

Perubahan Sistem Inovasi

Laporan Pelaksanaan Program Inovasi Aspek Perlindungan Keanekaragaman Hayati

PROGRAM BUDIDAYA GAHARU BUAYA (*Aetoxylon sympetalum* (STEENIS & DOMKE) AIRY SHAW) DENGAN INOVASI METODE INOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DENGAN PEMOTONGAN AKAR DAN PEMBERIAN PERANGSANG AKAR PADA BIBIT GAHARU BUAYA (*Aetoxylon sympetalum* (STEENIS & DOMKE) AIRY SHAW)



2023

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop followed by a vertical stroke and a small mark to the left.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR	3
1. Deskripsi teknis terkait program inovasi	4
a. Permasalahan Awal.....	4
b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi	5
c. Perubahan yang dilakukan dari sistem yang lama	6
d. Perubahan Sistem dari Program Inovasi	6
e. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi.....	7
f. Nilai Tambah Program Inovasi	7
g. Gambaran Skematis dan Visual Inovasi yang Dilakukan	7
2. Nilai Perbaikan Lingkungan (Absolut).....	9
3. Penghematan Dana Program	9
4. Klaim dan deskripsi perubahan sistem/ sub sistem/ komponen.....	9
5. Klaim dan deskripsi nilai tambah perubahan perilaku/ layanan produk/ rantai nilai	9
6. Klaim dan deskripsi berkaitan dengan eco inovasi, hasil penilaian dampak daur hidup (LCA) di dalam/luar proses manufakturing, serta klaim terkait circular business model	9

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Proses inokulasi FMA pada bibit Gaharu Buaya	8
Gambar 2 Bibit gaharu buaya yang sudah ditanam di Lapangan.....	8

PROGRAM BUDIDAYA GAHARU BUAYA (*Aetoxylon sympetalum* (STEENIS & DOMKE) AIRY SHAW) DENGAN INOVASI METODE INOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DENGAN PEMOTONGAN AKAR DAN PEMBERIAN PERANGSANG AKAR PADA BIBIT GAHARU BUAYA (*Aetoxylon sympetalum* (STEENIS & DOMKE) AIRY SHAW)

Teknologi penggunaan FMA pada proses pembibitan sangat diperlukan, terutama pada bibit gaharu buaya (*Aetoxylon sympetalum*). Pemotongan akar (akar utama dan rambut akar) dan pemberian perangsang akar (komposisi bahan aktif Naphthalene acetamida (NAA) 0,20% Metil 1-Naphthalene acetamida (m-NAA), 0,003% Indol-Butyric Acid (IBA), dan 0,06% thiram 4% KH₂PO₄ Kalium diHidrogen Phosphate Naphthalene acetic acid powder) akan membantu mempercepat proses pertumbuhan akar-akar baru yang nantinya dapat mempercepat proses kolonisasi akar oleh FMA. Pemotongan dan pemberian perangsang akar dilakukan sebelum proses inokulasi FMA. FMA yang diberikan adalah campuran dari beberapa jenis FMA dengan dosis 10 gram/tanaman (1 gram terdiri dari 33 spora). Teknologi penggunaan FMA dalam pembibitan sangat diperlukan untuk memperbaiki kualitas tempat tumbuh yang nantinya dapat meningkatkan pertumbuhan bibit terutama pada bibit-bibit yang *slow growing* seperti *A. Sympetalum*. Pemberian FMA mampu meningkatkan pertumbuhan bibit gaharu sebesar 80% dibandingkan dengan bibit yang tidak diberi inokulasi FMA. Selain itu, Pertumbuhan dan *survival rate* Gaharu Buaya menjadi meningkat ketika ditanaman di Lapangan (sekitar 90%).

1. Deskripsi teknis terkait program inovasi

a. Permasalahan Awal

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki hutan tropis terbesar setelah Brazil dan Kongo, dengan didalamnya terdapat banyak keanekaragaman hayati baik itu flora maupun fauna. Bahkan terdapat beberapa jenis flora dan fauna endemik yang hanya ditemukan di hutan tropis Indonesia. Keanekaragaman hayati yang tinggi yang dimiliki Indonesia menjadi suatu koleksi unik dan mempunyai potensi genetik sehingga harus dapat dipertahankan kualitas dan kuantitasnya.

