



# **OPTIMASI BIOCHAR TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) DAN AKAR WANGI (*Vetiver zizanioides*) SEBAGAI ABSORBEN DALAM REMEDIASI PERAIRAN TERCEMAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI DESA CINANGKA, BOGOR**

**VERGIA WENDA MULIA**



**PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

- 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 University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

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.



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAKCIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Optimasi Biochar Tongkol Jagung (*Zea mays*) dan Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) sebagai Absorben dalam Remediasi Perairan Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) di Desa Cinangka, Bogor” 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 dibagian akhir tesis ini.

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

Bogor, April 2026

Vergia Wenda Mulia  
C2501232017

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.



## RINGKASAN

VERGIA WENDA MULIA. Optimasi Biochar Tongkol Jagung (*Zea mays*) dan Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) sebagai Absorben dalam Remediasi Perairan Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) di Desa Cinangka, Bogor. Dibimbing oleh ETTY RIANI dan MOHAMMAD MUKHLIS KAMAL.

Aktivitas industri, pasca peleburan aki bekas studi kasus di Sungai Cinangka Bogor, telah memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan kualitas lingkungan perairan. Proses ini menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat termasuk timbal (Pb) yang bersifat toksik berbahaya bagi manusia, organisme akuatik, maupun terhadap ekosistem perairan dapat memicu bioakumulasi dan biomagnifikasi, yang mengancam keberlanjutan ekosistem akuatik, serta kesehatan masyarakat. Teknologi yang dapat diaplikasikan yaitu metode bioremediasi yang memanfaatkan bahan alami seperti biochar tongkol jagung (*Zea mays*) dan akar wangi (*Vetiver zizanioides*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan masing-masing agen remediasi serta perlakuan yang paling optimal dalam mengabsorpsi logam berat timbal (Pb). Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2025 di laboratorium Fisiologi Hewan Air, FPIK, IPB University. Penelitian dilakukan di hari ke-0 dan ke-28 terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan, yaitu tanpa agen remediasi atau kontrol (A0), tunggal (A), (B), dan kombinasi (AB).

Hasil penelitian menunjukkan penurunan konsentrasi logam Pb di sedimen dan air selama pengamatan. Konsentrasi awal di sedimen dan air (246,97 dan 0,007 ppm) di akhir secara berturut-turut (A0, A, B, AB) di sedimen (243,820; 119,015; 100,015; 98,357 ppm) dengan RE(%) yaitu (1,28; 51,81; 59,50; 60,17) dan air (1,276; 0,072; 0,120; 0,021 ppm) dengan RE(%) yaitu (0,00; 94,36; 90,62; 98,33). Akumulasi logam di biochar awal (38,42 ppm) dan akhir (345,545 (A) dan 372,800 (AB) ppm) dengan kapasitas adsorpsi mendapati nilai kategori sedang (AB) - tinggi (A). Akumulasi total logam di akar wangi awal (151,594 ppm) dan akhir (882,293 (B) dan 917,569 (AB) ppm) dengan akumulasi tertinggi di akar. Nilai BCF berkisar 5,627-5,743 (sedang) dan TF (batang/akar) berkisar 0,452-0,505 dan (daun/akar) berkisar 0,236-0,267 (fitostabilisasi). Konsentrasi Pb rata-rata secara berturut-turut (0,71; 18,60; 19,71; 19,77 ppm) dengan nilai tertinggi pada perlakuan (AB). Kualitas air di awal dan akhir selama pengamatan pada suhu berkisar antara 25,93 – 27,39 °C, kekeruhan berkisar antara 6,68 – 9,93 NTU, pH berkisar antara 6,73-7,21, dan DO berkisar antara 4,51 – 6,74 mg/L.

Penggunaan kedua agen remediasi tersebut selama empat minggu dapat dijadikan sebagai adsorben dan fitoremediator, logam berat pb melalui mekanisme yang berbeda-beda di lingkungan perairan tercemar.

