



# **FLUKS PENCUCIAN HARA DARI ULTISOL PERKEBUNAN NANAS DIAMELIORASI ABU BATUBARA DAN KOMPOS SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP PENGELOLAAN PUPUK**

**NAHDLIA PUTRI ALAYYA**



**PROGRAM STUDI ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

- 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*

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 HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Fluks Pencucian Hara dari Ultisol Perkebunan Nanas Diameliorasi Abu Batubara dan Kompos serta Implikasinya terhadap Pengelolaan Pupuk” adalah karya saya dengan arahan dari komisi 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, Januari 2025

Nahdlia Putri Alayya  
NIM A1501221005

- 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

NAHDLIA PUTRI ALAYYA. Fluks Pencucian Hara dari Ultisol Perkebunan Nanas Diameliorasi Abu Batubara dan Kompos serta Implikasinya terhadap Pengelolaan Pupuk. Dibimbing oleh UNTUNG SUDADI dan ISKANDAR.

Ultisol merupakan ordo tanah tropika terlapuk lanjut dengan status kesuburan yang rendah. Tanah ini juga rentan terhadap proses-proses pencucian hara. Areal perkebunan PT. Great Giant Pineapple (PT GGP), yang didominasi oleh Ultisol, telah dimanfaatkan untuk budidaya nanas dalam rotasi dengan pisang dan singkong secara intensif selama beberapa dekade. Akibatnya, selain karena curah hujan yang tinggi, terjadi penurunan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus. Ultisol memiliki kandungan bahan organik yang rendah, reaksi masam pH <4,5, kejenuhan Al tinggi, kejenuhan basa (KB) rendah, dan kapasitas tukar kation (KTK) rendah. Kadar bahan organik dan KTK yang rendah menyebabkan Ultisol memiliki kemampuan rendah dalam meretensi air dan hara, sehingga pencucian hara berlangsung intensif. Kondisi ini menyebabkan ketidakefektifan pemupukan. Oleh karena itu, perbaikan kualitas Ultisol di areal PT GGP perlu dilakukan.

Tahap uji coba lapangan ameliorasi kombinasi abu batubara (*fly ash-bottom ash*, FABA) dan kompos pada lahan perkebunan nanas di PT GGP telah dilakukan dan dilaporkan oleh sekelompok peneliti pada 2023. Hasilnya menunjukkan bahwa ameliorasi kombinasi FABA+kompos pada dosis 25 ton ha<sup>-1</sup> yang diaplikasikan secara alur memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dosis 15 ton ha<sup>-1</sup> dan 5 ton ha<sup>-1</sup> terhadap pH, C-organik, N-total, P-total, P-tersedia, kejenuhan Al, KTK dan KB. Akan tetapi, efektivitas ameliorasi kombinasi FABA dan kompos terhadap fluks pencucian hara belum pernah diteliti. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan simulasi pencucian hara melalui percobaan perkolasi berbasis rata-rata curah hujan bulanan 6 bulan basah di areal penelitian terhadap sampel tanah yang diambil dari petak percobaan lapang yang telah diberi perlakuan aplikasi FABA+kompos. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh ameliorasi FABA+kompos terhadap fluks pencucian hara dari Ultisol areal penelitian dan implikasinya terhadap pengelolaan pupuk.

Penelitian dilaksanakan pada Agustus 2023 sampai Maret 2024, yang terdiri dari percobaan perkolasi dan analisis tanah sebelum diperkolasi dan kadar hara pada perkolat di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Percobaan perkolasi menggunakan sampel tanah lapisan 0-20 cm yang diambil dari petak-petak percobaan lapang budidaya nanas pada 9 bulan setelah aplikasi perlakuan atau satu bulan sebelum tahapan *forcing* fase regeneratif tanaman dilakukan, menggunakan RAL 1 faktor 6 taraf, yaitu: (1) kontrol (tanpa ameliorasi FABA atau kompos), (2) aplikasi 50 ton ha<sup>-1</sup> kompos (KT 50), (3) 50 ton ha<sup>-1</sup> FABA+kompos (FKT 50), (4) 25 ton ha<sup>-1</sup> FABA+kompos (FKA 25), (5) 15 ton ha<sup>-1</sup> FABA+kompos (FKA 15), dan (6) 5 ton ha<sup>-1</sup> FABA+kompos (FKA 5). Simbol T dan A masing-masing menunjukkan cara aplikasi secara tebar dan alur. Setiap taraf perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Perbandingan kompos dan FABA adalah 75:25 dengan perbandingan *fly ash* dan *bottom ash* 7:1. Perkolasi dilakukan setiap 7 hari

