Jing, W., Yang, Y., Li, X., Gao, H., 2020. New cassane-type diterpenoids from kernels of *Caesalpinia bonduc* (Linn.) Roxb. and their inhibitory activities on phosphodiesterase (PDE) and nuclear factor-kappa B (NF- κ B) expression. *Bioorganic Chemistry* 96, 103573.
- Lyder, D.L., Peter, S.R., Tinto, W.F., Bissada, S.M., McLean, S., Reynolds, W.F., 1998. Minor Cassane Diterpenoids of *Caesalpinia bonduc*. *J. Nat. Prod.* 61, 1462–1465.
- Pandey, D.D., Jain, A.P., Kumar, A., 2018. *Caesalpinia bonducella*: A pharmacological important plant. *Pharma Innovation* 7, 190–193.
- Pascoe, K.O., Burke, B.A., Chan, W.R., 1986. Caesalpin F: A New Furanoditerpene from *Caesalpinia bonducella*. *J. Nat. Prod.* 49, 913–915.
- Peter, S., Tinto, W.F., McLean, S., Reynolds, W.F., Yu, M., 1998. Cassane diterpenes from *Caesalpinia bonducella*. *Phytochemistry* 47, 1153–1155.
- Peter, S.R., Tinto, W.F., McLean, S., Reynolds, W.F., Tay, L.-L., 1997a. Caesalpinin, a rearranged cassane furanoditerpene of *Caesalpinia bonducella*. *Tetrahedron Letters* 38, 5767–5770.
- Peter, S.R., Tinto, W.F., McLean, S., Reynolds, W.F., Yu, M., 1997b. Bonducellpins A–D, New Cassane Furanoditerpenes of *Caesalpinia bonduc*. *J. Nat. Prod.* 60, 1219–1221.
- Pournaghi, N., Khalighi-Sigaroodi, F., Safari, E., Hajiaghache, R., 2021. Bioassay-guided Isolation of Flavonoids from *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. and Evaluation of Their Cytotoxicity. *Iran J Pharm Res* 20, 274–282.
- Pudhom, K., Sommit, D., Suwankitti, N., Petsom, A., 2007. Cassane Furanoditerpenoids from the Seed Kernels of *Caesalpinia bonduc* from Thailand. *J. Nat. Prod.* 70, 1542–1544.
- Shukla, Shruti, Mehta, A., Mehta, P., Vyas, S.P., Shukla, Savita, Bajpai, V.K., 2010. Studies on anti-inflammatory, antipyretic and analgesic properties of *Caesalpinia bonducella* F. seed

- oil in experimental animal models. *Food and Chemical Toxicology* 48, 61–64.
- Udenigwe, C.C., Ata, A., Samarasekera, R., 2007. Glutathione S-Transferase Inhibiting Chemical Constituents of *Caesalpinia bonduc*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 55, 442–445.
- Vikhe, S., Nirmal, S., 2018. Antiallergic and antihistaminic actions of *Caesalpinia bonducella* seeds: Possible role in treatment of asthma. *Journal of Ethnopharmacology* 216, 251–258.
- Wu, L., Luo, J., Zhang, Y., Wang, X., Yang, L., Kong, L., 2014a. Cassane-type diterpenoids from the seed kernels of *Caesalpinia bonduc*. *Fitoterapia* 93, 201–208.
- Wu, L., Wang, X., Shan, S., Luo, J., Kong, L., 2014b. New Cassane-Type Diterpenoids from *Caesalpinia bonduc*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 62, 729–733. <https://doi.org/10.1248/cpb.c14-00186>
- Zhang, P., Tang, C., Yao, S., Ke, C., Lin, G., Hua, H.-M., Ye, Y., 2016. Cassane Diterpenoids from the Pericarps of *Caesalpinia bonduc*. *J. Nat. Prod.* 79, 24–29.