



**PELATIHAN PENYUNTIKAN, PEMANENAN DAN PENANGANAN PASCAPANEN
GAHARU PADA *Gyrinops versteegii* DI PUYUNG, LOMBOK TENGAH**

*Training in Injection, Harvesting and Post-Harvest Handling of Agarwood *Gyrinops Versteegii* in Puyung, Central Lombok*

Tri Mulyaningsih^{1*}, Aida Muspiah¹, Ernin Hidayati¹, Nur Indah Julisaniah¹, Ahsanu Nadia¹, Baiq Zulifa Hamidia¹, I Made Nanda Pradita¹, Lalu Faqih Ibadurahman¹, Laela Adhawati¹, Arianteza Prazali¹, Supiatin¹, Anggit L. Sunarwidhi², Sakura Takamatsu³

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram, ²Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, ³Graduate School of Agriculture Ehime University Japan

Jalan Majapahit Nomor 62 Kota Mataram, Provinsi NTB

*Alamat Korespondensi: trimulya@unram.ac.id

(Tanggal Submission: 3 Desember 2023, Tanggal Accepted : 22 Februari 2024)



Kata Kunci :

*Gaharu,
Gyrinops
versteegii,
induksi gaharu,
Lombok*

Abstrak :

Secara alami gaharu diproduksi oleh pohon gaharu yang mengalami luka atau terinfeksi jamur. Agar pohon gaharu sehat dapat menghasilkan gubal gaharu harus ada perlakuan khusus: seperti perlukaan, memasukan bakteri atau jamur penyebab atau agensia kimia. Tujuan kegiatan ini memberi pengetahuan dan ketrampilan kepada masyarakat yang memiliki pohon ketimunan (*Gyrinops versteegii*) siap suntik di Desa Puyung, Kecamatan Jonggat, Lombok Tengah, dalam menginokulasi, memanen, mengolah pasca panen gaharu. Pelaksanaan "Pengabdian Pada Masyarakat" terbagi menjadi 2 periode, yaitu: periode 1: penyuntikan dan periode 2: pemanenan dan penanganan pasca panen. Metode penyuntikan pohon ketimunan digunakan dengan metode cairan fermentasi jamur penyebab (CFJP), yang dilaksanakan pada tanggal 19 Februari 2023. Masa inkubasi infeksi sekitar 6 bulan. Pelatihan periode 2: pelatihan pemanenan dan pengolahan pasca panen dilakukan 6 bulan setelah penyuntikan. Pemanenan dilakukan pada ranting yang berdiameter 2,5 cm, sebagai contoh pengolahan pasca panen. Pelatihan dan praktek pemanenan gaharu dan penanganannya pasca panen pada tanggal 17 September 2023. Masyarakat yang telah memiliki pohon gaharu siap suntik mendapatkan pengetahuan dan ketrampilan tentang pemilihan pohon yang telah siap disuntik, membuat pola lubang suntik dan membuat lubang inokulasi serta cara melakukan inokulasi pada batang dan cabang pohon *G. versteegii*. Selain itu masyarakat juga mendapatkan pengetahuan dan ketrampilan tentang pengecekan batang yang telah siap

dipanen, cara pemanenan dan cara penanganan pasca panen gaharu, cara pengklasifikasian gaharu serta cara pemasaran gaharu. Dengan diperolehnya pengetahuan dan ketrampilan cara produksi gaharu dan pemasarannya, masyarakat menjadi terpacu menjadi influencer dalam konservasi gaharu secara ex-situ di kebun dan pekarangannya sendiri.

Key word :

Agarwood,
Gyrinops
versteegii,
Agarwood
Induction,
Lombok

Abstract :

