

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PIROLISIS
TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOCHAR AMPAS TEBU DAN SERBUK
GERGAJI KAYU PUSPA***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



WAN RYAN ASRI

08031281722023

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PIROLISIS TERHADAP KARAKTERISTIK BIOCHAR AMPAS TEBU DAN SERBUK GERGAIJ KAYU PUSPA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

WAN RYAN ASRI
08031281722023

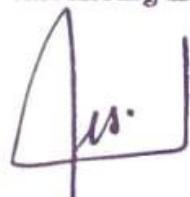
Indralaya, 05 Juli 2021

Pembimbing I



Dr. Ady Mara, M.Si
NIP. 196404301990031003

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pirolisis Terhadap Karakteristik *Biochar* Ampas Tebu dan Serbuk Gergaji Kayu Puspa" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 02 Juli 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

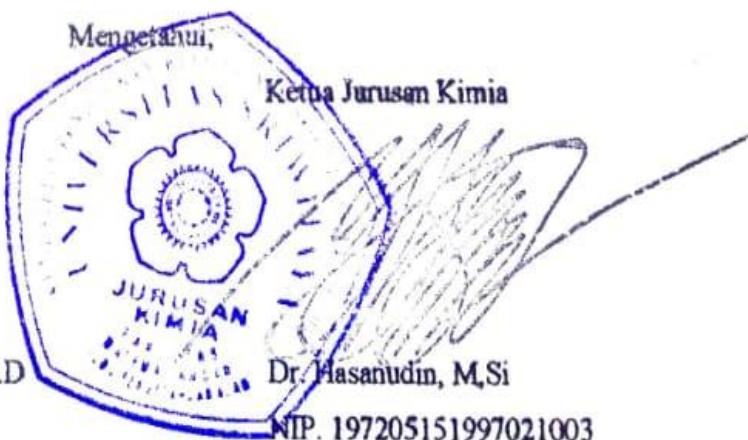
Indralaya, 05 Juli 2021

Ketua :

1. Dr. Ady Mara, M.Si
NIP. 196704191993031001

Anggota :

2. Dr. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001
3. Prof. Dr. Elfitra, M.S.
NIP. 196903261994122001
4. Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Wan Ryan Asri

NIM : 08031281722023

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 05 Juli 2021

Penulis,



Wan Ryan Asri
NIM. 08031181722002

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Wan Ryan Asri
NIM : 08031281722023
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,

Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pirolisis Terhadap Karakteristik *Biochar* Ampas Tebu dan Serbuk Gergaji Kayu Puspa”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Indralaya, 5 Juli 2021

Penulis,



Wan Ryan Asri

NIM. 08031281722023

SUMMARY

EFFECTS OF PYROLYSIS TEMPERATURE AND TIME ON CHARACTERISTICS OF SUGARCANE BAGASSE AND PUSPA WOOD SAWDUST BIOCHAR

Wan Ryan Asri: Supervised by Dr. Ady Mara, M.Si and Dr. Desnelli, M.Si
Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvi+ 90 pages, 16 pictures, 8 attachments

Biochar is an alternative material that rich in carbon content obtained through the pyrolysis method. Biochar can supply nutrients and reported could increase plant productivity. Sources of biomass such as bagasse and puspa wood sawdust have the potential to be converted into biochar because they are abundantly available and contain relatively large cellulose and hemicellulose that beneficial for plants. Sugarcane bagasse and puspa sawdust biochar in this study were made using the pyrolysis method with temperature variations of 300, 350, 400, 450, 500°C and time of 30, 60, 90 minutes. The characteristic biochar that determined were pH, yield, ash content and volatile matter using the gravimetric method, C-organic and P₂O₅ content using the UV-Vis spectrophotometer method, total N-content using the Kjeldahl method, and K₂O content using flame photometer. The data analysis showed that the higher the temperature, therefore the yield, volatile matter, and C-organic content decreased and the pH, ash content increased, while the total-N content, P₂O₅ content, and K₂O content from the pyrolysis temperature 300-450°C has increased then decreased at a temperature of 500°C. In addition, the longer the pyrolysis time, the yield, volatile matter decreased and the pH, ash content increased, while the total-N content, P₂O₅ content, K₂O content, and C-organic content from pyrolysis time 30-60 minutes has increased then decreased at 90 minutes. The optimum condition for puspa wood sawdust biochar obtained at 450°C and 60 minutes respectively with a characteristics pH 7.26, yield 36.22%, ash content 2.70%, volatile matter content 53.73%, Organic-C content 7.36%, total-N content 1.16%, P₂O₅ content 2.92%, and K₂O content 0.96% while sugarcane bagasse biochar obtained at 450°C and 60 minutes respectively with a pH 7.61, yield 35.49%, ash content 2.87%, volatile matter content 49.57%, Organic-C content 7.20%, total-N content 1.35%, P₂O₅ content 4.61% and K₂O content 1.44%.

Keywords : Biochar, Puspa wood sawdust, sugarcane bagasse, pyrolysis

Citation : 107 (1988-2020)

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PIROLISIS TERHADAP KARAKTERISTIK *BIOCHAR* AMPAS TEBU DAN SERBUK GERGAJI KAYU PUSPA

Wan Ryan Asri : Dibimbing Oleh Dr. Ady Mara, M.Si dan Dr. Desnelli, M.Si Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xvi + 90 halaman, 16 gambar, 8 lampiran

