

**PENGARUH SUHU PIROLISIS *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DAN DOSIS
PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

(Skripsi)

Oleh

RIRI MEGASEPTA



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH SUHU PIROLISIS *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DAN DOSIS PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Oleh

Riri Megasepta

Biochar dianggap sebagai solusi alternatif yang potensial untuk memulihkan fungsi tanah guna meningkatkan kualitas lahan terdegradasi, terutama pada lahan suboptimal, yang nantinya dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang optimasi *biochar* di bidang pertanian khususnya *biochar* dari tongkol jagung terhadap efisiensi penggunaan pupuk urea pada budidaya pakcoy. Optimasi *biochar* dilakukan dengan menggabungkan 2 perlakuan yaitu suhu dan lama waktu dalam pembuatan *biochar*.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 sampai Februari 2021 di Laboratorium Lapangan Terpadu Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pada penelitian ini, Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 2 faktor yaitu faktor suhu pembuatan *biochar* terdiri dari 4 taraf, dan faktor dosis pupuk urea terdiri dari 4 taraf. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 48 satuan percobaan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah karakteristik tanah, karakteristik *biochar*, evapotranspirasi, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, warna daun, luas tajuk, total brangkasan segar, brangkasan atas segar, brangkasan bawah segar, brangkasan atas kering, brangkasan bawah kering, total brangkasan kering, produktivitas air, dan produktivitas pupuk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pembuatan *biochar* berpengaruh nyata pada taraf ($P>5\%$) pada parameter pertumbuhan tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, luas tajuk, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan bawah segar, brangkasan bawah kering, berat segar, curah, kepadatan, produktivitas air, dan produktivitas pupuk. Pengaruh interaksi dosis *biochar* dan pupuk urea nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter (tinggi tanaman, lebar daun, luas tajuk) pada umur 12 hari setelah tanam, brangkasan bawah segar, brangkasan bawah kering, dan produktivitas pupuk. Suhu pirolisis

biochar yang optimal untuk pakcoy adalah 350°C dengan rata-rata hasil brangkasan pucuk segar 30,6 gram, berat total 39,36 gram, dan produktivitas pupuk 35,055 g/g. Kombinasi *biochar* dan dosis pupuk urea yang paling baik terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoy adalah B3P3.

Kata kunci; *Biochar*; Tongkol jagung; Pupuk urea; dan Pakcoy.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CORN COB *Biochar* PYROLYSIS TEMPERATURE AND UREA FERTILIZER DOSAGE ON GROWTH AND PRODUCTION OF PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

By

Riri Megasepta

Biochar is considered a potential alternative solution for restoring soil function to improve the quality of land degraded, especially in suboptimal lands, which can later help increase the efficiency of the use of fertilizers for plants. This study aims to provide information about the optimization of *biochar* in agriculture, especially *biochar* from corn cobs on the efficiency of using urea fertilizer in pakcoy cultivation. Optimization of *biochar* is done by combining 2 treatments, namely temperature and length of time in making *biochar*. This research was conducted from December 2020 to February 2021 at the *Screenhouse* of Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. In this study, a completely randomized factorial design (RALF) consisted of 2 factors; the temperature factor for making *biochar*, consisting of 4 levels, and the urea fertilizer dose factor consisting of 4 levels. Each treatment was repeated 3 times so that 48 experimental units were obtained. The parameters observed in this study were soil characteristics, *biochar* characteristics, evapotranspiration, plant height, number of leaves, leaf width, leaf color, canopy area, total fresh stover, fresh top stover, fresh lower stover, dry top stover, dry bottom stover, total dry stover, water productivity, and fertilizer productivity.

