

## MEDICINAL EFFECT REVIEW OF AGARWOOD LEAVES FROM AQUILARIA AND GYRINOPS GENERA

Oleh

**I Gde Adi Suryawan Wangiyana**

Program Studi Kehutanan Universitas Pendidikan Mandalika

[dede.consultant@gmail.com](mailto:dede.consultant@gmail.com)

### Abstrak

Aquilaria and Gyrinops are the most common genera of Agarwood in Indonesia. These two group have wide distribution in Indonesia. Therefore, Indonesia is one of the biggest agarwood commodity producer in the world. However, the resin on agarwood stem is still main utilization of agarwood commodity in this country. Diversification agarwood utilization other than resin is needed to maximize the potency of this commodity. Agarwood leaves are one of by product from agarwood cultivation that rarely been utilized. Agarwood leaves contain secondary metabolites that have medical effect such as Phenol, Flavonoid, Terpenoid, Alkaloid and Tannin. Thus, agarwood leaves has a good potency as a source of food and beverage product that have a medicinal effects. Agarwood leaves form Aquilaria group and Gyrinops group both have medicinal effect including antioxidant, antibacterial, cytotoxic and anticancer. Aquilaria leaves also has additional medicinal effect including: anti-inflammatory, anti-diabetic and laxative while Gyrinops leaves also has additional medicinal effect as antiradical source of sunscreen.

Keyword: Medicinal Effect, Aquilaria, Gyrinops

### PENDAHULUAN

Gaharu adalah hasil hutan bukan kayu bernilai ekonomis tinggi yang dihasilkan terutama oleh Famili Thymeleaceae, khususnya genus Gyrinops dan Aquilaria (López-Sampson & Page, 2018). Indonesia sendiri merupakan salah satu negara penghasil gaharu terbesar di dunia. Karena memiliki sebaran tanaman penghasil gaharu dari genus Aquilaria maupun Gyrinops yang tersebar di hampir semua wilayahnya (Turjaman and Hidayat, 2017). Kelompok genus Aquilaria cenderung terdistribusi di wilayah barat Indonesia, sementara itu kelompok genus Gyrinops cenderung terdistribusi di wilayah timur Indonesia (Roemantyo & Partomihardjo, 2010)

Resin gaharu yang dikenal dengan istilah “gubal” merupakan produk dominan komoditi gaharu yang beredar di pasar Internasional (Naziz et al., 2019). Nilai jual yang tinggi dari produk gubal ini menyebabkannya menjadi primadona sekaligus komoditi internasional kelas atas (Siran, 2014). Selain itu, gubal gaharu dapat diolah menjadi berbagai produk industri berbasis aromaterapi diantaranya: saampoo, sabun, parfum dan minyak atsiri (Turjaman, 2014) Negara – negara di Timur Tengah merupakan negara dominan yang memanggang

pasar internasional dari komoditi resin gaharu ini (Antonopoulou et al., 2010)

Terlalu dominannya pemanfaatan resin dari organ batang pohon gaharu menyebabkan kurangnya diversifikasi komoditi gaharu. Padahal pemanfaatan dominan resin gaharu pada batang mempunyai beberapa kelemahan. Produksi resin gaharu terutama dari gaharu budidaya membutuhkan proses yang dikenal dengan induksi induksi (Tan et al., 2019). Metode induksi ini sampai saat ini terus mengalami perkembangan dan menjadi faktor kunci produksi resin (Wangiyana, 2020). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pohon gaharu yang tidak mendapatkan perlakuan induksi, tidak akan menghasilkan resin (Azren et al., 2019) sehingga proses ini membutuhkan perhatian khusus oleh petani gaharu (Wangiyana et al., 2020). Permasalahan timbul dikalangan petani gaharu terkait waktu investasi yang cukup lama dari proses induksi tersebut yang membutuhkan waktu investasi minimal 12 tahun sejak masa semai (Akter et al., 2013). Selama masa tunggu investasi tersebut, petani gaharu membutuhkan pemanfaatan alternatif komoditi gaharu selain resin, salah satunya adalah organ daun (Wangiyana & Sami'un, 2018)

Daun gaharu umumnya merupakan limbah dari kegiatan pruning yang umum dilakukan dalam budidaya gaharu (Wangiyana & Putri, 2019a). Disatu sisi, daun gaharu dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomi yaitu minuman herbal (Wangiyana et al., 2019). Pembuatan produk minuman herbal tersebut dapat dilakukan baik menggunakan daun gaharu kelompok genus *Gyirunops* (Wangiyana & Putri, 2019b) maupun *Aquilaria* (Karsiningsih, 2016).

