

THE RECENT DEVELOPMENT OF AGARWOOD PRODUCT INVENTION IN INDONESIA

I Gusti Agung Ayu Hari Triandini^{a*}, I Gde Adi Suryawan Wangiyana^b

^aFakultas Ilmu Kesehatan Universitas Bhakti Kencana, Bandung, Jawa Barat

^bProgram Studi Kehutanan Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Nusa Tenggara Barat

*Email Korespondensi: ayu.hari@bku.ac.id

Abstract

*The invention of agarwood is crucial for the downstream application of agarwood research results in Indonesia. This study aims to review the invention of agarwood in Indonesia over the past 8 years. According to the Indonesian Intellectual Property Database, the average number of agarwood inventions in Indonesia from 2018 to 2025 is approximately five inventions per year. This number is much lower than the average number of agarwood publications during the same period, which can reach 81 publications per year. Agarwood leaf utilisation accounts for the dominant proportion of the invention, which is equally derived from the *Aquilaria* and *Gyrinops* genera. Most of the invention is intended to produce health products that confirm the health-beneficial effects of agarwood, based on research. The invention of agarwood in Indonesia was dominated by simple patents, which are easier to register compared to other types of patents. The proportion of rejected inventions to granted inventions is 1:6, indicating a medium difficulty level of invention registration in Indonesia. The invention right holder is dominated by higher education institutions (70%), followed by research institutions with a proportion of less than 20%. Invention registration location data reveal the uneven distribution of agarwood inventions, which is dominated by three islands: Java, Sumatra, and Kalimantan. It can be concluded that the invention of agarwood in Indonesia is very limited compared to the number of publications, with a minimal contribution from the Industrial sector.*

Keywords: Agarwood, Invention, Indonesia

Perkembangan Terkini Invensi Produk Gaharu di Indonesia

Abstrak

Invensi gaharu merupakan hal yang sangat esensial dalam mempercepat hilirisasi hasil riset gaharu di Indonesia. Studi ini bertujuan untuk melakukan review terkait sebaran invensi produk gaharu di Indonesia dalam 8 tahun terakhir. Berdasarkan penelusuran di pangkalan data kekayaan intelektual, pengajuan invensi produk gaharu di Indonesia pada rentang 2018 – 2025 adalah rata 5 invensi per tahun. Sementara itu, pada rentang tahun yang sama, publikasi terkait gaharu di Indonesia rata – rata adalah 81 publikasi per tahun. Invensi didominasi oleh pemanfaatan organ daun tanaman gaharu dengan dengan proporsi yang sama antara antara tanaman gaharu genus *Aquilaria* dan *Gyrinops*. Riset komoditi gaharu yang membuktikan khasiat medis dari komoditi ini diimplementasikan dalam bentuk invensi yang dominan pada sektor produk kesehatan. Invensi didominasi oleh paten sederhana yang secara administrasi lebih mudah diusulkan dibandingkan paten. Rasio antara invensi yang di tolak dengan yang diterima adalah 1:6, menunjukkan bahwa pengajuan invensi di Indonesia berada pada tingkat kesulitan medium. Pemegang hak invensi masih sangat didominasi oleh perguruan tinggi (70%) diikuti oleh lembaga riset dengan dengan proporsi kurang dari 20%. Sebaran invensi gaharu di Indonesia tidak merata dan di dominasi oleh 3 pulau utama di Indonesia: Jawa, Sumatra, dan Kalimantan. Dapat disimpulkan bahwa meskipun potensi riset gaharu di Indonesia cukup tinggi, hilirisasi berupa pengajuan invensinya masih relatif rendah dengan keterlibatan dunia industri yang masih sangat minim.

Kata Kunci: Gaharu, Invensi, Indonesia

How to Cite: Triandini, I G. A. A. H & Wangiyana, I G. A. S. (2025) 'Perkembangan Terkini Invensi Produk Gaharu di Indonesia', *Jurnal Silva Samalas: Journal of Forestry and Plant Science*, 8 (1), pp. 8-16.



PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara penghasil gaharu terbesar di dunia (Susmianto and Santoso, 2014; López-Sampson and Page, 2018). Sumber daya alam berupa tanaman penghasil gaharu yang tersebar secara merata di seluruh wilayah Indonesia menjadi faktor pendukung yang menjadikan negara ini sebagai penghasil gaharu bereputasi internasional (Subehan *et al.*, 2005; Hartati *et al.*, 2023). Resin yang dihasilkan dari batang pohon tanaman penghasil gaharu menjadi produk hasil hutan bukan kayu bernilai ekonomis tinggi yang diekspor ke berbagai negara, terutama negara – negara Timur Tengah (Antonopoulou *et al.*, 2010; Siran, 2014). Resin ini diolah menjadi minyak gaharu yang digunakan sebagai produk kesehatan dan berbagai produk aromaterapi (Suharti, 2010; Wangiyana, 2019).