Hutan tropis sebagai gudangnya keanekaragaman hayati telah mengalami penurunan karena eksploitasi sumberdaya alam hayati yang besar. Selain itu, kerusakan lingkungan dan perusakan habitat yang tinggi menjadi ancaman terhadap keanekaragaman hayati di Indonesia. Salah satu jenis tumbuhan yang keberadaan populasi di alam sudah menurun adalah pohon Gaharu.

Gaharu salah satu produk hasil hutan yang telah banyak diperdagangkan karena memiliki nilai ekonomi tinggi terutama dilihat dari harga dan spesifikasi dibandingkan dengan komoditi lainnya (Gusmailina 2010). Gaharu mengandung resin yang mengeluarkan aroma khas sebagai bahan kosmetik dan aromaterapi (Pratama et al. 2017). Selain itu, gaharu juga digunakan sebagai obat untuk mengobati diare, rematik, lambung, malaria, TBC, dan lain-lainnya (Sumarna dan Santoso 2006; Gusmailina 2010). Bahkan di Papua, masyarakat sudah menggunakan gaharu sebagai bahan obat tradisional untuk malaria. Bagian yang digunakan sebagai obat meliputi: daun, kulit batang dan akar.

Salah satu jenis gaharu yang banyak diperdagangkan adalah jenis gaharu buaya dengan nama latin *Aetoxylon sympetalum* (Steenis & Domke) Airy Shaw. Jenis *A. sympetalum* yang

menjadi salah satu tumbuhan endemik pulau Kalimantan dan persebarannya mulai dari Kalimantan Barat sampai Kalimantan Tengah. Jenis *A. sympetalum* telah menjadi komoditi ekspor wilayah Kalimantan Barat. Pemanenan maupun penebangan dari jenis *A. sympetalum* ini cukup tinggi, mengingat jenis ini merupakan komoditi dengan permintaan pasar yang cukup tinggi. Tingginya permintaan pasar ini dikarenakan produk gaharu dari jenis *A. sympetalum* memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan jenis-jenis gaharu lainnya dan dengan aromanya yang khas (Pratama et al. 2017).

Penebangan atau pemanenan *A. sympetalum* secara terus menerus menyebabkan kelestariannya terancam karena keberadaannya di alam semakin menurun dan langka. Hal ini menyebabkan bahwa *A. sympetalum* menjadi salah satu jenis tumbuhan yang dilindungi berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor.P.106/Menlhk/Setjen/Kum.1/2018. Populasi dari *A. sympetalum* diperkirakan telah mengalami penurunan sampai 80% akibat pembalakan liar dan proses regenerasinya yang cukup lambat (Sudarmonowati et al. 2020).

Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis antara fungi dengan akar tanaman (Yunus et al. 2016). Salah satu tipe mikoriza adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA ini memiliki penyebaran yang cukup luas, dan hampir 80% tanaman mampu bersimbiosis dengan FMA (Brundrett 2004). Fungi Mikoriza Arbuskula juga memiliki peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. FMA membantu tanaman dalam menyerap air dan unsur hara (Kumar et al. 2010), membantu tanaman dalam melindungi serangan patogen akar (Oztekin et al. 2013), meningkatkan agregat tanah (Nusantara et al. 2012), meningkatkan tanaman terhadap cekaman kekeringan dan salinitas tinggi (Latef dan He 2011), meningkatkan kesehatan tanaman (Wu et al. 2008) dan mampu meningkatkan produktivitas tanaman (Singh dan Jamaluddin 2011). Teknologi penggunaan FMA dalam pembibitan sangat diperlukan untuk memperbaiki kualitas tempat tumbuh yang nantinya dapat meningkatkan pertumbuhan bibit terutama pada bibit-bibit yang *slow growing* seperti *A. sympetalum*. FMA menjadi salah satu bentuk pupuk hayati pengganti pupuk kimia yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

b. Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Salah satu jenis gaharu yang banyak diperdagangkan adalah jenis gaharu buaya dengan nama latin *Aetoxylon sympetalum* (Steenis & Domke) Airy Shaw. Penebangan atau pemanenan *A. sympetalum* secara terus menerus menyebabkan kelestariannya terancam karena keberadaannya di alam semakin menurun dan langka. Hal ini menyebabkan bahwa *A. sympetalum* menjadi salah satu jenis tumbuhan yang dilindungi berdasarkan Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor.P.106/Menlhk/Setjen/Kum.1/2018. Populasi dari *A. sympetalum* diperkirakan telah mengalami penurunan sampai 80% akibat pembalakan liar dan proses regenerasinya yang cukup lambat (Sudarmonowati et al. 2020). Oleh karena itu, perlu adanya terobosan baru dalam proses budidaya jenis Gaharu Buaya untuk memperbaiki kualitas tempat tumbuh yang nantinya dapat meningkatkan pertumbuhan bibit terutama pada bibit-bibit yang *slow growing* seperti *A. sympetalum*. Program budidaya jenis-jenis tanaman yang hampir punah menjadi salah satu target dari SGDs (Sustainable Development Goals) khususnya terkait poin “15 Ekosistem Daratan” yang salah satu tujuannya adalah untuk mengurangi hilangnya habitat alami dan keanekaragaman hayati yang merupakan bagian dari warisan kita bersama.

Mikoriza merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis antara fungi dengan akar tanaman (Yunus et al. 2016). Salah satu tipe mikoriza adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). Fungi Mikoriza Arbuskula juga memiliki peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Teknologi

penggunaan FMA dalam pembibitan sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas bibit yang nantinya akan menunjang keberhasilan pertumbuhan bibit di lapangan. Berdasarkan hasil penelusuran inovasi atau paten yang ada, belum ditemukan paten mengenai inokulasi FMA pada bibit gaharu buaya dengan pemotongan akar dan pemberian perangsang akar. Selain itu, program tersebut **tidak ada di Buku *Best Practice 2018-2021*** dan tidak ada di MIGAS EP lainnya. Kombinasi pemotongan akar dan pemberian perangsang akar ini akan membantu mempercepat pertumbuhan akar-akar baru yang nantinya akan mempercepat proses infeksi atau kolonisasi dari FMA.

c. Perubahan yang dilakukan dari sistem yang lama

Program budidaya Gaharu Buaya (*Aetoxylon sympetalum* (Steenis & Domke) Airy Shaw) dengan inovasi inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan pemotongan akar serta pemberian perangsang akar belum pernah dilakukan sebelumnya. Hal ini menjadi salah satu inovasi untuk meningkatkan kualitas bibit Gaharu Buaya yang nantinya akan menunjang keberhasilan pertumbuhan bibit Gaharu Buaya di Lapangan. Umumnya pemberian inokulasi tidak dibangeri dengan pemotongan akar dan pemberian perangsang akar. Namun, dari program ini muncul terobosan baru yaitu adanya pemotongan akar dan pemberian perangsang akar untuk mempercepat perkembangan akar yang nantinya akan mempercepat proses infeksi dari FMA.

d. Perubahan Sistem dari Program Inovasi

Program ini merupakan inovasi dalam **skala perubahan sistem** inokulasi FMA pada tanaman Gaharu Buaya (*Aetoxylon sympetalum* (Steenis & Domke) Airy Shaw). Dalam hal ini terdapat **perubahan sistem inokulasi FMA** yakni penambahan pemotongan akar dan pemberian perangsang akar (komposisi bahan aktif Napthalene acetamida (NAA) 0,20% Metil 1-Napthalene acetamida (m-NAA), 0,003% Indol-Butyric Acid (IBA), dan 0,06% thiram 4% KH₂PO₄ Kalium diHidrogen Phosphate Napthalene acetic acid powder) sebelum dilakukan proses inokulasi dari FMA. Tujuan dari pemtongan akar dan pemberian perasang akar adalah untuk memacu pertumbuhan perakaran baru khususnya rambut-rambut akar, dimana nantinya akan mempercepat proses dari inokulasi FMA dengan akar bibit Gaharu Buaya. Pemberian FMA ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan pertumbuhan bibit Gaharu Buaya yang nantinya dapat menunjang keberhasilan pertumbuhan bibit di Lapangan.

Budidaya Gaharu Buaya ini penting untuk dilakukan, mengingat populasi Gaharu Buaya di alam sudah semakin menurun. Adanya penggunaan FMA dan perlakuan lainnya dalam budidaya Gaharu Buaya ini diharapkan akan mampu meningkatkan kualitas dari Bibit tersebut yang nantinya akan menunjang keberhasilan pertumbuhan bibit Gaharu Buaya ketika ditanam di Lapangan. Perubahan yang terjadi dari implemetasi program ini adalah sebagai berikut:

- i. Kondisi sebelum adanya program:** Banyaknya perburuan dan penebangan Gaharu Buaya (*Aetoxylon sympetalum* (Steenis & Domke) Airy Shaw) secara liar di alam yang mengancam kelestarian dari jenis tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya proses budidaya untuk mendukung proses pelestarian dari jenis Gaharu Buaya. Proses budidaya ini diharapkan mampu mensyuplai bibit-bibit Gaharu Buaya yang berkualitas yang nantinya dapat digunakan untuk proses penanaman di Lapangan. Jenis Gaharu Buaya (*A. sympetalum*) tergolong ke dalam jenis yang *slow growing*, dengan adanya inovasi pemberian inokulasi FMA diharapkan akan mampu mendukung dan

meningkatkan pertumbuhan bibit Gahru Buaya, serta meningkatkan *survival rate* ketika ditanam di Lapangan.