Pemanfaatan daun gaharu sebagai komoditi alternatif dari resin gaharu dalam rangka diversifikasi produk perlu lebih di populerkan sehingga lebih dikenal luas baik dikalangan akademisi maupun petani gaharu (Wangiyana, et al., 2019). Selama ini produk resin gaharu dalam bentuk olahan berupa minyak esensial populer dengan khasiat medisnya (Wangiyana, 2019). Daun gaharu sendiri berdasarkan beberapa penelitian terbukti memiliki khasiat medis baik yang berasal dari genus *Aquilaria* (Wahid & Ittiqo, 2019) maupun *Gyirunops* (Wangiyana et al., 2020). Oleh karena itu, artikel review ini bertujuan untuk memamparkan secara detail khasiat medis daun gaharu Genus *Aquilaria* maupun *Gyirunops* dalam rangka menggalakkan diversifikasi produk komoditi gaharu.

## FITOKIMIA DAUN GAHARU

Secara Farmakologi daun gaharu memiliki kelompok senyawa yang memiliki potensi khasiat medis. Kandungan senyawa pada daun gaharu ditentukan oleh metode yang digunakan untuk melakukan analisis. Namun kelompok senyawa yang ditemukan tidak berbeda signifikan (Adam et al., 2017).

Daun gaharu kelompok genus *Aquilaria* mengandung komponen kelompok senyawa 2-(Phenylethyl) chromones yang merupakan senyawa umum ditemukan juga pada resin gaharu. Turunan dari kelompok senyawa ini diantaranya adalah *5-hydroxy-6-methoxy-2-(2-phenylethyl) chromone*, *6-methoxy-2-[2-(3-methoxy-4-hydroxyphenyl)ethyl] chromone* dan *6-hydroxy-2-[2-(hydroxyphenyl) ethyl] chromone* (Wang et al., 2015)

Daun gaharu *Aquilaria* juga mengandung kelompok senyawa Fenol yang merupakan kelompok senyawa umum ditemukan pada organ daun. Beberapa anggota kelompok senyawa fenol pada daun *Aquilaria* diantaranya *Vanilic acid*, *Isovanilic acid*, *Methylparaben* dan *Syringic acid*. Senyawa –senyawa tersebut

merupakan metabolit sekunder yang ditemukan pada *Aquilaria sinensis* (Kang et al., 2014).

Kelompok senyawa fitosterol juga ditemukan pada daun kelompok genus *Aquilaria*. Salah satu anggota kelompok fitosterol penting yang ditemukan pada daun *Aquilaria sinensis* adalah ergosterol. Hal ini merupakan suatu hal yang unik karena ergosterol sendiri merupakan kompoen senyawa yang umum dijumpai pada kelompok Fungi (Yang et al., 2014)

Daun *Aquilaria* juga mengandung serangkaian kelompok senyawa kompleks yang terdiri dari beberapa gugus fungsi berbeda. Kelompok senyawa dominan adalah asam lemak yang terdiri dari: *1,2,3 - propanteriol monoacetate*, *9,12,15- octadecaterineic acid*, *Dodecyl acrylate* dan *1-Tetradecanol*. Selain itu terdapat juga kelompok senyawa *Pyranones*, *Quinones* dan beberapa senyawa karbohidrat yang terkonjugasi (Khalil et al., 2013)

Kelompok senyawa terbesar yang dapat ditemukan pada daun gaharu genus *Aquilaria* adalah Flavonoid. Senyawa genkwanin merupakan golongan flavonoid yang paling banyak dilaporkan terdapat pada daun *Aquilaria* berdasarkan hasil penelitian dan menjadi salah satu senyawa ciri khas dari daun gaharu (Wang., 2008, Ito et al., 2012, Yu et al., 2013 Qi et al., 2009). Selain itu terdapat pula senyawa flavonoid Apigenin (Ariffin et al., 2013), Luteolin (Yu et al., 2013) turunan senyawa Luteolin dan dimethoxyflavone (Kang et al., 2014), *Epicatechin gallate* dan *Epigallocatechin gallate* (Tay et al., 2014) dan *Vitexin* (Sun et al., 2105).

Beberapa senyawa tambahan yang khas juga ditemukan pada analisis fitokimia daun gaharu. Beberapa diantaranya adalah cucurbitacin (Feng et al., 2011), *Friedelan-3-one* (Wei and Bin, 2011) yang tergolong senyawa terpenoid, kelompok senyawa Nukelosida (Wang et al., 2015), kelompok senyawa *Alkanes* (Wei and Bin, 2011), senyawa alkaloid dari jenis *Isocorydine* (Nie et al., 2009) serta vitamin E (Xia et al., 2013)