Potensi gaharu yang tinggi di Indonesia menyebabkan eksplorasi lebih lanjut dari komoditi ini dengan tujuan akhir berupa diversifikasi produk (Turjaman, 2014; Wangiyana *et al.*, 2022a). Hal ini dikarenakan meskipun resin pada batang gaharu merupakan komoditas ekspor andalan Indonesia, namun produksinya membutuhkan investasi dari berbagai aspek (Akter *et al.*, 2013; Wangiyana *et al.*, 2020). Kebutuhan teknologi bioinduksi, masa tunggu yang relatif lama untuk produksi gaharu budidaya, serta masalah kelangkaan gaharu alam merupakan aspek utama yang menjadi pertimbangan jika pemanfaatan komoditi gaharu hanya sebatas pada resin (Azren *et al.*, 2019; Tan *et al.*, 2019; Wangiyana, 2020a). Hal ini mendorong upaya diversifikasi produk gaharu melalui skema riset (Rasool and Mohamed, 2016; Wangiyana and Triandini, 2021).

Beberapa riset membuktikan bahwa organ daun dari tanaman gaharu berpotensi untuk dikembangkan sebagai bagian diversifikasi produk gaharu karena potensi khasiat medisnya (Adam, Lee and Mohamed, 2017; Lee *et al.*, 2017; Wangiyana, 2020b). Daun gaharu dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan (Batubara *et al.*, 2020; Wangiyana *et al.*, 2021b), antibakteri (Wangiyana, Akram and Isbulloh, 2020), antidiabetes (Zulkifle, 2018; Triandini and Wangiyana, 2023), antihiperglikemik (Pranakhon, Pannangpetch and Aromdee, 2011), antikanker (Wardana *et al.*, 2019), efek sedatif (Kamaluddin *et al.*, 2017), sitotoksik (Nuringtyas *et al.*, 2018), laksatif (Hara *et al.*, 2008) aktivitas tabir surya (Wahyuningrum *et al.*, 2018). Oleh karena itu, daun gaharu berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk kesehatan seperti: minuman herbal (Triandini *et al.*, 2022) dan produk kuliner fungsional (Wangiyana *et al.*, 2024).

Hasil riset gaharu yang potensial di Indonesia membutuhkan hilirisasi agar dapat diterapkan di industri. Inovasi berupa paten dan paten sederhana merupakan bentuk hilirisasi berbasis *research and development*. Pada database internasional tercatat jumlah inovasi terkait produk gaharu sebanyak 19.256 yang didominasi oleh negara China (<https://patents.google.com/>). Hal ini menunjukkan bahwa hilirisasi hasil riset gaharu dalam bentuk inovasi sangat berkembang pesat secara global. Sebagai negara penghasil gaharu terbesar di dunia, inovasi gaharu dari Indonesia masih sangat minim dibandingkan negara penghasil gaharu lainnya. Dengan potensi riset yang ada, inovasi produk gaharu di Indonesia seharusnya dapat lebih ditingkatkan.

Peningkatan inovasi produk gaharu di Indonesia membutuhkan pemetaan sebaran paten dan paten sederhana yang sudah terdaftar secara resmi di Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. Pemetaan tersebut dapat digunakan untuk membuat peta jalan yang efisien untuk memprioritaskan inovasi baru agar tidak overlapping dengan inovasi yang sudah ada. Selain itu, diversifikasi produk gaharu pada skala industri juga dapat tercapai jika peta jalan inovasi gaharu ini sudah dibuat dengan perencanaan yang jelas. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk melakukan review terkait sebaran inovasi produk gaharu di Indonesia dalam 8 tahun terakhir.

METODE PELAKSANAAN

Studi ini termasuk studi bibliometrik yang memanfaatkan database inovasi berupa paten dan paten sederhana yang terdaftar di Pangkalan Data Kekayaan Intelektual Direktorat Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (<https://pdki-indonesia.dgip.go.id/>). Penelusuran paten dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama adalah pencarian paten dengan kata kunci

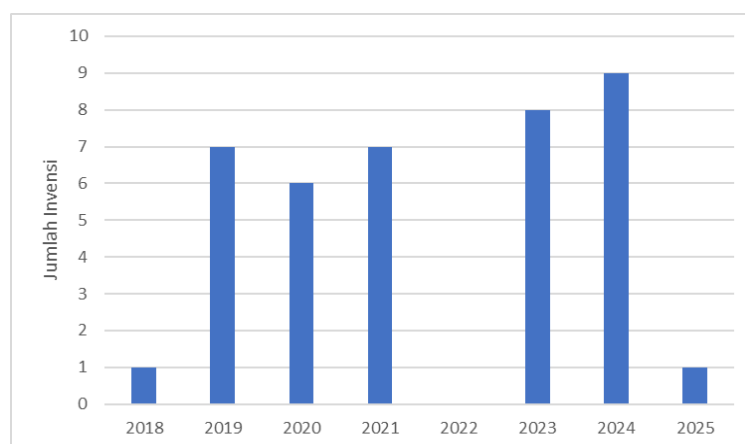
primer “gaharu” tanpa menggunakan filter. Tahap kedua adalah pencarian paten dengan kata kunci yang sama dengan menggunakan filter tahun dari 2018 sampai 2025.