Biochar adalah bahan tambahan alternatif kaya akan kandungan karbon yang diperoleh melalui metode pirolisis. *Biochar* dapat memasok unsur hara dan dilaporkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Sumber biomassa seperti ampas tebu dan serbuk gergaji kayu puspa berpotensi untuk dikonversi menjadi *biochar* karena tersedia secara melimpah dan memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang relatif besar. *Biochar* ampas tebu dan serbuk gergaji pada penelitian ini dibuat menggunakan metode pirolisis dengan variasi temperatur 300, 350, 400, 450, 500°C dan waktu pirolisis 30, 60, 90 menit. Karakteristik *biochar* yang ditentukan adalah pH, rendemen, kadar abu dan kadar zat terbang menggunakan metode gravimetri, kadar C-organik dan P₂O₅ menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis, kadar N-total menggunakan metode Kjeldah, dan kadar K₂O menggunakan fotometer nyala. Analisa data menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka rendemen, kadar zat terbang, dan C-organik yang dihasilkan semakin menurun dan pH, kadar abu, semakin meningkat, sementara kadar N-total, kadar P₂O₅, dan kadar K₂O dari temperatur pirolisis 300-450°C mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan pada temperatur 500°C. Selain itu, semakin lama waktu pirolisis maka rendemen, kadar zat terbang yang dihasilkan semakin menurun dan pH, kadar abu, semakin meningkat, sementara kadar N-total, kadar P₂O₅, kadar K₂O, dan kadar C-organik dari waktu pirolisis 30-60 menit mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan pada waktu 90 menit. Kondisi optimum untuk *biochar* serbuk gergaji kayu puspa diperoleh pada temperatur 450°C selama 60 menit dengan karakteristik pH 7,26, rendemen 36,22%, kadar abu 2,70%, kadar zat terbang 53,73%, kadar C-organik 7,36%, kadar N-total 1,16%, kadar P₂O₅ 2,92%, dan kadar K₂O 0,96% sedangkan *biochar* ampas tebu diperoleh pada temperatur 450°C selama 60 menit dengan pH 7,61, rendemen 35,49%, kadar abu 2,87%, kadar zat terbang 49,57%, kadar C-organik 7,20%, kadar N-total total 1,35%, kadar P₂O₅ 4,61% dan kadar K₂O 1,44%.

Kata Kunci : *Biochar*, Serbuk gergaji kayu puspa, Ampas tebu, Pirolisis

Kepustakaan : 107 (1988-2020)

HALAMAN PERSEMPAHAN

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dari kamu sekalian dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat”
(QS. Al Mujadalah 58:11)

“Bersikaplah konsisten, kurangi banyak bicara dan tunjukkan kinerja”

-HD-

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- ❖ Allah Subhanahu Wa Ta’ala
- ❖ Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi Wa Sallam

Dan kupersembahkan kepada:

1. Orang tuaku dan adik-adikku
2. Dosen Pembimbingku
3. Teman-temanku
4. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: "Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pirolisis Terhadap Karakteristik *Biochar* Ampas Tebu dan Serbuk Gergaji Kayu Puspa". Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Ady Mara, M.Si** dan Ibu **Dr. Desnelli, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis hingga akhirnya tiba masanya srikpsi ini selesai ditulis.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi Wa Sallam atas segala rahmat dan ridho-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Miksusanti, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si., Ibu Fahma Riyanti, M.Si., dan Ibu Dra. Fatma, M.S. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana, atas masukan selama penyusunan skripsi.
7. Bapak Dr. Hasanudin, yang telah mengakomodasi keperluan penelitian, ikut serta membimbing penulis di laboratorium selama tugas akhir, dan mengajak penulis berpartisipasi dan belajar dalam berbagai kegiatan di jurusan, fakultas, maupun luar kampus.
8. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.

9. Analis Laboratorium Kimia FMIPA (Yuk Niar, Yuk Nur dan Yuk Yanti).
10. Admin jurusan Kimia (Mbak Novi dan Kak Cosiin) yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan administrasi selama kuliah.
11. Kedua orang tua serta adik-adik penulis yang selalu mendoakan dan senantiasa memberikan dukungan serta semangat.
12. Puput, Reni, Nanda, Fingky, Rahma, Putam, Indah, Cik, Utari, Ega, Indi, terima kasih telah membersamai penulis mulai dari persiapan seminar proposal, penelitian di laboratorium, belajar dan lembur bersama.
13. Jefri, Deni, Ramdan, Redo, Ianang lainnya dan penghuni kost griya, terima kasih sudah menjadi teman dan tempat berdiskusi penulis. Sukses buat kita semua.
14. Kimia angkatan 2017, terima kasih telah membersamai penulis selama perkuliahan, banyak pelajaran, rintangan, dan cerita yang telah dilalui bersama. Semoga dapat meraih apa yang kita impikan.
15. Kakak tingkat angkatan 2013-2016 dan adik tingkat 2018-2020, terima kasih banyak atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.
16. Semua orang yang telah membantu dan terlibat secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Semoga bantuan kalian menjadi kemudahan dalam menjalankan kehidupan yang dirahmati Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang

Indralaya, 05 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Media Tanam	4
2.2 <i>Biochar</i> Sebagai Media Tanam.....	5
2.3 Karakteristik <i>Biochar</i>	6
2.3.1 Keasaman <i>Biochar</i>	6
2.3.2 Kadar Unsur Hara	7
2.4 Limbah Ampas Tebu.....	8
2.5 Limbah Serbuk Gergaji Kayu Puspa.....	9
2.6 Pirolisis Lambat	10
2.7 Instrumentasi.....	12
2.7.1 Spektrofotometer UV-Vis	12
2.7.2 Fotometer Nyala.....	13
2.7.3 <i>pH Meter</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	15

