

MEDIA *FABA* UNTUK PENANAMAN BIBIT KAYU PUTIH (*Melaleuca cajuputi* Linn.) DI LAHAN BASAH BUATAN AIR ASAM TAMBANG

HAFID ALWYSIHAH



**SILVIKULTUR TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Media *FABA* untuk Penanaman Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) di Lahan Basah Buatan Air Asam Tambang” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Hafid Alwysihah
E4501231019



RINGKASAN

HAFID ALWYSIAH. Media *FABA* untuk Penanaman Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) di Lahan Basah Buatan Air Asam Tambang. Dibimbing oleh IRDIKA MANSUR dan ARUM SEKAR WULANDARI.

Kegiatan pertambangan terbuka batubara memberikan dampak terhadap perubahan lingkungan yaitu salah satunya muncul air asam tambang. Air asam tambang (AAT) muncul akibat mineral sulfida yang bereaksi dengan oksigen dan air. Hasil pertambangan batu bara sebagian besar dimanfaatkan untuk bahan bakar PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang menghasilkan energi listrik dan menghasilkan residu pembakaran yang disebut *Fly ash* dan *Bottom ash* (*FABA*). *FABA* memiliki sifat basa dan berpotensi untuk meningkatkan AAT menjadi netral. Selain itu, *FABA* juga berpotensi menjadi media tanam yang dikombinasikan dengan jenis tanaman yang tahan terhadap AAT sehingga bisa ditanam pada lahan yang tergenang AAT. Penelitian pemanfaatan *FABA* sebagai media tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) bertujuan menetralkan pH AAT dan mampu menjadi media tanaman yang baik di lahan basah buatan. Pembuatan media tanam *FABA* dibuat dalam bentuk blok kotak dan bahan-bahan seperti *FABA*, pupuk kandang sapi dan semen dicampur sesuai komposisi yaitu pada penelitian I terdiri dari pasir 80% + semen 20%, *FABA* 80% + semen 20%, dan *FABA* 30% + pupuk kandang sapi 50% + semen 20%, sedangkan komposisi penelitian 2 terdiri dari *FABA* 80% + semen 20%, *FABA* 50% + pupuk kandang sapi 30% + semen 20%, dan *FABA* 30% + pupuk kandang sapi 50% + semen 20%, kemudian media blok *FABA* pada penelitian II dilubangi. Hasil penelitian I menunjukkan kenaikan pH yang paling tinggi selama 24 jam yaitu pada komposisi D3: *FABA* 30% + pupuk 50% + semen 20% mencapai nilai pH rata-rata sebesar 7,5 pada 70 L AAT dan nilai pH 4,78 pada 200 L AAT dibanding dengan komposisi D2 dan D1. Blok *FABA* mampu menyerap logam berat Mn dan Fe pada semua komposisi yaitu D1, D2, dan D3, sedangkan pada TSS mengalami peningkatan pada komposisi D3. Hasil uji daya serap air pada blok *FABA* menunjukkan komposisi D3 mampu menyerap 38% air dibanding komposisi D1 sebesar 7% dan D2 10%. Hasil penelitian II menunjukkan *FABA* dan pupuk kandang sapi pada komposisi media blok *FABA* mampu menaikkan pH AAT dari nilai 3,27 menjadi 7,06 (K3-P1) dan 7,07 (K3-P3) selama 1 minggu. Media blok *FABA* mampu menjadi adsorben logam berat yang terdapat pada AAT seperti Fe pada perlakuan K1-P1 dari nilai 0,15 mg/L menjadi 0,08 mg/L dan logam berat Mn pada perlakuan K3-P3 dari nilai 4,1 mg/L menjadi 0,2 mg/L. Selain itu, Media blok K2 (*FABA* 50% + Pupuk 30% + semen 20%) dan K3 (*FABA* 30% + pupuk 50% + semen 20%) memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan bibit kayu putih pada perlakuan K3-P1 dengan tinggi rata-rata mencapai 17,67 cm dan diameter batang sebesar 9,2 mm selama 8 minggu.

Kata kunci: air asam tambang, *FABA*, lahan basah buatan, *Melaleuca cajuputi*, netral.

SUMMARY

HAFID ALWYSIIHAH. *FABA* Media for Planting Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) Seedlings in Artificial Wetlands with Acid Mine Water. Supervised by IRDIKA MANSUR and ARUM SEKAR WULANDARI.