Hasil pencarian invensi ini selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk mencari keterangan terkait beberapa parameter, parameter administratif: Jenis invensi, pemegang hak invensi, status invensi, serta parameter produk: jenis tanaman gaharu, organ yang dimanfaatkan, dan produk yang dihasilkan. Selain itu dilakukan pendataan daerah tempat invensi diajukan. Parameter tersebut digunakan sebagai data utama peta sebaran invensi produk gaharu di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelusuran di pangkalan data kekayaan intelektual, terdapat total 41 invensi gaharu. Sebanyak 40 invensi diajukan oleh warga negara Indonesia dan 1 invensi diajukan oleh warga negara China dengan pemegang hak invensi atas nama Chinese Academy of Medical Sciences (IDP000061435). Hal ini menunjukkan superioritas China dalam invensi gaharu karena inventor mereka ternyata juga mendaftarkan paten di negara lain. Selain itu, hal ini juga mengindikasikan pengakuan potensi Indonesia sebagai negara penghasil gaharu bereputasi sehingga inventor dari luar negeri tertarik untuk mendaftarkan invensi mereka di Indonesia (Susmianto and Santoso, 2014; Affandi, Zaitunah and Batubara, 2017).

Selama 8 tahun terakhir (2018 – 2025) terdapat pengajuan invensi gaharu yang sifatnya sangat fluktuatif (Gambar 1). Tahun 2018 dan tahun 2025 hanya terdapat pengajuan 1 invensi serta tahun 2022 tidak terdapat pengajuan invensi sama sekali. Hal ini menunjukkan tidak terdapat trend tertentu dalam pengajuan invensi gaharu di Indonesia. Selain itu pengajuan invensi gaharu di Indonesia dalam 8 tahun terakhir tergolong cukup rendah dengan rata – rata pengajuan 5 invensi per tahun. Jumlah pengajuan invensi gaharu ini jauh lebih sedikit dibandingkan data publikasi gaharu di Indonesia dalam 8 tahun terakhir dengan rata – rata 81 publikasi per tahun (<https://garuda.kemdikbud.go.id/>). Hal ini menunjukkan bahwa sosialisasi dari pihak terkait, terutama Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual sangat diperlukan untuk meningkatkan pengajuan invensi gaharu di Indonesia.



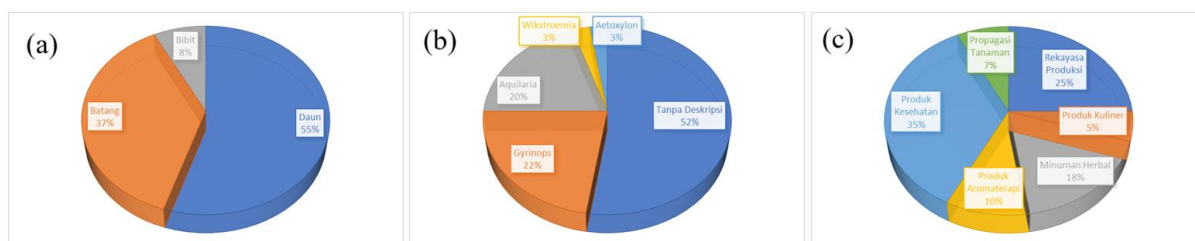
Gambar 1. Pengajuan invensi gaharu 8 tahun terakhir di Indonesia

Karakteristik invensi gaharu di Indonesia berdasarkan pemanfaatan ditujukan oleh gambar 2. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa pemanfaatan dominan dari invensi gaharu adalah pada organ daun (55%). Hal ini menunjukkan adanya pergeseran pemanfaatan komoditi gaharu yang sebelumnya difokuskan pada pemanfaatan resin pada batang (Anggadhanita *et al.*, 2019; Naziz, Das and Sen, 2019; Wangiyana and Iskandar, 2021). Penggunaan organ daun memiliki keuntungan tersendiri dibandingkan batang diantaranya: dapat dipanen secara rutin, waktu panen yang cepat dan tidak perlu melakukan penebangan pohon (Karsiningsih, 2016; Wangiyana and Sami'un, 2019). Pendaftaran invensi dengan menggunakan bibit gaharu hanya menempati proporsi kecil dengan fokus utama untuk memperbanyak anakan (Nur and Wangiyana, 2023).

