



PERBAIKAN SISTEM BUDIDAYA NANAS BERKELANJUTAN MELALUI APLIKASI KOMPOS DIPERKAYA *BIOCHAR* DAN ABU TERBANG DENGAN PENDEKATAN PENILAIAN DAUR HIDUP

FENI SHINTARIKA



**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**





PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Perbaikan Sistem Budidaya Nanas Berkelanjutan melalui Aplikasi Kompos Diperkaya *Biochar* dan Abu Terbang dengan Pendekatan Penilaian Daur Hidup” 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 disertasi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Feni Shintarika
A2602222014



RINGKASAN

FENI SHINTARIKA. Perbaikan Sistem Budidaya Nanas Berkelanjutan melalui Kompos Diperkaya *Biochar* dan Abu Terbang dengan Pendekatan Penilaian Daur Hidup. Dibimbing oleh HERDHATA AGUSTA, EDI SANTOSA, ATFRITEDY LIMIN, dan ABDUL RONI ANGKAT.

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) merupakan komoditas hortikultura tropis yang penting secara ekonomi dan memiliki nilai strategis dalam perdagangan buah tropis dunia. Permasalahan mendasar dalam budidaya nanas tropis adalah ketergantungan pada tanah atau media tumbuh yang memiliki kualitas kimia kurang mendukung efisiensi pertumbuhan tanaman, terutama pada fase awal pertumbuhan dan selama siklus budidaya berlangsung sehingga input pemupukan tidak optimal. Inovasi input dibutuhkan dalam sistem budidaya nanas berkelanjutan dengan memperbaiki kualitas media tumbuh, meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara, dan sekaligus menekan beban lingkungan. Secara praktis, kebutuhan ini menjadi lebih penting ketika budidaya berlangsung intensif dan berulang, karena perbaikan sistem tidak cukup dilakukan pada tingkat tanaman saja, tetapi harus dimulai dari kualitas bahan pembenah yang digunakan. Penggunaan kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang memiliki potensi menjadi input fungsional karena menggabungkan peran bahan organik, peningkatan retensi hara, dan suplai mineral. Kebaruan disertasi ini terletak pada integrasi level evaluasi yang jarang dipertemukan dalam satu rangkaian penelitian, yaitu evaluasi proses pembentukan kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang beserta emisinya, seleksi dosis berdasarkan respons awal tanaman dan sifat kimia tanah, serta evaluasi budidaya nanas selama satu siklus yakni hingga panen pertama yang dipadukan dengan pendekatan prinsip penilaian daur hidup.

Penelitian terdiri atas tiga percobaan, yaitu: (1) mengkaji proses pembuatan kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang, kualitas produk yang dihasilkan dengan menyeleksi dosis terbaik dari tujuh formula kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang pada tanaman nanas di polybag sampai umur tiga bulan setelah tanam (2) menguji tiga dosis terpilih pada budidaya nanas di lahan dari awal tanam sampai panen pertama, (3) pengukuran emisi untuk dianalisis melalui pendekatan berbasis prinsip penilaian daur hidup.

Percobaan pertama menunjukkan produksi kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang menunjukkan potensi sebagai input amelioran selama fase awal pertumbuhan tanaman. Perbedaan respons pada masing-masing formula amelioran mengindikasikan bahwa waktu pencampuran *biochar* dan abu terbang selama proses pengomposan memengaruhi kualitas akhir amelioran dan dinamika hara setelah diaplikasikan ke tanah. Berdasarkan keseluruhan parameter yang diamati, tiga perlakuan dipilih untuk dilanjutkan pada tahap pengujian budidaya nanas skala lapang siklus *plant crop* (PC), yaitu perlakuan C (75% kompos + 5% *biochar* + 20% abu terbang dicampur pada awal proses pengomposan), perlakuan D (100% kompos tanpa penambahan *biochar* dan abu terbang), dan perlakuan G (75% kompos + 5% *biochar* + 20% abu terbang dicampur setelah kompos matang). Perlakuan C dipilih sebagai formula dengan sifat kimia tanah terbaik, perlakuan D digunakan sebagai pembanding berbasis kompos tanpa pengayaan, sedangkan

perlakuan G dipilih untuk mengevaluasi pengaruh waktu pencampuran *biochar* dan abu terbang terhadap efektivitas amelioran pada skala budidaya lapang.