Open-pit coal mining activities lead to various environmental impacts, one of which is the generation of acid mine drainage (AMD). AMD is formed through the reaction of sulfide minerals with oxygen and water. Coal mining by-products are predominantly utilized as fuel in coal-fired power plants (PLTU), which produce electrical energy and generate combustion residues known as *Fly ash* and *Bottom ash* (*FABA*). *FABA* possesses alkaline properties, making it potentially effective in neutralizing AMD. Furthermore, *FABA* may also serve as a viable planting medium when combined with plant species tolerant to AMD, allowing cultivation in AMD-affected *wetlands*. This study explores the use of *FABA* as a planting medium for cajuput (*Melaleuca cajuputi*) with the dual aim of neutralizing AMD and supporting plant growth in constructed *wetland* conditions. The *FABA*-based planting media were formed into block structures. In Experiment I, mixtures were composed as follows: 80% sand + 20% cement; 80% *FABA* + 20% cement; and 30% *FABA* + 50% cow manure + 20% cement. In Experiment II, the compositions included: 80% *FABA* + 20% cement; 50% *FABA* + 30% cow manure + 20% cement; and 30% *FABA* + 50% cow manure + 20% cement, with all block media in this second experiment perforated. The results from Experiment I showed that the most significant pH increase over 24 hours occurred in composition D3 (30% *FABA* + 50% manure + 20% cement), reaching an average pH of 7.5 in 70 L of AMD and 4.78 in 200 L of AMD, outperforming compositions D2 and D1. The *FABA* blocks were also able to adsorb heavy metals such as Mn and Fe in all compositions (D1, D2, and D3). However, Total Suspended Solids (TSS) increased in D3. Water absorption tests showed that D3 had the highest absorption capacity at 38%, compared to D1 (7%) and D2 (10%). In Experiment II, *FABA* combined with cow manure successfully increased the AMD pH from 3.27 to 7.06 (K3-P1) and 7.07 (K3-P3) for 1 week. *FABA* block media also acted as adsorbents for heavy metals in AMD, reducing Fe concentration from 0.15 mg/L to 0.08 mg/L in treatment K1-P1 and Mn from 4.1 mg/L to 0.2 mg/L in treatment K3-P3. Moreover, block media K2 (50% *FABA* + 30% manure + 20% cement) and K3 (30% *FABA* + 50% manure + 20% cement) significantly enhanced cajuput seedling growth, with K3-P1 showing the best performance achieving an average height of 17.67 cm and stem diameter of 9.2 mm after 8 weeks.

Keywords: *acid mine drainage, artificial wetland, FABA, Melaleuca cajuputi, neutral.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**MEDIA *FABA* UNTUK PENANAMAN BIBIT KAYU PUTIH
(*Melaleuca cajuputi* Linn.) DI LAHAN BASAH BUATAN AIR
ASAM TAMBANG**

HAFID ALWYSIIHAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Silvikultur Tropika

**SILVIKULTUR TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

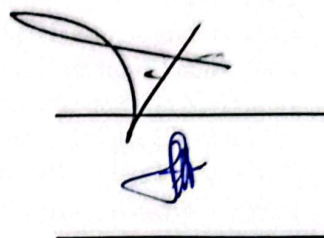
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Ir. Sri Wilarso Budi R, M.S.

Judul Tesis : Media *FABA* untuk Penanaman Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) di Lahan Basah Buatan Air Asam Tambang
Nama : Hafid Alwysihah
NIM : E4501231019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Irdika Mansur, M.For.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Arum Sekar Wulandari, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Prijanto Pamoengkas, M.Sc.F.Trop.
NIP. 19631206 198903 1 004

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan :
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, M.Si.
NIP. 19650122 198903 1 002





Tanggal Ujian: 21 Juli 2025

Tanggal Lulus: 13 AUG 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “Media *FABA* untuk Penanaman Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Linn.) di Lahan Basah Buatan Air Asam Tambang”. Adapun tesis ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam tugas akhir sebagai pemenuhan ketentuan kelulusan Program Magister Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. Irdika Mansur, M.For.Sc dan Ibu Dr. Ir. Arum Sekar Wulandari, M.S selaku komisi pembimbing atas semua arahan, saran, dan masukan serta segala bentuk dukungan kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua tersayang penulis, Bapak Tumarno dan Ibu Maryatus Sholihah serta Agung Ardy Suhud dan Arsyah Khadafi Alfarel selaku adik kandung penulis atas doa dan dukungannya selama menjalani studi, selain itu terimakasih kepada Nadira Putri Rasyad yang telah menemani penulis menyelesaikan tesis, serta terimakasih juga kepada Giovani, Joti, Hanifah Huwaida, Kamila dan Ahmad Rifaldo yang telah banyak membantu penulis. Disamping itu, penulis berterimakasih kepada PT Jorong Barutama Greston dan Laboratorium Advance Riset IPB yang telah menyediakan fasilitas dan tempat penelitian bagi penulis serta kepada teman-teman angkatan silvikultur 56 atas semangat yang telah diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat khususnya pada bidang keilmuan lingkungan dan reklamasi pascatambang serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Hafid Alwysihah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Kerangka Pikir	3
1.6 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dampak Pertambangan	5
2.2 <i>Fly ash and Bottom ash (FABA)</i>	6
2.3 Media Tanam Kompos Blok	6
2.4 Kayu Putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>)	7
2.5 Lahan Basah Buatan	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Sub Percobaan 1: Pengujian Komposisi <i>FABA</i> pada Blok <i>FABA</i> terhadap Perubahan pH Air Asam Tambang	16
4.2 Percobaan 2: Pengujian Media Blok <i>FABA</i> terhadap Pertumbuhan Jenis Kayu Putih serta Perubahan pH AAT di Lahan Basah Buatan	20
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	35