Agarwood is naturally produced by agarwood trees that are injured or infected with fungi. In order for a healthy agarwood tree to produce agarwood, it must undergo special treatment: such as wounding, bacteria inoculation or fungi or chemical agents. The aim of this activity is to provide knowledge and skills to people who have agarwood trees (*Gyrinops versteegii*) ready for injection in Puyung Village, Jonggat District, Central Lombok, in inoculating, harvesting, post-harvest processing of agarwood. The implementation of "Community Service" is divided into 2 periods, namely: period 1. Injection and period. 2. Harvesting and post-harvest handling. The Agarwood tree injection method was used using the causative fungus fermentation fluid (CF3) method, which was carried out on February 19, 2023. The incubation period for infection was around 6 months. Training period 2: Harvesting and post-harvest processing training carried out 6 months after injection. Harvesting is carried out on twigs with a diameter of 2.5 cm, as an example of post-harvest processing. Training and practice on harvesting agarwood and post-harvest handling on September 17, 2023. Communities who already have agarwood trees ready for injection gain knowledge and skills about selecting trees that are ready to be injected, making injection hole patterns and making inoculation holes as well as how to inoculate the trunk and *G. versteegii* tree branch. Apart from that, the community also gets knowledge and skills about checking stems that are ready to be harvested, how to harvest and post-harvest handling of aloes, how to classify aloes and how to market aloes. By gaining knowledge and skills on how to produce gaharu and its marketing, the community will be motivated to become influencers in ex-situ conservation of gaharu in their own gardens and yards.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Mulyaningsih, T., Muspiah, A., Hidayati, E., Julisaniah, N. I., Nadia, A., Hamidia, B. Z., Pradita, I. M. N., Ibadurahman, L. F., Adhawati, L., Prazali, A., Supiatin, Sunarwidhi, A. L., & Takamatsu, S. (2024). Pelatihan Penyuntikan, Pemanenan, dan Penanganan Pascapanen Gaharu pada *Gyrinops versteegii* di Puyung, Lombok Tengah. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 578-587. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i1.1278>

PENDAHULUAN

Gaharu, adalah spesies yang sangat berharga digunakan dalam produksi minyak agar-agar dari kayunya yang terinfeksi, yang digunakan dalam bidang farmasi dan industri wewangian. Pembentukan minyak agar-agar pada gaharu membutuhkan waktu bertahun-tahun melalui proses alami proses yang disebabkan oleh cedera alami atau buatan atau infeksi mikroba (Chhipa & Kaushik, 2017).

Gubal gaharu tidak hanya memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi untuk gubal super harganya dapat mencapai satu milyar rupiah per kilogramnya, untuk gubal super (*Kyara*) harganya hingga mencapai USD \$1,595.00/ .04 oz. atau Rp.23.221.700,96/ 1,133981 gram (*Kyara Agarwood*



(Aloeswood) Chips .04 oz., Wood Chips: Shoyeido), tetapi juga memiliki banyak manfaat. Menurut studi etnobotani di setiap negara gubal gaharu memiliki variasi kegunaan yang sedikit berbeda. Seperti gaharu di Cina digunakan sebagai obat gangguan pencernaan, afrodisiak, anodyne (penghilang rasa sakit), dan digunakan untuk mengobati asma, kanker tiroid, tumor paru-paru, kolik, diare, penyakit ginjal, serta digunakan sebagai tonik. Di Eropa, gaharu digunakan sebagai obat kanker dan gaharu diambil senyawa yang dapat memacu parfum menjadi lebih wangi dan tahan menempel pada tubuh lebih lama yaitu senyawa agarfuran; di India digunakan sebagai obat untuk usus (Mulyaningsih *et al.*, 2014). Di Jepang gaharu digunakan untuk campuran berbagai obat (dalam pengobatan Kampo, sebagai obat penenang, analgesik dan pencernaan), sebagai obat tradisional seperti obat penenang, melindungi operasi organ vital seperti jantung, paru-paru dan hati, memelihara kesehatan perut, membantu sakit tenggorokan, dan detoksifikasi tubuh, kodo dan untuk bahan utama pembuatan *incense* (Kristanti *et al.*, 2017; Noviyanti, 2011; Mulyaningsih *et al.*, 2014).

Produk gubal gaharu alami merupakan bahan baku penting dalam produksi dupa, wewangian dan obat-obatan tradisional (Beek & Phillips 1999; Mulyaningsih, 2021). Melukai pohon tampaknya penting untuk inisiasi produksi gaharu dan infeksi jamur cenderung meningkatkan proses (Jalaluddin, 1977; Ng *et al.*, 1997).

Gaharu adalah komoditas produksi hutan non-kayu dalam bentuk damar wangi (*aromatic resin*) yang terkandung dalam sel kayu, karena adanya infeksi jamur dari suku Ascomycetes dan Deuteromycetes (Azren *et al.*, 2018; Chong *et al.*, 2015; Faisal *et al.*, 2020; Mohamed *et al.*, 2014; Nagajothi *et al.*, 2016; Tabata *et al.*, 2003; Triadiati *et al.*, 2016; Try *et al.*, 2017) atau infeksi bakteri (Chipa & Kaushik, 2017; Nguyen & Nguyen, 2014) atau senyawa kimia (Yan *et al.*, 2019, paten CN1330230C).