3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1 Preparasi Bahan Baku <i>Biochar</i>	16
3.3.2 Pirolisis Bahan Baku <i>Biochar</i>	16
3.3.2.1 Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis.....	
Terhadap Karakteristik <i>Biochar</i>	16
3.3.2.2 Pengaruh Variasi Waktu Pirolisis.....	
Terhadap Karakteristik <i>Biochar</i>	16
3.3.3 Karakterisisasi <i>Biochar</i>	17
3.3.3.1 Penentuan Rendemen	17
3.3.3.2 Uji Keasaman	17
3.3.3.3 Analisa Kadar Abu	17
3.3.3.4 Analisa Kadar Zat Terbang	17
3.3.3.5 Analisa Kadar N Total Menggunakan	
Metode Kjeldahl	18
3.3.3.6 Analisa Kadar P ₂ O ₅ menggunakan	
Spektrofotometer UV-Vis	19
3.3.3.6.1 Pembuatan Deret Standar P	19
3.3.3.6.2 Pembuatan Pereaksi.....	
Molibdoavanadat.....	19
3.3.3.6.3 Preparasi dan Pengukuran	
Kadar P ₂ O ₅ <i>Biochar</i>	20
3.3.3.7 Analisa Kadar K ₂ O Menggunakan	20
Fotometer Nyala	
3.3.3.7.1 Pembuatan Deret Standar K	20
3.3.3.7.2 Preparasi dan Pengukuran Kadar	
K ₂ O <i>Biochar</i>	21
3.3.3.8 Analisa Kadar C-Organik Menggunakan	
Spektrofotometer UV-Vis.....	21
3.3.3.8.1 Pembuatan Pereaksi Kalium.....	21

Dikromat.....	
3.3.3.8.2 Pembuatan Deret Standar C	22
3.3.3.8.3 Pengukuran Kadar C-organik.....	
<i>Biochar</i>	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rendemen <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji Kayu Puspa dan.....	
Ampas Tebu	23
4.2 Nilai pH <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji Kayu Puspa dan	
Ampas Tebu	27
4.3 Persentase Kadar Abu <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji Kayu.....	
Puspa dan Ampas Tebu	30
4.4 Persentase Kadar Zat Terbang <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji.....	
Kayu Puspa dan Ampas Tebu.....	33
4.5 Persentase Kadar C-Organik <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji	
dan Kayu Puspa dan Ampas Tebu.....	35
4.6 Persentase Kadar N-Total <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji.....	
Kayu Puspa dan Ampas Tebu.....	37
4.7 Persentase Kadar P ₂ O ₅ <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji Kayu	
Puspa dan Ampas Tebu	40
4.8 Persentase Kadar K ₂ O <i>Biochar</i> Serbuk Gergaji Kayu	
Puspa dan Ampas Tebu	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap rendemen <i>biochar</i> serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu pirolisis 60 menit.....	23
Gambar 2. Pengaruh waktu pirolisis terhadap rendemen <i>biochar</i> gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur pirolisis ... 450°C	26
Gambar 3. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap pH <i>biochar</i> serbuk..... gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu pirolisis 60 menit.....	27
Gambar 4. Pengaruh waktu pirolisis terhadap pH <i>biochar</i> serbuk gergaji .. kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur pirolisis 450°C....	29
Gambar 5. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar abu <i>biochar</i> serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu pirolisis 60 menit.....	30
Gambar 6. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar abu <i>biochar</i> gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur pirolisis... 450°C	32
Gambar 7. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar zat terbang <i>Biochar</i> gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu pirolisis 60 menit.....	33
Gambar 8. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar zat terbang <i>biochar</i> ... gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur pirolisis... 450°C	34
Gambar 9. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar C-organik..... <i>Biochar</i> serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu pirolisis 60 menit.....	36
Gambar 10. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar C-organik <i>Biochar</i> serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur pirolisis 450°C.....	37
Gambar 11. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar N-total <i>biochar</i> ..	

serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu.....	
pirolisis 60 menit	38
Gambar 12. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar N-total <i>biochar</i>	
serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur	
pirolisis 450°C.....	39
Gambar 13. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kadar P ₂ O ₅ <i>biochar</i>	
serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu.....	
pirolisis 60 menit.....	40
Gambar 14. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar P ₂ O ₅ <i>biochar</i>	
serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur	
pirolisis 450°C.....	42
Gambar 15. Pengaruh Temperatur pirolisis terhadap kadar K ₂ O <i>biochar</i>	
serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada waktu.....	
pirolisis 60 menit.....	43
Gambar 16. Pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar K ₂ O <i>biochar</i>	
serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu pada temperatur	
pirolisis 450°C.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data dan perhitungan rendemen <i>biochar</i> serbuk gergaji kayu .. puspa dan ampas tebu.....	56
Lampiran 2. Data pH <i>biochar</i> serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu	59
Lampiran 3. Data dan perhitungan kadar abu <i>biochar</i> serbuk gergaji kayu... puspa dan ampas tebu.....	62
Lampiran 4. Data dan perhitungan kadar zat terbang <i>biochar</i> serbuk..... gergaji kayu puspa dan ampas tebu.....	66
Lampiran 5. Data dan perhitungan kadar C-organik <i>biochar</i> serbuk	70
gergaji kayu puspa dan ampas tebu.....	
Lampiran 6. Data dan perhitungan kadar N-total <i>biochar</i> serbuk gergaji..... kayu puspa dan ampas tebu.....	75
Lampiran 7. Data dan perhitungan kadar P ₂ O ₅ <i>biochar</i> serbuk gergaji..... kayu puspa dan ampas tebu.....	79
Lampiran 8. Data dan perhitungan kadar K ₂ O <i>biochar</i> serbuk gergaji	84
kayu puspa dan ampas tebu.....	
Lampiran 9. Data Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pirolisis	
Terhadap Karakteristik <i>Biochar</i> Ampas Tebu Dan Serbuk	
Gergaji Kayu Meranti	
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah adalah ekosistem alami yang kaya akan mineral, bahan organik, dan organisme yang berinteraksi secara dinamis. Tanah yang sehat akan berkorelasi positif terhadap produktifitas tanaman pertanian, sedangkan tanah yang telah terkontaminasi oleh berbagai polutan secara signifikan dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian (Yu *et al.* 2019; Zhang and Chen, 2017). Disisi lain, permintaan atas produksi tanaman pertanian semakin hari kian meningkat, sementara ketersediaan tanah yang subur semakin menipis (He *et al.* 2020). Oleh sebab itu, diperlukan media tanam untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas tanah.

