



**PENGARUH MEDIA TANAM DARI BEBERAPA FORMULASI  
BIOCHAR PADA TANAH PASIRAN TERHADAP KUALITAS  
BIBIT TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum*) BESUKI NA-OOGST**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Irvan Andriko Sinaga  
131510501144**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**PENGARUH MEDIA TANAM DARI BEBERAPA FORMULASI  
BIOCHAR PADA TANAH PASIRAN TERHADAP KUALITAS  
BIBIT TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum*) BESUKI NA-OOGST**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Irvan Andriko Sinaga**  
**NIM 131510501144**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Dermawani Damanik dan Ayahanda Irwanto Sinaga atas segala usaha dan semangat serta doa yang tidak ada henti-hentinya demi kesuksesanku.
2. Seluruh keluarga yang telah membantu dan memberikan dukungan moril maupun materi kepada saya.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga dosen-dosenku di perguruan tinggi yang telah menuntun, membimbing dan memberi ilmu dengan penuh ketelitian dan kesabaran.
4. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

Iqro' (Bacalah)  
(Surat Al-'Alaq)

*“Hidup sungguh sangat hanya sederhana, yang hebat-hebat hanya tafsirannya”*  
(Pramoedya Ananta Toer)

*“Jadilah mata air yang jernih, yang memberikan kehidupan kepada sekitarmu”*  
(Bacharuddin Jusuf Habibie)

*“Do what love to do. The only way great work is to love what you do”*  
(Steve Jobs)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irvan Andriko Sinaga

NIM : 131510501144

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Media Tanam dari Beberapa Formulasi Biochar pada Tanah Pasiran terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Oktober 2017  
yang menyatakan.

Irvan Andriko Sinaga  
NIM. 131510501144

**SKRIPSI**

**PENGARUH MEDIA TANAM DARI BEBERAPA FORMULASI  
BIOCHAR PADA TANAH PASIRAN TERHADAP KUALITAS  
BIBIT TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum*) BESUKI NA-OOGST**

Oleh :

Irvan Andriko Sinaga  
NIM 131510501144

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS  
NIP. 195511131983031001

Pembimbing Anggota : Ir. Marga Mandala, MP. Ph.D  
NIP. 196211101988031001

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Pengaruh Media Tanam dari Beberapa Formulasi Biochar pada Tanah Pasiran terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 23 Oktober 2017  
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS**  
NIP. 195511131983031001

**Dosen Penguji 1,**

**Ir. Joko Sudibya, M. Si**  
NIP. 196007011987021001

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Ir. Marga Mandala, MP. Ph.D**  
NIP. 196211101988031001

**Dosen Penguji II,**

**Dr. Arthur Frans Cesar Regar, M. Sc., Ag**  
NIP. 195809171986011001

**Mengesahkan**  
**Dekan,**

**Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D**  
NIP. 19600506 198702 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Media Tanam dari Beberapa Formulasi Biochar pada Tanah Pasiran terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst;** Irvan Andriko Sinaga; 131510501144; 2017; 79 halaman; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tanah pasiran merupakan lahan marginal yang potensial untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Tanah pasiran adalah tanah yang memiliki tekstur tanah yang dimana didominasi oleh fraksi pasir (>50%) dibandingkan klei dan debu. Tanah pasiran didominasi oleh pori makro dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah (<2%) sehingga tanah ini mempunyai kemampuan menyimpan air yang rendah. Kapasitas menahan air yang rendah tersebut menyebabkan infiltrasi cepat sehingga proses pencucian (*leaching*) terhadap unsur hara yang dibutuhkan tanaman tinggi. Dengan demikian, tanah pasiran membutuhkan banyak input air dan unsur hara untuk dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Aplikasi biochar berbahan baku dari limbah tanaman pertanian maupun perkebunan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengelola tanah pasiran sehingga mendukung pertumbuhan tanaman. Biochar merupakan bentuk karbon stabil yang dihasilkan proses pembakaran yang tidak sempurna dengan oksigen terbatas atau tanpa oksigen (pirolisis). Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk biochar sangat banyak dan mudah didapatkan dari limbah pertanian maupun perkebunan seperti limbah kulit kopi, limbah kulit kakao dan biji karet.

Tembakau merupakan tanaman perkebunan yang termasuk golongan tanaman semusim yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Pertumbuhan tanaman tembakau sangat ditentukan oleh media tanamnya. Media tanam yang sesuai yaitu dengan tekstur yang ringan dengan mudah diolah dan membutuhkan air yang cukup sehingga perakaran dapat berkembang. Pengaplikasian biochar pada tanah pasiran pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembenah tanah terutama terhadap sifat fisika tanah meliputi berat volume, berat jenis partikel,



porositas, *water holding capacity* (WHC) dan pH tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan bibit tembakau yang berkualitas.

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-September 2017, di laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah, laboratorium kesuburan tanah dan penanaman bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Jember. Rancangan penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor 1 merupakan jenis bahan baku biochar yang terdiri dari limbah kulit kopi (B1), limbah kulit kakao (B2) dan biji karet (B3), sedangkan faktor 2 merupakan dosis biochar yang terdiri dari 0 g/kg tanah (Kontrol/D1); 12,5 g/kg tanah (D2); 25 g/kg tanah (D3) dan 37,5 g/kg tanah (D4). Kemudian masing-masing kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali. Kemudian, data yang diperoleh dianalisis statistik sesuai analisis varian (Anova) dan dilakukan uji lanjut menggunakan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap berbagai variabel yang diamati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara dosis biochar dengan taraf dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH tanah, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, panjang akar, berat basah dan berat kering bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst. Setiap jenis biochar dan dosis biochar masing-masing memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perbaikan sifat fisik tanah pasiran yaitu menurunkan nilai berat volume (BV), meningkatkan porositas, meningkatkan *water holding capacity* (WHC) dan meningkatkan pH tanah. Kombinasi perlakuan yang terbaik untuk pertumbuhan bibit tembakau besuki na-oogst adalah pada jenis biochar biji karet dengan dosis 25 g/kg tanah.

## SUMMARY

**The Effect of Growing Media from Several Formulations of Biochar in Sandy Soil on the Quality of Tobacco Seeds (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst.** Irvan Andriko Sinaga; 131510501144; 2017; 79 pages; Study Program of Agrotechnology; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Sandy soil is a potential marginal land to be used as agricultural land. Sandy soil is a soil that has a soil texture which is dominated by sand fraction (>50%) rather than clay and silt. The soil is dominated by macro pores and has low organic material (<2%) so that sandy soil have low capacity to holding water. The low capacity of holding water causes the fast infiltration that make leaching process of nutrients needed by plants, is high. Therefore, sandy soil need input of much water and nutrient to increase soil fertility.

Biochar application of raw material from waste of agricultural crops and plantations is the way that can be done to manage sandy soil to supports the growth of plants. Biochar is a stable form of carbon produced by an incomplete combustion process with limited oxygen or no oxygen (pyrolysis). The materials that can be used for biochar are numerous and can be easily obtained from agricultural and plantation waste such as coffee skin waste, cocoa skin waste and rubber seeds.

Tobacco is a plantation crop that belongs to a seasonal crop that has a high enough selling value. Growth of tobacco plants is determined by planting media. The appropriate planting medium is with light texture easily processed and requires sufficient water so that root can develop. Application of biochar on sandy soil in this study is expected to be a soil enhancers, especially to soil physics properties including bulk density, particle density, porosity, water holding capacity (WHC) and soil pH, so as to support the growth of quality tobacco seeds.

The research was conducted in March-September 2017, in Physics and Soil Conservation laboratory, soil fertility laboratory and tobacco seed planting (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst at Green House Faculty of Agriculture University of Jember. The research design was done by using Factorial

Completely Randomized Group Design with 2 factors. The first factor is the type of raw material of biochar consisting of coffee skin waste (B1), cocoa skin waste (B2) and rubber seed (B3), while second factor is biochar dose consisting of 0 g/kg of soil (D1); 12.5 g/kg of soil (D2); 25 g/kg of soil (D3) and 37.5 g/kg of soil (D4). Then each combination of treatment is repeated 3 times. Then, obtained data were analyzed statistically according to the analysis of variance (Anova) and performed further test using Duncan Multiple Range Test (DMRT) to know the effect of each treatment on various variables observed.

The results showed that interaction between dosage of biochar with different dosage level gave significant effect to soil pH, plant height, leaf length, leaf width, leaf surface area, stem diameter, root length, wet weight and dry weight of tobacco seed (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst. Each type of biochar and biochar dose have different effects on improving the physical properties of the sandy soil ie decreasing the bulk density, increasing porosity, increasing water holding capacity (WHC) and increasing soil pH. The best combination of treatment for the growth of na-oogst besuki tobacco seed is in the biochar type of rubber seed with a dose of 25 g/kg of soil.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Media Tanam dari Beberapa Formulasi Biochar pada Tanah Pasiran terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst”** dengan baik.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan kepada :

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember, Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.
2. Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember, Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC.
3. Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember, Ir. Joko Sudibya, M.Si.
4. Dosen Pembimbing Utama, Dr. Ir. Josi Ali Arifandi, MS; Dosen Pembimbing Anggota, Ir. Marga Mandala, MP. Ph.D; Dosen Penguji Utama, Ir. Joko Sudibya, M.Si; dan Dosen Penguji Anggota, Dr. Arthur Frans Cesar Regar, M.Sc., Ag yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Dosen Pembimbing Akademik, Ir. Herru Djatmiko, MS.
6. Orang tua ku Ibunda Dermawani Damanik dan Ayahanda Irwanto Sinaga serta adikku Irma Dwi Tantri Sinaga dan Irda Mutiara Sinaga yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan penelitian sekaligus sahabatku Udin, Faqih, Dani, Arga, Yoni, Najmi, Widya, Nisa, Farhan, Retno, Yeni, Ely, Indah, Cesa, Kiki, Fafa, Nafilah, Pras, Habib, Satrio, Ucup, Luis Purba, Yoko Simbolon, Hendri, Ari, Muslimah, Hilman, Alief, Hendra, Wahyu, atas suka, duka, bantuan, motivasi dan

masukan ide-ide penulisan, serta kerjasamanya dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Kawan-Kawan Agrosera, Gengs, LPMP Plantarum, IMAGRO, HIMAHITA, KKN (Keluarga Cemara), Magang Profesi di BPTP Jawa Timur, IMLABS, Mahasiswa Simalungun Jember, Tim Pertanian Organik dan Agroteknologi 2013 yang telah menemani, memberikan semangat dan dukungan kepada saya.
9. Teknisi laboratorium yaitu Pak Cacuk, Pak Jimmy, Alm. Pak Koko dan Pak Ilham, Pak Heli dan Mas Samsul yang banyak membantu dan memberi masukan dalam penyelesaian penelitian saya.
10. PT. Perkebunan Nusantara X khususnya kepada Ibu Isti yang telah membantu dan memberi masukan sebagai referensi penelitian saya.
11. PT. Perkebunan Nusantara XII khususnya kepada Pak Asdi Purba dan Pak Beni yang membantu dan memberikan bahan untuk pembuatan biochar pada penelitian saya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Jember, 23 Oktober 2017