Produksi gaharu pada batang bibit *G. versteegii* dapat terbentuk pada penghilangan kulit kayu atau perlukaan, yang diinokulasi dengan bakteri (*Bacillus* sp. atau *Alcaligenes* sp.) atau jamur (*Fusarium solani* atau *Paecilomyces variotii*), atau pemberian asam salisilat (Faisal *et al.*, 2022). Gaharu juga dapat dihasilkan pada bibit *G. versteegii* yang di inokulasi menggunakan empat macam inokulan, yaitu aquades steril, inokulan cair, inokulan gel dan inokulan dalam bentuk pasta (Hidayat *et al.*, 2022).

Di Desa Puyung kecamatan Jonggat, Lombok Tengah, umumnya masyarakat memiliki pohon gaharu yang siap disuntik. Hal ini disebabkan pada tahun 2003, mereka mengikuti pelatihan budidaya pohon gaharu yang dilaksanakan oleh Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang bekerjasama dengan BPDAS Moyosari, Mataram, dan menerima buah tangan dari panitia, untuk ditanam di kebun mereka.

Mulyaningsih *et al.* (2022), telah menemukan beberapa isolate jamur gaharu potensial yang dapat memacu sangat efektif dalam menginduksi terbentuknya gaharu. Berdasarkan dua hal tersebut maka kegiatan, umumnya masyarakat memiliki pohon gaharu yang siap disuntik. Hal ini disebabkan pada tahun 2003, mereka mengikuti pelatihan budidaya pohon gaharu yang dilaksanakan oleh Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang bekerjasama dengan BPDAS Moyosari, Mataram, dan menerima buah tangan dari panitia, untuk ditanam di kebun mereka.

Mulyaningsih *et al.* (2022), telah menemukan beberapa isolate jamur gaharu potensial yang dapat memacu sangat efektif dalam menginduksi terbentuknya gaharu. Berdasarkan dua hal tersebut maka kegiatan. Tujuan kegiatan ini adalah memberi pengetahuan dan ketrampilan produksi gaharu, klasifikasi gaharu dan cara memasarkan gaharu kepada masyarakat pemilik pohon gaharu siap suntik Di Desa Puyung kecamatan Jonggat, Lombok Tengah.

METODE KEGIATAN

Tempat Pelatihan

Tempat “Pelatihan Penyuntikan, Pemanenan dan Penanganan Pascapanen *Gyrinops versteegii* di Puyung, Lombok Tengah”, diadakan di rumah warga di Desa Puyung, Jonggat, Lombok Tengah.

Masyarakat mitra adalah masyarakat di Desa Puyung, Kecamatan Jonggat di Lombok Tengah yang memiliki pohon *G. versteegii* siap suntik.

Waktu Pelatihan.

Kegiatan pelatihan ini diadakan dua kali, yaitu:

1. Pelatihan penyuntikan cabang pohon ketimunan (*G. versteegii*) untuk menginduksi produksi kamedangan. Kegiatan ini telah dilaksanakan pada tanggal 19 Februari 2023.
2. Pelatihan pemanenan dan pengolahan pasca panen kamedangan pada cabang pohon ketimunan (*G. versteegii*) yang telah dilaksanakan pada tanggal 17 September 2023.

Pendekatan yang kami gunakan dalam program pengabdian masyarakat merupakan pendekatan artikulatorial yang menggabungkan tem verteegiiuan iptek dalam model agroforestri-*G. versteegii*. Pelibatan kelompok sasaran atau masyarakat mitra adalah masyarakat yang Puyung di Lombok Tengah yang memiliki pohon *G. versteegii* siap suntik.