The results showed that the temperature of making *biochar* was significant at the level ($P > 5\%$) on the growth parameters of plant height, leaf width, number of leaves, canopy area, fresh top stover, dry top stover, fresh bottom stover, dry bottom stover, fresh weight, bulk density, water productivity, and fertilizer productivity. The interaction effect of *biochar* dose and urea fertilizer was significant at the level ($P > 5\%$) on parameters (plant height, leaf width, canopy

area) at 12 days after planting, fresh lower stover, dry lower stover, and fertilizer productivity. The optimal pyrolysis temperature of *biochar* for pakcoy is at 350°C with an average yield of 30.6 grams of fresh top stover, 39.36 grams of total weight, and 35.055 g/g fertilizer productivity. The combination of *biochar* and the best dose of urea fertilizer on the growth and productivity of pakcoy plants is B3P3.

Keywords; *Biochar*; Corncob; Urea Fertilizer; and Pakcoy.

**PENGARUH SUHU PIROLISIS *BIOCHAR* TONGKOL JAGUNG DAN DOSIS
PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

Oleh

RIRI MEGASEPTA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi ; **PENGARUH SUHU PIROLISIS *BIOCHAR*
TONGKOL JAGUNG DAN DOSIS PUPUK UREA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa L.*)**

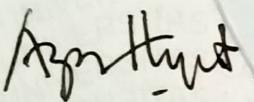
Nama Mahasiswa : **Riri Megasepta**

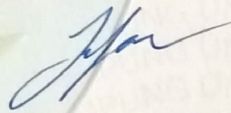
No. Pokok Mahasiswa : **1714071065**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

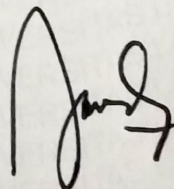



Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP. 19650527 199303 1 002


Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P, M.Sc.
NIP. 19621231 198703 1 030

MENGETAHUI,

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



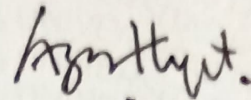
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 19621010 198902 1 002

MENGESAIHKAN

1. Tim Penguji

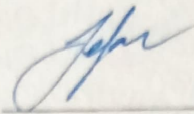
Ketua

; Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris

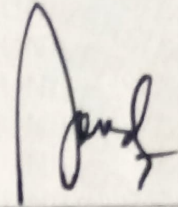
; Febryan Kusuma Wisnu,
S.T.P, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

; Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19610201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi ; 03 Agustus 2021

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah Riri Megasapta NPM 1714071065, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. dan 2) Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P, M.Sc. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 17 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Riri Megasapta

NPM. 1714071065

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung pada hari Selasa 7 September 1999, sebagai anak terakhir dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Helmi dan Ibu Hasanah.

Penulis menempuh pendidikan di TK IT Insan Kamil, Bandar Jaya pada tahun 2004-2005, lalu penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 7

Bandar Jaya, Terbanggi Besar, Lampung Tengah pada tahun 2005-2011, penulis selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Terbanggi Besar, Lampung Tengah pada tahun 2011-2014, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar, Lampung Tengah pada tahun 2014-2017. Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik, Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Listrik dan Instrumentasi pada tahun ajaran 2018/2019.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti organisasi tingkat jurusan, yaitu sebagai anggota bidang Informasi dan Komunikasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) pada tahun 2018/2019 dan tingkat fakultas

sebagai Anggota Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-MATA) pada tahun 2017/2018. Pada bulan Januari – Februari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Sidorejo, Kecamatan Suoh, Kabupaten Lampung Barat dengan tema “Bersama Program Pemerintah Kabupaten Lampung Barat Memacu SDM Untuk Pertumbuhan Yang Berkualitas”. Pada bulan Juni – Juli 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) Bumi Alam Purba Lampung Timur dengan Judul “Pengaruh Pemberian Dolomit terhadap Optimalisasi Pupuk Organik bagi Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) di Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) Bumi Alam Purba Lampung Timur”

Kupersembahkan karya ini untuk:

Ayah Helmi (Alm) dan Ibu Hasanah tercinta, serta kelima kakakku tersayang Ema Yati, A.Md., Erwan Suhepi, Suhendra, Efrizal, dan Andi Saputra, S.T.