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dengan 170 mL akuades  $0.75 \text{ kg}^{-1}$  tanah selama 35 hari periode percobaan. Jumlah air perkolasi ini setara dengan rerata curah hujan bulanan 6 bulan basah di areal PT GGP. Sampel tanah sebelum pencucian dan kadar hara pada perkolat dianalisis dengan metode rutin terhadap pH  $\text{H}_2\text{O}$  (pH meter), C-organik (Walkley & Black), N-total (Kjeldahl),  $\text{NO}_3$  dan P (spektrofotometer), K (flamefotometer), serta Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, dan Zn (AAS), KTK ( $N \text{ NH}_4\text{OAc}$  pH 7,0, AAS), KB (nisbah  $K_{\text{dd}} + \text{Na}_{\text{dd}} + \text{Ca}_{\text{dd}} + \text{Mg}_{\text{dd}}$  terhadap KTK), dan Kejenuhan Al (nisbah  $\text{Al}_{\text{dd}}$  terhadap KTK).

Analisis data meliputi *fitting* persamaan kurva logaritmik hubungan antara waktu pencucian hara ( $t$ , hari; sumbu X) dengan kadar hara tercuci ( $C$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ; sumbu Y) dari 5 periode pencucian. Fluks hara tercuci ( $F$ ,  $\text{mg 7hari}^{-1}$ ) setiap periode pencucian dihitung dari volume perkolat ( $L$ ) x kadar hara tercuci ( $C$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ). Total fluks pencucian hara ( $TF$ ,  $\text{mg}$ ) dihitung melalui operasi kalkulus integral terhadap persamaan kurva logaritmik dari  $t=1$  hingga  $t_{\text{max}}$ . Luas permukaan di bawah kurva sebagai penduga nilai  $TF$  dihitung menggunakan aplikasi WolframAlpha yang tersedia secara daring pada laman <http://www.wolframalpha.com>. Nilai  $t_{\text{max}}$  atau waktu hingga proses pencucian terhenti diperoleh pada saat kurva memotong sumbu X atau pada saat  $C=0$ . Perbandingan antara  $TF$  dan konsentrasi awal masing-masing hara sebelum pencucian ditetapkan sebagai proporsi fluks pencucian hara tanah. Selanjutnya dilakukan ANOVA dan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf uji 5% untuk mengevaluasi signifikansi efek perlakuan terhadap total fluks ( $TF$ ) pencucian hara.

Ultisol di lahan penelitian berkelas tekstur klei berpasir dengan pH  $\text{H}_2\text{O}$  masam hingga sangat masam dan kejenuhan Al sangat tinggi. Kadar C-organik rendah hingga sedang. Kadar  $\text{NO}_3$  tinggi dan kadar P-tersedia tinggi hingga sangat tinggi. Nilai KTK rendah dengan kadar kation-kation basa dapat ditukar sangat rendah yang menyebabkan nilai KB sangat rendah. Ameliorasi kombinasi FABA dan kompos secara signifikan berpengaruh nyata terhadap fluks pencucian hara makro dan mikro pada Ultisol perkebunan nanas PT GGP. Secara umum, perlakuan FABA+kompos  $25 \text{ ton ha}^{-1}$  yang diaplikasikan secara alur memberikan hasil terbaik ditinjau dari nilai  $t_{\text{max}}$ , total fluks dan proporsi fluks hara tercuci. Namun, proporsi fluks pencucian  $\text{NO}_3$  dan K masih tinggi, bahkan pencucian K mencapai  $>100\%$ . Hal ini menunjukkan hilangnya N dan K dalam tanah secara signifikan. Oleh karena itu, dari sudut pandang pengelolaan pupuk, perhatian lebih harus diberikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk berbasis tanah. Pada kasus ini disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan pupuk N dan K lepas terkendali (*controlled release fertilizer*) untuk mengurangi hilangnya hara tanah. Mengingat budidaya nanas secara rotasi dengan pisang dan singkong di PT GGP menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, maka produksi biochar berbasis biomassa dapat diusulkan. Biochar yang dihasilkan kemudian dapat digunakan sebagai pembawa hara untuk memformulasi pupuk lepas terkendali berbasis biochar.