Berdasarkan jenis tanaman gaharu yang digunakan, sebagian besar invensi di Indonesia tidak memberikan deskripsi yang detail (52%). Hal ini mengindikasikan beberapa invensi gaharu masih bersifat rahasia sehingga dalam deskripsinya tidak dijelaskan secara eksplisit jenis gaharu yang digunakan. Sementara itu invensi gaharu dari genus *Aquilaria* (20%) dan *Gyrinops* (20%) relatif

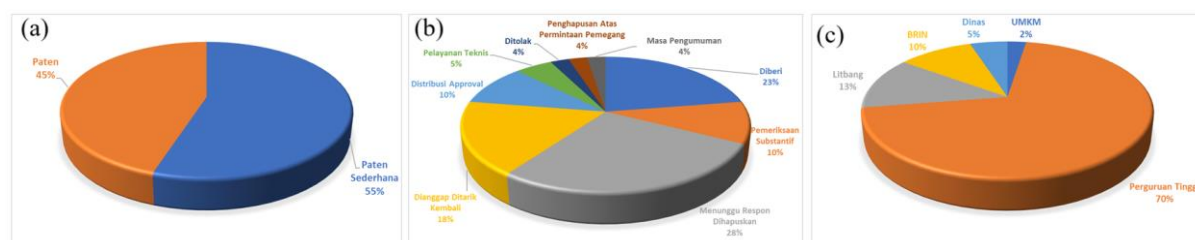
berimbang. Hal ini sekaligus menunjukkan kapabilitas kedua genus tersebut sebagai bahan baku utama komoditi gaharu utama di Indonesia (Roemantyo and Partomihardjo, 2010; Wangiyana and Triandini, 2022). Meskipun riset terkait gaharu dari genus *Wikstroemia* dan *Aetoxylon* sangat minim, namun terdapat masing – masing 3% invensi gaharu yang didaftarkan dengan menggunakan bahan baku dari kedua genus ini (Tanaka and Ito, 2020).

Berdasarkan jenis produk yang dihasilkan, invensi gaharu di Indonesia didominasi penggunaannya untuk produk kesehatan. Hal ini menjadi suatu indikasi bahwa invensi gaharu merupakan hilirisasi hasil riset komoditi gaharu yang dilaporkan banyak memiliki khasiat medis (Hashim *et al.*, 2016; Putri *et al.*, 2021). Rekayasa produksi merupakan invensi gaharu yang difokuskan pada kegiatan bio-induksi untuk menginisiasi pembentukan resin pada pohon gaharu dan menempati urutan kedua setelah produk kesehatan. Invensi ini kebanyakan tidak berfokus pada tanaman gaharu itu sendiri, melainkan pada inokulan yang dijadikan sebagai agent bio-induksi gaharu (Wangiyana *et al.*, 2021c). Pemanfaatan daun gaharu difokuskan untuk pembuatan produk minuman herbal dan produk kuliner dengan proporsi total 23% menempati urutan ketiga. Minuman herbal didominasi oleh produk teh herbal yang dapat dihasilkan baik dari genus *Aquilaria* (Surjanto *et al.*, 2019) dan *Gyrinops* (Wangiyana, 2021). Sementara itu, produk kuliner didominasi oleh berbagai macam kudapan (Baharudin *et al.*, 2023).



Gambar 2. Karakteristik invensi gaharu di Indonesia berdasarkan pemanfaatan. (a) sebaran berdasarkan organ yang dimanfaatkan, (b) sebaran berdasarkan spesies gaharu yang digunakan, (c) sebaran berdasarkan jenis produk yang dihasilkan

Karakteristik invensi gaharu berdasarkan administrasi di pangkalan data kekayaan intelektual menunjukkan bahwa invensi berupa paten sederhana sedikit lebih banyak dibandingkan paten (Gambar 3). Paten sederhana secara administratif memiliki persyaratan dan biaya pengajuan yang lebih ringan dibandingkan paten. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan inventor di Indonesia lebih memilih mendaftarkan invensi gaharu sebagai paten sederhana. Meskipun secara administratif lebih ringan, paten sederhana memiliki keterbatasan dibandingkan paten terutama dalam hal jumlah klaim dan jangka waktu perlindungan.