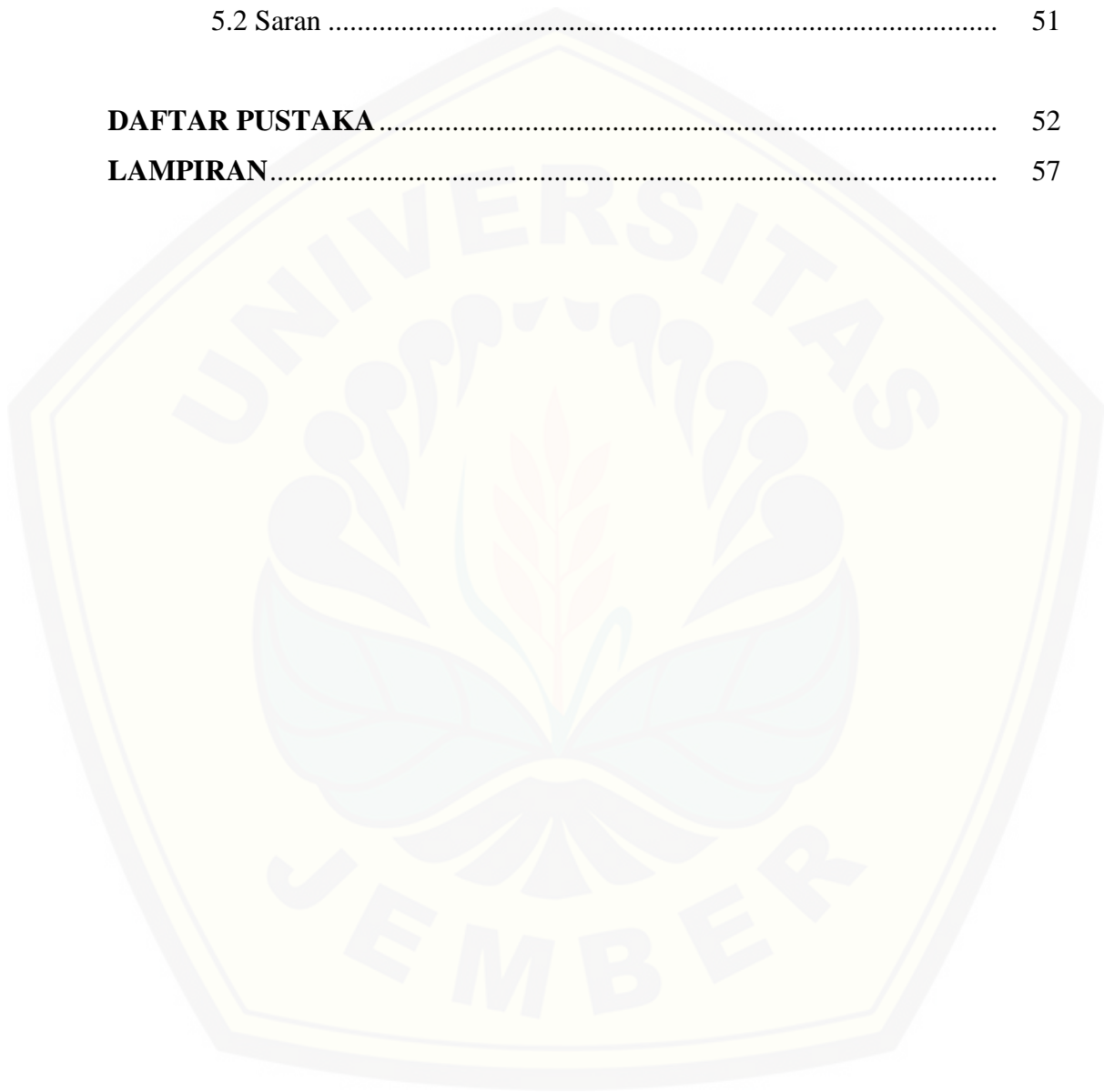
Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKARTA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Karakteristik Tanah Pasiran .....	5
2.2 Biochar .....	6
2.3 Limbah Tanaman Perkebunan .....	9
2.3.1 Limbah Kulit Kopi.....	9
2.3.2 Limbah Kulit Kakao .....	10
2.3.3 Biji Karet.....	11
2.4 Tanaman Tembakau ( <i>Nicotiana tabacum</i> ) Besuki Na-Oogst.....	13
2.5 Hipotesis .....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	16

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	16
3.2.1 Bahan Penelitian .....	16
3.2.2 Alat Penelitian.....	16
3.3 Pelaksanaan Riset .....	17
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	17
3.3.2 Tahap Pembuatan Biochar .....	17
3.3.3 Tahap Analisis Pendahuluan.....	18
3.3.4 Tahap Penanaman .....	19
3.3.5 Tahap Analisis Karakteristik Tanah Pasiran.....	20
3.3.6 Tahap Analisis Akhir Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .	21
3.4 Variabel Pengamatan .....	22
3.5 Analisis Data.....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Analisis Pendahuluan.....	23
4.1.1 Karakteristik Tanah Awal.....	23
4.1.2 Karakteristik Biochar.....	23
4.2 Pengaruh Formulasi Biochar Terhadap Karakteristik Tanah Pasiran.....	28
4.2.1 Berat Volume ( <i>Bulk Density</i> ).....	28
4.2.2 Berat Jenis Partikel ( <i>Particle Density</i> ).....	31
4.2.3 Porositas Tanah.....	32
4.2.4 <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) .....	34
4.2.5 Kemasaman Tanah (pH) .....	36
4.3 Pengaruh Formulasi Biochar Terhadap Karakteristik Kualitas Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst.....	39
4.3.1 Tinggi Bibit Tanaman.....	40
4.3.2 Pertumbuhan Daun (Jumlah Daun, Panjang Daun, Lebar Daun) .....	43
4.3.3 Luas Permukaan Daun .....	45
4.3.4 Diameter Batang .....	46

4.3.5 Panjang Akar .....	47
4.3.6 Berat Basah dan Berat Kering Bibit .....	49
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>57</b>





**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kulit Kopi .....	9
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Kulit Kakao.....	11
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Biji Karet .....	12
Tabel 2.4 Syarat Bibit Tembakau Berkualitas (Layak Tanam).....	13
Tabel 3.1 Metode Analisis Awal Tanah dan Biochar .....	18
Tabel 3.2 Variabel Yang Diamati .....	22
Tabel 4.1 Karakteristik Tanah Awal .....	23
Tabel 4.2 Karakteristik Biochar .....	25
Tabel 4.3 Rangkuman F-Hitung Pengaruh Formulasi Biochar Terhadap Karakteristik Tanah Pasiran .....	28
Tabel 4.4 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap pH Tanah .....	38
Tabel 4.5 Rangkuman F-Hitung Pengaruh Formulasi Biochar Terhadap Kualitas Bibit Tanaman Tembakau Besuki Na-Oogst .....	39
Tabel 4.6 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Tinggi Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	40
Tabel 4.7 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Panjang Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	45
Tabel 4.8 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Lebar Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	45
Tabel 4.9 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Luas Permukaan Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	46
Tabel 4.10 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Diameter Batang Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	47
Tabel 4.11 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Panjang Akar Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	48
Tabel 4.12 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Berat Basah Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	50
Tabel 4.13 Interaksi Formulasi Biochar Terhadap Berat Kering Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	50

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Morfologi Buah Kopi .....	9
Gambar 2.2 Morfologi Buah Kakao.....	10
Gambar 2.3 Morfologi Biji Karet.....	12
Gambar 2.4 Bibit Tembakau ( <i>Nicotiana tabacum</i> ) Besuki Na-Oogst .....	13
Gambar 3.1 Tata Letak Satuan Percobaan .....	17
Gambar 4.1 Biochar Yang Digunakan .....	27
Gambar 4.2 Pengaruh Jenis Biochar Terhadap BV Tanah .....	29
Gambar 4.3 Pengaruh Penambahan Dosis Biochar Terhadap BV Tanah .....	30
Gambar 4.4 Pengaruh Penambahan Dosis Biochar Terhadap BJP Tanah .....	31
Gambar 4.5 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Terhadap Porositas Tanah .....	32
Gambar 4.6 Pengaruh Jenis Biochar Terhadap Porositas Tanah .....	33
Gambar 4.7 Pengaruh Jenis Biochar Terhadap WHC Tanah.....	34
Gambar 4.8 Pengaruh Penambahan Dosis Biochar Terhadap WHC Tanah ....	35
Gambar 4.9 Grafik Formulasi Biochar Terhadap pH Tanah.....	37
Gambar 4.10 Grafik Tinggi dan Selisih Tinggi Bibit Tembakau .....	41
Gambar 4.11 Grafik Formulasi Biochar Terhadap Jumlah Daun .....	43
Gambar 4.12 Grafik Formulasi Biochar Terhadap Panjang Daun.....	44
Gambar 4.13 Grafik Formulasi Biochar Terhadap Lebar Daun .....	44
Gambar 4.14 Grafik Formulasi Biochar Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	49

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah .....	57
Lampiran 2. Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan.....	58
Lampiran 3. Kriteria Standar Biochar .....	59
Lampiran 4. Dokumentasi Pembuatan Biochar .....	60
Lampiran 5. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	61
Lampiran 6. Dokumentasi Analisis di Laboratorium.....	62
Lampiran 7. Dokumentasi Tinggi Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst.....	63
Lampiran 8. Dokumentasi Panjang Akar Tembakau Besuki Na-Oogst .....	64
Lampiran 9. Rangkuman F-Hitung Hasil analisis Variabel Pengamatan .....	65
Lampiran 10. Hasil Analisis Berat Volume (BV).....	66
Lampiran 11. Hasil Analisis Berat Jenis Partikel (BJP) .....	67
Lampiran 12. Hasil Analisis Porositas Tanah .....	68
Lampiran 13. Hasil Analisis <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) .....	69
Lampiran 14. Hasil Analisis pH Tanah (H <sub>2</sub> O).....	70
Lampiran 15. Hasil Analisis Tinggi Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst .....	71
Lampiran 16. Hasil Analisis Jumlah Daun .....	72
Lampiran 17. Hasil Analisis Panjang Daun .....	73
Lampiran 18. Hasil Analisis Lebar Daun.....	74
Lampiran 19. Hasil Analisis Luas Permukaan Daun .....	75
Lampiran 20. Hasil Analisis Diameter Batang .....	76
Lampiran 21. Hasil Analisis Panjang Akar.....	77
Lampiran 22. Hasil Analisis Berat Basah .....	78
Lampiran 23. Hasil Analisis Berat Kering.....	79

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Orientasi pembangunan di Indonesia saat ini cenderung mempersempit lahan pertanian produktif sehingga menghambat peningkatan hasil pertanian. Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang kian meningkat dari waktu ke waktu menjadi salah satu faktor persempitan lahan pertanian. Persaingan untuk mendapatkan tempat tinggal semakin meningkat sehingga memanfaatkan lahan pertanian sebagai pemukiman. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian yang berkurang dari tahun ke tahun adalah dengan memanfaatkan lahan marginal (Auditya dkk., 2015). Lahan marginal merupakan suatu lahan yang berpotensi digunakan sebagai lahan pertanian. Lahan marginal memiliki beberapa faktor pembatas yang menyebabkan mutunya rendah. Namun, faktor pembatas tersebut dapat diatasi dengan berbagai bahan input dan pengelolaan supaya dapat mendukung suatu budidaya pertanian dan memberikan hasil yang optimal (Yuwono, 2009).

Tanah pasiran merupakan salah satu lahan marginal yang potensial untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Tanah pasiran adalah tanah yang memiliki tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi pasir (>50%) dibandingkan klei dan debu. Tanah pasiran memiliki beberapa faktor pembatas meliputi sifat kimia tanah, fisika tanah dan biologi tanah. Berdasarkan karakteristik fisika tanah, tanah pasiran didominasi oleh pori makro dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah (<2%) sehingga menyebabkan tanah ini mempunyai kemampuan menyimpan air yang rendah (Prasetyo dkk., 2015). Kapasitas menahan air yang rendah tersebut menyebabkan infiltrasi cepat sehingga terjadi proses pencucian (*leaching*) terhadap unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Dengan demikian, tanah pasiran membutuhkan banyak input air dan unsur hara untuk dapat meningkatkan kesuburan tanah. Oleh karena itu, perlu adanya input maupun pengelolaan yang sesuai untuk mengatasi faktor pembatas tersebut.

Aplikasi biochar berbahan baku dari limbah tanaman pertanian maupun perkebunan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengelola

tanah pasiran sehingga mendukung pertumbuhan tanaman. Biochar merupakan bentuk karbon stabil yang dihasilkan proses pembakaran yang tidak sempurna dengan oksigen terbatas atau tanpa oksigen (pirolisis) bahan-bahan organik (Prasetyo dkk., 2015). Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk biochar sangat banyak dan mudah didapatkan dari limbah pertanian maupun perkebunan.

Tanaman perkebunan pada umumnya memproduksi secara terus-menerus sehingga menimbulkan banyak limbah seperti limbah kulit kakao, limbah kulit kopi dan biji karet sangat mudah didapatkan. Limbah tersebut mengandung bahan organik yang dapat dijadikan biochar. Limbah tersebut sangat cocok dijadikan biochar karena sulit lapuk sehingga sulit terdekomposisi. Biochar memiliki sifat stabil yang dapat dijadikan pembenah tanah lahan kering. Penggunaan biochar sebagai suatu pilihan selain sumber bahan organik segar dalam pengelolaan tanah dengan tujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi yang mendapatkan fokus perhatian penting para ilmuwan tanah dan lingkungan (Tambunan dkk., 2014). Shenbagavalli dan Mahimairaja (2012) menegaskan bahwa kualitas biochar yang digunakan sebagai pembenah tanah tergantung dari jenis bahan dan karakteristik bahan yang digunakan.

Tembakau merupakan tanaman perkebunan yang termasuk golongan tanaman semusim yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Menurut BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Jawa Timur (2011), pertumbuhan tanaman tembakau sangat ditentukan oleh media tanamnya. Media tanam yang sesuai yaitu dengan tekstur yang ringan dengan mudah diolah dan membutuhkan air yang cukup sehingga perakaran dapat berkembang sangat luas tetapi pada permukaan air tanah tinggi mudah terjadi defisiensi oksigen. Menurut Budiman (2015), bibit yang berkualitas sangat mempengaruhi kualitas dan produksi tembakau. Bibit tembakau yang berkualitas dapat dilihat dari pertumbuhannya yaitu meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, panjang akar, berat basah bibit dan berat kering bibit.

Pemanfaatan beberapa limbah tanaman perkebunan meliputi limbah kulit kopi, limbah kulit kakao dan biji karet untuk dijadikan biochar diharapkan dapat

digunakan sebagai media pertumbuhan bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst. Pengaplikasian biochar pada tanah pasiran pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembenah tanah terutama terhadap sifat fisika tanah meliputi berat volume, berat jenis partikel, porositas, dan *water holding capacity* (WHC) sehingga dapat mendukung pertumbuhan bibit tembakau yang berkualitas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Tanah pasiran merupakan salah satu lahan marjinal yang potensial untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Tanah pasiran adalah tanah yang memiliki tekstur tanah yang dimana didominasi oleh fraksi pasir dibandingkan klei dan debu sehingga jumlah pori makro lebih banyak yang mengakibatkan tanah semacam ini mempunyai kemampuan rendah dalam menyimpan air, memberikan udara lebih banyak dan mempercepat proses pengeringan (Prasetyo dkk., 2015). Pengelolaan dengan aplikasi biochar berbahan baku dari beberapa limbah tanaman perkebunan pada tanah pasiran diharapkan bisa memenuhi kebutuhan bahan organik tanah yang bersifat perekat mengisi pori-pori tanah sehingga mampu untuk mengikat air (Dariah dan Nurida, 2012).