Kualitas tanah dapat ditingkatkan dengan menambahkan berbagai bahan seperti kapur, zeolit, gambut, dan *biochar* pada tanah. Namun, penggunaan kapur dalam jangka panjang menyebabkan keseimbangan hara dalam tanah terganggu dan membuat kadar bahan organik merosot lebih cepat. Harga zeolit yang relatif mahal dan pemakaian yang tidak tepat juga membuat perbaikan kualitas tanah menjadi tidak efektif dan efisien (Dariah *et al.* 2015). Selain itu, gambut memerlukan waktu regenerasi yang panjang sehingga bersifat tidak terbarukan, memerlukan agregat seperti *perlite* yang harganya mahal, tidak berkelanjutan dan merusak lingkungan (Lévesque *et al.* 2020). Dibandingkan dengan bahan lainnya, *biochar* adalah bahan yang lebih ramah lingkungan, bebas polusi, dan terbarukan, sehingga dapat digunakan sebagai media tanam alternatif (Lahori *et al.* 2020).

Biochar berpotensi sebagai sebagai media tanam karena dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman (Zhang *et al.* 2019). Hal ini disebabkan *biochar* dapat memasok unsur hara (Purakayastha *et al.* 2019). Lebih lanjut, Ferjani *et al.* (2020) melaporkan bahwa kemampuan *biochar* untuk memasok unsur hara membuat *biochar* berpotensi sebagai *slow-release fertilizers* dan hal ini akan berkorelasi positif terhadap kesuburan tanah serta produktivitas tanaman. Pengaruh *biochar* terhadap agregat tanah juga telah dipelajari oleh Ahmadi, Ghasemi, and Sepaskhah (2020) bahwa penambahan *biochar* terhadap tanah dapat meningkatkan

agregat tanah sehingga kehilangan tanah dapat diminimalisir. Peningkatan agregat tanah ini didasari atas adanya kontribusi kandungan karbon *biochar* yang relatif besar.

Sumber biomassa seperti limbah kayu, sisa pertanian, dan kotoran hewan telah digunakan sebagai bahan baku *biochar*. Serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu adalah biomassa yang dilaporkan memiliki kadar selulosa dan hemiselulosa yang relatif besar sehingga ketika dipirolysis akan menghasilkan kandungan karbon yang relatif tinggi, hal ini akan menguntungkan bagi tanaman (Ahmad 2016; Amie and Nugraha 2014; Wang *et al.* 2017). *Biochar* dari biomassa jenis tersebut juga dilaporkan lebih stabil dibandingan jenis biomassa lainnya, serta memiliki luas permukaan dan porositas yang besar (Anam, Widodo, and Widyawati 2019; Pariyar *et al.* 2020). Karakteristik tersebut dilaporkan dapat menunjang peningkatan kualitas tanah (Palviainen *et al.* 2020). Badan Pusat Statistik (2017) melaporkan bahwa produksi tanaman tebu dan kayu puspa meningkat tiap tahunnya, hal ini akan sejalan dengan meningkatnya jumlah limbah. Limbah hasil produksi tersebut umumnya hanya dibuang saja, kurang bermanfaat, dan dikhawatirkan akan mengurangi kualitas dan estetika lingkungan. Hal tersebut dapat diatasi dengan mengubah limbah biomassa menjadi *biochar* kemudian dimanfaatkan sebagai media tanam.

Sifat fisiko-kimia *biochar* sangat dipegaruhi oleh berbagai parameter seperti jenis biomassa dan kondisi pirolisis seperti temperatur dan waktu (Tang *et al.* 2019). Sifat-sifat ini meliputi rendemen, pH, kadar abu, kadar zat terbang, kadar unsur hara (Liao and Thomas 2019; Tomczyk, Sokołowska, and Boguta 2020) dan belum dilaporkan untuk *biochar* ampas tebu dan serbuk gergaji kayu puspa pada studi temperatur 300-500°C dan waktu pirolisis selama 30-90 menit. Oleh karena itu, penelitian ini akan mempelajari pengaruh variasi temperatur dan waktu pirolisis terhadap rendemen, pH, kadar N-total, kadar P₂O₅, kadar K₂O, dan kadar C-organik dari *biochar* serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah: Bagaimana pengaruh variasi temperatur dan waktu pirolisis terhadap karakteristik seperti rendemen, pH, kadar N-total, kadar P₂O₅, kadar K₂O, dan kadar C-organik pada *biochar* serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian ini adalah: menentukan pengaruh temperatur dan waktu pirolisis terhadap karakteristik seperti rendemen, pH, kadar N-total, kadar P₂O₅, kadar K₂O, dan kadar C-organik pada *biochar* serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi temperatur dan waktu pirolisis terhadap karakteristik *biochar* limbah serbuk gergaji kayu puspa dan ampas tebu yakni rendemen, pH, kadar N-total, kadar P₂O₅, kadar K₂O, dan kadar C-organik