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis haturkan kepada Allah SWT. karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Suhu Pirolisis *Biochar* Tongkol Jagung Dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Selama pelaksanaan penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian dan Pembahas yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;

4. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan, saran, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini;
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama ini;
6. Lab Lapang Terpadu (LTPD) atas kesediaannya memberikan tempat, fasilitas, dan berbagai bantuan untuk melengkapi penelitian ini;
7. Ayah, Mama, kakakku serta saudaraku yang selalu memberi doa dan dukungan kepada penulis selama ini;
8. Sahabat sejak dari mahasiswa baru Deva Ayu Aisyah, Fijriani Juli Kartika dan Sarah Sofiatun yang selalu menjadi tempat untuk bercerita, bertukar pikiran dalam berbagai hal, yang selalu memberikan bantuan, dukungan, dan semangat dari awal mahasiswa baru sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman seperjuangan penelitian Dandy Kurnianwan, Nur Aini Fitria dan Agata Desinta Yoana yang dari awal penelitian sampai akhirnya skripsi ini selesai, terimakasih telah memberikan bantuan, dukungan satu sama lain;
10. Dito, Aji, Andika, Angga, Annas, Daffa, Dhea, Erine, Intan, Haidar, Cindra, Nanda, Rini, Ekaliana, Steffanus terimakasih telah membantu penelitian penulis;
11. Keluarga Teknik Pertanian 2017 selaku keluarga penulis selama menempuh perkuliahan kurang lebih 4 tahun ini. Terimakasih atas kebersamaannya dan menerima penulis sebagai keluarga dengan sangat hangat;
12. Humaira, Frista, Deva, Mei, Toni dan Tian selaku teman seperjuangan Kuliah Kerja Nyata (KKN) penulis yang selalu menjadi tempat bertukar pikiran dan saling menghibur, dan mendukung satu sama lain disaat tidak ada sinyal, disaat melaksanakan program kerja, dan disaat menaiki bukit untuk mencari sinyal.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 17 Agustus 2021
Penulis

Riri Megasepta

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat penelitian	3
1.5. Hipotesis	3
1.6. Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1. Budidaya Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	4
2.2.1. Morfologi	5
2.2.2. Syarat Tumbuh.....	5
2.2. <i>Biochar</i>	7
2.3. Tongkol Jagung.....	11
2.4. Tanah Ultisol.....	12
2.4.1. Karakteristik Ultisol.....	12
2.4.2. Lapisan Sub Soil Ultisol.....	13
III. METODEOLOGI PENELITIAN	1
3.1. Waktu dan Tempat	14
3.2. Alat dan Bahan	14

3.3.	Rancangan Penelitian	15
3.4.	Prosedur Penelitian.....	18
3.5.	Pelaksanaan Penelitian	19
3.5.1.	Pembuatan <i>Biochar</i> Tongkol Jagung	19
3.5.2.	Persiapan Media Tanam.....	19
3.5.3.	Penyemaian	19
3.5.4.	Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam.....	19
3.5.5.	Pemupukan.....	20
3.5.6.	Pindah Tanam.....	20
3.5.7.	Pemeliharaan Tanaman	20
3.5.8.	Pemanenan	21
3.6.	Variabel Pengamatan.....	21
3.6.1.	Parameter <i>Biochar</i>	21
3.6.2.	Parameter Tanah.....	21
3.6.3.	Parameter Pertumbuhan	21
3.7.	Analisis Data	24
3.7.1.	Analisis Sidik Ragam.....	24
3.7.2.	Perhitungan dan Pengukuran.....	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1.	Karakteristik Media Tanam.....	26
4.1.1.	Tanah.....	26
4.1.2.	<i>Biochar</i>	29
4.2.	Pengamatan Harian	32
4.2.1.	Tinggi Tanaman Pakcoy	33
4.2.2.	Lebar Daun Tanaman Pakcoy	39
4.2.3.	Jumlah Daun Tanaman Pakcoy.....	44
4.2.4.	Warna Daun Tanaman Pakcoy.....	48
4.2.5.	Luas Kanopi	52
4.3.	Analisis Pasca Panen.....	58
4.3.1.	Brangkasan Atas Segar	58
4.3.2.	Brangkasan Atas Kering	60
4.3.3.	Brangkasan Bawah Segar.....	63
4.3.4.	Brangkasan Bawah Kering.....	65
4.3.5.	Bobot Segar.....	68