Kata kunci: pengelolaan pupuk, perkolasi, proporsi fluks, total fluks,  $t_{\text{max}}$





## SUMMARY

NAHDLIA PUTRI ALAYYA. Flux of Nutrient Leaching from an Ultisol of Pineapple Plantation Ameliorated with Coal Ash and Compost and its Implications on Fertilizer Management. Supervised by UNTUNG SUDADI and ISKANDAR.

Ultisol is a weathered tropical soil order with a low fertility status. It is also prone to nutrient leaching processes. Plantation area of PT. Great Giant Pineapple (PT GGP), which is dominated by Ultisol, has been intensively cultivated for pineapple in rotation with banana and cassava for decades. As a result, apart from high rainfall, there is a decrease in the soil's physical, chemical, and biological properties caused by the continuous use of inorganic fertilizers. Ultisol has low organic matter content, acid reaction pH <4.5, high Al saturation, low base saturation (BS), and low cation exchange capacity (CEC). Because it has low levels of organic matter and CEC, Ultisol has a low ability to retain water and nutrients, so nutrient leaching takes place intensively. This condition causes the ineffectiveness of fertilization. Therefore, it is necessary to improve the quality of Ultisol in the PT GGP area.

The field trial phase for the amelioration of FABA and compost on PT GGP pineapple plantation areal has been done and reported by a group of researcher in 2023. The results showed that the band-application of 25 ton ha<sup>-1</sup> FABA+compost gave better effects than doses of 15 ton ha<sup>-1</sup> and 5 ton ha<sup>-1</sup> on pH, organic-C, total-P, available-P, CEC, and BS. Therefore, in this study, a nutrient leaching simulation was carried out through a percolation experiment based on monthly-average rainfall of the six-wet months' in the research area on soil samples taken from the field experimental plots treated with FABA+compost application. This research aims to evaluate the effect of FABA+compost amelioration on the leaching flux of nutrients from Ultisol in the PT GGP plantation area and its implications on fertilizer management.

The research was done from August 2023 to March 2024, consisting of percolation experiments and soil analysis before percolation and nutrient levels in the percolate at the Laboratory of the Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture, IPB University. A nutrient leaching simulation through percolation experimentation had been conducted using soil samples of 0-20 cm layer taken from the pineapple-cultivated field plots 9 months after the treatment application or one month before the plant regenerative-phase forcing step was done, using CRD 1 factor 6 levels, namely (1) control (without FABA or compost amelioration), (2) application of 50 ton ha<sup>-1</sup> compost (CS 50), (3) 50 ton ha<sup>-1</sup> FABA+compost (FCS 50), (4) 25 ton ha<sup>-1</sup> FABA+compost (FCB 25), (5) 15 ton ha<sup>-1</sup> FABA+compost (FCB 15), and (6) 5 ton ha<sup>-1</sup> FABA+compost (FCB 5). Symbol S and B designated for spread and band application, respectively. Each level was repeated 3 times so that there were 18 experimental units. The ratio of compost and FABA was 75:25 with a ratio of fly ash and bottom ash of 7:1. Percolations were done every 7 days with 170 mL aquadest 0,75 kg<sup>-1</sup> soil for 35 days experimental period. Analyses of soil samples before being leached and of percolate were done using routine methods on pH H<sub>2</sub>O (pH meter), organic-C (Walkley & Black), total-N (Kjeldahl), NO<sub>3</sub> and P (spectrophotometer), K (flame



photometer), and Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, and Zn (AAS), CEC ( $N NH_4OAc$  pH 7.0, AAS), BS (ratio of  $K_{dd}+Na_{dd}+Ca_{dd}+Mg_{dd}$  to CEC), and Al saturation (ratio of  $Al_{dd}$  to CEC).