Limbah yang digunakan untuk pembuatan biochar adalah limbah kulit kopi, limbah kulit kakao dan biji karet. Pemilihan bahan tersebut didasarkan karakteristik limbah tersebut yang sulit terdekomposisi dan bahan tersebut mudah untuk didapatkan. Biochar sebagai pembenah tanah pasiran diharapkan bisa memperbaiki karakteristik tanah meliputi berat volume, berat jenis partikel, porositas, dan *water holding capacity* (WHC) sehingga dapat menjadi media tanam yang mendukung pertumbuhan bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst yang berkualitas. Oleh karena itu, berikut merupakan rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh aplikasi beberapa jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap karakteristik fisik tanah pasiran?
2. Bagaimana pengaruh aplikasi beberapa jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap kualitas bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst?

3. Bagaimana perbandingan hasil yang diperoleh dari aplikasi beberapa jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap karakteristik tanah pasiran dan kualitas bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst?

### 1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh aplikasi beberapa jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap karakteristik fisik tanah pasiran.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi beberapa jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap kualitas bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst?
3. Mengetahui media tanam terbaik yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah pasiran dan menunjukkan kualitas bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst yang paling baik.

### 1.4 Manfaat

1. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan evaluasi terhadap media tanam yang terbaik dan mendukung pertumbuhan bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan di dalam melakukan penelitian selanjutnya.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Tanah Pasiran

Tanah pasiran merupakan salah satu lahan marginal yang potensial untuk dijadikan sebagai lahan pertanian. Tanah pasiran adalah tanah yang memiliki tekstur tanah yang dimana didominasi oleh fraksi pasir (>50%) dibandingkan klei dan debu. Tanah pasiran didominasi oleh pori makro dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah sehingga menyebabkan tanah semacam ini mempunyai kemampuan rendah dalam menyimpan air, memberikan udara lebih banyak dan mempercepat proses pengeringan. Kapasitas menahan air yang rendah tersebut menyebabkan infiltrasi cepat sehingga terjadi proses pencucian (*leaching*) terhadap unsur hara (Prasetyo dkk., 2015).

Menurut Yuwono (2009) tanah pasiran merupakan lahan marginal dengan ciri-ciri antara lain : tekstur pasir, struktur lepas-lepas, kandungan hara rendah, kemampuan menukar kation rendah, daya menyimpan air rendah, suhu tanah di siang hari sangat tinggi, kecepatan angin dan laju evaporasi sangat tinggi. Upaya perbaikan sifat-sifat tanah dan lingkungan mikro sangat diperlukan, antara lain misalnya dengan penyiraman yang teratur, penggunaan mulsa penutup tanah, penggunaan pemecah angin, penggunaan bahan pembenah tanah, penggunaan lapisan kedap, dan pemberian pupuk (baik organik maupun anorganik). Hou *et al.* (2013) juga berpendapat bahwa tanah pasiran adalah tanah yang buruk karena teksturnya yang remah sehingga kemampuan tanah menyimpan air dan nutrisi rendah.

Karakteristik tanah yang kurang memadai seperti tanah pasiran yakni bersifat porous, kemantapan agregat tanah lemah dan apabila bahan organik kurang dari 2%, dinilai kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman yang optimal. Tanah dengan kemantapan agregat yang lemah dan miskin bahan organik memiliki kemampuan retensi air dan hara rendah sehingga kondisi fisik seperti ini menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan input maupun pengelolaan tanah agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Suwardji dkk., 2012).



Hillel (1971) menjelaskan mengenai hubungan volume dan massa pada unsur pokok tanah yang meliputi padatan (tanah), air dan udara. Unsur penyusun tanah tersebut berperan dalam penentuan karakteristik fisik tanah yaitu meliputi berat volume (BV), berat jenis partikel (BJP) dan porositas tanah. Pada tanah pasiran, umumnya memiliki berat volume yang tinggi dan bias mencapai  $1,6 \text{ g/cm}^3$ . Pada tanah mineral, berat jenis partikelnya yaitu sekita  $2,6-2,7 \text{ g/cm}^3$ . Kemudian dari perhitungan berat volume dan berat jenis partikel, kita dapat mengetahui porositas tanah. Pada umumnya, nilai porositas tanah yaitu sekitar 30-60%.

Berat volume merupakan berat tanah kering per satuan volume tanah. Berat volume erat kaitannya dengan sifat fisik tanah lainnya seperti retensi air, ruang pori total dan kadar air tanah (Djunaedi, 2008). Tanah dengan berat volume yang besar akan sulit meloloskan air dan sulit di tembus akar tanaman. Sebaliknya dengan berat volume rendah, akar tanaman lebih mudah berkembang (Hardjowigeno, 2015). Menurut Nugroho (2009), berat volume besar kaitannya dengan porositas tanah. Porositas tanah merupakan bagian tanah yang tidak terisi bahan padatan tanah (terisi oleh air dan udara). Porositas tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur tanah dan tekstur tanah. Pada tanah-tanah dengan struktur granuler atau remah, umumnya memiliki porositas lebih tinggi daripada tanah-tanah berstruktur masif. Oleh karena itu, penambahan bahan organik seperti biochar diharapkan bisa mempengaruhi karakteristik fisik tanah pasiran.

## 2.2 Biochar

Biochar merupakan residu pirolisis berbentuk arang yang mengandung karbon tinggi. Biochar mampu memperbaiki tanah melalui kemampuannya meningkatkan pH, meretensi air, meretensi hara, dan meningkatkan aktivitas biota dalam tanah serta mengurangi pencemaran. Namun, biochar tidak mampu menyediakan unsur hara secara langsung, tetapi secara tidak langsung biochar mampu mengurangi hilangnya hara melalui pelindian, sehingga efisiensi pemupukan dapat ditingkatkan. Biochar merupakan bahan alternatif untuk

perbaikan kesuburan tanah sekaligus untuk perbaikan lingkungan yang murah, berkelanjutan, dan ramah lingkungan (Maftu'ah dan Nursyamsi, 2015).

Menurut Saputra dan Ardika (2012), beberapa teknik pembuatan biochar telah tersedia dari yang tradisional sampai maju. Cara mana yang terbaik tergantung pada ketersediaan sumber daya dan skala usaha. Bahan dasar yang digunakan akan mempengaruhi sifat-sifat biochar itu sendiri dan mempunyai efek yang berbeda-beda terhadap produktivitas tanah dan tanaman. Bahan baku pembuatan biochar umumnya adalah residu biomasa pertanian, perkebunan maupun kehutanan. Menurut Nsamba *et al* (2015), biochar sebagai produk dari pirolisis (pembakaran tanpa oksigen) dipengaruhi oleh metode pirolisis dan bahan yang digunakan. Metode pirolisis dengan temperatur dibawah 300<sup>0</sup>C (pirolisis lambat) akan menghasilkan produk utama nya adalah arang yaitu 35%.

Kualitas dari biochar sangat ditentukan oleh karakteristik bahan baku dan proses pirolisis. Bahan dasar yang digunakan akan mempengaruhi sifat-sifat biochar itu sendiri dan mempunyai efek yang berbeda-beda terhadap produktivitas tanah dan tanaman (Shenbagavalli dan Mahimairaja, 2012). Maftu'ah dan Nursyamsi (2015) juga menyatakan bahwa semua biochar yang digunakan mempunyai kadar air di bawah 10%. Kadar air biochar yang dihasilkan juga beragam tergantung pada jenis biochar. Rasio C/N tergantung pada jenis biochar dan berhubungan positif dengan rasio C/N bahan. Semakin tinggi rasio C/N bahan, semakin tinggi nilai C/N biochar yang dihasilkan. Kadar abu biochar juga beragam tergantung pada jenis biochar. Salah satu unsur utama yang terkandung dalam abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan.

Menurut Basri dan Aziz (2011), manfaat penggunaan biochar antara lain :

- a. Penambahan biochar pada lapisan atas tanah pertanian akan meningkatkan kandungan karbon yang terikat dalam tanah jumlahnya besar dan tersimpan hingga waktu yang lama.
- b. Biochar merupakan teknologi yang murah dan bisa diterapkan secara luas dalam skala kecil ataupun luas.

- c. Biochar dapat memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produksi tanaman, terutama pada tanah-tanah yang kurang subur.
- d. Kemampuan biochar untuk memegang air dan hara dalam tanah membantu mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat aliran permukaan (*runoff*) dan pencucian (*leaching*), sehingga memungkinkan penghematan pupuk dan mengurangi polusi pada lingkungan sekitar.

Menurut Major (2010) pada buku IBI, pengaplikasian biochar ke media tanam yang idealnya adalah di daerah zona perakaran dengan mencampurkan dengan tanah. Pencampuran biochar diusahakan merata didaerah perakaran dengan tujuan agar pengelolaan air lebih baik dan kemungkinan terjadinya erosi oleh air dan angin sedikit. Alianti *et al.* (2016) menambahkan bahwa setiap peningkatan dosis biochar dari setiap perlakuan (17,8 g/polybag, 37,5 gr/polybag dan 53,5 g/polybag) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Selain itu, pada penelitian Prasetyo *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pemberian dosis tertinggi (150 g/8 kg tanah) adalah media terbaik untuk perubahan sifat fisik tanah pasiran dan pertumbuhan tanaman jagung.

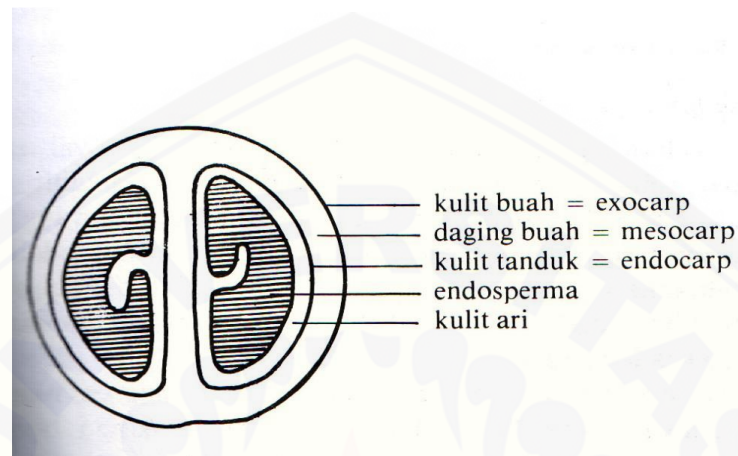
Potensi penggunaan biochar di Indonesia cukup besar, mengingat bahan baku seperti limbah kulit kopi, limbah kulit kakao dan biji karet banyak tersedia. Sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi tersebut merupakan salah satu alternatif bahan baku pembuatan biochar yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas sifat fisik dan kesuburan tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Mawardiana dkk., 2013).

## 2.3 Limbah Tanaman Perkebunan

### 2.3.1 Limbah Kulit Kopi

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menghasilkan limbah hasil sampingan yang cukup besar dari hasil pengolahan. Limbah sampingan tersebut berupa kulit kopi yang jumlahnya berkisar antara 50 – 60% dari hasil panen. Limbah kulit kopi juga belum dimanfaatkan petani secara optimal (Efendy dan Harta, 2014). Kulit kopi terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu : 1) lapisan bagian luar tipis (*Exocarp*) yaitu lapisan ini berwarna merah kalau sudah

masak; 2) lapisan daging buah (*Mesocarp*) mengandung serabut yang bila sudah masak berlendir dan rasanya manis; 3) lapisan kulit tanduk (*endocarp*) yang merupakan lapisan tanduk yang menjadi batas kulit dan biji yang keadaannya agak keras (Gambar 2.1) (AAK, 1988).



Gambar 2.1 Morfologi buah kopi (sumber : AAK (1988))

Hasil analisis Widyotomo (2013) menunjukkan kesetimbangan massa buah kopi diperoleh bahwa dari 100 kg buah kopi yang diolah kering akan diperoleh 29 kg (29%) gelondong kering yang terdiri dari 15,95 kg biji kopi (55%) dan 13,05 kg kulit gelondong kering (45%), sehingga kulit tanduk buah kopi sangat potensi di dimanfaatkan untuk pembuatan biochar. Selain itu, limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk biochar karena memiliki kandungan bahan organik yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah. Berikut merupakan kandungan komposisi kimia limbah kulit kopi (Tabel 2.1), yaitu :

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kulit Kopi

Komposisi Kimia	Kandungan (%)		
	Akmal dan Filawati (2008)	Pujol <i>et al</i> (2013)	Mantonanaki <i>et al</i> (2015)
Bahan kering	87,4	td	td
Protein Kasar	11,2	td	td
Serat kasar	21	td	td
Abu	8,3	td	td
Air	9,48	td	td
C-organik	td	57,16	74,61
Nitrogen	td	1,18	3,54
C/N	td	56,51	21,08
pH	td	td	7,22

Keterangan : Akmal dan Filawati (2008), sumber bahan biochar; Pujol *et al* (2013) dan Mantonanaki *et al* (2015), biochar limbah kulit kopi; td = tidak ada data.