4.3.6. Konsumsi Air	70
4.3.7. Produktivitas Air	73
4.3.8. Produktivitas Pupuk	75
4.3.9. pH media tanam	78
4.3.10. <i>Bulk density</i>	80
4.3.10. Susut tanah	83
V. KESIMPULAN.....	86
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	96
Tabel 26-36	97
PERHITUNGAN	107
Gambar 44-72.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Estimasi jumlah biomass pertanian dan potensinya sebagai bahan baku <i>biochar</i> di Indonesia.....	8
2. Data optimalisasi kadar air, kadar abu, dan nilai kalor <i>biochar</i> sekam padi dan tongkol jagung dengan metode pirolisis lambat	9
3. Kombinasi Perlakuan RAL Faktorial	17
4. Tata Letak Percobaan	17
5. Baku mutu tanah.....	26
6. Standar baku hara tanah Pusat Penelitian Tanah dari Departemen Pertanian tahun (1983).....	27
7. Sifat fisik dan kimia tanah yang digunakan dalam penelitian	28
8. Sifat kimia <i>biochar</i> tongkol jagung hasil pirolisis pada suhu 250-350°C	30
9. Karakteristik <i>biochar</i> tongkol jagung hasil pirolisis pada suhu 250-350°C	31
10. Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap tinggi tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	37
11. Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap tinggi tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	37
12. Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap lebar daun pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	40
13. Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap lebar daun tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	42
14. Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap jumlah daun pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	46
15. Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap jumlah daun tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	46

16.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap warna daun pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	50
17.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap warna daun tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	51
18.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap luas kanopi tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	56
19.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap luas kanopi tanaman pakcoy pada 4 HST dan 32 HST	57
20.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap brangkasan atas segar tanaman pakcoy	58
21.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap brangkasan atas segar tanaman pakcoy	59
22.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap brangkasan atas kering tanaman pakcoy.....	61
23.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap brangkasan bawah segar tanaman pakcoy	63
24.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> terhadap brangkasan bawah segar tanaman pakcoy.....	64
25.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap brangkasan bawah kering tanaman pakcoy	65
26.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap bobot segar tanaman pakcoy.....	68
27.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> terhadap brangkasan bobot segar tanaman pakcoy.....	69
28.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap penggunaan air tanaman pakcoy.....	70
29.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap produktivitas air tanaman pakcoy	73
30.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> terhadap Produktivitas air tanaman pakcoy	74
31.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy	75

32.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap pH tanah media tanam pakcoy.....	78
33.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap bulk density tanaman pakcoy.....	81
34.	Hasil uji BNT pengaruh <i>biochar</i> terhadap bulk density media tanam tanaman pakcoy	82
35.	Hasil uji ANOVA pengaruh <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap susut tanah tanaman pakcoy	83
36.	Data hasil pengukuran dan notasi uji BNT setiap parameter pengamatan tanaman pakcoy.....	85