Kata kunci : Akar wangi, biochar, bioremediasi, kualitas air, timbal (Pb).

## SUMMARY

VERGIA WENDA MULIA. Optimization of Corn Cob Biochar (*Zea mays*) and Vetiver Grass (*Vetiver zizanioides*) as Adsorbents in the Remediation of Lead (Pb)-Contaminated Aquatic Systems in the Cinangka Village, Bogor. Supervised by ETTY RIANI and MOHAMMAD MUKHLIS KAMAL.

Industrial activities, particularly post-smelting operations of used lead-acid batteries in the Cinangka River, Bogor, have significantly contributed to the deterioration of aquatic environmental quality. These activities generate liquid waste containing heavy metals, including lead (Pb), which is highly toxic and poses serious risks to humans, aquatic organisms, and aquatic ecosystems. The presence of Pb can trigger bioaccumulation and biomagnification processes that threaten ecosystem sustainability and public health. One applicable technology for addressing this issue is bioremediation using natural materials such as corn cob biochar (*Zea mays*) and vetiver grass (*Vetiver zizanioides*).

This study aimed to analyze the remediation capability of each agent and determine the most effective treatment for absorbing lead (Pb). The research was conducted from July to August 2025 at the Aquatic Animal Physiology Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University. Observations were carried out on day 0 and day 28 using four treatments with three replications: control without remediation agents (A0), single treatments (A) and (B), and a combined treatment (AB).

The results showed a decrease in Pb concentrations in both sediment and water during the observation period. Initial concentrations in sediment and water were 246.97 ppm and 0.007 ppm, respectively. At the end of the experiment, sediment concentrations for treatments A0, A, B, and AB were 243.820, 119.015, 100.015, and 98.357 ppm, with removal efficiencies (RE%) of 1.28, 51.81, 59.50, and 60.17, respectively. In water, Pb concentrations were 1.276, 0.072, 0.120, and 0.021 ppm, with RE% values of 0.00, 94.36, 90.62, and 98.33, respectively. Lead accumulation in biochar increased from an initial concentration of 38.42 ppm to 345.545 ppm (A) and 372.800 ppm (AB), with adsorption capacity categorized as moderate (AB) to high (A). Total Pb accumulation in vetiver increased from an initial concentration of 151.594 ppm to 882.293 ppm (B) and 917.569 ppm (AB), with the highest accumulation occurring in the roots. The bioconcentration factor (BCF) ranged from 5.627 to 5.743 (moderate category), while the translocation factor (TF) values were 0.452–0.505 for stem/root and 0.236–0.267 for leaf/root, indicating a phytostabilization mechanism. Average Pb concentrations in plant tissues were 0.71, 18.60, 19.71, and 19.77 ppm, respectively, with the highest value observed in treatment AB. Water quality parameters during the experiment remained relatively stable, with temperature ranging from 25.93–27.39 °C, turbidity from 6.68–9.93 NTU, pH from 6.73–7.21, and dissolved oxygen (DO) from 4.51–6.74 mg/L.

The application of these two remediation agents for four weeks demonstrated their effectiveness as adsorbents and phytoremediators for removing Pb through different mechanisms in contaminated aquatic environments.

**Keywords:** biochar, bioremediation, lead (Pb), vetiver grass, water quality.

- 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 2026  
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 karyatuli sini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB*

# **OPTIMASI BIOCHAR TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) DAN AKAR WANGI (*Vetiver zizanioides*) SEBAGAI ABSORBEN DALAM REMEDIASI PERAIRAN TERCEMAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI DESA CINANGKA, BOGOR**

**VERGIA WENDA MULIA**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains Pada  
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan

**PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



**@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. Hefni Effendi, M. Phil.**

**Dr. Majariana Krisanti, S.Pi., M.Si.**

Judul Proposal : Optimasi Biochar Tongkol Jagung (*Zea mays*) dan Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) sebagai Absorben dalam Remediasi Perairan Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) di Desa Cinangka, Bogor

Nama : Vergia Wenda Mulia

NIM : C2501232017

Disetujui oleh:

Pembimbing 1 (Ketua) :

Prof. Dr. Ir. Ety Riani, M.S.