### 2.3.2 Limbah Kulit Kakao

Luas areal perkebunan kakao di Indonesia sekitar 602.408 ha dengan sekitar 80% dari luas lahan tersebut adalah perkebunan rakyat. Berdasarkan luasan tersebut, 343.622 ha merupakan tanaman menghasilkan dengan produktivitas 950-1300 biji/ha/tahun. Namun, disamping itu Tanaman perkebunan kakao menghasilkan limbah yang banyak karena buah kakao terdiri dari kulit buah 75,65%, biji 21,74%, dan plasenta 2,59% (Wijaya, 2014). Harsini dan Susilowati (2008) juga menyatakan bahwa buah kakao terdiri dari 74 % kulit buah, 2 % placentia dan 24 % biji. Berikut merupakan contoh gambar kulit kakao (Gambar 2.2), yaitu :



Gambar 2.2 Kulit buah kakao

(sumber : <http://bali.litbang.pertanian.go.id>)

Banyaknya limbah kulit kakao dibandingkan dengan hasil biji nya menunjukkan bahwa perlunya pengelolaan limbah kulit kakao. Salah satu pemanfaatan limbah kakao adalah sebagai bahan baku pembuatan biochar untuk digunakan sebagai pembenah tanah. Pada Penelitian Shalsabila dkk (2017) menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis biochar kulit kakao selalu diikuti peningkatan kadar C-organik pada tanah yang dapat meningkatkan kemandapan agregat serta kemampuan tanah meretensi air. Selain itu, pada dosis 40 ton/ha merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan produksi tanaman jagung. Adapun kandungan kulit kakao adalah sebagai berikut (Tabel 2.2), yaitu :

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Kulit Kakao

Komposisi Kimia	Kandungan (%)		
	Puastuti dan Susana (2014)	Harsini dan Susilowati (2008)	Shalsabila dkk (2017)
Bahan kering	88,96	td	td
Protein Kasar	9,14	td	td
Serat kasar	35,74	td	td
Lemak Kasar	2,65	td	td
Abu	td	2,80	td
Air	td	10,35	td
Lignin	14,70	4,31	td
Sellulosa	td	14,58	td
C-organik	td	td	35,14
N	td	td	1,09
C/N	td	td	32
Fosfor	td	td	0,87
Kalium	td	td	2,24
pH	td	td	9,70

Keterangan : Puastuti dan Susana (2014) dan Harsini dan Susilowati (2008), sumber bahan biochar; Shalsabila (2017), biochar limbah kulit kakao; td = tidak ada data.

### 2.3.3 Biji Karet

Biji karet berdasarkan struktur yang berupa kayu, maka dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif atau juga dikenal dengan nama biochar. Tanaman karet merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan dan menjadi salah satu komoditas unggulan bagi Indonesia di bidang perkebunan. Banyaknya biji karet yang dihasilkan oleh pohon karet sendiri sebenarnya menjadi salah satu potensi, baik untuk energi ataupun tujuan ilmiah, namun selama ini biji karet sendiri masih belum banyak dimanfaatkan dengan benar-benar dan memiliki standarisasi tertentu. Biji karet masih lebih dimanfaatkan untuk sebagai bahan tanam utama dengan kisaran dari total biji karet yang dihasilkan tanaman, hanya sekitar 25% yang dipakai sedangkan lebih kurang 75% tidak terpakai (Maftuah dan Nursyamsi, 2015). Dengan demikian, biji karet sangat potensial diolah menjadi biochar, khususnya pada kulit biji yang terluar (*exocarp*) yang memiliki karakteristik yang keras. Berikut merupakan contoh gambar dan kandungan kimia biji karet (Gambar 2.3 dan Tabel 2.3), yaitu :



Gambar 2.3 Biji karet

(sumber : <http://www.pertanianku.com> )

Tabel 2.3. Komposisi Kimia Biji Karet

Komposisi Kimia	Kandungan (%)	
	Novia dkk (2009)	Prabha (2013)
Air	14,5	td
Protein Kasar	22,5	td
Serat kasar	3,8	td
Lemak Kasar	49,5	td
Abu	3,5	td
Ca	0,48	td
C-organik	td	26,5
N	td	0,40
C/N	td	66,25
Fosfor	td	0,21
Kalium	td	0,6
pH	td	7,9

Keterangan : Novia dkk. (2009), sumber bahan biochar; Prabha (2013), biochar biji karet;  
td = tidak ada data.

Kondisi tersebut yang melatarbelakangi pemanfaatan biji karet sebagai bahan baku biochar. Pemanfaatan biji karet sebagai bahan baku biochar diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan penurunan kualitas lahan pertanian di Indonesia. Perlakuan pengaplikasian biochar pada tanah pasiran diproyeksikan dapat membantu meningkatkan kualitas tanah. Peningkatan kualitas tanah dapat dilihat dari karakteristik fisika tanah meliputi kemampuan tanah merentensi air, merentensi hara dalam tanah, populasi mikroba dalam tanah, dan lainnya yang mendukung pertumbuhan tanaman.

## 2.4 Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst

Tembakau termasuk golongan tanaman semusim, dalam dunia pertanian tergolong dalam tanaman perkebunan. Tembakau diklasifikasikan sebagai berikut, yaitu :

Divisio : Spermatophyta  
 Sub division : Angiospermae  
 Class : Dicotyledoneae  
 Ordo : Personatae  
 Famili : Solanaceae  
 Genus : *Nicotiana*  
 Spesies : *Nicotiana tabacum*



Gambar 2.4 Bibit tembakau besuki na-oogst

Matnawi (2002) menyatakan bahwa tanaman tembakau di Indonesia dapat dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan musim tanamnya, yaitu :

1. Tembakau VO (Voor-Oogst) merupakan tembakau yang ditanam waktu musim penghujan dan dipanen di musim kemarau.
2. Tembakau NO (Na-Oogst) merupakan tembakau yang ditanam waktu musim kemarau dan di panen di musim penghujan.

Kualitas dan produksi tembakau Na-Oogst salah satunya sangat dipengaruhi oleh bibit. Bibit tembakau yang berkualitas dapat dilihat dari pertumbuhannya yaitu meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, perakaran, berat basah bibit dan berat kering bibit. Berikut merupakan syarat bibit tembakau yang berkualitas (layak tanam) (Tabel 2.4), yaitu :

Tabel 2.4. Syarat bibit tembakau yang berkualitas (layak tanam)

No	Kriteria Kualitas	PTPN X (2017)	Sholeh (2006)
1	Tinggi Batang	8-12 cm	10-15 cm
2	Diameter Batang	td	0,6 cm
3	Jumlah Daun	5-6 lembar	5-6 lembar
4	Perakaran	10-15 cm	td

Keterangan : PTPN X (2017), sumber dari hasil wawancara dengan ibu Isti (Kepala Seksi Budidaya dan Pemuliaan); Sholeh (2006), sumber dari Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang; td = tidak ada data.



Selain tabel diatas, bibit tembakau yang siap di pindah sekitar 40-50 hari setelah tanam (HST) dengan pertumbuhan yang seragam serta bebas dari hama dan penyakit (Hartana, 1978). Menurut Willem dkk (1994), fase pembibitan sangat penting pada pertumbuhan tembakau. Sistem model *tray* merupakan salah satu usaha untuk memperoleh bibit yang berkualitas. Hal ini terjadi karena tidak ada persaingan antar bibit untuk memperoleh air dan unsur hara. Selain itu, pada saat *transplanting* ke lahan resiko kematian sedikit karena semua akar ikut tercabut dan tanah juga masih dalam keadaan menempel pada akar. Rachman dkk (1997) juga menambahkan bahwa penggunaan sistem *tray* dan aplikasi pupuk organik memiliki tingkat keberhasilan bibit yang hidup lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional. Hal ini disebabkan karena pada sistem *tray* pemeliharaan bibit lebih mudah, frekuensi dan jumlah air untuk penyiraman lebih sedikit, bibit tumbuh seragam dengan perakaran yang sempurna, bibit relatif lebih cepat dipindah dan bibit tidak mengalami stagnasi setelah di pindah ke lapangan.

BPTP Jawa Timur (2011) juga menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman tembakau sangat ditentukan oleh media tanamnya. Media tanam yang sesuai yaitu dengan tekstur yang ringan dengan mudah diolah dan membutuhkan air yang cukup sehingga perakaran dapat berkembang sangat luas. Tembakau besuki na-oogst membutuhkan air cukup besar, diperkirakan kebutuhan airnya mendekati kebutuhan tanaman padi namun jangan sampai tergenang. Genangan air yang terlalu lama dapat menyebabkan tanaman tembakau layu atau bahkan mati akibat defisiensi oksigen. Budiman (2015) juga menyatakan bahwa tembakau dapat tumbuh baik pada tanah dengan nilai pH 5,5-6,5 dengan sifat yang mudah meluluskan air, namun tanah tersebut harus mempunyai kapasitas menahan air yang cukup.

Faktor tanah memegang peranan penting terhadap berhasilnya budidaya tembakau. Sifat fisik tanah yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan tembakau adalah tanah yang mudah meloloskan air namun memiliki kapasitas menahan air serta mudah diserap oleh akar. Tanah-tanah ringan (berpasir) cenderung menghasilkan daun tembakau yang tipis, halus, dan warna krosok lebih muda sehingga sesuai untuk bahan pembalut (*omblad*). Sedangkan pada tanah-tanah

berat cenderung menghasilkan daun yang lebih tebal dengan warna lebih tua sehingga sesuai untuk bahan isi (*filler*) cerutu (Hartana, 1987).

## 2.5 Hipotesis

1. Terdapat pengaruh perlakuan setiap jenis biochar yang berbeda terhadap beberapa karakteristik tanah pasiran dan kualitas bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst.
2. Terdapat pengaruh perlakuan setiap dosis biochar yang berbeda terhadap beberapa karakteristik tanah pasiran dan kualitas bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst.
3. Terdapat interaksi pada setiap jenis biochar dengan dosis yang berbeda terhadap beberapa karakteristik tanah pasiran dan kualitas bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2017 sampai September 2017. Penelitian ini dibagi 3 tahap, yaitu tahap pertama (Maret-April 2017), pembuatan biochar dilakukan di belakang Gedung Jurusan Tanah. Tahap kedua (Juni 2017), proses analisis karakteristik fisika tanah (Tekstur, BV, BJP, Porositas dan WHC) dilakukan di laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah dan analisis pendahuluan di Laboratorium Kesuburan Tanah (pH, C-organik, N-total, P-total, K-total) Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan Juni 2017, sedangkan Tahap ketiga (Juli-September 2017), proses penanaman dan pengamatan bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst bertempat di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Jember.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, yaitu : tanah pasiran, limbah kulit kopi (kulit tanduk), limbah kulit kakao, biji karet, dan pupuk  $\text{KNO}_3$  dan SP36 dan pestisida sintetik. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis sifat fisik tanah dan kimia tanah yaitu pH, C-organik, N-total, K-total, dan P-total.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pipa paralon yang di potong sekitar 10 cm, peralatan untuk pembuatan biochar (tong, korek), peralatan laboratorium fisika tanah (ring sampel, oven, timbangan analitis, eksikator, piknometer), peralatan laboratorium kesuburan dan kimia tanah (alat pemanas, pH meter, alat destruksi, alat destilasi, alat titrasi dan AAS, spektrometer, labu ukur, pendingin, pipet volume, karet penghisap, tabung digest, labu didih, penggojok, timbangan) cangkul, timba, meteran atau penggaris, alat tulis, kamera, kantong plastic, dan kertas label.

### 3.3 Pelaksanaan Riset

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu :

Faktor 1 : Jenis Bahan Baku Biochar, yaitu :

1. Limbah kulit kopi (B1)
2. Limbah kulit kakao (B2)
3. Biji karet (B3)

Faktor 2 : Dosis masing-masing biochar dengan 4 taraf yaitu :

1. 0 g/kg tanah (kontrol) (D1)
2. 12,5 g/kg tanah (D2)
3. 25 g/kg tanah (D3)
4. 37,5 g/kg tanah (D4)

Berikut merupakan desain rancangan perlakuan pada tanaman tembakau besuki na-oogst pada polybag di Green House Fakultas Pertanian, yaitu meliputi 9 kombinasi perlakuan dengan masing-masing 3 kali ulangan, diantaranya sebagai berikut (Gambar 3.1):

B1D4 (U1)	B3D1 (U1)	B3D2 (U3)	B1D1 (U2)	B2D4 (U1)	B1D2 (U1)	
B2D1 (U3)	B1D1 (U3)	B2D4 (U3)	B3D2 (U1)	B3D1 (U2)	B1D4 (U3)	
B3D3 (U3)	B1D2 (U3)	B3D2 (U2)	B3D3 (U1)	B2D1 (U2)	B2D3 (U3)	
B3D3 (U2)	B1D3 (U2)	B2D1 (U1)	B2D2 (U3)	B3D4 (U3)	B3D4 (U1)	
B2D3 (U2)	B3D4 (U2)	B1D3 (U1)	B2D4 (U2)	B1D4 (U2)	B2D3 (U1)	
B1D3 (U3)	B1D2 (U2)	B2D2 (U1)	B2D2 (U2)	B3D1 (U3)	B1D1 (U1)	

Gambar 3.1 Tata letak satuan percobaan

#### 3.3.2 Tahap Pembuatan Biochar

Biochar dari limbah pertanian diproduksi melalui proses pirolisis dengan langkah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat (tong minyak dan ayakan 10 mesh) dan bahan (limbah kulit kopi, limbah kulit kakao, biji karet, kayu bakar dan spiritus).