Percobaan kedua menjelaskan bahwa kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang mampu memengaruhi sistem tanah–tanaman nanas pada siklus *plant crop* (PC) di lahan Ultisol melalui perubahan sifat kimia, fisik, dan biologi tanah yang kemudian dilihat dari respons morfofisiologi tanaman. Dari tiga formula yang diuji, perlakuan C, yaitu 75% kompos + 5% *biochar* + 20% abu terbang dengan pencampuran pada awal proses merupakan formula yang paling berpotensi dalam mendukung perbaikan kualitas tanah dan morfofisiologi budidaya nanas pada lahan Ultisol karena mampu memperbaiki kualitas tanah, menekan faktor pembatas kemasaman, meningkatkan fungsi biologi tanah, dan mendukung pertumbuhan serta aktivitas fisiologis tanaman pada siklus PC.

Percobaan ketiga menunjukkan bahwa keberlanjutan budidaya nanas pada siklus *plant crop* (PC) melalui pendekatan penilaian daur hidup dapat dinilai melalui integrasi emisi gas rumah kaca, produktivitas, intensitas emisi per satuan hasil, dan indikator pendukung keamanan produk. Perlakuan C menghasilkan intensitas emisi paling rendah sebesar 0.14 kg CO₂-eq kg⁻¹ buah dibandingkan D dan G dengan hasil panen tertinggi, yaitu 117 454 kg ha⁻¹, Perlakuan C tidak hanya berpotensi menurunkan beban emisi, tetapi juga memiliki potensi meningkatkan efisiensi lingkungan karena mampu menghasilkan buah dengan emisi satuan⁻¹ hasil yang lebih rendah. Kandungan logam berat pada buah menunjukkan bahwa Pb dan Cd berada pada tingkat rendah dan tidak menunjukkan peningkatan akibat aplikasi kompos diperkaya *biochar* dan abu terbang. Penemuan ini membuktikan bahwa perlakuan C dengan 75% kompos + 5% *biochar* + 20% abu terbang dengan pencampuran pada awal proses memiliki potensi secara relatif pada kondisi penelitian ini karena menghasilkan kombinasi terbaik antara produktivitas lebih tinggi, intensitas emisi kg⁻¹ buah lebih rendah, dan indikator keamanan produk yang aman.

Kata kunci: alumunium, emisi, kation basa, limbah organik, ultisol

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



SUMMARY

FENI SHINTARIKA. Improvement of a Sustainable Pineapple Cultivation System through Biochar and fly Ash Enriched Compost Using a Life Cycle Assessment Approach. Supervised by HERDHATA AGUSTA, EDI SANTOSA, ATFRITEDY LIMIN, and ABDUL RONI ANGKAT.

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is an economically important tropical horticultural commodity and has strategic value in the world tropical fruit trade. The fundamental problem in tropical pineapple cultivation is the reliance on soil or growing media of lower chemical quality to support plant growth efficiency, especially during the early stages of growth and throughout the cultivation cycle, leading to suboptimal fertilization inputs. Input innovation is needed in a sustainable pineapple cultivation system to improve the quality of growing media, enhance nutrient utilization efficiency, and, at the same time, reduce environmental burden. In practice, this need becomes more important when cultivation is intensive and repeated, because it is not enough to improve the system at the plant level alone; it must start with the quality of the materials used to improve it. The use of biochar and fly ash-enriched compost has the potential to serve as a functional input because it combines the roles of organic matter, increased nutrient retention, and mineral supply. The novelty of this dissertation lies in integrating rarely encountered evaluation levels: the process of forming compost enriched with biochar and fly ash and its emissions, dose selection based on initial plant response and soil chemical properties, and pineapple cultivation for one cycle until the first harvest, combined with the life cycle assessment (LCA) principle approach.

The research consisted of three experiments: (1) examining the process of making compost enriched with biochar and fly ash, and the quality of the product produced by selecting the best doses of seven formulations of compost enriched with biochar and fly ash on pineapple plants in polybags until three months after planting; (2) testing three selected doses on pineapple cultivation in the field from planting to the first harvest; and (3) measuring emissions for analysis through an LCA principle-based approach.