- ii. **Kondisi setelah adanya program:** Implementasi metode inokulasi FMA terhadap bibit Gaharu Buaya ini mampu membantu proses pertumbuhan dan meningkatkan kualitas bibit Gaharu Buaya. Pemberian FMA mampu meningkatkan pertumbuhan bibit gaharu sebesar 80% dibandingkan dengan bibit yang tidak diberi inokulasi FMA. Selain itu, Pertumbuhan dan *survival rate* Gaharu Buaya menjadi meningkat ketika ditanam di Lapangan (sekitar 90%). Selain itu, adanya penggunaan FMA sebagai pupuk hayati menjadi informasi bagi masyarakat setempat yang nantinya dapat diaplikasikan oleh para masyarakat untuk kegiatan pertanian terutama dalam penggantian penggunaan pupuk kimia (anorganik) ke pupuk hayati yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penggunaan FMA sebagai pupuk hayati ini telah merujuk kepada sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

e. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi

Pemberian FMA ini mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dan air di dalam tanah. Penggunaan FMA dalam budidaya gaharu buaya telah membantu *survival* dan pertumbuhan Gaharu Buaya di Lapangan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai indeks keanekaragaman ($H' = 2.21$) pada 2023 meningkat menjadi 2.21. Selain itu, adanya penanaman Gaharu Buaya pada lahan konservasi di Desa Makartitama mampu meningkatkan serapan karbon sebesar 1053,50 ton/tahun, atau CO₂-e 1738,28 ton/tahun.

Selain itu, penggunaan FMA merupakan salah satu aplikasi penggunaan pupuk hayati dengan konsep ramah lingkungan, dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia yang berdampak pada penurunan kualitas tanah, seperti menurunnya kandungan bahan organik tanah, permeabilitas tanah, populasi mikroba tanah dan menyebabkan tanah rentan terhadap erosi. Selain itu, penggunaan pupuk kimia berlebihan dapat menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca, dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Penggunaan pupuk hayati dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan mencegah degradasi lahan. Perbaikan lingkungan yang dihasilkan dari inovasi ini adalah dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik, dimana penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat merusak dan menurunkan kualitas tanah. Penggunaan pupuk hayati (FMA) menjadi salah satu langkah untuk menuju sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

f. Nilai Tambah Program Inovasi

Nilai tambah dengan adanya inovasi ini adalah mampu membantu proses budidaya jenis-jenis tanaman yang terancam punah salah satunya Gaharu Buaya dengan pengaplikasian FMA sebagai pupuk hayati menjadi terbosan dalam sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, adanya penggunaan teknologi FMA ini menjadi sumber informasi baru bagi masyarakat sekitar terkait pupuk hayati khususnya FMA serta kegunaannya untuk menunjang sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

g. Gambaran Skematis dan Visual Inovasi yang Dilakukan

Gambaran skematis perubahan dari inovasi yang dilakukan dari pengaplikasian FMA terhadap bibit Gaharu Buaya adalah pertama dengan melakukan pemotongan akara bibit, yang selanjutnya dilakukan proses inokulasi FMA dengan menaburkan inokulum FMA (berupa zeolit yang didalamnya sudah ada spora-spora FMA) dan kemudian disiram dengan zat perangsang akar

yang sudah dicaikan. Setelah itu, bibit dipelihara sampai siap ditanam di Lapangan. Tahapan dari pengaplikasian FMA pada bibit Gaharu Buaya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses inokulasi FMA pada bibit Gaharu Buaya