Penelitian fitokimia daun gaharu Genus *Gyirunops* tidak sebanyak dan seintensif penelitian fitokimia daun gaharu Genus *Aquilaria*. Hal ini menyebabkan penelitian fitokimia terhadap daun gaharu *Gyirunops* perlu ditingkatkan (Wangiyana et al., 2018). Data studi fitokimia tersebut dapat dijadikan sebagai dasar yang kuat untuk mengembangkan produk berbasis daun gaharu di level industri terutama yang melibatkan

kombinasi dengan berbagai bahan herbal lainnya (Wangiyana, et al., 2019)

Skrining awal terhadap ekstrak daun *Gyrinops* menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung didalamnya tidak jauh berbeda dengan senyawa yang terdapat dalam daun *Aquilaria*. Berdasarkan hasil Fraksinasi senyawa dengan metode kromatografi lapis tipis, ekstrak ini mengandung komponen kelompok senyawa *Phenolic*, *Flavonoid*, *Tannin* dan *Terpenoid* (Nuringtyas et al., 2018)

#### KHASIAT MEDIS DAUN AQUILARIA

Daun gaharu dari kelompok *Aquilaria* telah secara intensif diteliti khasiat medisnya karena merupakan salah satu bahan obat tradisional. Penelitian terkait khasiat medis ini berguna untuk pengembangan produk – produk yang dikembangkan dari bahan baku daun *Aquilaria*, salah satunya adalah minuman herbal (Adam et al., 2017)

Daun gaharu secara fitokimia banyak mengandung senyawa – senyawa yang memiliki potensi antioxidant. Daun *Aquilaria sinensis* mengandung kelompok senyawa Flavonoid yang terbukti mempunyai aktivitas antioksidan melalui uji DPPH dan ABTS (Duan et al., 2015). Daun gaharu *A. malaccensis* mengandung kelompok senyawa Flavonoid dan polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan kuat (Harahap et al., 2015). Aktivitas antioksidan dari daun *A. malaccensis* tersebut ditentukan oleh pelarut yang digunakan untuk melakukan ekstraksi (Hendra et al., 2016)

Daun gaharu *Aquilaria* memiliki aktivitas antimicrobial yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme meliputi bakteri dan jamur. Ekstrak daun *A. sinensis* terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* yang merupakan penyebab infeksi pada kulit (Kamonwannasit et al., 2013). Selain itu ekstrak ini juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri urease positif *Staphylococcus aureus*, *Clostridium difficile* dan kelompok Bacteriodes (Kakino et al., 2012). Ekstrak daun *A. agallocha* dilaporkan bersifat antibakteri terhadap *Shigella flexeneri*, *Bacillus brevis*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis* (Dash et al., 2008). Ekstrak etanol daun *A. microcarpa* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis* (Sari et al., 2017). Selain menghambat pertumbuhan bakteri, daun *Aquilaria agallocha* mengandung senyawa *cucurbitacins* yang memiliki potensi antifungal (Chen et al., 2014).

Ekstrak daun gaharu memiliki khasiat dalam mengatur kadar gula dalam darah. Hal ini menunjukkan potensinya sebagai agen antidiabetes (Zulkifle, 2018). Ekstrak etanol *Aquilaria sinensis* memiliki efek *hypoglycemic* melalui penghambatan aktivitas *2 $\alpha$ -hydroxy ursolic acid* (Mei et al., 2013). Sebagai tambahan, ekstrak metanol dan ekstrak air daun *A. sinensis* mampu meningkatkan penyerapan glukosa pada jaringan adipose sebagaimana layaknya kerja dari enzim insulin sehingga berpotensi sebagai agen *antihyperglycemic* (Pranakhon et al., 2011)

Daun gaharu kelompok *Aquilaria* secara medis memiliki khasiat meredakan rasa nyeri secara umum. Daun *A. sinensis* dilaporkan memiliki aktivitas anti-inflammatory dan *antinociceptive* (Zhou et al., 2008). Salah satu senyawa yang berperan sebagai *anti-inflammatory* pada daun *A. sinensis* adalah *friedelan-3-one* (Wei & Bin, 2011). Sebagai tambahan, ekstrak etanol dari daun *A. agallocha* memiliki potensi sebagai agent senyawa *anti-arthritis* (Rahman et al., 2016)

Daun gaharu kelompok *Aquilaria* memiliki potensi untuk melawan sel – sel kanker. Pada ekstrak daun *Aquilaria malaccensis* terdapat beberapa senyawa yang memiliki potensi anti kanker diantaranya: *9- hexadecanoic acid*, *tetracosanoic acid*, *calarene*, *2,6-octadien-1-ol*, *3,7-dimethyl*, *3,6-octadecadiynoic acid*, *3-octadecyne*, *lauric acid*, *myristic acid*, *nonadecanoic acid*, *oleic acid*, *phytol*, *loliolide*, dan *squalene* (Millaty et al., 2020)

Daun gaharu kelompok *Aquilaria* dapat mempengaruhi aktivitas kontraksi usus. Daun *A. sinensis* yang diolah dalam bentuk teh terbukti dapat meningkatkan kontraksi usus halus (Li et al., 2013). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa daun *A. sinensis* memiliki aktivitas laksatif. Sifat laksatif tersebut tanpa memberikan efek samping berupa gejala diare (Hara et al., 2008). Senyawa *Mangiferin* dan *Genkwanin* yang ditemukan pada ekstrak daun *A. sinensis* merupakan senyawa yang bertanggung jawab terhadap efek laksatif tersebut (Kakino & Hara, 2016). Senyawa tersebut mampu merangsang kontraksi usus halus untuk meringankan gejala konstipasi (Kakino et al., 2010).