The first experiments showed that biochar-enriched compost and fly ash had potential as ameliorant inputs during the early phase of plant growth. The differences in response to each ameliorant formulation indicate that the mixing time of biochar and fly ash during composting affects the final quality of the ameliorant and the nutrient dynamics after application to the soil. Based on all the parameters observed, three treatments were selected to continue at the stage of testing the field scale pineapple cultivation of the plant crop cycle (PC), namely treatment C (75% compost + 5% biochar + 20% fly ash mixed at the beginning of the composting process), treatment D (100% compost without the addition of biochar and fly ash), and treatment G (75% compost + 5% biochar + 20% fly ash mixed after the compost is cooked). Treatment C was selected as the formulation with the best soil chemical properties; treatment D was used as a compost-based comparator without enrichment; and treatment G was chosen to evaluate the effect of biochar and fly ash mixing time on the effectiveness of the ameliorant at the scale of field cultivation.

The second experiment explained that compost enriched with biochar and fly ash was able to influence the soil–pineapple system in the plant crop (PC) cycle in the Ultisol land through changes in the chemical, physical, and biological properties of the soil, which were then seen from the morphophysiological responses of the plants. The three formulations tested, C treatment of 75% compost + 5% biochar + 20% fly ash with mixing at the beginning of the process is the formulation with the most potential in supporting the improvement of soil quality and the sustainability of pineapple cultivation on Ultisol land because it is able to improve soil quality, reduce the limiting acidity, improving soil biological function, and supporting plant growth and physiological activity in the PC cycle.

The third experiment shows that the sustainability of pineapple cultivation in the plant crop cycle (PC) can be assessed using the Life Cycle Assessment (LCA) approach by integrating greenhouse gas emissions, productivity, emission intensity per unit of yield, and supporting indicators of product safety. Treatment C produces the lowest emission intensity of 0.14 kg CO₂-eq kg⁻¹ fruit, compared to D and G, with the highest yield of 117 454 kg ha⁻¹. Treatment C not only reduces the emission burden but also has the potential to also increase environmental efficiency by enabling the production of fruit with lower emissions per unit yield. The heavy metal content in the fruit showed that Pb and Cd were at low levels and did not increase due to the application of biochar and fly ash-enriched compost. This finding proves that C treatment with 75% compost + 5% biochar + 20% fly ash by mixing at the beginning of the process has relative potential under this study condition because it produces the best combination of higher productivity, lower kg⁻¹ of fruit emission intensity, and safe product safety indicators.

Keywords: aluminum, alkaline cations, emissions, organic waste, ultisol.



- 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 karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PERBAIKAN SISTEM BUDIDAYA NANAS BERKELANJUTAN MELALUI APLIKASI KOMPOS DIPERKAYA BIOCHAR DAN ABU TERBANG DENGAN PENDEKATAN PENILAIAN DAUR HIDUP

FENI SHINTARIKA

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor
pada Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**PROGRAM STUDI AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S.
- 2 Prof. Dr. Ir. Iskandar

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S.
- 2 Dr. Idha Widi Arsanti, S.P., M.Si



Judul Disertasi : Perbaikan Sistem Budidaya Nanas Berkelanjutan melalui Kompos Diperkaya *Biochar* dan Abu Terbang dengan Pendekatan Penilaian Daur Hidup

Nama : Feni Shintarika
NIM : A2602222014

Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta
Pembimbing 2:
Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si

Pembimbing 3:
Atfritedy Limin, Ph.D

Pembimbing 4:
Dr. Abdul Roni Angkat, S.TP., M.Si

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta
NIP 19590813 198303 1 003
Dekan Fakultas Pertanian :
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr
NIP 19690212 199203 1 003