Pengabdian ini dirinci metode dan mekanismenya menjadi dua fase/periode (1. Periode penyuntikan, 2. Periode pemanenan dan penanganan pasca panen).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan metode Diskusi Kelompok Terpusat atau Focused Group Discussion (FGD) dan praktek langsung pada pohon gaharu yang dimiliki oleh masyarakat. Pendekatan yang dilakukan dalam pengabdian kepada masyarakat ini adalah meliputi:

1. Sosialisasi tatap muka untuk memberikan pengetahuan dan ketrampilan dalam pemilihan pohon siap suntik, pembuatan pola lubang inokulasi, pembuatan lubang inokulasi, penyuntikan inokulan ke dalam inokulasi dan penutupan lubang inokulasi.
2. Praktek langsung tentang pemilihan pohon siap suntik, pembuatan pola lubang inokulasi, pembuatan lubang inokulasi, penyuntikan inokulan ke dalam inokulasi dan penutupan lubang inokulasi.
3. Sosialisasi tatap muka untuk memberikan pengetahuan dan ketrampilan dalam pemanenan dan penanganan pasca panen: meliputi pengecekan pembentukan gaharu pada batang/ cabang yang disuntik, pemotongan cabang, atau batang yang telah terbentuk gaharu, pengupasan, crafting, grading, pemasaran.
4. Praktek langsung tentang pemanenan dan penanganan pasca panen: meliputi pengecekan pembentukan gaharu pada batang/ cabang yang disuntik, pemotongan cabang, atau batang yang telah terbentuk gaharu, pengupasan, crafting, grading, pemasaran.

Media yang digunakan meliputi leaflet Teknik Induksi Pembentukan Damar wangi pada pohon *Gyrinops versteegii* dengan metode Fungi Fermentasi Liquid (FFL).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi Tatap Muka Untuk Memberikan Pengetahuan Dan Ketrampilan Proses

Dalam melakukan kegiatan ini diperlukan alat dan bahan yang perlu dipersiapkan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi tiga bagian: (1) Alat yang digunakan dalam persiapan kegiatan antara lain: alat komunikasi (HP.), gelas ukur; (2). Alat yang digunakan untuk penyuntikan adalah: spuit 1 mm, botol 1 literan, tang, galon, aerator, slang, kuas, gergaji, mata bor, alat bor cas, garisan, gunting tanaman, cutter, kamera dan alat tulis; (3) Alat untuk pemanenan dan pengolahan pasca panen, adalah: gergaji, parang, pahat *crafting* (cantik), batu asah, amplas, baki/ nampan, kamera dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan isolate antara lain adalah: Dextrose, kentang, agar, aquades (Subasinghe & Hettiarachchi, 2018), alcohol 70%, spiritus, gula merah, isolate jamur. Untuk pembuatan pola lubang inokulasi diperlukan tali rafia, label mika, kawat lembut, cat, lidi/ bambu, leaflet, dan banner pelatihan penyuntikan.

Penyuntikan

Dalam pelatihan proses penyuntikan dimulai dengan menjelaskan pemilihan pohon siap suntik, pembuatan pola lubang inokulasi, pembuatan lubang inokulasi, penyuntikan inokulan ke dalam inokulasi hingga penutupan lubang inokulasi.

- **Pohon siap suntik,**

Pohon gaharu yang sudah dapat memproduksi gaharu adalah jika pohon gaharu yang sudah membentuk jaringan xylem (Hidayat *et al.*, 2022). Berdasarkan hal tersebut maka cabang yang akan disuntik adalah cabang yang disuntik mulai berdiameter 2,5 cm. Batang utama yang disuntik minimal berdiameter 10 cm (Mulyaningsih *et al.*, 2005).

- **Pembuatan pola lubang inokulasi,**

Pola lubang inokulasi dibuat spiral dengan jarak vertical 10 cm dan jarak antar lubang 5 cm (Mulyaningsih *et al.*, 2005 & 2014), seperti Gambar 2. Pola lubang dibuat 50 cm di atas permukaan tanah (Gambar 3).



Gambar 1. FGD Sosialisasi Proses Penyuntikan Pohon Gaharu



Gambar 2. Metode Pembuatan Lubang Inokulasi. A) Pola pembuatan lubang inokulasi, B) Pratek pembuatan pola lubang inokulasi, C) Pola Lubang inokulasi: dibuat spiral, jarak vertical spiral adalah 10 cm dan jarak horizontal sepanjang tali 5 cm.

- **Pembuatan lubang inokulasi,**

Pembuatan lubang inokulasi menggunakan mata bor baja yang berdiameter 8 mm, untuk batang utama dan 5 mm untuk cabang. Kedalaman lubang bor tergantung dari diameter batang, lebih tepatnya sepertiga dari diameter batang. Sebagai contoh batang yang berdiameter 12 cm maka kedalaman lubang inokulasi adalah 4 cm.