#### KHASIAT MEDIS DAUN GYRINOPS

Penelitian terkait khasiat medis daun *Gyrinops* tidak sebanyak penelitian khasiat medis daun *Aquilaria*. Akan tetapi karena secara fitokimia, kandungan senyawa daun *Gyrinops*

kurang lebih sama dengan kandungan senyawa daun *Aquilaria* sehingga dapat diprediksi bahwa daun *Gyrinops* juga memiliki khasiat medis yang sama dengan daun *Aquilaria*. (Hendra et al., 2016)

Daun *Gyrinops versteegii* merupakan sumber senyawa antioksidan yang potensial. Berdasarkan hasil uji antioksidan dengan berbagai metode yaitu: DPPH *radicals scavenging activity*, *reducing power* dan  *$\beta$ -carotene bleaching assay* diperoleh hasil bahwa daun *G. versteegii* mempunyai aktivitas antioksidan lebih baik dibandingkan kulit batang dan kulit buah. Hal ini mengindikasikan bahwa daun gaharu merupakan bahan baku yang layak dikembangkan sebagai sumber antioksidan (Prihantini & Rizqiani, 2019)

Dua kelompok senyawa yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan dari daun *G. versteegii* adalah Fenol dan Flavonoid. Kedua senyawa tersebut memang merupakan senyawa yang umum dijumpai pada bahan alam yang memiliki aktivitas antioksidan. Ekstrak air daun *G. versteegii* mengandung total senyawa fenol sebesar 14,98 mg/ 100 mg (Parwata et al., 2016). Sementara itu ekstrak air daun *G. versteegii* juga mengandung kelompok senyawa flavonoid jenis *5-hydroxy-flavonol* dengan total konsentrasi sebesar 2298,977 mg QE/100 gram (Parwata et al., 2018).

Selain memiliki kandungan Fenol dan Flavonoid, daun *G. versteegii* juga dilaporkan mengandung senyawa terpenoid yang memiliki aktivitas antioksidan. Pengujian kemampuan antioksidan dilakukan dengan pengukuran aktivitas antiradikal bebas terhadap ekstrak metanol daun *G. versteegii*. Hal ini juga mengindikasikan potensi daun *G. versteegii* sebagai bahan obat tradisional atau yang dikenal juga dengan "*etnomedicine*" (Mega & Swastini, 2012)

Kemampuan daun *G. versteegii* dalam mencegah reaksi radikal bebas membuatnya berpotensi digunakan untuk melindungi kulit dari radikal bebas yang disebabkan oleh UV pada sinar matahari. Kemampuan ini menyebabkan ekstrak daun *G. versteegii* dapat digunakan sebagai tabir surya. Kemampuan tabir surya dari ekstrak *G. versteegii* diuji dengan mengukur nilai *Sun Protection Factor* (SPF). Ekstrak metanol daun *G. versteegii* terbukti memiliki aktivitas tabir surya tergolong ultra (Nilai SPF > 15) dan lebih besar dibandingkan

dengan ekstrak etil asetat dan n-heksana (Wahyuningrum et al., 2018).

Aktivitas antioksidan daun *G. versteegii* juga berkorelasi dengan aktivitas *cytotoxic*. Ekstrak kloroform daun *G. versteegii* terbukti memiliki aktivitas *cytotoxic* terhadap HeLA cell line dengan nilai IC50 sebesar  $22,71 \pm 1,31 \mu\text{g mL}^{-1}$ . Fraksinasi lebih lanjut terhadap senyawa yang memiliki aktivitas *cytotoxic* dengan menggunakan metode kromatografi lapis tipis menunjukkan bahwa fraksi tersebut mengandung senyawa Fenol, Flavonoid dan Terpen. (Nuringtyas et al., 2018)

Aktivitas *cytotoxic* dari daun *G. versteegii* berkorelasi dengan kemampuannya sebagai bahan baku senyawa antikanker. Ekstrak kloroform daun *G. versteegii* terbukti memiliki kemampuan mencegah metastasis terhadap cell line kanker payudara T47D. Ekstrak tersebut dapat menghambat terjadinya migrasi dan agregasi sel kanker T47D mulai dari konsentrasi 1/8 IC50 yaitu sebesar 19,105  $\mu\text{g/mL}$  untuk daun *G. versteegii* asal Bogor dan 23,0562  $\mu\text{g/mL}$  untuk daun *G. versteegii* asal Kota Mataram (Septia, 2019).