- b. Bahan yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu agar memudahkan proses pembakaran.
- c. Masukkan limbah kulit kopi, limbah kulit kakao dan biji karet dalam tong minyak sampai  $\frac{3}{4}$  tong penuh.
- d. Bagian atas tong minyak diisi dengan kayu bakar dan koran.
- e. Membakar kayu yang terdapat dibagian atas tong minyak dan kemudian tutup tong sampai rapat tidak ada oksigen.
- f. Pembakaran (proses pirolisis) dilakukan selama 16 jam.
- g. Setelah 16 jam dan tidak ada asap, arang hasil pembakaran dituangkan ke tanah dan langsung disiram.
- h. Mengayak arang yang dihasilkan dengan ayakan 10 mesh.
- i. Memasukkan arang yang dihasilkan dalam karung dan disimpan sebelum digunakan
- j. Selanjutnya melakukan analisis C-organik, N-Total, P-Total, K-Total, pH, Kadar air dan C/N ratio setiap bahan biochar tersebut.
- k. Kemudian biochar tersebut diaplikasikan pada tanah pasiran dengan kombinasi bahan baku dan dosis sesuai dengan rancangan percobaan yang telah disiapkan untuk dijadikan media tanam pembibitan tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst.

### 3.3.3 Tahap Analisis Pendahuluan

Tanah yang digunakan sebagai media penelitian dan biochar terlebih dahulu dianalisis kandungan pH, N-total, P-total, K-total, C-Organik dan Tekstur tanah, dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Metode analisis awal tanah dan biochar yang digunakan

Variabel	Metode
Analisis pH H <sub>2</sub> O Tanah dan Biochar	Metode pH meter
Analisis Kadar Air tanah dan Biochar	Metode Gravimetri
Analisis N-total Tanah dan Biochar	Metode Kjeldahl
Analisis P-total Tanah dan Biochar	Pereaksi HCL 25%
Analisis K-total Tanah dan Biochar	Pereaksi HCL 25%
Analisis C-Organik tanah	Kurmis
Analisis C-Organik biochar	Pengabuan
Tekstur Tanah	Metode Pipet

### 3.3.4 Tahap Penanaman

#### 1. Pembuatan media tanam

Pengambilan tanah yang akan dijadikan media tanam diambil di Desa Garahan, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember dengan vegetasi tanaman pinus. pada kedalaman tanah sekitar 0-20 cm (*top soil*). Sampel tanah pasiran Tanah tersebut dikering anginkan dan disemprot dengan pestisida sintetik dengan fungisida berbahan aktif memfenoksam 4 %, mankozeb 64% dengan dosis 1,25-2,5 g/liter air dan bakterisida streptomisin sulfat 20% dengan dosis 1-2 ml/liter air untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman yang berasal dari tanah. Kemudian menimbang tanah 1 kg tanah yang sudah diayak (10 mesh) dan mencampurkan biochar yang sudah disiapkan sebelumnya dengan kombinasi bahan baku dan dosis sesuai rancangan percobaan yang sudah ditentukan sebelumnya. Kemudian memberikan pemupukan dasar sesuai anjuran untuk pembibitan tembakau yaitu KNO<sub>3</sub> (20 g/4 liter) dan SP36 (10 g/4 liter) dengan masing-masing tanaman sebanyak 100 ml pada H-3 sebelum tanam (Hartana, 1978). Setelah campuran tanah pasiran dan biochar tercampur rata, maka media tersebut dimasukkan kedalam pipa paralon (diameter 3 inchi) dengan tinggi sekitar 10 cm dan diberi label untuk penamaan setiap kombinasi perlakuan.

#### 2. Penanaman

Benih tembakau yang digunakan adalah benih tembakau besuki Na-Oogst yang bersertifikat varietas H-382. Benih ditanam pagi hari dengan menanam langsung pada media tanam yang telah dipersiapkan sebelumnya dan sudah di jenuhi mencapai kapasitas lapang 70% pada H-3 penanaman.

#### 3. Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan berupa penyulaman ketika ada bibit yang mati dan penyiangan apabila terdapat gulma. Selain itu melakukan penyiraman tanaman setiap hari (kapasitas lapang 70%). Kemudian melakukan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) apabila terjadi serangan oleh serangga dengan menggunakan insektisida berbahan aktif imidalkloprid 5% dengan dosis

0,4-0,8 g/liter air. Pemupukan tanaman pada 35 HST dengan menggunakan KNO<sub>3</sub> (5 gr/ liter air) dan SP36 (5 gr/liter air) serta di siramkan pada setiap media dengan takaran 50 ml. Selanjutnya, setelah umur 39 HST dilakukan buka dan tutup waring pada jam 07.00-10.00 untuk pemerataan penyinaran dan supaya bibit beradaptasi dengan lingkungan luar serta agar *green house* tidak lembab sehingga terbentuk sirkulasi udara yang baik.

#### 4. Pengamatan dan pengambilan sampel tanaman

Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan melihat morfologi bibit tanaman tembakau. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst dengan menggunakan metode pengukuran yang dilakukan setiap 7 hari HST (hari setelah tanam) dimulai dari 28 HST, 35 HST, 42 HST dan 49 HST. Pengambilan sampel tanaman dilakukan setelah 49 HST (Hari Setelah Tanam). Pengambilan sampel dilakukan untuk mengukur luas permukaan daun, diameter batang, panjang akar, berat basah bibit dan berat kering bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst.

#### 3.3.5 Tahap Analisis Karakteristik Fisik Tanah

Analisis karakteristik fisik tanah dilakukan pada setiap media tanam yang sudah disiapkan yaitu kombinasi tanah pasiran dengan masing-masing jenis dan dosis biochar sesuai perlakuan setelah 45 hari inkubasi yaitu dengan parameter pengamatan sebagai berikut, yaitu :

##### 1. Berat Volume (BV)

Penetapan berat volume tanah dilakukan dengan metode ring untuk mengetahui tingkat kepadatan tanah.

##### 2. Berat Jenis Partikel (BJP)

Penetapan berat jenis partikel tanah dilakukan dengan metode piknometer untuk mengetahui perbandingan antara massa fase padat tanah dan volume fase padat.

### 3. Porositas

Penetapan porositas tanah dilakukan dengan metode perhitungan berat volume dan berat jenis partikel untuk mengetahui persentase ruang pori dalam tanah.

### 4. *Water Holding Capacity* (WHC)

Penetapan *water holding capacity* (WHC) tanah dilakukan dengan metode gravimetri untuk mengetahui persentase tanah mengikat air.

### 5. pH Tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan pH meter dengan pengestrak H<sub>2</sub>O untuk mengetahui tingkat kemasaman tanah.

#### 3.3.6 Tahap Analisis Akhir Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst

Analisis akhir dilakukan pengukuran terhadap sampel sampel bibit tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst setelah 49 HST dengan parameter, yaitu :

##### 1. Luas Permukaan Daun

Dilakukan di akhir pengamatan (49 HST) dengan metode gravimetri. Pertama menyiapkan kertas yang sudah diketahui luas permukaannya dan berat kertas awal. Selanjutnya menggambar daun tembakau pada kertas tersebut. Gunting gambar daun pada kertas, kemudian menimbang kertas yang berbentuk daun. Luas permukaan daun akan diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas Permukaan Daun} = \frac{\text{Berat akhir kertas}}{\text{Berat awal kertas}} \times \text{LP kertas}$$

##### 2. Diameter batang

Pengukuran diameter batang dilakukan diakhir dengan menggunakan jangka sorong agar tidak mengalami goresan dan kerusakan pada bibit tembakau saat ditanam.

##### 3. Panjang akar

Pengukuran panjang akar bibit tembakau dilakukan dengan menggunakan meteran atau *Line Intersection Method* dari ujung akar hingga pangkal akar.



#### 4. Berat basah bibit

Penetapan berat basah bibit dilakukan dengan menimbang langsung pada timbangan setiap bibit tanaman tembakau yang sudah diambil dari setiap media.

#### 5. Berat kering bibit

Penetapan berat kering bibit dilakukan dengan mengoven bibit dengan suhu 60-70<sup>0</sup>C selama 3 hari dan menimbang kembali.

### 3.4 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.2, yaitu meliputi :

Tabel 3.2 Variabel yang diamati

Variabel Pengamatan	Metode	Waktu Pengamatan
Berat Volume (BV)	Metode Ring	Setelah 45 Hari
Berat Jenis Partikel (BJP)	Metode Piknometer	Setelah 45 Hari
Porositas	Perhitungan BV dan BJP	Setelah 45 Hari
Water Holding Capacity (WHC)	Metode Gravimetri	Setelah 45 Hari
Nilai pH	pH meter	Setiap 1 Minggu
Tinggi Tanaman	Pengukuran	Setiap 1 Minggu
Jumlah Daun	Pengukuran	Setiap 1 Minggu
Panjang Daun	Pengukuran	Setiap 1 Minggu
Lebar Daun	Pengukuran	Setiap 1 Minggu
Luas Permukaan Daun	Metode Gravimetri	Akhir
Diameter Batang	Pengukuran	Akhir
Panjang Akar	Pengukuran	Akhir
Berat Basah Bibit	Metode Gravimetri	Akhir
Berat Kering Bibit	Metode Gravimetri	Akhir

### 3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis statistik sesuai analisis varian (Anova) yang digunakan pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3 x 4 yang di ulang 3 kali. Selanjutnya dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap berbagai variable yang diamati.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Setiap perlakuan jenis biochar berpengaruh nyata terhadap beberapa karakteristik tanah yaitu berat volume (BV), porositas tanah, *water holding capacity* (WHC), nilai pH, dan juga berpengaruh terhadap kualitas bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, berat basah dan berat kering bibit.
2. Setiap peningkatan dosis biochar berpengaruh nyata untuk menurunkan berat volume (BV), menurunkan berat jenis partikel (BJP), meningkatkan *water holding capacity* (WHC), meningkatkan nilai pH, dan mampu meningkatkan kualitas bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, panjang akar, berat basah dan berat kering bibit.
3. Interaksi kombinasi perlakuan jenis biochar dengan dosis biochar menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata terhadap pH tanah, tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, luas permukaan daun, diameter batang, panjang akar, berat basah dan berat kering bibit tembakau besuki na-oogst.
4. Kombinasi perlakuan yang terbaik untuk pertumbuhan bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) besuki na-oogst adalah pada jenis biochar biji karet dengan dosis 25 g/kg tanah.

### 5.2 Saran

Sebaiknya perlu dilakukan penelitian lanjutan penggunaan biochar hingga tanaman berproduksi dan melihat variabel pengamatan lainnya yang berpengaruh terhadap tanah maupun tanaman. Selain itu, teknik pembuatan biochar perlu dikembangkan lagi sehingga seluruh komposisi bahan yang digunakan bisa dimanfaatkan dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- AAK. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Yogyakarta : Kaninus.
- Akmal dan Filawati. 2008. Pemanfaatan Kapang *Aspergillus niger* sebagai inokulan Fermentasi Kulit Kopi dengan Media Cair dan Pengaruhnya terhadap Performans Ayam Boiler. *Ilmu-Ilmu Peternakan*, 11 (3) : 150-158.
- Auditya, M., S. Trisnowati, dan R. Rogomulyo. 2015. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Periode Penyiangan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tumpangsari Lidah Buaya (*Aloe chinensis* B.) – Wijen (*Sesamum indicum* L.) di Lahan Pasir Pantai. *Vegetalika*, 4 (1) : 46 – 55.
- Alfiany, H., S. Bahri, dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science*, 2(3) : 75-86.
- Alianti, Y., S. Zubaidah, dan D. Saraswati. 2016. Tanggapan Tanaman Tomat (*Lycopersium esculenium* Mill.) Terhadap Pemberian Biochar dan Pupuk Hayati pada Tanah Gambut. *Agri Peat*, 17 (2) : 115-125.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Basri, A.B., dan A. Aziz. 2011. Arang Hayati (Biochar) sebagai Bahan Pembenh Tanah. *Serambi Pertanian*, 5(6) : 1-2.
- BPTP Jawa Timur. 2011. *Budidaya Tembakau NO*. Surabaya : Dinas Perkebunan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur.
- Budiman, H. 2015. *Budidaya Tanaman Tembakau*. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Dariah, A., dan N. L. Nurida. 2012. Pemanfaatan Biochar untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Kering Beriklim Kering. *Buana Sains*, 12 (1) : 33-38.
- Djunaedi, M Sodik. 2008. Teknik Penetapan Berat Isi Tanah di Laboratorium Fisika Tanah Balai Penelitian Tanah. *Teknik Pertanian*, 13 (2) : 65-68.
- Draper, K dan T. Tomlinson. 2012. Poultry Little Biochar – a US Perspective. *International Biochar Initiative*, 1 (1) : 1-6.