Gambar 3. Pembuatan Lubang Inokulasi Jarak Horizontal Sepanjang Tali Rafia 6cm

- **Penyuntikan inokulan ke dalam inokulasi hingga penutupan lubang inokulasi.**

Penyuntikan dilakukan cabang yang diameter $\leq 2,5-3$ cm, mata bor berdiameter antara 3 mm sedangkan cabang yang diameternya > 3 cm menggunakan mata bor berdiameter antara 3-6 mm. Bahan induksi digunakan isolate beberapa isolate jamur. Campuran isolate jamur (konsorsium jamur) yang telah diblender, difermentasikan dalam botol plastik bekas air mineral (Liu *et al.*, 2013). Selanjutnya disuntikkan pada lubang inokulasi yang telah dibuat menggunakan mata bor berdiameter antara 3-6 mm dengan bantuan mesin bor cas/ listrik, dimulai dari 50 cm dari pangkal batang dengan cara membuat pola spiral menggunakan tali rafia.

Selanjutnya jarak 10 cm dengan posisi tegak lurus dengan penyuntikan titik pertama, dan jarak spiral dari satu lubang ke lubang inokulasi berikutnya adalah 5 cm. Penginduksian pembentukan gaharu diinkubasikan selama kurang-lebih 6-7 bulan (Mulyaningsih *et al.*, 2003). Pembuatan lubang inokulasi dibuat miring dengan sudut ke kemiringan sekitar 45° . Selanjutnya lubang inokulasi diisi dengan inokulan menggunakan alat suntik spet volume 1 mm. Penutupan lubang inokulasi digunakan lidi/ bambu tusuk gigi atau tusuk sate.



Gambar 4. Lubang Inokulasi Diisi Menggunakan Spet dengan Inokulan yang Berisi Cairan Fermentasi Jamur Pembentuk Gaharu

Pemanenan dan penanganan pasca panen

Tahapan pemanenan gaharu meliputi pengecekan pembentukan gaharu pada batang/ cabang yang disuntik, pemotongan cabang, atau batang yang telah terbentuk gaharu, pengupasan, crafting,

grading, pemasaran. Kegiatan pemanenan diawali dengan transfer pengetahuan tentang pemanenan dan penanganan pasca panen (Gambar 6).



Gambar 6. FGD Sosialisasi Proses Pemanenan Gaharu

Teknik Pengecekan Gaharu Siap Panen.

Pengecekan gaharu dilakukan sebelum pemanenan, pertama dilihat warna dan tekstur kulit kayu disekitar lubang inokulasi; Kedua, kulit dekat lubang inokulasi disayat bagian kulit kayunya. Kayu cabang atau batang yang telah terbentuk gaharu, ditandai dengan kulit batang yang berubah warna, menjadi kecoklatan atau kehitaman dan texturnya menjadi agak lunak (Gambar 7).



Gambar 7. Pengecekan Pembentukan Gaharu pada Cabang dan Batang yang telah Terbentuk Gaharu.

A) Batang dan cabang yang telah diinokulasi umur 6 bulan, dengan bitnik hitam, warna kulit kayu disekeliling lubang; B) Cabang yang telah dikupas kulit; C) Perambatan gaharu ke arah vertikal ke arah atas dan bawah lubang inokulasi



Gambar 8. Penanganan pasca panen gaharu. A) Penjelasan proses penanganan pasca panen; B) Pemotongan cabang yang telah diinokulasi umur 6 bulan; C) Pengupasan dan pengerokkan (*crafting*) gaharu; D) Hasil gaharu yang didapatkan masih kelas Kemedangan

• Penanganan Pasca Pengolahan Pasca Panen

Lubang inokulasi yang berumur 6 bulan, dicek apakah telah terbentuk Gaharu atau belum? Pengecekan lubang inokulasi dilakukan dengan cara melihat tanda-tanda kulit batang disekitar lubang. Tanda-tanda batang yang telah membentuk Gaharu, antara lain:

- Kulit atau babakan batang telah berwarna hitam.
- Jika kulit disekitar batang dikupas, kulit bagian dalam berwarna coklat.
- Kulit batang menjadi lebih lunak.
- Jaringan kayu disekitar batang berwarna coklat kehitaman, (bukan berwarna abu-abu).
- Warna abu-abu pada jaringan kayu menandakan kayu lapuk.