Daun *G. versteegii* dilaporkan juga memiliki aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri ini setara dengan aktivitas antibakteri resin gaharu yang selama ini umum dikenal sebagai sumber senyawa antibakteri. Ekstrak etanol dan ekstrak metanol daun *G. versteegii* terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji *Staphylococcus aureus* ATCC25923 (Wangiyana et al., 2020)

## KESIMPULAN

Daun gaharu memiliki banyak khasiat medis yang menjadikannya bahan baku potensial untuk produk kesehatan. Secara umum daun gaharu kelompok *Gyrinops* dan *Aquilaria* memiliki potensi antioksidan, antibacterial, *cytotoxic* dan antikanker. Daun *Aquilaria* memiliki khasiat anti-inflammatory, anti-diabetic, dan laksatif yang belum diuji pada daun *Gyrinops*. Sementara itu daun *Gyrinops* mempunyai khasiat tabir surya yang belum diujikan pada daun *Aquilaria*.

## SARAN

Daun gaharu kelompok *Aquilaria* dan *Gyrinops* hanya berbeda secara morfologi, sementara dari segi fitokimia kandungan senyawa keduanya relatif sama. Oleh karena itu

diperlukan penelitian yang mengkaji aktivitas khasiat medis daun gaharu *Aquilaria* yang belum di uji pada daun gaharu *Gyrinops* begitu pula sebaliknya sehingga lebih mendetailkan khasiat medis dari daun gaharu secara umum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A. Z., Lee, S. Y., & Mohamed, R., 2017. Pharmacological properties of agarwood tea derived from *Aquilaria* (Thymelaeaceae) leaves: An emerging contemporary herbal drink. *Journal of Herbal Medicine*, 10(2017), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2017.06.002>
- Akter, S., Islam, M. T., Zulkefeli, M., & Khan, S. I., 2013. Agarwood Production - A Multidisciplinary Field to be Explored in Bangladesh. *International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 2(1), 22–32. <https://doi.org/10.3329/ijpls.v2i1.15132>
- Antonopoulou, M., Compton, J., Perry, L. S., & Al-Mubarak, R., 2010. *the Trade and Use of Agarwood (Oudh) in the United Arab Emirates*. [https://www.trafficj.org/publication/10\\_Trade\\_Use\\_Agarwood](https://www.trafficj.org/publication/10_Trade_Use_Agarwood). (Diakses: 2 Juni 2020)
- Arrififin, N. M., Alimon, H., Sukari, M. A., Naz, H., 2013. Chemical study of *Aquilaria crassna*. *Chem. Nat. Compd.* 49, 575 – 576.
- Azren, P. D., Lee, S. Y., Emang, D., & Mohamed, R., 2019. History and Perspectives of Induction Technology for Agarwood Production from Cultivated *Aquilaria* in Asia: A Review. *Journal of Forestry Research*, 30(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0627-4>
- Chen, C. H., Kuo, T. C. Y., Yang, M. H., Chien, T. Y., Chu, M. J., Huang, L. C., Chen, C. Y., Lo, H. F., Jeng, S. T., Chen, L. F. O., 2014. Identification of cucurbitacins and assembly of a draft genome for *Aquilaria agallocha*. *BMC Genomics*, 15, 1 – 11.
- Dash, M., Patra, J. K., Panda, P. P., 2008. Phytochemical and antimicrobial screening of extracts of *Aquilaria agallocha* Roxb. *African Journal of Biotechnology*. 7 (20), 3531 – 3534.
- Duan, Z., Li, W., Dou, Z., Xie, H., He, A., Shi, M., 2015. Extraction and antioxidant activity of flavonoids from *Aquilaria sinensis* (Lour) Gilg leaves. *J. Food Sci.* 36, 45 – 50.
- Feng, J., Yang, X. W., Wang, R. F., 2011. Bioassay guided isolation and identification of  $\alpha$ -glucosidase inhibitor from leaves of *Aquilaria sinensis*. *Phytochemistry*, 72, 242 – 247.
- Hara, H., Ise, Y., Morimoto, N., Shimazawa, M., Ichihashi, K., Ohyama, M., & Inuma, M., 2008. Laxative Effect of Agarwood Leaves and Its Mechanism. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 72(2), 335–345. <https://doi.org/10.1271/bbb.70361>
- Harahap, R. K., Batubara, R., & Surjanto., 2015. Uji Antioksidan Daun Muda dan Daun Tua Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) Berdasarkan Perbedaan Tempat Tumbuh Pohon. *Peronema Forestry Science Journal*, 4 (4), 72–87.
- Hendra, H., Moeljopawiro, S., & Nuringtyas, T. R., 2016. Antioxidant and antibacterial activities of agarwood (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) leaves. *AIP Conference Proceedings*, 1755(14004). <https://doi.org/10.1063/1.4958565>
- Ito, T., Kakino, M., Tazawa, S., Oyama, M., Maruyama, H., Araki, Y., Hara, H., Linuma, M., 2012. Identification of phenolic compounds in *Aquilaria crassna* leaves via liquid chromatography-electrospray ionization mass spectroscopy. *Food Sci. Technol. Res.*, 18, 259 – 262.
- Kakino, M., Hara, H., 2016. Pharmacological effects of *Aquilaria* spp. Leaves and their chemical constituents. In: Mohamed, R. (Ed.), *Agarwood*. Springer, Singapore, pp. 125 – 136.
- Kakino, M., Sugiyama, T., Kunieda, H., Tazawa, S., Maruyama, H., 2012. Agarwood (*Aquilaria crassna*) extracts decrease high-protein highfat diet-induced intestinal putrefaction toxins in mice. *Pharm. Anal. Acta*, 3: 152.
- Kakino, M., Tazawa, S., Maruyama, H., Tsuruma, K., Araki, Y. Shimazawa, M., Hara, H., 2010. Laxative effects of agarwood on low-fiber diet-induced constipation in rats. *BMC Complement. Altern. Med.* 10, 1 – 8.
- Kamonwannasit, S., Nantapong, N., Kumkrai, P., Luecha, P., Kupittayanant, S., & Chudapongse, N., 2013. Antibacterial activity of *Aquilaria crassna* leaf extract against *Staphylococcus epidermidis* by