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z. S., Munaim, M. S. A., and Said, F. M. (2016). Characterization of Meranti Wood Sawdust And Removal Of Lignin Content Using Pre-Treatment Process. *Proceedings of the National Conference for Postgraduate Research*, 598-606.
- Ahmadi, S.H., Ghasemi, H., and Sepaskhah A. R. (2020). Rice Husk Biochar Influences Runoff Features, Soil Loss, and Hydrological Behavior of a Loamy Soil in a Series of Successive Simulated Rainfall Events. *Catena*, 192, 104587.
- Ahmed, A., Bakar, M. S. A., Sukri, R. S., Hussain, M., Farooq, A., Moogi, S., and Park, Y. K. (2020). Sawdust pyrolysis from the furniture industry in an auger pyrolysis reactor system for biochar and bio-oil production. *Energy Conversion and Management*, 226, 113502.
- Albalasmeh, A., Gharaibeh, M. A., Mohawesh, O., Alajlouni, M., Quzaih, M., Masad, M., and El Hanandeh, A. (2020). Characterization and Artificial Neural Networks Modelling of Methylene Blue Adsorption of Biochar Derived from Agricultural Residues: Effect of Biomass Type, Pyrolysis Temperature, Particle Size. *Journal of Saudi Chemical Society*.
- Anam, A. C., Widodo, A., dan Widyawati, Y. (2019). Karakterisasi Biobriket Berbasis Serbuk Gergaji Kayu Meranti (*Shorea Pinanga*) Dengan Proses Pirolisis. *Prosiding Applicable Innovation of Engineering and Science Research*, 437-443.
- Asyifa, D, Gani, A., and Rahmayani, R. F. I. (2019). Karakteristik Biochar Hasil Pirolisis Ampas Tebu (*Sacharum Officanarum*, Linn) Dan Aplikasinya Pada Tanaman Seledri (*Apium Graveolens L*). *Jurnal IPA and Pembelajaran IPA*, 3(1), 15–20.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Produksi Kehutanan 2017*. Indonesia, Badan Pusat Statistik.
- Basu, P. (2013). *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction (Second Edition)* Chapter 5: Pyrolysis. Boston, Academic Press.
- Bera, T., Purakayastha, T. J., Patra, A. K., and Datta, S. C. (2018). Comparative analysis of physicochemical, nutrient, and spectral properties of agricultural residue biochars as influenced by pyrolysis temperatures. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(2), 1115-1127.
- Budiman, A., Daniyanto, Pradana, Y. S., Merdekawati, A., Seniorita, L. dan Prasakti, L. (2018). *Biomassa: Anugrah dan Berkah yang belum Terjamah*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- Barista, E. M., Shultz, J., Matos, T. T., Fornari, M. R., Ferreira, T. M., Szpoganicz,

- B. and Mangrich, A. S. (2018). Effect of Surface and Porosity of Biochar on Water Holding Capacity Aiming Indirectly at Preservation of the Amazon Biomer. *Scientific Reports*, 8(1), 1-9.
- Bhaskar, T., Bhavya, B., Singh, R., Naik, D. V., Kumar, A. and Goyal, H. B. (2011). *Biofuels: Chapter 3 Thermochemical Conversion of Biomass to Biofuels*. United Kingdom, Academic Press.
- Caro, C. A. (2017). *UV-VIS Fundamentals and Applications*. Mettler Toledo, Inggris.
- Cheng, H., Jones, D. L., Hill, P., Bastami, M. S., and Tu, C. L. (2018). Influence of Biochar Produced from Different Pyrolysis Temperature on Nutrient Retention and Leaching. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(6), 850–59.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W., and Pratiwi, E. (2015). Pemberian Tanah Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 9(2), 67–84.
- de Pinho, J. B., Bianchini, A., Pereira, P. S. X., Nunes, L. C., Daros, R. F., da Silva, J. G., and Castro, D. A. (2019). Sugarcane Biochar for Agricultural Use Produced in Different Conditions of Pyrolysis. *Journal of Experimental Agriculture International*, 38(4), 1–8.
- Dhar, S. A., Sakib, T. U., and Hilary, L. N. (2020). Effects of pyrolysis temperature on production and physicochemical characterization of biochar derived from coconut fiber biomass through slow pyrolysis process. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-17.
- Djoko, R. (2006). Sinkronisasi Mineralisasi Nitrogen dan Fosfor Biomasa Tumbuhan Dominan di Lahan Kering. *Buana Sains*, 6(2), 137-146.
- Ding, W., Dong, X., Ime, I. M., Gao, B., and Ma, L. Q. (2014). Pyrolytic Temperatures Impact Lead Sorption Mechanisms by Bagasse Biochars. *Journal of Chemosphere*, 105, 68–74.
- Direktorat Jendral Perkebunan. (2020). *Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020*. Jakarta, Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Domingues, R. R., Trugilho, P. F., Silva, C. A., Melo, I. C. N. D., Melo, L. C., Magriotis, Z. M., and Sanchez-Monedero, M. A. (2017). Properties of biochar derived from wood and high-nutrient biomasses with the aim of agronomic and environmental benefits. *PLoS one*, 12(5), e0176884.
- Eggleson, G., and Lima, I. (2015). Sustainability Issues And Opportunities In The Sugar And Sugar-Bioproduct Industries. *Journal Of Sustainability*, 7(9), 12209–12235.
- El-Gamal, E. H., Saleh, M., Elsokkary, I., Rashad, M., and Abd El-Latif, M. M