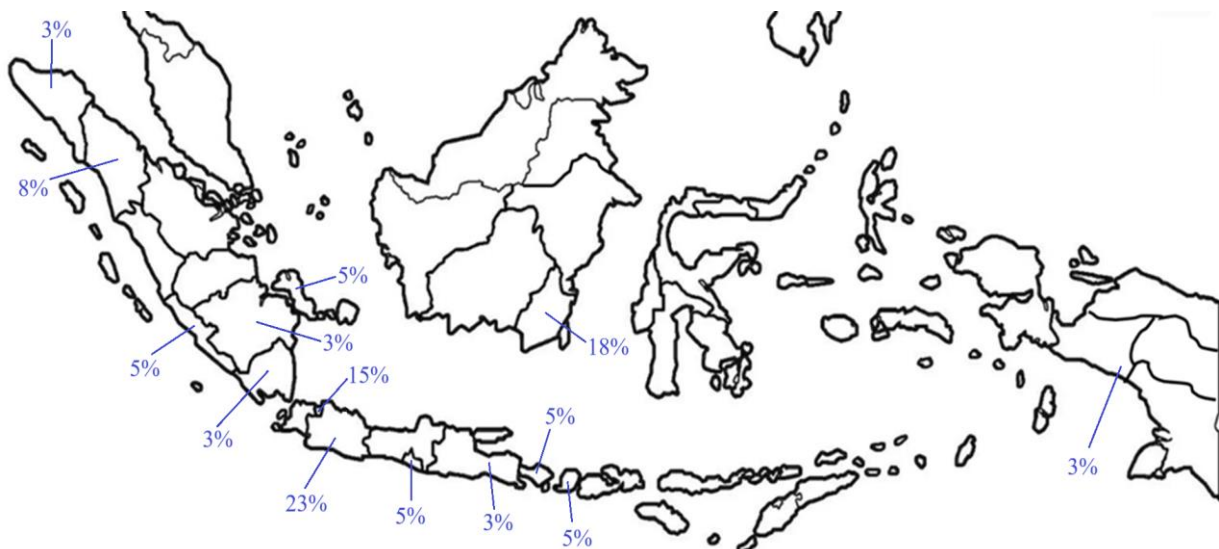


Gambar 3. Karakteristik invensi produk gaharu di Indonesia berdasarkan administrasi. (a) Sebaran berdasarkan jenis invensi, (b) Sebaran berdasarkan status invensi, (c) Sebaran berdasarkan pemilik hak invensi

Secara administrasi, pengurusan invensi produk gaharu di Indonesia memiliki tingkat kesulitan medium. Hal ini terlihat dari proporsi invensi yang diberi (granted) paten/paten sederhana dengan proporsi sebesar 23% dan prosentase penolakan hanya sebesar 4%. Permasalahan inventor dalam melengkapi berkas administrasi terlihat dari prosentase invensi yang berstatus menunggu respon dihapuskan (28%). Selain itu, untuk invensi yang telah granted, terdapat permasalahan yang cukup signifikan dalam hal pemeliharaan paten karena terdapat 18% invensi dengan status dianggap ditarik kembali.

Pemegang hak invensi produk gaharu oleh industri tergolong masih sangat minim. Hal ini tercermin dari hanya 2% pemegang hak invensi oleh UMKM. Pemegang hak invensi secara umum masih sangat di dominasi oleh perguruan tinggi dengan proporsi mencapai 70%. Dominannya pemegang hak invensi dari perguruan tinggi ini juga dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan permasalahan pemeliharaan invensi sehingga banyak yang dianggap ditarik kembali. Idealnya, dunia industri seharusnya dapat lebih terlibat dalam pengajuan hak invensi karena hal ini dapat mendorong proses hilirisasi yang lebih cepat. Proporsi kedua terbesar pemegang hak invensi produk gaharu adalah lembaga riset baik itu BRIN maupun litbang.

Karakteristik invensi produk gaharu berdasarkan wilayah pengajuan menunjukkan sebaran daerah invensi produk gaharu di Indonesia yang belum merata (Gambar 4). Pengajuan invensi produk gaharu didominasi oleh 3 pulau utama di Indonesia yaitu: Jawa, Sumatra dan Kalimantan. Region Jawa Barat menjadi lokasi terbanyak tempat pengusulan invensi (23%) diikuti oleh region Kalimantan Selatan (18%). Region Sumatra Utara merupakan region pengusulan invensi terbanyak untuk wilayah Pulau Sumatra. Selain Pulau Jawa, Kalimantan dan Sumatra, region yang menjadi lokasi pengajuan invensi produk gaharu adalah Pulau Bali (5%), Pulau Lombok (5%) dan Papua (3%). Invenisi produk gaharu di tiga wilayah ini didominasi oleh genus *Gyrinops*, khususnya *Gyrinops versteegii* yang diketahui banyak tersebar di tiga wilayah tersebut (Siburian *et al.*, 2017; Sutomo and Oktaviani, 2019; Wangiyana *et al.*, 2022b).



Gambar 4. Sebaran invensi produk gaharu di Indonesia berdasarkan daerah pengusulan

Pengajuan invensi produk gaharu pada daerah yang menjadi habitat alami tanaman penghasil gaharu perlu lebih ditingkatkan. Papua merupakan daerah yang populasi tegakan pohon penghasil gaharu potensial justru hanya memiliki 3% proporsi invensi gaharu (Auri *et al.*, 2021). Selain itu, terdapat region Nusa Tenggara Timur yang terkenal memiliki populasi tegakan pohon gaharu dengan diversitas tinggi (Rindyastuti *et al.*, 2019; Irsyad *et al.*, 2020; Yulistyarini *et al.*, 2020). Sayangnya, tidak ada pengajuan invensi produk gaharu yang tercatat diajukan dari region ini. Minimnya pengajuan invensi dari region ini menunjukkan sosialisasi invensi gaharu perlu lebih ditingkatkan di wilayah ini untuk mendorong pemerataan akses terhadap data kekayaan intelektual terkait gaharu di Indonesia.