- disruption of cell wall. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1476-0711-12-20>
- Kang, Y. F., Chien, S. L., Wu, H. M., Li, W. J., Chen, C. T., Li, H. T., Chen, H. L., Chao, D., Chen, S. J., Huang, C. T., Chen, C. Y., 2014. Secondary metabolites from the leaves of *Aquilaria sinensis*. *Chem. Nat. Compd.* 50, 1110 – 1112.
- Karsiningsih, E., 2016. Analisis Kelayakan Finansial dan Strategi Pengembangan Teh Gaharu di Kabupaten Bangka Tengah (Studi Kasus: Teh Gaharu “Aqilla” Gapoktan Alam Jaya Lestari). *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 2(2), 143–151. <https://doi.org/10.18196/agr.2235>
- Khalil, A. S., Rahim, A. A., Taha, K. K., Abdallah, K. B., 2013. Characterization of methanolic extracts of agarwood leaves. *J. App. Ind. Sci.* 1, 78 –88.
- Li, H., Jiang, Z., Mei, Q., 2013. Comparative study on the effect of *Aquilaria sinensis* leaf tea and agarwood on promoting small intestine propulsion. *Asia-Pacific Tradit. Med.* 9, 24 – 25
- López-Sampson, A., & Page, T., 2018. History of Use and Trade of Agarwood. *Economic Botany*, 72(1), 107–129. <https://doi.org/10.1007/s12231-018-9408-4>
- Mega, I., & Swastini, D., 2012. Screening Fitokimia Dan Aktivitas Antiradikal Bebas Ekstrak Metanol Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Kimia*, 4(2), 187–192.
- Mei, Q., Li, H., Lin, H., Wu, X., Liang, L., Yang, H., Lan, Z., 2013. Comparative study on hypoglycemic effect between *Aquilaria sinensis* leaves and agarwood. *Lishizhen Med. Mat. Med. Res.* 24, 1606 – 1607.
- Millaty, I. N. K., Wijayanti, N., Hidayati, L., & Nuringtyas, T. R., 2020. Identification of anticancer compounds in leaves extracts of agarwood ( *Aquilaria malaccensis* ( Lamk. )). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012036>
- Naziz, P. S., Das, R., & Sen, S., 2019. The scent of stress: Evidence from the unique fragrance of agarwood. *Frontiers in Plant Science*, 10(840), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00840>
- Nie, C., Song, Y., Chen, D., Xue, P., Tu, P., Wang, K. Chen, J. 2009. Studies on chemical constituents of leaves of *Aquilaria sinensis*. *China J. Chin. Mater. Med.*, 34, 858 – 860
- Nuringtyas, T. R., Isromarina, R., Septia, Y., Hidayati, L., Wijayanti, N., & Moeljopawiro, S., 2018. The antioxidant and cytotoxic activities of the chloroform extract of agarwood (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) leaves on HeLa cell lines. *AIP Conference Proceedings*, 2002(020067), 1–9. <https://doi.org/10.1063/1.5050163>
- Parwata, A, Manuba, P., Yasa, S., & Bidura, I. G. N. G., 2016. Characteristics and Antioxidant Activities of Gaharu (*Gyrinops versteegii*) Leaves. *Journal of Biological and Chemical Research*, 33(1), 294–301.
- Parwata, Adi, Manuaba, P., & Yasa, S., 2018. The potency of flavonoid compounds in water extract *Gyrinops versteegii* leaves as natural antioxidants sources. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 11(3), 1501–1511. <https://doi.org/10.13005/bpj/1517>
- Pranakhon, R., Pannangetch, P., & Aromdee, C., 2011. Antihyperglycemic activity of agarwood leaf extracts in STZ-induced diabetic rats and glucose uptake enhancement activity in rat adipocytes rats and glucose uptake enhancement activity in rat adipocytes. *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, 33(4), 405–410.
- Prihantini, A. I., & Rizqiani, K. D., 2019. Various antioxidant assays of agarwood extracts (*Gyrinops versteegii*) from West Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.13057/asianjagric/g031011>
- Qi, J., Lu, J. J., Liu, J. H., Yu, B.Y., 2009. Flavonoid and a rare benzophenone glycoside from the leaves of *Aquilaria sinensis*. *Chem. Pharm. Bull.* 57, 134 – 137.
- Rahman, H., Eswaraiyah, M. C., Dutta, A. M., 2016. Anti-arthritic activity of leaves and oil of *Aquilaria agallocha*. *Saudi J. Life Sci.* 1, 34 – 43.
- Roemantyo, & Partomihardjo, T., 2010. Analisis Prediksi Sebaran Alami Gaharu Marga *Aquilaria* dan *Gyrinops* di Indonesia. *Berita Biologi*, 10(2), 189–198.
- Sari, R., Mutiara, M., Fakriaty, I., 2017. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun gaharu (*Aquilaria microcarpa* Bail.)

- terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis*. *Pharm. Sci. Res.* 4 (3), 143 – 154
- Septia, Y., 2019. Antimetastasis ekstrak kloroform daun gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) terhadap cell line kanker payudara T47D. Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Siran, S. A., 2014. Gaharu Bioinduksi: Komoditi Elit Masa Depan Sektor Kehutanan. In A. Susmianto, M. Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak Gaharu Inokulasi* (2nd ed., pp. 17–32). FORDA Press.
- Sun, J., Xia, F., Wang, S., Wang, K. Y., Chen, J. M., Tu, P. F., 2015. Structural elucidation of two new megastigmane glycosides from the leaves of *Aquilaria sinensis*. *Chin. J. Nat. Med.* 13, 0290 – 0294
- Tan, C. S., Isa, N., Ismail, I., & Zainal, Z., 2019. Agarwood Induction: Current Developments and Future Perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 10 (122), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00122>
- Tay, P. Y., Tan, C. P., Abas, F., Yim, H. S., Ho, C. W., 2014. Assessment of extraction parameters on antioxidant capacity, polyphenol content, epigallocatechin gallate (EGCG), epicatechin gallate (ECG) and iriflophenone 3-C- $\beta$ -glucoside of agarwood (*Aquilaria crassna*) young leaves. *Molecule*, 19, 12304 – 12319
- Turjaman, M. & Hidayat, A., 2017. Agarwood-planted Tree Inventory in Indonesia. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/17551315/54/1/012062>
- Turjaman, M., 2014. Industri Hulu-Hilir Gaharu. In A. Susmianto, M. Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak Gaharu Inokulasi* (2nd ed., pp. 185–216). FORDA Press.
- Wahid, A. R., & Ittiqo, D. H., 2019. Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus* Ekstrak Daun Gaharu (*Aquilaria malea* L.) Sebagai Antibakteri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 34–43. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wahyuningrum, M., Sari, R. K., & Rafi, M., 2018. Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Ekstrak Daun *Gyrinops versteegii*. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, 16(2), 141–149.
- Wang, H., 2008. Determination of Genkwanin in the leaves of *Aquilaria sinensis* (Lour) Gilg. With HPLC. *J Trad. Chin. Med. Pharm.* 14, 69 – 70
- Wang, H., Zhou, M., Lu, J., Yu, B., 2008. Antitumor constituent from leaves of *Aquilaria sinensis* (Lour) Gilg. *Linchan Huazue Yu Gongye*, 28, 1 – 5
- Wang, S. C., Wang, F., Yue, C. H., 2015. Chemical constituent from the petiole and leaves of *Aquilaria sinensis*. *Biochem. Syst. Ecol.* 61, 458 – 461.
- Wang, S. C., Wang, F., Yue, C. H., 2015. Chemical constituents from the petioles and leaves of *Aquilaria sinensis*. *Biochem. Syst. Ecol.* 61 – 458 – 461
- Wangiyana, I. G. A. S., 2019. Medicinal Usage of Agarwood Resin in Form of Essential Oil: A Review. *Jurnal Silva Samalas*, 2(2), 86–90.
- Wangiyana, I. G. A. S., 2020. Development of Agarwood Induction Technology on Agarwood Cultivation-A Review. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 6(1), 29–38.
- Wangiyana, I. G. A. S., Isbulloh, F., & Akram., 2020. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Resin dan Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 7(1), 28–36.
- Wangiyana, I. G. A. S., & Putri, D. S., 2019a. Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh dan Kegiatan Pruning Dalam Optimalisasi Budidaya Gaharu Di Desa Duman Kecamatan Lingsar Lombok Barat. *Lumbang Inovasi*, 4(1), 1–7.
- Wangiyana, I. G. A. S., & Putri, D. S., 2019b. Teh *Gyrinops*: Produk Inovatif dari Istri Petani Desa Duman Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. *Prosiding PEPADU*, 1(1), 388–396.
- Wangiyana, I. G. A. S., Putri, D. S., & Triandini, I. G. A. A. H., 2019. Pelatihan Pengolahan Daun Gaharu Menjadi Teh Herbal Untuk Istri Petani Anggota Kelompok Tani Desa Duman. *Logista Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 82–89.
- Wangiyana, I. G. A. S., & Sami'un., 2018. Characteristic of Agarwood Tea from *Gyrinops versteegii* Fresh and Dry Leaves. *Sangkareang*, 4(2).
- Wangiyana, I. G. A. S., Sawaludin, Nizar, W. Y., & Wangiyana, W., 2019. Tannin concentrations of *Gyrinops* tea with different leaf processing methods and addition of herbal medicine ingredients Tannin Concentrations of *Gyrinops* Tea with Different Leaf Processing Methods and Addition of Herbal Medicine Ingredients. *AIP Conference Proceedings*,