- (2017). Comparison Between Properties Of Biochar Produced By Traditional And Controlled Pyrolysis Comparison Between Properties Of Biochar Produced By Traditional And Controlled Pyrolysis. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38, 412-425.
- El-Naggar, A., El-Naggar, A. H., Shaheen, S. M., Sarkar, B., Chang, S. X., Tsang, D. C., and Ok, Y. S. (2019). Carbon Mineralization, and Potential Environmental Risk: A Review. *Journal of Environmental Management*, 241, 458–67.
- Fellet, G., Marchiol, L., Delle Vedove, G., and Peressotti, A. (2011). Application of biochar on mine tailings: effects and perspectives for land reclamation. *Chemosphere*, 83(9), 1262-1267.
- Ferjani, A. I., Jellali, S., Akroud, H., Limousy, L., Hamdi, H., Thevenin, N., and Jeguirim, M. (2020). Nutrient Retention and Release from Raw Exhausted Grape Marc Biochars and an Amended Agricultural Soil: Static and Dynamic Investigation. *Environmental Technology and Innovation*, 19, 100885.
- Fernández-Ugalde, O., Gartzia-Bengoetxea, N., Arostegi, J., Moragues, L., and Arias-González, A. (2017). Storage and Stability of Biochar-Derived Carbon and Total Organic Carbon in Relation to Minerals in an Acid Forest Soil of the Spanish Atlantic Area. *Science of the Total Environment*, 587, 204–213.
- Figueredo, N. A. D., Costa, L. M. D., Melo, L. C. A., Siebeneichlerd, E. A., and Tronto, J. (2017). Characterization of Biochars from Different Sources and Evaluation of Release of Nutrients and Contaminants. *Revista Ciencia Agronomica* 48(3): 395–403.
- Gentili, R., Ambrosini, R., Montagnani, C., Caronni, S., and Citterio, S. (2018). Effect of soil pH on the growth, reproductive investment and pollen allergenicity of Ambrosia artemisiifolia L. *Frontiers in plant science*, 9, 1335.
- Hasan, Öz. (2018). A New Approach to Soil Solarization: Addition of Biochar to the Effect of Soil Temperature and Quality and Yield Parameters of Lettuce (*Lactuca Sativa L. Duna*). *Scientia Horticulturae*, 228, 153–61.
- He, K., He, G., Wang, C., Zhang, H., Xu, Y., Wang, S., and Hu, R. (2020). Biochar Amendment Ameliorates Soil Properties and Promotes Miscanthus Growth in a Coastal Saline-Alkali Soil. *Applied Soil Ecology*, 155, 103674.
- Helmsaari, H. S., Kaarakka, L., and Olsson, B. A. (2014). Increased Utilization of Different Tree Parts for Energy Purposes in the Nordic Countries. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29(4), 37–41.
- Idowu, J., and Flynn, R. (2013). *Understanding Soil Health for Production Agriculture in New Mexico*. NM State University, Cooperative Extension Service.

- Ippolito, J. A., Spokas, K. A., Novak, J. M., Lentz, R. D., and Cantrell, K. B. (2015). *Biochar for Environmental Management: Biochar Elemental Composition and Factors Influencing Nutrient Retention*. United Kingdom, Routledge.
- Jeffery, S., Abalos, D., Prodana, M., Bastos, A. C., Van Groenigen, J. W., Hungate, B. A., and Verheijen, F. (2017). Biochar Boosts Tropical but Not Temperate Crop Yields. *Geophysical Research Letters*, 12(5), 053001.
- Joseph, S., Pow, D., Dawson, K., Rust, J., Munroe, P., Taherymoosavi, S., and Solaiman, Z. M (2020). Biochar Increases Soil Organic Carbon, Avocado Yields and Economic Return over 4 Years of Cultivation. *Science of the Total Environment*, 724, 138153.
- Joshua, J. A., Ahiekpor, J. C., and Kuye, A. (2016). Nigerian hardwood (*Nesogordonia papaverifera*) sawdust characterization: Proximate analysis, cellulose and lignin contents. *Lignocellulose*, 5(1), 50-58.
- Karastogianni, S., S. Girousi, and S. Sotiropoulos. (2016). *Encyclopedia of Food and Health PH: Principles and Measurement*. Oxford, Elsevier.
- Kaudal, B. B., Chen, D., Madhavan, D. B., Downie, A., and Weatherley, A (2016). An Examination of Physical and Chemical Properties of Urban Biochar for Use as Growing Media Substrate. *Biomass and Bioenergy*, 84, 49–58.
- Krishaditorsanto, R., Dato, T. O. D., and Manu, A. E. (2017). Perubahan Kandungan Nutrisi dan Kecernaan in vitro Serbuk Gergaji Hasil Biokonversi Menggunakan Inokulum Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Level Suplementasi Urea yang Berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(2), 124-132.
- Lahori, A. H., Mierzwa-Hersztek, M., Demiraj, E., Sajjad, R. U., Ali, I., Shehnaz, H., and Zhang, Z.. (2020). Direct and Residual Impacts of Zeolite on the Remediation of Harmful Elements in Multiple Contaminated Soils Using Cabbage in Rotation with Corn. *Chemosphere*, 250, 126317.
- Lam, W. C., Kwan, T. H., Budarin, V. L., Mubofu, E. B., Fan, J., and Lin, C. S. K (2014). *Introduction to Chemicals from Biomass: Pretreatment and Thermochemical and Biological Processing of Biomass*. Chichester, Wiley.
- Lévesque, V., Jeanne, T., Dorais, M., Ziadi, N., Hogue, R., and Antoun, H. (2020). Biochars Improve Tomato and Sweet Pepper Performance and Shift Bacterial Composition in a Peat-Based Growing Medium. *Applied Soil Ecology*, 153, 103579.
- Li-An'Amie, N. L., dan Nugraha, A. (2014). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Product Desain*, 3(1), 1–7.
- Liu, Z., Zhang, F., Liu, H., Ba, F., Yan, S., and Hu, J. (2018). Pyrolysis/gasification of pine sawdust biomass briquettes under carbon dioxide atmosphere: Study