KESIMPULAN

Pengajuan invensi produk gaharu di Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan publikasi terkait topik gaharu dengan distribusi daerah pengajuan yang belum merata dan belum merepresentasikan distribusi tegakan alami pohon gaharu di Indonesia. Sebagai tambahan, keterlibatan sektor industri dalam pengajuan hak invensi masih sangat rendah yang dapat berakibat pada lambatnya proses hilirisasi hasil riset gaharu di Indonesia.

SARAN

Diperlukan upaya dari berbagai pihak berwenang terutama Dirjen Kekayaan Intelektual untuk mendorong partisipasi aktif dari pihak industri untuk mengusulkan kepemilikan hak invensi produk gaharu. Insentif ataupun keringan proses pengajuan invensi dapat dipertimbangkan untuk diberikan kepada mitra industri untuk meningkatkan minat mereka bertartisipasi aktif dalam pengajuan invensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pusat Kekayaan Intelektual Universitas Bhakti Kencana atas bantuan fasilitas penelusuran data kekayaan intelektual yang menjadi sumber data utama dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A.Z., Lee, S.Y. and Mohamed, R. (2017) 'Pharmacological properties of agarwood tea derived from *Aquilaria* (Thymelaeaceae) leaves: An emerging contemporary herbal drink', *Journal of Herbal Medicine*, 10(2017), pp. 37–44. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2017.06.002>.
- Affandi, O., Zaitunah, A. and Batubara, R. (2017) 'Potential economic and development prospects of non timber forest products in community agroforestry land around sibolangit tourism park', *Forest and Society*, 1(1), pp. 68–77.
- Akter, S. *et al.* (2013) 'Agarwood Production - A Multidisciplinary Field to be Explored in Bangladesh', *International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 2(1), pp. 22–32. Available at: <https://doi.org/10.3329/ijpls.v2i1.15132>.
- Anggadhanian, L. *et al.* (2019) 'Biomass enhancement of Agarwood formation on *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke in Lombok', *International Journal of Sustainable Biomass and Bioenergy*, 2(1), pp. 1–5.
- Antonopoulou, M. *et al.* (2010) *the Trade and Use of Agarwood (Oudh) in the United Arab Emirates*. Selangor. Available at: https://www.trafficj.org/publication/10_Trade_Use_Agarwood.pdf.
- Auri, A. *et al.* (2021) 'Agarwood Tree Characteristics based on Different Growing Habitat and Ecophysiological Attributes in the Papuan Tropical Forests', *Jurnal Sylva Lestari*, 9(3), pp. 444–453. Available at: <https://doi.org/10.23960/jsl.v9i3.534>.
- Azren, P.D. *et al.* (2019) 'History and Perspectives of Induction Technology for Agarwood Production from Cultivated *Aquilaria* in Asia : A Review', *Journal of Forestry Research*, 30(1), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0627-4>.
- Baharudin, B., Triandini, I.G.A.A.H. and Wangiyana, I.G.A.S. (2023) 'Hedonic test of Lombok Island palm sugar candy formulated with Multi-Purpose Tree Species (MPTS) leaves infusion', *Journal of Agritechnology and Food Processing*, 3(2), pp. 92–100.
- Batubara, R. *et al.* (2020) 'The screening of phytochemical and antioxidant activity of agarwood leaves (*Aquilaria malaccensis*) from two sites in North Sumatra , Indonesia', *Biodiversitas*, 21(4), pp. 1588–1596. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210440>.
- Hara, H. *et al.* (2008) 'Laxative Effect of Agarwood Leaves and Its Mechanism', *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 72(2), pp. 335–345. Available at: <https://doi.org/10.1271/bbb.70361>.
- Hartati *et al.* (2023) 'Phylogenetic study of *Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke, the agarwood-producing tree from Indonesia', *AIP Conference Proceedings*, 2972(1), p. 60011. Available at: <https://doi.org/10.1063/5.0184218>.
- Hashim, Y.Z.H.Y. *et al.* (2016) '*Aquilaria* spp. (agarwood) as source of health beneficial compounds: A review of traditional use, phytochemistry and pharmacology', *Journal of Ethnopharmacology*, pp. 331–360. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.06.055>.
- Irsyad, A.F. *et al.* (2020) 'Genetic variation of agarwood producing tree (*Gyrinops versteegii*) from Pongkor, Manggarai District, flores Island, Indonesia using ISSR molecular markers', *Biodiversitas*, 21(2), pp. 485–491. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210208>.
- Kamaluddin, M.T. *et al.* (2017) 'Efek Sedativa dan Kebugaran Teh Celup Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis* L.)', *Jurnal Jamu Indonesia*, 2(3), pp. 114–119. Available at: <https://doi.org/10.29244/jji.v2i3.40>.