- 

DAFTAR TABEL

1	Perubahan pH air asam tambang setelah perendaman dengan blok <i>FABA</i> selama 24 jam	16
2	Hasil pengujian daya serap blok <i>FABA</i> selama 14 hari	19
3	Hasil Uji kandungan unsur dalam blok <i>FABA</i> PLTU Asam Asam menggunakan <i>Micro X-RF</i>	20
4	Hasil pengaruh media blok <i>FABA</i> terhadap logam Fe, Mn, dan kadar TSS	22
5	Hasil sidik ragam (<i>Analysis of Variance</i>) terhadap parameter tinggi, diameter, jumlah daun pertumbuhan kayu putih	23
6	Pertumbuhan tinggi dan diameter bibit kayu putih yang diberi perlakuan komposisi media blok <i>FABA</i> selama 8 minggu	24
7	Pertumbuhan tinggi dan diameter bibit kayu putih yang diberi perlakuan komposisi media blok <i>FABA</i> dan kedalaman perendaman selama 8 minggu	25
8	Hasil uji Duncan parameter jumlah daun yang diberi perlakuan komposisi media blok <i>FABA</i> dan kedalaman perendaman	27



DAFTAR GAMBAR

1. Diagram alur penelitian	4
2. Kompos blok (Ridho <i>et al.</i> 2022)	7
3. Peta lokasi penelitian	9
4. Blok <i>FABA</i>	10
5. Media blok <i>FABA</i>	12
6. Implementasi media blok <i>FABA</i>	13
7. Laju kenaikan nilai pH perendaman AAT (a) 70 liter, (b) 200 liter pada faktor komposisi media blok <i>FABA</i> D1(pasir 80% + semen 20%), D2 (<i>FABA</i> 80% + semen 20%), dan D3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50%+ semen 20%)	17
8. Perubahan kandungan Mn, Fe, dan TSS perendaman AAT (a) 70 liter, (b) 200 liter pada faktor komposisi media blok <i>FABA</i> D1(pasir 80% + semen 20%), D2 (<i>FABA</i> 80% + semen 20%), dan D3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50%+ semen 20%)	18
9. Perubahan pH AAT faktor komposisi media blok <i>FABA</i> K1(<i>FABA</i> 80% + semen 20%), K2 (<i>FABA</i> 50% + pupuk kandang sapi 30% + semen 20%), dan K3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50% + semen 20%), serta faktor tinggi perendaman media blok <i>FABA</i> P1(18 cm), P2(24 cm), dan P3(30 cm)	21
10. Laju pertumbuhan tinggi faktor komposisi media blok <i>FABA</i> K1(<i>FABA</i> 80% + semen 20%), K2 (<i>FABA</i> 50% + pupuk kandang sapi 30% + semen 20%), dan K3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50% + semen 20%), serta faktor tinggi perendaman media blok <i>FABA</i> P1(18 cm), P2(24 cm), dan P3(30 cm)	25
11. Laju pertumbuhan diameter faktor komposisi media blok <i>FABA</i> K1(<i>FABA</i> 80% + semen 20%), K2 (<i>FABA</i> 50% + pupuk kandang sapi 30% + semen 20%), dan K3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50% + semen 20%), serta faktor tinggi perendaman media blok <i>FABA</i> P1(18 cm), P2(24 cm) dan P3 (30cm)	26
12. Pertambahan daun faktor komposisi media blok <i>FABA</i> K1(<i>FABA</i> 80% + semen 20%), K2 (<i>FABA</i> 50% + pupuk kandang sapi 30%+semen 20%), dan K3 (<i>FABA</i> 30% + pupuk kandang sapi 50%+semen 20%), serta faktor tinggi perendaman media blok <i>FABA</i> P1(18 cm), P2(24 cm), dan P3(30 cm)	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Publikasi di JDLM terindeks Scopus(Q3)	33
2. Hasil sidik ragam blok <i>FABA</i> pada parameter pH	33
3. Hasil sidik ragam media blok FABA parameter tinggi	34
4. Hasil sidik ragam media blok FABA parameter diameter	34
5. Hasil sidik ragam media blok FABA parameter jumlah daun	34