- on carbon dioxide reduction (utilization) and biochar briquettes physicochemical properties. *Bioresource technology*, 249, 983-991.
- Luo, C., Yang, J., Chen, W., and Han, F (2020). Effect of Biochar on Soil Properties on the Loess Plateau: Results from Field Experiments. *Geoderma*, 369, 114323.
- Marchetti, R., and Castelli, F. (2013). Biochar from Swine Solids and Digestate Influence Nutrient Dynamics and Carbon Dioxide Release in Soil. *Journal of environmental quality*, 43(3), 893-901.
- Mašek, O., Brownsort, P., Cross, A., and Sohi, S. (2013). Influence of production conditions on the yield and environmental stability of biochar. *Fuel*, 103, 151-155.
- Mensah, A. K., and Frimpong, K. A. (2018). Biochar and/or Compost Applications Improve Soil Properties, Growth, and Yield of Maize Grown in Acidic Rainforest and Coastal Savannah Soils in Ghana. *International Journal of Agronomy*.
- Moradi-Choghamarani, F., Moosavi, A.A., and Baghernejad, M. (2019). Determining Organo-Chemical Composition of Sugarcane Bagasse-Derived Biochar as a Function of Pyrolysis Temperature Using Proximate and Fourier Transform Infrared Analyses. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 138(1), 331–342.
- Mukome, F. N., Zhang, X., Silva, L. C., Six, J., and Parikh, S. J. (2013). Use of Chemical and Physical Characteristics To Investigate Trends in Biochar Feedstocks. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(9), 2196-2204.
- Moradi-choghamarani, F., Moosavi, A. A., Sepaskhah, A.R., and Baghernejad, M. (2019). Physico-Hydraulic Properties of Sugarcane Bagasse-Derived Biochar : The Role of Pyrolysis Temperature. *Cellulose*, 26(12), 7125-2143.
- Masrun, A. (2018). Analisa Kadar C-Organik Pada Tanah Dengan Metode Spektrofotometri Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). *Skripsi*, Universitas Sumatra Utara.
- Mazlan, M. A. F., Uemura, Y., Osman, N. B., and Yusup, S. (2015). Characterizations of Bio-Char from Fast Pyrolysis of Meranti Wood Sawdust. *Journal of Physics: Conference Series*, 622(1), 7.
- Naeem, M. A., Khalid, M., Arshad, M., and Ahmad, R. (2014). Yield and nutrient composition of biochar produced from different feedstocks at varying pyrolytic temperatures. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(1).
- Nigam, P. S. N., and Pandey, A. (2009). *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation: Utilisation of Agro-Residues*. Belanda, Springer Science and Business Media.

- Novak, J. M., Lima, I., Xing, B., Gaskin, J. W., Steiner, C., Das, K. C., and Schomberg, H. (2009). Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of Environmental Science*, 3(1), 195-206.
- Nwajiaku, I. M., Olanrewaju, J. S., Sato, K., Tokunari, T., Kitano, S., and Masunaga, T. (2018). Change in nutrient composition of biochar from rice husk and sugarcane bagasse at varying pyrolytic temperatures. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(4), 269-276.
- Mateus, R., Kantur, D., dan Moy, L. M. (2017). Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pemberah Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. Agrotrop: *Journal on Agriculture Science*, 7(2), 99-108.
- Palviainen, M., Aaltonen, H., Laurén, A., Köster, K., Berninger, F., Ojala, A., and Pumpanen, J. (2020). Biochar Amendment Increases Tree Growth in Nutrient-Poor, Young Scots Pine Stands in Finland. *Forest Ecology and Management*, 474, 118362.
- Patti, P. S., Kaya, E., dan Silahooy, C. (2018). Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*, 2(1), 51-58.
- Pratami, L. W. D., Ariswati, H. G., and Titisari, D. (2020). Effect of Temperature on PH Meter Based on Arduino Uno With Internal Calibration. *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 2(1), 23–27.
- Pariyar, P., Kumari, K., Jain, M. K., and Jadhao, P. S. (2020). Evaluation of Change in Biochar Properties Derived from Different Feedstock and Pyrolysis Temperature for Environmental and Agricultural Application. *Science of the Total Environment*, 713, 136433.
- Patabang, D. (2013). Karakteristik Termal Briket Arang Serbuk Gergaji. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 410–15.
- Pollex, A., Ortwein, A., and Kaltschmitt, M. (2012). Thermo-Chemical Conversion of Solid Biofuels. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2(1), 21–39.
- Prashar, P., and Shah, S. (2016). *Sustainable Agriculture Reviews: Impact of Fertilizers and Pesticides on Soil Microflora in Agriculture*. Cham, Springer.
- Purakayastha, T. J., Bera, T., Bhaduri, D., Sarkar, B., Mandal, S., Wade, P., and Tsang, D. C. (2019). A Review on Biochar Modulated Soil Condition Improvements and Nutrient Dynamics Concerning Crop Yields: Pathways to Climate Change Mitigation and Global Food Security. *Chemosphere*, 227,

345–65.

- Purwanto, D. (2015). Pengaruh ukuran partikel tempurung sawit dan tekanan kempa terhadap kualitas biobriket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(4), 303-313.
- Racioppi, M., Tartaglia, M., la Rosa, D., María, J., Marra, M., Lopez-Capel, E., and Rocco, M. (2020). Response of Ancient and Modern Wheat Varieties to Biochar Application : Effect on Hormone and Gene Expression Involved in Germination and Growth. *Agronomy*, 10(5), 2–11.
- Rawat, J., Saxena, J., and Sanwal, P. (2019). *Biochar : A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties*. United Kingdom, IntechOpen.
- Rehrah, D., Reddy, M. R., Novak, J. M., Bansode, R. R., Schimmel, K. A., Yu, J., and Ahmedna, M. (2014). Production and characterization of biochars from agricultural by-products for use in soil quality enhancement. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 108, 301-309.
- Sanchez-Monedero, M. A., Cayuela, M. L., Roig, A., Jindo, K., Mondini, C., and Bolan, N. (2018). Role of Biochar as an Additive in Organic Waste Composting. *Bioresource Technology*, 247, 1155–64.
- Savou, V., Grause, G., Kumagai, S., Saito, Y., Kameda, T., and Yoshioka, T. (2019). Pyrolysis of sugarcane bagasse pretreated with sulfuric acid. *Journal of the Energy Institute*, 92(4), 1149-1157.
- Sridevi, A., Narasimha, G., Ramanjaneyulu, G., Dileepkumar, K., Reddy, B. R., and Devi, P. S. (2015). Saccharification of pretreated sawdust by Aspergillus niger cellulase. *3 Biotech*, 5(6), 883-892.
- Sharma, S. P. (2018). *Chapter 20: Biochar for Carbon Sequestration: Bioengineering for Sustainable Environment*. India, Academic Press.
- Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibuan, R. (2013). Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26-30.
- Sjöström, E. (1993). The Structure of Wood. *Wood Chemistry*, 1–20.
- Standar Nasional Indonesia. (2012). SNI 2803-2012. *Pupuk NPK Padat*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI 01-6235-2000. *Briket Arang Kayu*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Song, S., Arora, S., Laserna, A. K. C., Shen, Y., Thian, B. W., Cheong, J. C., and Ok, Y. S. (2020). Biochar for Urban Agriculture: Impacts on Soil Chemical Characteristics and on Brassica Rapa Growth, Nutrient Content and Metabolism over Multiple Growth Cycles. *Science of the Total Environment*, 727, 138742.