\_\_\_\_\_

Pembimbing 2 (Anggota) :

Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc.

\_\_\_\_\_

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi

Pengelolaan Sumberdaya Perairan:

Dr. Majariana Krisanti, S.Pi., M.Si.

NIP. 19691031 199512 2 001

\_\_\_\_\_

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:

Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si.

NIP. 19800118 200501 1 003

\_\_\_\_\_

Tanggal Ujian : 8 April 2026

Tanggal Lulus :



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tesis dengan judul “Optimasi Biochar Tongkol Jagung (*Zea mays*) dan Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) sebagai Absorben dalam Remediasi Perairan Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) di Desa Cinangka, Bogor” berhasil diselesaikan. Tesis ini dibuat sebagai salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar magister di Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Etty Riani, M.S. dan Dr. Ir. Mohammad Mukhlis Kamal, M.Sc. selaku komisi pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan serta nasihat dengan penuh kesabaran kepada penulis selama penyusunan tesis. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
2. Prof. Dr. Ir. Hefni Effendi, M.Phil. selaku penguji luar komisi yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan serta saran demi perbaikan dan penyempurnaan tesis ini. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
3. Dr. Majariana Krisanti, S.Pi., M.Si. selaku ketua program studi dan Ibu Inna Puspa Ayu, S.Pi, M.Si selaku sekretaris program studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
4. Bapak/Ibu dosen dan staf Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
5. Dua orang paling berjasa dalam hidup saya dan saya sayangi, Ayah Palidar Rambang dan Bunda Welin Asmeri. Atas kepercayaan yang diberikan selama ini untuk merantau menuntut ilmu, usaha biaya pendidikan, serta do'a, cinta, nasehat dan motivasi serta candaan-candaan di setiap moment perjalanan hidup saya. Terima kasih juga karena telah menjadi penyemangatku dalam menyelesaikan pendidikan ini, mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup saya, kalian sangat berarti. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
6. Adikku saya satu-satunya, Virgo Falah Greg Ramadhan yang selalu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan pendidikan ini dan dengan keceriaannya selalu menyambut saya ketika pulang dari perantauan, semangat mengejar cita-cita adikku. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
7. Keluargaku yang saya sayangi, Baba, Nek Mak, Tante Wetri, Om Ari, Sepupuku Dhafia & Dhafiza, dan Nek Puyang yang selalu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan pendidikan ini dan dengan do'a dan keceriaannya selalu menyambut saya ketika pulang dari perantauan. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT.
8. M. Iqbal Tanjung yang selalu mensupport dan mendengarkan. Semoga selalu berada dalam lindungan Allah SWT. Mari berproses bersama-sama.
9. Teman-teman seperjuangan Pascasarjana SDP 2023 Genap terima kasih atas support dan kebersamaan yang telah kita lewati selama masa perkuliahan.



10. Sahabat saya, Ghita Apriani terima kasih atas segala dukungan motivasi dan semangat yang telah diberikan dikala saya sedang down.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkan sebagai penunjang ilmu.

Bogor, April 2026

*Vergia Wenda Mulia*

- 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.