- 

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Februari 2023 sampai Juni 2025 ini adalah pengembangan sistem budidaya nanas berkelanjutan melalui skenario perbaikan amelioran, dengan judul “Perbaikan Sistem Budidaya Nanas Berkelanjutan melalui Kompos Diperkaya *Biochar* dan Abu Terbang dengan Pendekatan Penilaian Daur Hidup”. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta selaku ketua komisi pembimbing, Prof. Dr. Edi Santosa, S.P., M.Si., Atfritedy Limin, Ph.D., Dr. Abdul Roni Angkat, S.TP., M.Si selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran hingga penyelesaian disertasi ini.
2. Kepala Badan PPSDMP, Kepala Pusat Pelatihan Pertanian dan Kepala Balai Pelatihan Pertanian Lampung, Kementerian Pertanian atas kesempatan yang diberikan sehingga penulis memperoleh beasiswa untuk melanjutkan pendidikan S3.
3. Dosen penguji luar komisi Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S. dan Prof. Dr. Ir. Iskandar yang telah memberikan saran dan perbaikan untuk kesempurnaan penulisan disertasi ini.
4. Dr. Idha Widi Arsanti, S.P., M.P. Kepala badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian Kementerian Pertanian sebagai penguji luar komisi sidang promosi.
5. Ketua Program Studi Agronomi dan Hortikultura, seluruh dosen pengajar, tenaga kependidikan dan staf lapangan atas bantuan dan layanan selama proses studi.
6. Pimpinan Perkebunan nanas di Lampung, khususnya tim RnD yang telah memberikan bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian lapangan.
7. Ayahanda H. Rasjid Pranoto, B.Sc (Alm) dan Ibu Hj. Siti Amonah, A.Ma atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang senantiasa diberikan kepada penulis sehingga sampai saat sekarang.
8. Suami tercinta Iqbal Imannulloh, S.Si. dan Ananda Siti Qinandra El Shaleena serta Zaqir Giandra Al Tsaqiif (alm) yang dengan penuh kesabaran, pengertian, kasih sayang, dan doa telah mendampingi serta memberikan kekuatan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
9. Kepada seluruh keluarga besar, Mas Heri, Mba Yeti dan Mba Epi terima kasih atas doa, perhatian, motivasi, dan dukungan yang tidak pernah terputus.
10. Seluruh rekan mahasiswa Program Doktor Agronomi dan Hortikultura khususnya angkatan 2022 serta rekan seperjuangan tugas belajar Kementan. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Feni Shintarika

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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	i
DAFTAR LAMPIRAN	i
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	9
1.4 Manfaat	10
1.5 Kebaruan (<i>novelty</i>)	11
1.6 Hipotesis	12
II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Tanaman Nanas	13
2.2 Siklus <i>plant crop</i> pada tanaman nanas	15
2.3 Bahan pembenah tanah dan media tumbuh fungsional untuk budidaya nanas berkelanjutan	17
2.4 Penilaian Daur Hidup (LCA) pada Budidaya Nanas	22
III PRODUKSI DAN SELEKSI DOSIS KOMPOS DIPERKAYA <i>BIOCHAR</i> DAN ABU TERBANG UNTUK PERBAIKAN BUDIDAYA NANAS BERKELANJUTAN	24
3.1 Pendahuluan	25
3.2 Tujuan Penelitian	26
3.3 Metode Penelitian	26
3.4 Hasil dan Pembahasan	31
3.5 Simpulan	43
IV PERBAIKAN SISTEM TANAH-TANAMAN NANAS PADA SIKLUS <i>PLANT CROP</i> DENGAN APLIKASI KOMPOS DIPERKAYA <i>BIOCHAR</i> DAN ABU TERBANG	45
4.1 Pendahuluan	46
4.2 Tujuan Penelitian	47
4.3 Metode Penelitian	47
4.4 Hasil dan Pembahasan	51
4.5 Simpulan	67
V ANALISIS KEBERLANJUTAN BUDIDAYA NANAS PADA SIKLUS <i>PLANT CROP</i> MELALUI PENDEKATAN PENILAIAN DAUR HIDUP	68
5.1 Pendahuluan	69
5.2 Tujuan Penelitian	71
5.3 Metode Penelitian	71
5.4 Hasil dan Pembahasan	74
5.5 Simpulan	90
VI PEMBAHASAN UMUM	92
VII SIMPULAN DAN SARAN UMUM	97
7.1 Simpulan Umum	97
7.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	116
RIWAYAT HIDUP	122



DAFTAR TABEL

1	Potensi pemanasan global oleh GRK (IPCC 2012)	23
2	Karakteristik bahan baku proses produksi amelioran	28
3	Karakter sifat kimia hasil amelioran pada beberapa formula	37
4	Karakteristik hasil amelioran pada beberapa formula	38
5	Nilai pH dan C-organik pada beberapa formula amelioran	42
6	Respon sifat kimia tanah terhadap beberapa formula amelioran	43
7	Respon sifat fisik dan biologi tanah terhadap kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang	51
8	Respons fisiologi tanaman nanas siklus PC terhadap kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang	64
9	Kontribusi sumber emisi terhadap terhadap Total GWP	77
10	Pengaruh aplikasi amelioran terhadap estimasi emisi CH ₄ selama satu siklus budidaya nanas PC	79
11	Pengaruh aplikasi amelioran terhadap estimasi emisi N ₂ O selama satu siklus budidaya nanas PC	82
12	Pengaruh aplikasi amelioran terhadap estimasi emisi CO ₂ selama satu siklus budidaya nanas PC	84
13	Neraca parsial karbon dan nitrogen selama satu siklus budidaya nanas PC	87
14	Kandungan logam berat buah nanas dan nilai ambang batas berdasarkan standar keamanan pangan	89