- 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), pp. 143–151. Available at: <https://doi.org/10.18196/agr.2235>.
- Lee, N.Y. *et al.* (2017) 'Extraction and identification of bioactive compounds from agarwood leaves', in *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/162/1/012028>.
- López-Sampson, A. and Page, T. (2018) 'History of Use and Trade of Agarwood', *Economic Botany*, 72(1), pp. 107–129. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12231-018-9408-4>.
- Naziz, P.S., Das, R. and Sen, S. (2019) 'The scent of stress: Evidence from the unique fragrance of agarwood', *Frontiers in Plant Science*, 10(840), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00840>.
- Nur, Z. and Wangiyana, I.G.A.S. (2023) 'Pengaruh media tumbuh dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan bibit gaharu (*Gyrinops versteegii*) asal Kekait Puncang', *Jurnal Silva Samalas*, 6(1), pp. 6–12.
- Nuringtyas, T.R. *et al.* (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), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1063/1.5050163>.
- Pranakhon, R., Pannangpetch, P. and 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', *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 33(4), pp. 405–410.
- Putri, Y.S., Wangiyana, I.G.A.S. and Nahlunnisa, H. (2021) 'Efektifness of *Gyrinops Versteegii* Leaves Extraction Based on Maceration Method', *Jurnal Silva Samalas*, 4(2), pp. 1–8.
- Rasool, S. and Mohamed, R. (2016) 'Understanding Agarwood Formation and Its Challenges', in R. Mohamed (ed.) *Agarwood Science Behind the Fragrance*. Singapore: Springer, pp. 39–56. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0833-7>.
- Rindyastuti, R., Yulistyarini, T. and Darmayanti, A.S.R.I. (2019) 'Population and ecological study of agarwood producing tree (*Gyrinops versteegii*) in Manggarai District , Flores Island , Indonesia', *Biodiversitas*, 20(4), pp. 1180–1191. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200434>.
- Roemantyo and Partomihardjo, T. (2010) 'Analisis Prediksi Sebaran Alami Gaharu Marga *Aquilaria* dan *Gyrinops* di Indonesia', *Berita Biologi* [Preprint].
- Siburian, R.H.S., Siregar, U.J. and Siregar, I.Z. (2017) 'Genetic variation of *gyrinops verstegii* originated from papua based on RAPD', *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 19(3), pp. 560–564.
- Siran, S.A. (2014) 'Gaharu Bioinduksi: Komoditi Elit Masa Depan Sektor Kehutanan', in A. Susmianto, M. Turjaman, and P. Setio (eds) *Rekam Jejak Gaharu Inokulasi*. 2nd edn. Bogor: FORDA Press, pp. 17–32.
- Subehan *et al.* (2005) 'A Field Survey of Agarwood in Indonesia', *Journal of Traditional Medicine*, 22(4), pp. 244–251. Available at: <https://doi.org/10.11339/jtm.22.244>.
- Suharti, S. (2010) 'Prospect of Gaharu Business Through Community Based Forest Management Model', *Info Hutan*, 7(2), pp. 141–154. Available at: http://forda-mof.org/files/04_Ni2k_klm_ok.pdf.
- Surjanto *et al.* (2019) 'Phytochemical and antioxidant activity of gaharu leaf tea (*Aquilaria malaccensis* Lamk) as raw material of tea from middle Tapanuli Regency, North Sumatera Province', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012101>.
- Susmianto, A. and Santoso, E. (2014) 'Ketika Gaharu Menjadi Booming', in A. Susmianto, M. Turjaman, and P. Setio (eds) *Rekam Jejak Gaharu Inokulasi*. 2nd edn. Bogor: FORDA Press, pp. 1–17.
- Sutomo, S. and Oktaviani, G.A. (2019) 'Eksplorasi lapangan jenis penghasil gaharu (*Gyrinops versteegii*) di Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat', *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 3(2), pp. 64–69. Available at: <https://doi.org/10.32522/ujht.v3i2.2874>.
- Tan, C.S. *et al.* (2019) 'Agarwood Induction: Current Developments and Future Perspectives',