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
<b>PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kerangka Pikir Penelitian	3
<b>II METODE PENELITIAN</b>	
2.1 Lokasi dan Waktu	5
2.2 Alat dan Bahan Penelitian	5
2.2.1 Alat Penelitian	5
2.2.2 Bahan Penelitian	5
2.3 Rancangan Penelitian	6
2.4 Prosedur Penelitian	7
2.4.1 Preparasi dan Penanganan Air dan Sedimen	7
2.4.2 Preparasi dan Mutu Biochar Tongkol Jagung ( <i>Zea mays</i> )	7
2.4.3 Preparasi dan Penanganan Akar Wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> )	7
2.5 Pengumpulan Data	7
2.5.1 Konsentrasi Pb	7
2.5.1.1 Pengambilan Sampel Air	7
2.5.1.2 Pengambilan Sampel Sedimen	8
2.5.1.3 Pengambilan Sampel Biochar Tongkol Jagung ( <i>Zea mays</i> )	8
2.5.1.4 Pengambilan Sampel Akar Wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> )	8
2.5.2 Pengukuran Kualitas Air	8
2.6 Uji Laboratorium	9
2.6.1 Uji Sampel Pb Air	9
2.6.2 Uji Sampel Pb Sedimen, Biochar Tongkol Jagung ( <i>Zea mays</i> ) Dan Akar Wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> )	9
2.7 Analisis Sampel	9
2.7.1 Daya Penyisihan ( <i>Removal efficiency</i> )	9
2.7.2 Kapasitas Adsorpsi	9
2.7.3 <i>Bioconcentration Factor (BCF) &amp; Translation Factor (TF)</i>	10
2.8 Analisa Statistik	10

III HASIL DAN PEMBAHASAN	
3.1 Hasil	12
3.1.1 Logam Pb di Sedimen	12
3.1.2 Logam Pb di Air	12
3.1.3 Akumulasi Logam Pb di Biochar Tongkol Jagung ( <i>Zea mays</i> )	13
3.1.4 Kapasitas Adsorpsi	14
3.1.5 Akumulasi Logam Pb di Akar Wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> )	15
3.1.6 <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF) & <i>Translation Factor</i> (TF)	15
3.1.7 <i>Removal Efficiency</i> (RE) Air dan Sedimen	16
3.1.8 Akumulasi Logam Pb Rata-rata pada Setiap Perlakuan	17
3.1.9 Kualitas Air	18
3.2 Pembahasan	20
IV KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan	24
4.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	34

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.



## DAFTAR TABEL

1	Perlakuan penelitian	6
2	Karakteristik biochar tongkol jagung ( <i>Zea mays</i> )	7
3	Parameter kualitas air dan sedimen	8
4	Konsentrasi logam Pb di sedimen awal dan akhir selama perlakuan	12
5	Konsentrasi logam Pb di air awal dan akhir selama perlakuan	13
6	Akumulasi logam Pb biochar ( <i>Zea mays</i> ) awal dan akhir dalam setiap perlakuan	13
7	Kapasitas adsorpsi logam Pb biochar ( <i>Zea mays</i> ) dalam setiap Perlakuan	14
8	Akumulasi logam Pb akar wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> ) awal dan akhir dalam setiap perlakuan	15
9	Nilai BCF dan TF logam Pb akar wangi ( <i>Vetiver zizanioides</i> ) dalam setiap perlakuan	15
10	<i>Removal efficiency</i> logam Pb di sedimen setiap perlakuan	16
11	<i>Removal efficiency</i> logam Pb di air setiap perlakuan	16
12	Konsentrasi logam Pb rata-rata pada setiap perlakuan	17

## DAFTAR GAMBAR

1	Skema kerangka pikir penelitian	4
2	Lokasi pengambilan sedimen di Sungai Cinangka, Bogor	5
3	Sketsa perlakuan penelitian	6
4	Kualitas air parameter suhu pada setiap perlakuan	18
5	Kualitas air parameter kekeruhan ( <i>Turbidity</i> ) pada setiap perlakuan	19
6	Kualitas air parameter pH pada setiap perlakuan	19
7	Kualitas air parameter <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) pada setiap perlakuan	20

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Gambar persiapan selama pengamatan	29
2	Gambar perlakuan selama pengamatan	29
3	Uji ANOVA konsentrasi logam Pb di sedimen	32
4	Uji ANOVA konsentrasi logam Pb di air	32
5	Uji ANOVA konsentrasi logam Pb rata-rata pada perlakuan	33