Cabang yang telah menandakan tanda-tanda tersebut selanjutnya dipotong, dan potongan cabang tersebut dipotong-potong lagi diantara lubang inokulasi. Potongan cabang tersebut dikupas kulit cabangnya dan juga kayu yang berwarna putih. Kayu kupasan tersebut selanjutnya diukir berdasarkan benruk Gaharu yang berwarna coklat kehitaman (Gambar 8).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Puyung, Jonggat Lombok Tengah, dihasilkan bahwa masyarakat yang telah memiliki pohon gaharu siap suntik mendapatkan pengetahuan dan ketrampilan tentang pemilihan pohon yang telah siap disuntik, membuat pola lubang suntik dan membuat lubang inokulasi, penyuntikan, penanganan pasca panen pada batang dan cabang pohon *G. versteegii*. Dengan diperolehnya pengetahuan dan keterampilan cara produksi

gaharu dan pemasarannya, masyarakat menjadi terpacu menjadi influenser dalam konservasi gaharu secara ex-situ di kebun dan pekarangannya sendiri.

Dengan terpacunya masyarakat Desa Puyung, Jonggat Lombok Tengah, menjadi influenser dalam konservasi gaharu secara ex-situ di kebun dan pekarangannya sendiri, maka perlu dilanjutkan pengabdian untuk mendampingi masyarakat tersebut dalam melaksanakan konservasi gaharu secara ex-situ di kebun dan pekarangannya sendiri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bp Rektor Universitas mataram yang telah mendanai proposal kegiatan pengabdian ini.
2. Bp Ketua LPPM dan Staf yang telah memfasilitasi saluran pendanaan.
3. Bp. Dekan Fakultas MIPA dan BP3F yang telah membantu dalam perizinan penggunaan Laboratorium tempat penelitian dan administrasi proposal serta Laporan Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Azren, P. D., Lee, S. Y., Emang, D., & Mohamed, R. (2018). History and Perspectives of Induction Technology for Agarwood Production from Cultivated *Aquilaria* in Asia. *A review. J. For. Res*, 30, 1–11.
- Chhipa, H., & Kaushik, N. (2017). Fungal and Bacterial Diversity Isolated from *Aquilaria Malaccensis* Tree and Soil, Induces Agarospirol Formation Within 3 Months After Artificial Infection. *Front. Microbiol.* 8, 1286. Doi: 10.3389/fmicb.2017.01286.
- Chong, S. P., Osman, M. F., Bahari, N., Nuri, E. A., Zakaria, R., & Rahim, A. K. (2015). Agarwood Inducement Technology: A Method for Producing Oil Grade Agarwood in Cultivated *Aquilaria Malaccensis*. *Lamk J. Agrobiotech.* 6, 1–16.
- Faizal, A., Azar, A. W. P., Turjaman, M., & Esyanti, R. R. (2020). *Fusarium Solani* Induces the Formation of Agarwood in *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke Branches. *Symbiosis* 81, 15–23.
- Faizal, A., Hermawaty, Junita E., Rahmawati, A., Azar .W. P., Makajanma, M. M., & Turjaman, M. (2022). Evaluation of Biotic and Abiotic Stressors to Artificially Induce Agarwood Production in *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke Seedlings. *Symbiosis*, 86(2), 229-239.
- Beek, H. V. H. & Phillips, D. (1999). Agarwood: Trade and CITES Implementation in Southeast Asia. Unpublished Report Prepared for TRAFFIC Southeast Asia, Malaysia.
- Hidayat, W., Mulyaningsih, T. T., & Muspiah, A. A. (2022). Agarwood Formation in *Gyrinops versteegii* Seedling Stage using Four Types of Inducers. *Jurnal Sylva Lestari* 10(2), 233-243.
- Jalaluddin, M. (1977). A Useful Pathological Condition of Wood. *Econ. Bot.* 31, 222–224.
- Kristanti, A. N., Tanjung, M., & Aminah, N. S. (2017). Review: Secondary Metabolites of *Aquilaria*, a Thymelaeaceae Genus. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, 15, 36-5.
- Liu, Y., Chen, H., Yang, Y., Zhang, Z., Wei, J., Meng, H., Chen, W., Feng J., Gan, B., Chen, X., Gao, Z., Huang, J., Chen, B. & Chen, H. (2013). Wholetree Agarwood-inducing Technique: An Efficient Novel Technique for Producing High-quality Agarwood In Cultivated *Aquilaria Sinensis* Trees. *Molecules* 18, 3086–3106. Doi: 10.3390/molecules18033086.
- Mohamed, R., Jong, P. L., & Khamziah, A. K. (2014). Fungal Inoculation Induces Agarwood in Young *Aquilaria Malaccensis* Trees in the Nursery. *Journal of Forestry Research*, 25(1), 201-204. Doi: 10.1007/s11676-013-0395-0
- Mulyaningsih, T. (2021). Paradigma Tradisional dalam Pendayagunaan Gaharu di Jepang. Yogyakarta: NAS Media Indonesia.
- Mulyaningsih, T., Marsono, D., Sumardi, & Yamada, I. (2014). Selection of Superior Breeding Intraspecies Gaharu of *Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke. *Journal of Agricultural Science and Technology B.*, 4(6), 485-492.