- Frontiers in Plant Science*, 10(122), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00122>.
- Tanaka, S. and Ito, M. (2020) 'DNA barcoding for identification of agarwood source species using trnL-trnF and matK DNA sequences', *Journal of Natural Medicine*, 74(2), pp. 42–50.
- Triandini, I.G.A.A.H. *et al.* (2022) 'Pelatihan pembuatan teh herbal penunjang primary health care selama masa pandemi Covid-19 bagi ibu PKK Tanjung Karang Kota Mataram', *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), pp. 630–636.
- Triandini, I.G.A.A.H. and Wangiyana, I.G.A.S. (2023) 'Standardisasi Bahan Herbal Antidiabetes daun *Gyrinops versteegii* Secara Molekular Menggunakan Sekuen rpoC1', *Jurnal Silva Samalas*, 5(2), pp. 9–17.
- Turjaman, M. (2014) 'Industri Hulu-Hilir Gaharu', in A. Susmianto, M. Turjaman, and P. Setio (eds) *Rekam Jejak Gaharu Inokulasi*. 2nd edn. Bogor: FORDA Press, pp. 185–216.
- Wahyuningrum, M., Sari, R.K. and Rafi, M. (2018) 'Antioxidant activity and sunscreen of *Gyrinops versteegii* leaf extract', *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, 16(2), pp. 141–149.
- Wangiyana, I.G.A.S. (2019) 'Medicinal Usage of Agarwood Resin in Form of Essential Oil: A Review', *Jurnal Silva Samalas*, 2(2), pp. 86–90.
- Wangiyana, I.G.A.S. (2020a) 'Development of Agarwood Induction Technology on Agarwood Cultivation-A Review', *Jurnal Sangkareang Mataram*, 6(1), pp. 29–38. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Wangiyana, I.G.A.S. (2020b) 'Medicinal Effect Review of Agarwood Leaves From *Aquilaria* and *Gyrinops* Genera', *Jurnal Silva Samalas*, 3(1), pp. 36–43.
- Wangiyana, I.G.A.S. *et al.* (2020) 'Pemberdayaan Kelompok Karang Taruna Desa Kekait Pucang dalam Optimalisasi Investasi Gaharu dari Jenis *Gyrinops Versteegii*', *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), pp. 48–55.
- Wangiyana, I.G.A.S., Nugraheni, Y.M.M.A., *et al.* (2021) 'Morphological and DNA Polymorphism Analyses of *Fusarium Solani* Isolated from *Gyrinops Versteegii* in the West Nusa Tenggara Forest', *ASM Science Journal*, 14(2), pp. 65–74.
- Wangiyana, I.G.A.S., Supriadi, *et al.* (2021) 'Phytochemical screening and antioxidant activity of *Gyrinops* tea from agarwood plantation on Lombok island, Indonesia', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/712/1/012029>.
- Wangiyana, I.G.A.S. (2021) 'Teh *Gyrinops*: Produk Teh Herbal Hutan Unggulan Pulau Lombok', *Jurnal Sangkareang Mataram*, 8(3), pp. 6–13.
- Wangiyana, I.G.A.S., Supriadi, Nikmatullah, A. and Sunarpi (2022) 'A mini review on agarwood tea development towards alternative utilization of agarwood commodity in Indonesia', *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series B: Biological Science*, 65(2), pp. 189–196.
- Wangiyana, I.G.A.S., Supriadi, Nikmatullah, A., Sunarpi, *et al.* (2022) 'Diversity of *Gyrinops versteegii* from several agarwood plantation on Lombok Island (Indonesia) as raw material of *Gyrinops* tea', *Biodiversitas*, 23(1), pp. 178–186.
- Wangiyana, I.G.A.S. *et al.* (2024) 'Sensory evaluation of palm sugar candy from Arenga sap water and agarwood leaves infusion using a 9-point hedonic scale', *Jurnal Agrotek Ummat*, 11(2), pp. 142–155. Available at: <https://doi.org/10.31764/jau.v11i2.22756>.
- Wangiyana, I.G.A.S., Akram and Isbulloh, F. (2020) 'Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Resin dan Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*)', *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 7(1), pp. 28–36.
- Wangiyana, I.G.A.S. and Iskandar, E. (2021) 'Bio-Induksi Ranting Cabang Gaharu (*Gyrinops versteegii*) Di Perkebunan Gaharu Desa Pejaring Lombok Timur', *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 5(2), pp. 106–115.
- Wangiyana, I.G.A.S. and Sami'un (2019) 'Pengolahan Daun Gaharu (*Gyrinops Versteegii*) Menjadi Teh Herbal dengan Kualitas Warna dan Rasa Yang Disukai', in *Prosiding Seminar Saintek*. Mataram, pp. 156–162.
- Wangiyana, I.G.A.S. and Triandini, I.G.A.A.H. (2021) 'Mini-review Teknologi Produksi Teh Herbal Gaharu', *Journal of Agritechology and Food Processing*, 1(2), pp. 85–92.
- Wangiyana, I.G.A.S. and Triandini, I.G.A.A.H. (2022) 'Review riset analisis sidikjari pada spesies

- gaharu genus *Aquilaria* dan *Gyrinops*', *Jurnal Sangkareang Mataram*, 9(3), pp. 43–50.
- Wardana, T.A.P. *et al.* (2019) 'Phytochemical analysis of agarwood (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) leaves extracts as anticancer using GC-MS', in *AIP Conference Proceedings*, pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1063/1.5139868>.
- Yulistyarini, T. *et al.* (2020) 'Distribution of *gyrinops versteegii* in varying vegetation structures, soil properties, and microclimates in western part of flores island, indonesia', *Biodiversitas*, 21(5), pp. 1800–1808. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210505>.
- Zulkifle, N.L.B. (2018) *Antidiabetic Activity of Aquilaria malaccensis (Agarwood) Leaves Extracts*. Universiti Malaysia Pahang.