- Efendi, Z., dan L. Harta. 2014. Kandungan Nutrisi Hasil Fermentasi Kulit Kopi (Studi Kasus Desa Air Meles Bawah Kecamatan Curup Timur). *BPTP Bengkulu*, 1 (1) : 1-5.
- Firmansyah, I. dan N. Sumarni. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah. *Hortikultura*, 23(4) : 358-364.
- Gholizadeh, R., N. M. Roshan., S. M. Sadeghi., dan H. Dorodian. 2012. Study Effects of Different Nitrogen and Potassium Fertilizers Application Amounts on Quantitative and Qualitative Characteristics of Tobacco (Male Sterile Variety, PVH19) in Talesh Region. *Annals of Biological Research*, 3 (11) : 5323-5349.
- Hardjowigeno, S. 2015. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Harsini, T. dan Susilowati. 2008. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao dari Limbah Perkebunan Kakao sebagai Bahan Baku Pulp dengan Proses Organosolv. *Teknik Lingkungan* , 2 (2) : 80-89.
- Hartana. 1978. *Budidaya Tembakau Cerutu*. Jember : Balai Penelitian Perkebunan Jember.
- Hillel, Daniel. 1971. *Soil and Water*. New York : Academic Press, INC.
- Hou, Y., X. Hu, W. Yan, S. Zhang, dan L. Niu. 2013. Effect of Organik Fertilizers Used in Sandy Soil on the Growth of Tomatoes. *Agricultural Sciences*, 4 (5) : 31-34.
- Ilyas., Syekhfani., dan S. Priyono. 2000. Analisis Pemberian Limbah Pertanian Abu Sekam sebagai Sumber Silikat pada Andisol dan Oxisol terhadap Pelepasan Fosfor Terjerap dengan Teknik Perunut <sup>32</sup>P. *Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi*, 1 (1) : 103-110.
- Jemal, K. dan A. Abebe. 2016. Determination of Biochar Rate for Improved Production of Lemmon Grass (*Cymbopogon Citratuc* L.). *Advanced Biological and Biomedical Research*, 4 (2) : 149-157.
- Kusumastuti, A. 2014. Dinamika P Tersedia, pH, C-Organik dan Serapan P Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) pada Berbagai Aras Bahan Organik dan Fosfat di Ultisols. *Pertanian Terapan*, 14 (3): 145-151.
- Kurniawan, R., Usmani., dan J. A. Arifandi. 2015. Kualitas Tembakau Besuki Na-Oogst Pada Lahan yang di Pupuk Menggunakan Pupuk Alam dan Urea. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1 (1) : 1-5.

- Kusumandaru, W., B. Hermiyanto, dan S. Winarso. 2015. Analisis Indeks Kualitas Tanah Di Lahan Pertanian Tembakau Kasturi Berdasarkan Sifat Kimianya Dan Hubungannya Dengan Produktivitas Tembakau Kasturi Di Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1) : 1-6.
- Liescahyani, Isti., H. Djatmiko., dan N. Sulistyaningsih. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biochar terhadap Perubahan Sifat Fisika pada Tanah Pasiran. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1 (1) : 1-6.
- Liu, X.H. dan X.C. Zhang. 2012. Effect of biochar on pH Alkaline Soils in the Loess Plateau: Results from Incubation Experiments. *IJAB*, 4 (1) : 745-750.
- Maftua'ah, E., dan D. Nursyamsi. 2015. Potensi berbagai bahan organik rawa sebagai sumber biochar. *Biodiversitas*, 1(4) : 776-781.
- Major, Julie. 2010. *Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management Systems*. Internasional Biochar Initiative.
- Mantonanaki, A., F.M. Pelleri, dan E. Gidarakos. 2016. Use of Biochar Generated from Spent Coffe Grounds for the Removal of Zn(II) from Aqueous Solutions. *Environmental Science and Technology*, 1 (1) : 1-6.
- Mason, P.E., J. M. Jones, L. I. Darvell, dan A. Williams. 2015. Gas Phase Potassium Release From A Single Particle Of Biomass During High Temperature Combustion. *Proceedings of the Combustion Institute*, 36 (1) : 2207–2215.
- Matnawi, Hudi. 2002. *Budidaya Tembakau Bawah Naungan*. Yogyakarta : Kaninus.
- Mawardiana, Sufardi, dan E. Husen. 2013. Pengaruh Residu Biochar Dan Pemupukan Npk Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. *Konservasi Sumberdaya Lahan*, 1(1) : 16-23.
- Meyer, S., L. Genesio, I. Vogel, H.P. Schmidt, G. Soja, E. Someus, S. Shackley, F.G.A. Verheijen, dan B. Glaser. 2017. Biochar Standardization And Legislation Harmonization. *Environmental Engineering and Landscape Management*, 1 (1) : 1-8.
- Nariratih, I., MMB. Damanik, dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan Nitrogen Pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik Dan Serapannya Pada Tanaman Jagung. *Agroekoteknologi*, 1(3) : 479-489.

- Nguyen, T.T.N., C.Y. Xu, I. Tahmasbian, R. Che, X. Zhou, H. M. Wallace, S. H. Bai, dan Z. Xu. 2017. Effects of biochar on soil available inorganik nitrogen: A review and meta-analysis. *Geoderma*, 288 (1) : 79-96.
- Novia., H. Yuliyati., dan R. Yuliandhika. 2009. Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Semi Drying Oil dengan Metode Ekstraksi Menggunakan Pelarut N-Heksana. *Teknik Kimia*, 4 (16) : 1-10.
- Nsamba, H. K., S. E. Hale.,G. Cornelissen., dan R. T. Bachmann. 2015. Sustainable Technologies for Small-Scale Biochar Production. *Sustainable Bioenergy Systems*, 5 (1) : 10-31.
- Nugroho, Yusanto. 2009. Analisis Sifat Fisik-Kimia dan Kesuburan Tanah pada Lokasi Rencana Hutan Tanaman Industri PT Prima Multibuwana. *Hutan Tropis Borneo*, 10 (27) : 222-229.
- Prabha, Shanthi., R. Renuka., N. P. Sreekanth., B. Padmakumar dan A.P. Thomas. 2013. A Study of the Fertility and Carbon Sequestration Potential of Rice Soil with Respect to the Application of Biochar and Selected Amendments. *Annals of Environmental Science*, 7 (1) : 17-30.
- Prasetyo, Y., H. Djatmiko dan N. Sulistyaningsih. 2015. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Dosis Biochar terhadap Perubahan Sifat Fisika Tanah Pasiran pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1 (1) : 1-5.
- Puastuti, W dan Susana. 2014. Potensi dan Pemanfaatan Kulit Buah Kakao sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminasia. *Wartazoa*, 24 (3) : 151-159.
- Pujol, D., C. Liu., J. Guminho., M. A. Olivella., N. Fiol., I. Villaescusa dan H. Pereira. 2013. The Chemical Composition of Exhausted Coffe Waste. *Industrial Crops and Products*, 50 (1) : 423-430.
- Rachman, A., Kartamidjaja, M. A. dan Machfudz. 1997. Budidaya Tembakau Virginia. *Monograf Ballittas*, 1 (3) : 35.
- Saputra, J., dan R. Ardika. 2012. Potensi Biochar Dari Limbah Biomassa Perkebunan Karet Sebagai Amelioran Dan Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca. *Warta Per karetan*, 31(1) : 43-49.
- Shalsabila, F., S. Prijono., dan Z. Kusuma. 2017. Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao terhadap Kemantapan Agregat dan Produksi Tanaman Jagung Pada Tanah Ultisol Lampung Timur. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4 (1) : 473-480.

- Shenbagavalli, S. dan Mahimairaja, S. 2012. Production and Characterization of Biochar from Different Biological Wastes. *Plant, Animal, and Environmental Sciences*, 2 (1) : 197 – 201.
- Sholeh, M. 2006. Paket Teknologi Budidaya Tembakau Cerutu Besuki di Jember Selatan. *Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*, 1 (1) : 108-113.
- Sutono, S. dan N. L. Nurida. 2012. Kemampuan Biochar Memegang Air Pada Tanah Bertekstur Pasir. *Buana Sains*, 12 (1) : 45-52.
- Suwardji., W. H. Utomo., dan Sukartono. Kemantapan Agregat Setelah Aplikasi Biochar di Tanah Lempung Berpasir pada Pertanaman Jagung di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara. *Buana Sains*, 12 (1) : 61-68.
- Tambunan, S., E. Handayanto, dan B. Siswanto. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan Biochar terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1 (1) : 89-98.
- Tesin, A.K. 2016. Biochar in soil: Effect on physical, chemical and hydrological properties in differently textured soils. *Agro Environmental Management*, 1 (1) : 56-58.
- Utami, S. N. H., dan S. Handayani. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sitem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*, 10 (2) : 63-69.
- Widyotomo, Sukrisno. 2013. Potensi dan Teknologi Diversifikasi Limbah Kopi menjadi Produk Bermutu dan Bernilai Tambah. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*, 1 (1) : 63-80.
- Wijaya, M. M. 2014. Pemanfaatan Limbah Kakao Sebagai Bahan Baku Produk Pangan. *Kimia Lingkungan*, 6 (528) : 1-8.
- Willem, D., Murdiyoso dan M. Sholeh. 1994. Analisis Peluang Curah Hujan Rantai Markov untuk Penetapan Waktu Tanam Tembakau Virginia di Daerah Bojonegoro, Jawa Timur. *Buletin Agrometeorologi*, 1 (2) : 100-108.
- Yan, X., D. Che, dan T. Xu. 2005. Effect of Rank, Temperatures And Inherent Minerals On Nitrogen Emissions During Coal Pyrolysis In A Fixed Abstract Bed Reactor. *Fuel Processing Technology*, 86 (2005) : 739– 756.
- Yuwono, N. W. 2009. Membangun Kesuburan Tanah di Lahan Marginal. *Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 9 (2) : 137-141.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

Parameter tanah	Nilai					
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	
C (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5	
N (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray-1 (ppm)	<10	10-15	16-25	26-35	>35	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen (ppm)	<10	10-25	26-45	46-60	>60	
K <sub>2</sub> O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60	
KTK (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40	
Susunan Kation :						
K (me/100g)	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	>1,0	
Na (me/100g)	<0,1	0,1-0,3	0,4-0,7	0,8-1,0	>1	
Mg (me/100g)	<0,4	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8	
Ca (me/100g)	<0,2	2-5	6-10	11-20	>20	
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70	
Aluminium (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60	
	<b>Sangat masam</b>	<b>Masam</b>	<b>Agak masam</b>	<b>Netral</b>	<b>Agak alkalis</b>	<b>Alkalis</b>
<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009)



Lampiran 2. Tabel Matriks Korelasi Variabel Pengamatan

Variabel Pengamatan	Correlations													
	BV	BJP	Porositas	WHC	pH	TT	Selisih TT	JD	PD	LD	LP	DB	PA	BB
BJP	.580**													
Porositas	-.891**	-0.156												
WHC	-.631**	-.439**	.528**											
pH	-.384*	-.625**	0.119	0.283										
Tinggi Tanaman	0.029	0.035	0.029	-0.130	-0.107									
Jumlah Daun	0.012	0.134	0.074	-0.061	-0.169	.683**	.583**							
Panjang Daun	-0.045	0.129	0.160	-0.111	-0.178	.880**	.805**	.697**						
Lebar Daun	0.006	-0.019	0.015	-0.111	-0.034	.865**	.806**	.694**	.918**					
Luas Permukaan	-0.087	-0.003	0.133	0.004	-0.146	.867**	.802**	.611**	.843**	.754**				
Diameter Batang	-0.029	0.002	0.060	-0.116	-0.154	.786**	.702**	.622**	.855**	.874**	.757**			
Panjang Akar	-0.174	-0.108	0.178	0.085	0.105	.706**	.634**	.560**	.775**	.757**	.744**	.769**		
Berat Basah	-0.174	-0.128	0.162	0.012	-0.031	.848**	.751**	.631**	.882**	.873**	.894**	.865**	.829**	
Berat Kering	-0.136	-0.199	0.075	-0.104	0.058	.754**	.671**	.478**	.772**	.781**	.791**	.791**	.719**	.921**

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 3. Kriteria Standar Biochar