- Stylianou, M., Christou, A., Dalias, P., Polycarpou, P., Michael, C., Agapiou, A., and Fatta-Kassinos, D. (2020). Physicochemical and Structural Characterization of Biochar Derived from the Pyrolysis of Biosolids, Cattle Manure and Spent Coffee Grounds. *Journal of the Energy Institute*.
- Sun, J., He, F., Pan, Y., & Zhang, Z. (2017). Effects of pyrolysis temperature and residence time on physicochemical properties of different biochar types. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 67(1), 12-22.
- Tang, J., Cao, C., Gao, F., and Wang, W. (2019). Effects of Biochar Amendment on the Availability of Trace Elements and the Properties of Dissolved Organic Matter in Contaminated Soils. *Environmental Technology and Innovation*, 16, 100492.
- Tomczyk, A., Sokołowska, Z., and Boguta, P. (2020). Biochar Physicochemical Properties: Pyrolysis Temperature and Feedstock Kind Effects. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 19(1), 191–215.
- Tag, A. T., Duman, G., Ucar, S., and Yanik, J. (2016). Effects of Feedstock Type and Pyrolysis Temperature on Potential Applications of Biochar. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 120, 200–206.
- Wang, Q., Han, K., Gao, J., Li, H., and Lu, C. (2017). The Pyrolysis of Biomass Briquettes: Effect of Pyrolysis Temperature and Phosphorus Additives on the Quality and Combustion of Bio-Char Briquettes. *Fuel*, 199, 488–96.
- Webber., III, C. L. White Jr, P. M., Petrie, E. C., Shrefler, J. W., and Taylor, M. J. (2015). Sugarcane Bagasse Ash as a Seedling Growth Media Component. *Journal of Agricultural Science*, 8(1), 1.
- Wright, M., Lima, I., and Bigner, R. (2016). Microbial and Physicochemical Properties of Sugarcane Bagasse for Potential Conversion to Value-Added Products. *International Sugar Journal*, 118(1410), 10-18.
- Whiting, D., Card, A., Wilson, and Reeder, J. (2015). *Soils Fertilizers and Soil Amendments: Soil pH*. Colorado, Colorado State University.
- Yu, H., Zhang, Z., Li, Z., and Chen, D. (2014). Characteristics of Tar Formation during Cellulose, Hemicellulose and Lignin Gasification. *Fuel*, 118, 250–56.
- Yu, H., Zou, W., Chen, J., Chen, H., Yu, Z., Huang, J., and Gao, B. (2019). Biochar Amendment Improves Crop Production in Problem Soils : A Review. *Journal of Environmental Management*, 232, 8–21.
- Yu, P., Li, Q., Huang, L., Niu, G., and Gu, M. (2019). Mixed Hardwood and Sugarcane Bagasse Biochar as Potting Mix Components for Container Tomato and Basil Seedling Production.” *Applied Sciences*, 9(21), 1–14.
- Yu, P. (2020) Effects of Mixed Hardwood and Sugarcane Biochar as Bark-Based Substrate Substitutes on Container Plants Production and Nutrient Leaching.

- Agronomy, 10(2), 156.
- Yuan, J. H., Xu, R. K. and Zhang, H. (2011). The Forms of Alkalies in the Biochar Produced from Crop Residues at Different Temperatures. *Bioresource Technology*, 102(3), 3488–3497.
- Yuan, J. H., Xu, R. K., Qian, W., and Wang, R. H. (2011). Comparison of the ameliorating effects on an acidic ultisol between four crop straws and their biochars. *Journal of Soils and Sediments*, 11(5), 741-750.
- Zhang, J., Li, Q., Wu, J., and Song, X. (2019). Effects of Nitrogen Deposition and Biochar Amendment on Soil Respiration in a *Torreya Grandis* Orchard. *Geoderma*, 355, 113918.
- Zhang, P., and Chen, Y. (2017). Science of the Total Environment Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Contamination in Surface Soil of China : A Review. *Science of the Total Environment*, 605, 1011–1020.
- Zhao, B., O'Connor, D., Zhang, J., Peng, T., Shen, Z., Tsang, D. C., & Hou, D. (2018). Effect of pyrolysis temperature, heating rate, and residence time on rapeseed stem derived biochar. *Journal of Cleaner Production*, 174, 977-987.
- Zhao, S. X., Ta, N., and Wang, X. D., (2017). Effect of Temperature on the Structural and Physicochemical Properties of Biochar with Apple Tree Branches as Feedstock Material. *Energies*, 10(9), 1293.
- Zhao, W., Zhou, Q., Tian, Z., Cui, Y., Liang, Y., and Wang, H. (2020). Apply Biochar to Ameliorate Soda Saline-Alkali Land, Improve Soil Function and Increase Corn Nutrient Availability in the Songnen Plain. *Science of the Total Environment*, 722, 137428.
- Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., Herbert, S., and Xing, B (2013). Impacts of Adding Biochar on Nitrogen Retention and Bioavailability in Agricultural Soil. *Geoderma*, 206, 32–39.