Gambar 2 Bibit gaharu buaya yang sudah ditanam di Lapangan

2. Nilai Perbaikan Lingkungan (Absolut)

Penggunaan FMA sebagai salah satu pupuk hayati merupakan salah satu aplikasi pemupukan yang ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia anorganik. Penggunaan pupuk hayati (FMA) mampu memberikan perbaikan terhadap lingkungan, seperti: mengurangi kerusakan tanah, pencemaran tanah dan lingkungan, mengurangi emisi, dan lain sebagainya. Selain itu, adanya penanaman jenis Gaharu Buaya di Lapangan disekitar Kawasan Konservasi Makartitama mampu meningkatkan indeks keanekaragaman (H') jenis pohon menjadi 2.21 dari tahun sebelumnya 2022 hanya sebesar 2.04. Selain itu, adanya penanaman Gaharu Buaya pada lahan konservasi di Desa Makartitama mampu meningkatkan serapan karbon sebesar 1053,50 ton/tahun, atau CO_2-e 1738,28 ton/tahun.

3. Penghematan Dana Program

Penggunaan pupuk hayati menjadi salah satu alternatif pengganti pupuk kimia. Hal ini tentunya berdampak pada penghematan anggaran untuk pembelian pupuk anorganik. Selain ramah lingkungan, pupuk hayati juga lebih murah dibandingkan dengan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk hayati (FMA) mampu menghemat biaya sebesar Rp. 204.000,00 per tamanan.

4. Klaim dan deskripsi perubahan sistem/ sub sistem/ komponen

Perubahan dari sistem yang dilakukan pada inovasi ini adalah adanya proses pemotongan akar bibit gaharu dan penambahan perangsang akar (komposisi bahan aktif Naphthalene acetamida (NAA) 0,20% Metil 1-Naphthalene acetamida (m-NAA), 0,003% Indol-Butyric Acid (IBA), dan 0,06% thiram 4% KH_2PO_4 Kalium diHidrogen Phosphate Naphthalene acetic acid powder), yang diharapkan akan mampu merangsang dan mempercepat proses tumbuhnya akar baru. Dengan adanya akar-akar baru (rambut-rambut akar) akan mempercepat proses infeksi dari FMA.

5. Klaim dan deskripsi nilai tambah perubahan perilaku/ layanan produk/ rantai nilai

Nilai tambah perilaku atau rantai nilai dengan adanya inovasi ini adalah perubahan penggunaan anorganik (kimia) menjadi pupuk hayati yakni pemberian FMA yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Berkurangnya penggunaan pupuk anorganik akan membantu upaya dalam memelihara dan mempertahankan sumber daya pertanian yang berkelanjutan dengan tetap menghasilkan produksi yang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan FMA sebagai pupuk hayati lebih efektif, efisien, dan lebih murah dibandingkan pupuk anorganik (kimia). Selain ramah lingkungan, penggunaan FMA sebagai pupuk hayati mampu meningkatkan kualitas dan pertumbuhan bibit Gaharu Buaya dengan menyediakan suplay unsur hara di dalam tanah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Pemberian FMA (pupuk hayati) mampu meningkatkan pertumbuhan bibit gaharu sebesar 80% dibandingkan dengan bibit yang tidak diberi inokulasi FMA. Selain itu, Pertumbuhan dan *survival rate* Gaharu Buaya menjadi meningkat ketika ditanaman di Lapangan (sekitar 90%).

6. Klaim dan deskripsi berkaitan dengan eco inovasi, hasil penilaian dampak daur hidup (LCA) di dalam/luar proses manufaktur, serta klaim terkait circular business model

Penggunaan FMA (sebagai pupuk hayati) merupakan salah satu program eco inovasi karena pupuk hayati lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia yang selama ini para petani gunakan dalam proses pemupukan. Berdasarkan penilaian dampak daur hidup LCA bahwa adanya program inovasi ini mampu mengurangi dampak dari pemanasan global. Penggunaan pupuk hayati (FMA) mampu memberikan perbaikan terhadap lingkungan, seperti: pencemaran tanah dan lingkungan, mengurangi emisi, dan lain sebagainya. Selain itu, adanya penanaman Gaharu Buaya pada lahan konservasi di Desa Makartitama mampu meningkatkan serapan karbon sebesar 1053,50 ton/tahun, atau CO_2-e 1738,28 ton/tahun.

Penggunaan FMA sebagai pupuk hayati pengganti pupuk kimia tergolong dalam praktik pertanian yang ramah lingkungan dan mampu mengurangi kerusakan tanah, pencemaran lingkungan, dan mengurangi emisi karbon. Hal ini menjadi salah satu klaim terkait circular business model dari program inovasi ini.