		Voluntary product standards				National legislation				EC regulation 2003/2003 REFERTIL recommendations	EC regulation 2003/2003 ESPP Suggestion	
		IBI-BS	EBC		BQM		Germany Fertilizer Ordinance	Austria Fertilizer Ordinance Soil Improvers etc.	Switzerland Fertilizer Ordinance <sup>4</sup>			Italy Fertilizer Decree #75
			Basic	Premium	Standard Gr.	High Gr.						
<b>Summary of the standard</b>	Subchapter	1.1	1.2		1.3		2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.3
<b>Quality requirements for biochar</b>	Unit											
Organic Carbon content	(%)	≥10	≥50 for biochars		≥10 <sup>5</sup>		>80	-	≥50	≥20	≥50 for PBC, declaration for ABC	>30
Hydrogen/Organic Carbon - Ratio		≤0.7	<0.7		≤0.7		-	-	<0.7	≤0.7	Optional declaration	<0.7
Oxygen/Organic Carbon - Ratio		-	<0.4		-	-	-	-	-	-	-	-
Total ash content	%	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 60%	Optional declaration	-
pH-Value		-	-	-	-	-	-	-	-	4-12	6-10	-
Salinity (electrical conductivity)	mS/m	-	-	-	-	-	-	-	-	≤1000	Optional declaration	-
Moisture content (of powdery biochar)	%	-	≥30		≥20		-	-	≥30	≥20	≥40% for PBC, ≥20% for ABC	30-40% <sup>6</sup>
Germination Test		Pass	-	-	-	-	-	-	-	Reporting Obligation	Mandatory	-
Worm Avoidance Test		-	-	-	-	-	-	-	-	Reporting Obligation	-	-
<b>Organic Pollutants</b>												
PAH content (US EPA 16)	mg/kg dm	≤300	<12	<4	<20	<20	-	<6	≤4	<6	≤6 <sup>8</sup>	<6
B(a)P toxic equivalency	mg/kg dm	≤3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCBs	mg/kg dm	≤1 <sup>1</sup>	<0.2		<0.5		-	<0.2	-	<0.5	≤0.2	<0.2
PFTs (PFOA and PFOS)	mg/kg dm	-	-	-	-	-	≤0.1	<0.1	-	-	-	-
PCDDs/Fs toxic equiv. (I-TEQ <sub>eq</sub> )	ng/kg dm	≤17	<20		<20		≤30 <sup>1</sup>	≤20	≤20	<9	≤20 <sup>4</sup>	<20
<i>Campylobacter species pluralis</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	-	-
<i>Escherichia Coli</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	1000 CFU/g for E. Coli <sup>7</sup>	-
<i>Listeria monocytogenes</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	-	-
<i>Salmonella species pluralis</i>		-	-	-	-	-	-	not detectable in 50 g.	-	-	No salmonella sp. in 25 g <sup>7</sup>	-

Sumber : Meyer *et al.*, (2017)

Lampiran 4. Dokumentasi Pembuatan Biochar



Gambar 1. Limbah kulit kopi



Gambar 2. limbah kulit kakao



Gambar 3. Biji karet



Gambar 5. Menutup rapat, sehingga diusahakan tidak ada oksigen (pirolisis sederhana).



Gambar 6. Biochar biji karet



Gambar 4. Memastikan api hidup



Gambar 7. Penghalusan biochar

Lampiran 5. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Gambar 1. Pipa untuk media



Gambar 5. Sampling untuk analisis



Gambar 2. Pengambilan tanah



Gambar 6. Persemaian tembakau



Gambar 3. Pencampuran media



Gambar 7. Pengaturan penyiraman



Gambar 4. Inkubasi 45 hari



Gambar 8. bibit tembakau di GH

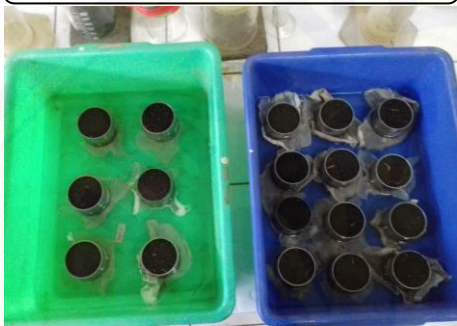
Lampiran 6. Dokumentasi Analisis di Laboratorium



Gambar 1.Sampling untuk analisis



Gambar 5.Destilasi N-Total



Gambar 2.Penjenuhan (WHC)



Gambar 6.analisis pH tanah



Gambar 3.Penimbangan (BV)



Gambar 7.C-Organik (pengabuan)



Gambar 4.BJP (picnometer)



Gambar 8.Pereaksi P

**Lampiran 7. Dokumentasi Tinggi Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

Gambar 1. Perbandingan penambahan dosis pada setiap jenis biochar pada dosis yang berbeda terhadap tinggi bibit tembakau besuki na-oogst.

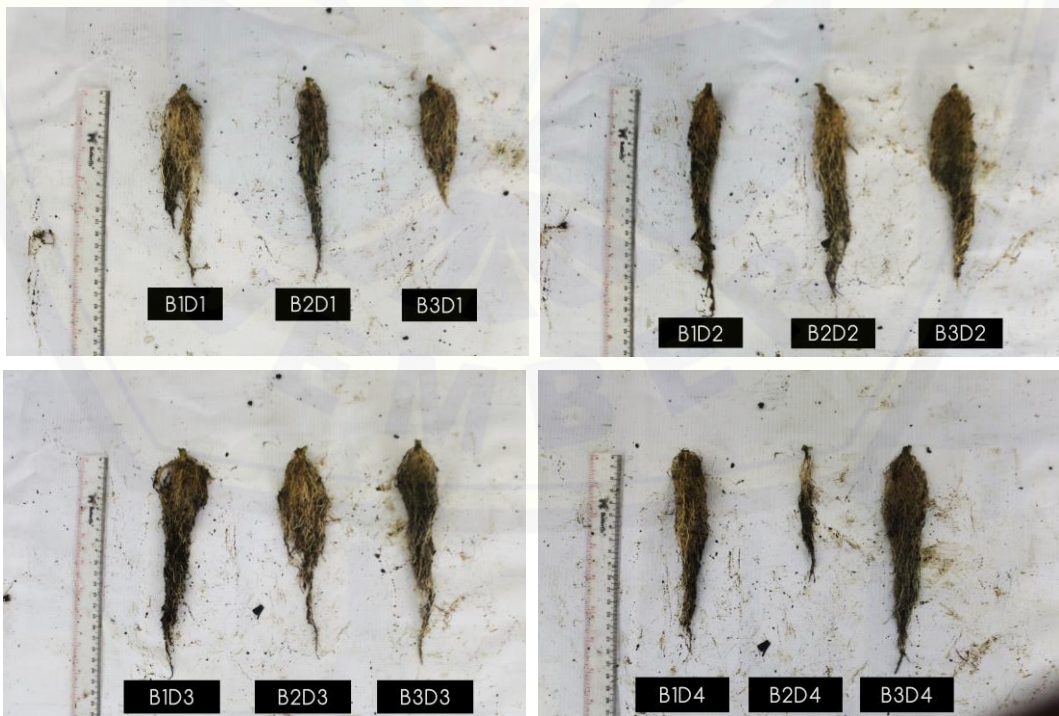


Gambar 2. Perbandingan setiap jenis biochar pada dosis yang berbeda terhadap tinggi bibit tembakau besuki na-oogst.

**Lampiran 8. Dokumentasi Panjang Akar Bibit Tembakau Na-Oogst**



Gambar 1. Perbandingan penambahan dosis pada setiap jenis biochar pada dosis yang berbeda terhadap akar bibit tembakau besuki na-oogst.



Gambar 2. Perbandingan setiap jenis biochar pada dosis yang berbeda terhadap akar bibit tembakau besuki na-oogst.

**Lampiran 9. Rangkuman F-Hitung Hasil Analisis Variabel Pengamatan**

<b>Variabel Pengamatan</b>	<b>Jenis Biochar</b>	<b>Dosis</b>	<b>Jenis Biochar X Dosis</b>
Berat Volume (BV)	6.39**	8.30**	0.29 <sup>ns</sup>
Berat Jenis Partikel (BJP)	0.15 <sup>ns</sup>	14.56**	0.52 <sup>ns</sup>
Porositas	5.35*	1.48 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>
Water Holding Capacity (WHC)	25.81**	11.74**	2.24 <sup>ns</sup>
pH tanah	21.78**	38.77**	3.44*
Tinggi Tanaman	14.30**	26.80**	14.31**
Jumlah Daun	4.90*	7.57**	2.37 <sup>ns</sup>
Panjang Daun	17.91**	25.26**	25.89**
Lebar Daun	7.07**	15.22**	12.77**
Luas Permukaan Daun	6.76**	13.34**	2.51**
Diameter Batang	9.59**	14.10**	7.88**
Panjang Akar	1.77 <sup>ns</sup>	36.07**	13.93**
Berat Basah Brangkas	37.57**	49.59**	31.56**
Berat Kering Brangkas	35.29**	25.97**	14.76**



**Lampiran 10. Hasil Analisis Berat Volume (BV)**Variabel BV Tanah (g/cm<sup>3</sup>)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	0.92	1.00	1.02	2.94	0.98
	D2	0.93	0.98	0.90	2.81	0.94
	D3	0.95	0.94	0.91	2.80	0.93
	D4	0.85	0.88	0.94	2.67	0.89
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	1.00	1.02	0.99	3.01	1.00
	D2	0.99	0.95	0.97	2.90	0.97
	D3	0.95	0.96	0.98	2.88	0.96
	D4	0.94	0.93	0.93	2.81	0.94
Biochar Biji Karet	D1	1.05	0.97	0.97	2.99	1.00
	D2	0.97	0.99	0.98	2.94	0.98
	D3	0.96	0.96	0.98	2.91	0.97
	D4	0.95	0.95	0.96	2.85	0.95
total		11.46	11.53	11.53	34.52	0.96
rata-rata		0.95	0.96	0.96		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0.03	0.00	3.58	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	0.01	0.01	6.39	3.40	5.61	**
Dosis	3	0.02	0.01	8.30	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	0.00	0.00	0.29	2.51	3.67	ns
Eror	24	0.02	0.00				
Total	35	0.05					
	cv	3.02					

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = Berbeda tidak nyata

\* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 11. Hasil Analisis Berat Jenis Partikel (BJP)**

Variabel BJP Tanah (g/cm <sup>3</sup> )						
Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	2.69	2.75	2.71	8.15	2.72
	D2	2.66	2.67	2.64	7.97	2.66
	D3	2.67	2.64	2.64	7.95	2.65
	D4	2.65	2.61	2.58	7.85	2.62
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	2.71	2.78	2.73	8.22	2.74
	D2	2.66	2.67	2.68	8.01	2.67
	D3	2.67	2.59	2.69	7.95	2.65
	D4	2.60	2.61	2.58	7.79	2.60
Biochar Biji Karet	D1	2.71	2.68	2.75	8.14	2.71
	D2	2.67	2.66	2.67	8.00	2.67
	D3	2.60	2.61	2.74	7.95	2.65
	D4	2.65	2.64	2.63	7.91	2.64
total		31.95	31.90	32.04	95.90	2.66
rata-rata		2.66	2.66	2.67		

ANOVA							
SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0.06	0.01	4.28	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	0.00	0.00	0.15	3.40	5.61	Ns
Dosis	3	0.05	0.02	14.56	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	0.00	0.00	0.52	2.51	3.67	Ns
Eror	24	0.03	0.00				
Total	35	0.09					
cv		1.31					

**Keterangan :**

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 12. Hasil Analisis Porositas Tanah**

## Variabel Porositas Tanah (%)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	65.85	63.64	62.44	191.94	63.98
	D2	64.90	63.33	65.94	194.16	64.72
	D3	64.42	64.38	65.54	194.33	64.78
	D4	67.82	66.45	63.64	197.92	65.97
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	63.06	63.19	63.73	189.99	63.33
	D2	62.92	64.59	63.71	191.22	63.74
	D3	64.58	62.99	63.71	191.27	63.76
	D4	63.73	64.18	63.85	191.76	63.92
Biochar Biji Karet	D1	61.28	63.82	64.57	189.66	63.22
	D2	63.86	62.62	63.40	189.88	63.29
	D3	63.21	63.09	64.07	190.37	63.46
	D4	64.24	64.04	63.50	191.79	63.93
total		769.86	766.33	768.10	2304.29	64.01
rata-rata		64.15	63.86	64.01		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	21.00	1.91	1.53	2.22	3.09	ns
Jenis Biochar	2	13.40	6.70	5.35	3.40	5.61	*
Dosis	3	5.54	1.85	1.48	3.01	4.72	ns
Jenis B. X Dosis	6	2.06	0.34	0.27	2.51	3.67	ns
Eror	24	30.03	1.25				
Total	35	51.04					
	cv	1.75					

## Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 13. Hasil Analisis *Water Holding Capacity* (WHC)**Variabel *Water Holding Capacity* (WHC) (%)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	55.14	54.38	54.96	164.48	54.83
	D2	55.73	54.36	57.66	167.76	55.92
	D3	58.17	56.40	55.31	169.89	56.63
	D4	64.37	58.28	65.58	188.23	62.74
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	53.51	54.64	53.05	161.20	53.73
	D2	55.60	55.07	53.49	164.16	54.72
	D3	55.36	57.16	53.58	166.10	55.37
	D4	57.74	57.53	56.04	171.30	57.10
Biochar Biji Karet	D1	51.02	52.81	52.00	155.84	51.95
	D2	53.86	50.54	51.56	155.96	51.99
	D3	52.66	51.98	53.20	157.83	52.61
	D4	54.13	51.69	55.58	161.40	53.80
total		667.30	654.86	662.01	1984.17	55.12
rata-rata		55.61	54.57	55.17		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	285.39	25.94	9.12	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	146.92	73.46	25.81	3.40	5.61	**
Dosis	3	100.23	33.41	11.74	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	38.24	6.37	2.24	2.51	3.67	ns
Erör	24	68.30	2.85				
Total	35	353.69					
	cv	3.06					