- Mulyaningsih, T., Parman, Widjaja, E. A., & Sumarjan. (2004). Pengaruh Pembasahan Batang Yang Diinokulasi Bibit Gubal Terhadap Produksi Gaharu Pada Pohon (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke). *Jurnal Ilmu Pertanian Mapeta*, 7(1), 38-44.
- Mulyaningsih, T., Parman & Hadi, S. (2005). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Proses Sitologi Pembentukan Gubal, Lingkaran Tahun dan Jaringan Kayu yang Baru di Sekitar Lubang Inokulasi pada Pohon Gaharu *Gyrinops versteegii* (gilg.) Domke. *Makalah Seminar Nasional Hasil Penelitian Fundamental diselenggarakan oleh Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional*. Hotel Mellineum Sirih Jakarta, 2005 May.
- Nagajothi, M., K. T. Parthiban, S. U. Kanna, L. Karthiba, D. Saravanakumar. (2016). Fungal Microbes Associated with Agarwood Formation. *Am. J. Plant Sci.*, 7, 1445-1452.
- Ng, L. T., Chang, Y. S., Kadir, A. A. (1977). A Review on Agar (Gaharu) Producing Aquilaria Species. *J. Trop. For. Prod.*, 2, 272–285.
- Nguyen, T. T. T. & Nguyen, V. D. (2014). Biodiversity of Major Bacterial Groups in Association with Agarwood (*Aquilaria crassna*). *Journal of Non-Timber Forest Products*, 29(4), 143-152.
- Novriyanti, E., Santosa, E., Syafii, W., Turjaman, M., & Sitepu, I. R. (2011). Antifungal Activity of Wood Extract of *Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte Against Agarwood-inducing Fungi, *Fusarium solani*. *J. For. Res.*, 7, 155–165.
- Shoyeido Life With Fragrance. (2023). Kyara Agarwood (Aloeswood), Chips .04 oz. – Kyara ITEM: 35101. <https://www.shoyeido.com/product/agarwood-aloeswood-kyara-chips/incense-wood-chips>.
- Subasinghe, U., & Hettiarachchi, D. (2013). Agarwood Resin Production and Resin Quality of *Gyrinops walla* Gaertn. *Int. J. Agr. Sci.*, 3, 357–362
- Tabata, Y., Widjaja, E., Mulyaningsih, T., Parman, I., Wiriadinata, H., Mandang, Y. I., & Itoh, T. (2003). Structural Survey and Artificial Induction of Aloeswood. *Wood Res.* 90, 10–12.
- Triadiati, T., Carolina, D. A., & Miftahudin. (2016). Induksi Pembentukan Gaharu Menggunakan Berbagai Media Tanam dan Cendawan *Acremonium* sp. dan *Fusarium* sp. pada *Aquilaria crassna*. *J. Sumberd. Hayati*, 2, 1–6.
- Try, F. Y., Muin, A., & Idham, M. (2017). Pengaruh Diameter Pohon dan Jarak Lubang Inokulasi Terhadap Pembentukan Gubal Gaharu pada Tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(2), 200-208.
- Yan, T., Yang, S., Chen, Y., Wang, Q., & Li, G. (2019). Chemical Profiles of Cultivated Agarwood Induced by Different Techniques. *Molecules*, 24(10), 1990.