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur morfologi tanaman nanas (Sanewski <i>et al.</i> 2018)	13
2	Dinamika suhu selama proses awal pengomposan pada berbagai formula amelioran	33
3	Respons morfologi tanaman nanas pada polybag terhadap aplikasi beberapa formula amelioran; tinggi tanaman (a) dan jumlah daun (b)	39
4	Respons sifat kimia selama satu siklus budidaya tanaman nanas PC terhadap aplikasi kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang; pH (a); C-organik (b); kejenuhan alumunium (c); dan kapasitas tukar kation (KTK) efektif (d). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT ($p \leq 0.05$).	53
5	Kandungan hara tanah selama satu siklus budidaya tanaman nanas PC terhadap aplikasi kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang; total nitrogen (a); fosfor tersedia (b); kalium yang dapat dipertukarkan (c); kalsium yang dapat dipertukarkan (d); dan magnesium yang dapat dipertukarkan (e). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT ($p \leq 0.05$).	58
6	Respons morfologi selama satu siklus budidaya tanaman nanas PC terhadap aplikasi kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang; tinggi tanaman (a); jumlah daun (b); panjang daun D (c); dan lebar daun D (d). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT ($p \leq 0.05$).	62
7	Korelasi antara morfofisiologi tanaman dan perbaikan fisik, kimia dan biologi tanah pada penggunaan kompos diperkaya <i>biochar</i> dan abu terbang sebagai ameliorasi; TT_10: tinggi tanaman pada 10 BST; JD_10: jumlah daun pada 10 BST; PDL_10: panjang daun D pada 10 BST; LDL_10: lebar daun D pada 10 BST; NT_3: nitrogen tanah pada 3 BST; PT_3: fosfor tanah pada 3 BST; KT_3: kalium tanah pada 3 BST; CaT_3: kalsium tanah pada 3 BST; MgT3: magnesium tanah pada 3 BST; Alld_3: Alumunium yang dapat dipertukarkan pada 3 BST; Alsat_3: kejenuhan alumunium pada 3 BST; KTKef_3: kapasitas tukar kation efisien pada 3 BST; Fungi_6: Kandungan fungi aerob pada 6 BST; Kom_6: kompaksi kedalaman 0-20 cm pada 6 BST	66
8	Lingkup penilaian daur hidup budidaya nanas siklus <i>plant crop</i>	75
9	Dinamika emisi CH ₄ pada budidaya nanas selama satu siklus pc pada berbagai amelioran. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji bnt ($p \leq 0.05$)	81
10	Dinamika emisi N ₂ O pada budidaya nanas selama satu siklus pc pada berbagai amelioran. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji bnt ($p \leq 0.05$)	83
11	Dinamika emisi CO ₂ pada budidaya nanas selama satu siklus pc pada berbagai amelioran.	85
12	Pengaruh aplikasi amelioran terhadap (a) Hasil dan (b) Kandungan Logam Berat Buah Nanas selama satu siklus tanaman nanas PC. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji BNT ($p \leq 0.05$)	90

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.

Biplot PCA menampilkan hubungan antar variabel morfofisiologi, sifat tanah, emisi GRK dan pemisahan antar perlakuan (C, D dan G). 94





DAFTAR LAMPIRAN

1	Rata-rata curah hujan, suhu dan kelembaban selama percobaan	117
2	Hasil penilaian dampak GRK ha ⁻¹ siklus ⁻¹	118
3	Hasil penilaian dampak GRK untuk menghasilkan 1 kilogram buah nanas	119
4	Neraca karbon parsial pada budidaya nanas siklus <i>plant crop</i> (pc)	120
5	Neraca nitrogen parsial pada budidaya nanas siklus <i>plant crop</i> (pc)	121

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.



- 