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 14. Hasil Analisis pH Tanah (H<sub>2</sub>O)**

Variabel pH Tanah						
Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	6.4	6.01	6.52	18.93	6.31
	D2	6.79	6.7	6.82	20.31	6.77
	D3	6.64	6.69	7.08	20.41	6.80
	D4	7.04	6.86	7.05	20.95	6.98
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	6.31	6.29	6.03	18.63	6.21
	D2	7.02	7.76	7.41	22.19	7.40
	D3	7.74	7.83	7.65	23.22	7.74
	D4	8.67	7.89	7.54	24.10	8.03
Biochar Biji Karet	D1	6.04	6.32	6.27	18.63	6.21
	D2	7.05	6.71	6.63	20.39	6.80
	D3	7.13	6.92	7.12	21.17	7.06
	D4	7.3	7.31	7.22	21.83	7.28
total		84.13	83.29	83.34	250.76	6.97
rata-rata		7.01	6.94	6.95		

ANOVA							
SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	11.09	1.01	16.41	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	2.68	1.34	21.78	3.40	5.61	**
Dosis	3	7.14	2.38	38.77	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	1.27	0.21	3.44	2.51	3.67	*
Eror	24	1.47	0.06				
Total	35	12.56					
	cv	3.56					

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 15. Hasil Analisis Tinggi Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

## Variabel Tinggi Tanaman 7 MST (cm)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	7.6	7.05	6.91	21.56	7.19
	D2	6.4	9	9.28	24.68	8.23
	D3	8.74	8.66	9.58	26.98	8.99
	D4	8.55	8.64	8.92	26.11	8.70
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	7.16	6.82	7.66	21.64	7.21
	D2	8.85	8.75	9.22	26.82	8.94
	D3	9.22	9.81	10.24	29.27	9.76
	D4	3.56	2.98	2.63	9.17	3.06
Biochar Biji Karet	D1	7.85	7.7	5.86	21.41	7.14
	D2	9.74	8.12	10.13	27.99	9.33
	D3	10.33	10.53	10.46	31.32	10.44
	D4	10.22	8.3	8.1	26.62	8.87
total		98.22	96.36	98.99	293.57	8.15
rata-rata		8.19	8.03	8.25		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	120.49	10.95	17.72	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	17.68	8.84	14.30	3.40	5.61	**
Dosis	3	49.71	16.57	26.80	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	53.10	8.85	14.31	2.51	3.67	**
Eror	24	14.84	0.62				
Total	35	135.33					
	cv	9.64					

## Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = Berbeda tidak nyata

\* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 16. Hasil Analisis Jumlah Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

## Variabel Jumlah Daun 7 MST

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	8	7	7	22.00	7.33
	D2	8	9	8	25.00	8.33
	D3	8	9	8	25.00	8.33
	D4	8	8	8	24.00	8.00
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	7	8	7	22.00	7.33
	D2	9	8	8	25.00	8.33
	D3	8	7	8	23.00	7.67
	D4	7	6	6	19.00	6.33
Biochar Biji Karet	D1	8	7	8	23.00	7.67
	D2	8	8	8	24.00	8.00
	D3	8	9	9	26.00	8.67
	D4	8	7	8	23.00	7.67
Total		95.00	93.00	93.00	281.00	7.81
rata-rata		7.92	7.75	7.75		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	12.97	1.18	4.25	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	2.72	1.36	4.90	3.40	5.61	*
Dosis	3	6.31	2.10	7.57	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	3.94	0.66	2.37	2.51	3.67	ns
Erör	24	6.67	0.28				
Total	35	19.64					
cv		6.75					

## Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 17. Hasil Analisis Panjang Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

Variabel Panjang daun 7 MST (cm)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	13.75	12.59	12.25	38.59	12.86
	D2	14.25	14.81	14.83	43.89	14.63
	D3	15.00	15.78	15.08	45.86	15.29
	D4	15.70	15.16	12.92	43.78	14.59
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	13.82	13.56	14.04	41.42	13.81
	D2	14.04	14.51	14.17	42.71	14.24
	D3	15.25	15.87	15.45	46.57	15.52
	D4	7.11	5.73	6.28	19.12	6.37
Biochar Biji Karet	D1	11.82	9.10	12.93	33.85	11.28
	D2	16.27	14.42	14.85	45.54	15.18
	D3	15.42	16.99	15.86	48.27	16.09
	D4	17.46	15.15	15.33	47.94	15.98
Total		169.89	163.67	163.98	497.54	13.82
rata-rata		14.16	13.64	13.67		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	242.89	22.08	24.27	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	32.60	16.30	17.91	3.40	5.61	**
Dosis	3	68.96	22.99	25.26	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	141.33	23.56	25.89	2.51	3.67	**
Eror	24	21.84	0.91				
Total	35	264.73					
	cv	6.90					

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = Berbeda tidak nyata

\* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%



**Lampiran 18. Hasil Analisis Lebar Daun Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

Variabel Lebar Daun 7 MST (cm)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	7.28	6.37	8.45	22.10	7.37
	D2	8.19	9.91	9.45	27.55	9.18
	D3	9.33	9.64	9.59	28.57	9.52
	D4	9.46	9.80	8.66	27.92	9.31
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	8.59	7.94	8.01	24.53	8.18
	D2	9.38	9.67	9.74	28.79	9.60
	D3	10.04	10.68	9.40	30.12	10.04
	D4	5.16	4.07	4.47	13.70	4.57
Biochar Biji Karet	D1	9.29	5.68	8.05	23.02	7.67
	D2	8.99	8.87	9.08	26.94	8.98
	D3	9.57	11.49	10.00	31.06	10.35
	D4	10.61	10.42	9.75	30.78	10.26
total		105.89	104.53	104.65	315.07	8.75
rata-rata		8.82	8.71	8.72		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	87.79	7.98	12.40	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	9.10	4.55	7.07	3.40	5.61	**
Dosis	3	29.38	9.79	15.22	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	49.31	8.22	12.77	2.51	3.67	**
Eror	24	15.45	0.64				
Total	35	103.24					
	cv	9.17					

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = Berbeda tidak nyata

\* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 19. Hasil Analisis Luas Permukaan Daun**Variabel Luas Permukaan Daun (cm<sup>2</sup>)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	7.18	9.47	6.55	23.19	7.73
	D2	8.91	7.93	10.94	27.77	9.26
	D3	11.29	11.09	10.69	33.07	11.02
	D4	10.65	10.37	11.18	32.20	10.73
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	9.03	9.20	8.75	26.98	8.99
	D2	11.40	9.25	10.46	31.11	10.37
	D3	11.22	12.02	10.87	34.11	11.37
	D4	1.80	2.86	2.68	7.34	2.45
Biochar Biji Karet	D1	4.75	10.13	8.37	23.25	7.75
	D2	11.52	8.70	10.90	31.12	10.37
	D3	12.39	14.47	11.20	38.05	12.68
	D4	12.24	8.18	12.04	32.46	10.82
total		112.36	113.67	114.62	340.66	9.46
rata-rata		9.36	9.47	9.55		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	230.90	20.99	10.26	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	27.65	13.82	6.76	3.40	5.61	**
Dosis	3	81.91	27.30	13.34	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	121.34	20.22	9.88	2.51	3.67	**
Eror	24	49.11	2.05				
Total	35	280.00					
	cv	15.12					

Keterangan :

CV = Koefisien Keragaman

ns = Berbeda tidak nyata

\* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%

\*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 20. Hasil Analisis Diameter Batang Tembakau Besuki Na-Oogst**

Variabel Diameter Batang (cm)						
Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	0.54	0.6	0.6	1.74	0.58
	D2	0.65	0.67	0.68	2.00	0.67
	D3	0.82	0.73	0.68	2.23	0.74
	D4	0.68	0.7	0.63	2.01	0.67
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	0.6	0.63	0.63	1.86	0.62
	D2	0.6	0.7	0.7	2.00	0.67
	D3	0.68	0.66	0.69	2.03	0.68
	D4	0.42	0.4	0.53	1.35	0.45
Biochar Biji Karet	D1	0.66	0.53	0.59	1.78	0.59
	D2	0.66	0.68	0.64	1.98	0.66
	D3	0.73	0.8	0.7	2.23	0.74
	D4	0.73	0.72	0.7	2.15	0.72
total		7.77	7.82	7.77		
rata-rata		0.65	0.65	0.65	23.36	0.65

ANOVA							
SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	0.22	0.02	9.89	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	0.04	0.02	9.59	3.40	5.61	**
Dosis	3	0.08	0.03	14.10	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	0.09	0.02	7.88	2.51	3.67	**
Eror	24	0.05	0.00				
Total	35	0.27					
	cv	6.90					

Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 21. Hasil Analisis Panjang Akar Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

## Variabel Panjang Akar (cm)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	13.8	11.4	12.8	38.00	12.67
	D2	20.6	15.3	16.6	52.50	17.50
	D3	21.7	22.8	21.1	65.60	21.87
	D4	17.2	17.2	17.6	52.00	17.33
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	14.8	16.2	16.4	47.40	15.80
	D2	18.7	19.8	18.3	56.80	18.93
	D3	21.8	20.4	20.4	62.60	20.87
	D4	6.3	12.2	8.2	26.70	8.90
Biochar Biji Karet	D1	12.5	10.4	12.4	35.30	11.77
	D2	16.5	15.5	14.3	46.30	15.43
	D3	22.4	17.6	19.8	59.80	19.93
	D4	18.2	18.2	20.6	57.00	19.00
total		204.50	197.00	198.50	600.00	16.67
rata-rata		17.04	16.42	16.54		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	509.03	46.28	17.75	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	9.20	4.60	1.77	3.40	5.61	n
Dosis	3	282.04	94.01	36.07	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	217.79	36.30	13.93	2.51	3.67	**
Eror	24	62.55	2.61				
Total	35	571.58					
	cv	9.69					

## Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 22. Hasil Analisis Berat Basah Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

## Variabel Berat Basah Brangkasan (g)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	8.14	8.68	8.7	25.52	8.51
	D2	14.12	11.67	13.95	39.74	13.25
	D3	14.9	14.77	14.46	44.13	14.71
	D4	14.61	14.08	15.54	44.23	14.74
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	9.16	9.54	11.04	29.74	9.91
	D2	11.5	12.16	13.56	37.22	12.41
	D3	14.09	15.43	14.47	43.99	14.66
	D4	1.72	2.7	2.47	6.89	2.30
Biochar Biji Karet	D1	7.54	8.08	11.02	26.64	8.88
	D2	12.73	10.53	14.16	37.42	12.47
	D3	17.56	20.23	16.32	54.11	18.04
	D4	15.4	16.26	17.53	49.19	16.40
total		141.47	144.13	153.22	438.82	12.19
rata-rata		11.79	12.01	12.77		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	599.08	54.46	37.57	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	108.92	54.46	37.57	3.40	5.61	**
Dosis	3	215.68	71.89	49.59	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	274.48	45.75	31.56	2.51	3.67	**
Eror	24	34.79	1.45				
Total	35	633.88					
	cv	9.88					

## Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

**Lampiran 23. Hasil Analisis Berat Kering Bibit Tembakau Besuki Na-Oogst**

## Variabel Berat Kering Brangkasan (g)

Jenis Biochar	Dosis	Ulangan			total	rata-rata
		1	2	3		
Biochar Limbah Kulit Kopi	D1	1.93	1.29	1.9	5.12	1.71
	D2	2.53	1.73	2.11	6.37	2.12
	D3	3.83	2.92	3.32	10.07	3.36
	D4	3.11	2.95	3.32	9.38	3.13
Biochar Limbah Kulit Kakao	D1	1.9	1.57	2.48	5.95	1.98
	D2	2.39	2.74	2.89	8.02	2.67
	D3	3.35	3.21	2.89	9.45	3.15
	D4	0.16	0.58	0.75	1.49	0.50
Biochar Biji Karet	D1	1.54	1.69	2.34	5.57	1.86
	D2	3.33	2.15	3.96	9.44	3.15
	D3	4.77	5.47	4.03	14.27	4.76
	D4	4.51	4.81	4.87	14.19	4.73
total		33.35	31.11	34.86	99.32	2.76
rata-rata		2.78	2.59	2.91		

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	Notasi
Perlakuan	11	50.17	4.56	21.55	2.22	3.09	**
Jenis Biochar	2	14.94	7.47	35.29	3.40	5.61	**
Dosis	3	16.49	5.50	25.97	3.01	4.72	**
Jenis B. X Dosis	6	18.74	3.12	14.76	2.51	3.67	**
Eror	24	5.08	0.21				
Total	35	55.25					
	cv	16.68					

## Keterangan :

- CV = Koefisien Keragaman  
 ns = Berbeda tidak nyata  
 \* = Berbeda nyata pada taraf uji 5%  
 \*\* = Berbeda nyata pada taraf uji 1%