- 2199(070012), 1–7.
- Wangiyana, I. G. A. S., Triandini, I. G. A. A. H., Putradi, D., & Wangiyana, W., 2018. Tannin Concentration of Gyrinops Tea from Leaves of Juvenile and Mature Agarwood Trees ( *Gyrinops versteegii* Gilg ( Domke )) with Different Processing Methods. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 10(10), 113–119.
- Wangiyana, I. G. A. S., Wanitaningsih, S. K., & Anggadhanita, L., 2020. Pelatihan Teknologi Bio-induksi untuk Petani Gaharu di Desa Pejaring Kabupaten Lombok Timur. *Agrokreatif Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 36–44.
- Wangiyana, I. G. A. S., Malik, S., 2018. Application of Arbuscular Mycorrhiza from Senaru Forest Rhizosphere for *Gyrinops versteegii* Germination and Growth. *Biosaintifika*, 10 (2), 432 - 438.
- Wangiyana, I. G. A. S., 2016. Molecular Phylogenetic Analyze of *Fusarium* from Agarwood and Others *Fusarium* with Different Type of Nutrition Based on Gen ITS 1. *Jurnal Sangkareang Mataram*. 2 (1), 1 - 5.
- Wangiyana, I G. A. S., 2015. Pemanfaatan Medium Alternatif untuk Pertumbuhan Isolat *Fusarium* sp. Penginduksi Pembentukan Gaharu pada *Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke. *Jurnal Sangkareang Mataram*. 1 (3), 54 - 59.
- Wei, Z., Bin, N., 2011. GC-MS analysis of the chemical components of the volatile oil from leaves of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg. *Med. Plants*. 2, 34 – 36.
- Xia, F., Sun, J., Jiang, Y., Tu, P., 2013. Further chemical investigation of leaves of *Aquilaria sinensis*. *China J. Chin. Mater. Med.* 39, 3299 – 3303.
- Yang, M., Liang, Y., Chen, H., Huang, Y., Gong, H., 2014. Isolation and identification of the chemical constituent in ethyl acetate extracts of wild *Aquilaria sinensis* leaves. *Modern Food Sci. Technol.* 31, 128 – 163.
- Yu, Q., Qi, J., Yu, H. X., Chen, L. L., Kou, J. P., Liu, S. J., Yu, B. Y., 2013. Qualitative and quantitative analysis of phenolic compounds in the leaves of *Aquilaria sinensis* using liquid chromatography mass spectrometry. *Phytochem. Anal.* 24, 349 – 356.
- Zhou, M., Wang, H., Kou, J., Yu, B., 2008. Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg. Leaves extract. *J. Ethnopharmacol.* 117, 345 – 350.
- Zulkifle, N. L. B., 2018. *Antidiabetic Activity of Aquilaria malaccensis* (Agarwood) Leaves Extracts. Thesis. Universiti Malaysia Pahang.