Data analysis includes fitting logarithmic curve equations for the relationship between the nutrient leaching time ( $t$ , days; X-axis) and the leached nutrient concentration ( $C$ ,  $mg L^{-1}$ ; Y-axis) from the five leaching periods. The leached nutrient flux ( $F$ ,  $mg 7day^{-1}$ ) for each leaching period was calculated as the collected percolate volume ( $L$ ) x leached nutrient concentration ( $C$ ,  $mg L^{-1}$ ). The total nutrient leaching flux ( $TF$ ,  $mg$ ) was calculated by doing integral operation on the logarithmic curve equations from  $t=1$  to  $t=t_{max}$ . The surface area under the curve as predictor of the  $TF$  value was calculated using the WolframAlpha application, available online in <http://www.wolframalpha.com>. The  $t_{max}$  value or time needed until the leaching process stopped was obtained when the curve crossed the X-axis or at  $C=0$ . The ratio between  $TF$  and the initial concentration of each nutrient before the soil sample being percolated was designated as the soil nutrient leaching flux proportion. ANOVA and Duncan Multiple Range Test were carried out at the 5% test level to evaluate the significance of the treatment effect on the total nutrient leaching flux ( $TF$ ).

Ultisol at the research area have a sandy clay texture with pH  $H_2O$  classified as acid to very acid and very high Al saturation. Organic C levels were low to moderate. Soil  $NO_3$  levels were relatively high with high to very high available P. The CEC values were relatively low with deficient levels of exchangeable base cations, which caused very low BS. Amelioration of the combination of FABA and compost significantly affected the leaching flux of macro- and micro-nutrients in the PT GGP pineapple plantation Ultisol. In general, the band-application of  $25 \text{ ton ha}^{-1}$  FABA+compost gave the best results in terms of  $t_{max}$ , total flux, and proportion of the leached nutrient flux. However, the leaching proportion fluxes of  $NO_3$  and K were still high, in which those of K were even  $>100\%$ . This showed a significant loss of N and K in the soil. Therefore, from the perspective of fertilizer management, more attention should be paid to improve the efficiency of soil-based fertilizer use. In this case, it is recommended to consider the use of controlled-release N and K fertilizers to reduce the loss of soil nutrients from leaching. Since the cultivation of pineapple in rotation with banana and cassava in PT GGP produces a huge amount of biomass wastes, production of a biomass based biochar can be suggested. The biochar produced will then be used as the nutrient's carrier for formulating biochar-based controlled release fertilizers.

**Keywords:** fertilizer management, flux proportion, percolation, total flux,  $t_{max}$



@Hak cipta milik 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 bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

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.





# **FLUKS PENCUCIAN HARA DARI ULTISOL PERKEBUNAN NANAS DIAMELIORASI ABU BATUBARA DAN KOMPOS SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP PENGELOLAAN PUPUK**

**NAHDLIA PUTRI ALAYYA**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains  
pada  
Program Studi Ilmu Tanah

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

- 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

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:

1. Dr. Ir. Untung Sudadi, M.Sc.
2. Prof. Dr. Ir. Iskandar
3. Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.
4. Dr. Ir. Darmawan, M.Sc.



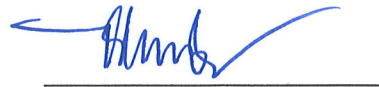
Judul Tesis : Fluks Pencucian Hara dari Ultisol Perkebunan Nanas Diameliorasi Abu Batubara dan Kompos serta Implikasinya terhadap Pengelolaan Pupuk  
Nama : Nahdlia Putri Alayya  
NIM : A1501221005

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Ir. Untung Sudadi, M.Sc.



Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Iskandar



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Ir. Darmawan, M.Sc.  
NIP. 19631103 199002 1 001



Dekan Fakultas Pertanian:  
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.  
NIP. 19690212 199203 1 003


Tanggal Ujian:  
8 Januari 2025

Tanggal Lulus: 17 JAN 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.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Fluks Pencucian Hara dari Ultisol Perkebunan Nanas Diameliorasi Abu Batubara dan Kompos serta Implikasinya terhadap Pengelolaan Pupuk” dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, tesis ini tidak akan berhasil terselesaikan. Oleh sebab itu, ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Untung Sudadi, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Iskandar selaku komisi pembimbing atas segala ilmu, wawasan, bimbingan, dorongan, ide, kesabaran, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis sejak awal hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan serta saran perbaikan untuk tesis ini
3. Kedua Orang tuaku tercinta Ayah dan Mama, yang selalu berjuang mengupayakan yang terbaik untuk penulis hingga dapat menyelesaikan studi dengan baik. Serta Adik, Uti dan seluruh keluarga tersayang yang selalu memberikan support dan doa yang tiada hentinya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis ini.
4. Tenaga kependidikan dan analis Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan yang telah mendampingi dan membimbing penulis dalam melaksanakan kegiatan analisis di laboratorium.
5. Mulia sebagai rekan penelitian yang telah banyak membantu dan berjuang bersama dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Muhammad Irsyad Fauzan Burhanudin yang selalu kebersamai penulis, terima kasih atas segala bentuk support, doa, motivasi, dan pengingat sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
7. Rekan-rekan Program Studi Ilmu Tanah, Sekolah Pascasarjana, IPB yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan baik dalam bentuk ide serta tenaga selama penelitian berlangsung.

Semoga tesis ini bermanfaat terhadap kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Nahdliya Putri Alayya



### @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.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Ultisol	4
2.2 Pencucian Hara	5
2.3 FABA ( <i>fly ash-bottom ash</i> )	6
2.4 Kompos	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Pelaksanaan Penelitian	9
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Sifat Kimia Tanah Awal sebelum Proses Pencucian	13
4.2 Waktu Pencucian Hara	14
4.3 Total Fluks Pencucian Hara	15
4.4 Proporsi Fluks Pencucian Hara	16
4.5 Implikasi terhadap Pengelolaan Pupuk	17
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	46



1. Parameter analisis tanah dan perkolat	11
2. Rerata sifat kimia Ultisol perkebunan nanas PT GGP sebelum proses pencucian	13
3. Persamaan kurva hubungan waktu pencucian ( $t$ , sumbu X) dan fluks hara tercuci ( $F$ , sumbu Y) pada perlakuan dengan $t_{max}$ tertinggi dan/atau total fluks ( $TF$ ) hara tercuci terendah	14
4. Pengaruh ameliorasi FABA dan kompos terhadap total fluks hara tercuci	16
5. Pengaruh ameliorasi FABA dan kompos terhadap proporsi fluks hara tercuci	17

### DAFTAR GAMBAR

1. Struktur permukaan <i>fly ash</i> (kiri) dan <i>bottom ash</i> (kanan) (Zhou <i>et al.</i> 2019)	7
2. Ilustrasi peran koloid organik (Ginting 2020).	8
3. Instalasi pencucian hara	10
4. Fluks pencucian hara nitrat pada perlakuan kontrol (kiri) dan FKA 25 (kanan)	15

### DAFTAR LAMPIRAN

1. Percobaan perkolasi di rumah kaca	28
2. Kurva logaritmik hubungan waktu dan fluks hara tercuci tiap perlakuan	29
3. Rerata volume dan kadar hara yang tercuci pada pencucian hari ke-7 sampai ke-35	34
4. Persamaan kurva hubungan waktu pencucian ( $t$ , sumbu X) dan fluks hara tercuci ( $F$ , sumbu Y)	43
5. Kriteria penilaian hasil analisis tanah menurut Eviati <i>et al.</i> (2023)	45
6. Kriteria penilaian nitrat menurut Bagshaw <i>et al.</i> (2010)	45
7. Kriteria hara mikro menurut Zbíral (2016)	45

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.