Lampiran

37.	Data pengukuran jenuh tanah (gr)	97
38.	Analisis kadar air dan kadar abu <i>biochar</i>	97
39.	Data kebutuhan air tanaman pakcoy (ml).....	98
40.	Data tinggi tanaman pakcoy (cm).....	99
41.	Data lebar daun tanaman pakcoy (cm)	100
42.	Data jumlah daun tanaman pakcoy (helai)	101
43.	Data luas kanopi tanaman pakcoy (cm ²)	102
44.	Data warna daun tanaman pakcoy (kehijauan).....	103
45.	Data hasil panen (gr).....	104
46.	Data produktivitas pupuk urea (g/g) dan produktivitas air (kg/m ³)	105
47.	Analisis tanah media tanam pasca panen.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	4
2. Tongkol Jagung	11
3. Bagan alir prosedur penelitian	18
4. Segitiga tekstur tanah dan hasil analisis tanah yang digunakan dalam penelitian	28
5. Tanaman Pakcoy dari Perlakuan BOP0U1 yang kerdil dan berdaun kekuningan	34
6. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada tinggi tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot.....	36
7. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada lebar daun tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot.....	41
8. Grafik jumlah daun tanaman pakcoy terhadap perlakuan B (<i>biochar</i>) pada perlakuan P (dosis pupuk)	45
9. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada warna daun tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot.....	49
10. Hasil pengukuran luas kanopi tanaman pakcoy perlakuan B1P2U2 pada 28 HST menggunakan aplikasi <i>canopy cover</i>	53
11. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada luas kanopi tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot.....	55
12. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada brangkasan atas segar pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	59
13. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada brangkasan atas kering tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa	

pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	61
14. Hasil uji BNT pengaruh interaksi faktor <i>biochar</i> dan dosis pupuk urea terhadap brangkasan atas kering tanaman pakcoy	62
15. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada brangkasan bawah segar tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	64
16. Dia Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada brangkasan bawah kering tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot gram brangkasan bawah kering tanaman pakcoy	66
17. Hasil uji BNT pengaruh interaksi faktor <i>biochar</i> dan dosis pupuk urea terhadap brangkasan atas kering tanaman pakcoy	67
18. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada bobot segar tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	69
19. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada konsumsi air tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	71
20. Grafik pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> dan pupuk urea pada konsumsi air tanaman pakcoy harian selama 32 HST	72
21. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada produktivitas air tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	74
22. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada produktivitas pupuk tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	76
23. Hasil uji BNT pengaruh interaksi faktor <i>biochar</i> dan dosis pupuk urea terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy	76
24. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada pH tanah media tanam tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa	

pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	79
25. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada <i>bulk density</i> media tanam tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot	81
26. Diagram perubahan berat isi (<i>bulk density</i>) awal dan akhir media tanam tanaman pakcoy.....	81
27. Diagram pengaruh suhu pirolisis <i>biochar</i> pada susut volume media tanam tanaman pakcoy pada dosis pupuk yang berbeda; (a) tanpa pupuk, (b) Urea 0,6 g/pot, (c) Urea 1,2 g/pot dan (d) Urea 1,8 g/pot.....	84

Lampiran

28. Diagram F hitung <i>biochar</i> , dosis pupuk dan interaksi kedua faktor terhadap tinggi tanaman pakcoy	113
29. Diagram F hitung <i>biochar</i> , dosis pupuk dan interaksi kedua faktor terhadap lebar daun tanaman pakcoy	113
30. Diagram F hitung <i>biochar</i> , dosis pupuk dan interaksi kedua faktor terhadap jumlah daun tanaman pakcoy	114
31. Diagram F hitung <i>biochar</i> , dosis pupuk dan interaksi kedua faktor terhadap luas kanopi tanaman pakcoy	114
32. Tongkol Jagung bahan baku <i>biochar</i>	115
33. Tongkol jagung yang sedang dikeringkan untuk dibuat <i>biochar</i>	115
34. Pengeringan tanah yang akan digunakan	116
35. Pengayakan tanah yang akan digunakan.....	116
36. Proses pembuatan <i>biochar</i>	117
37. Pembuatan <i>biochar</i> pada suhu 250°C	117
38. Pengayakan <i>biochar</i> dengan ayakan mesh 20.....	118
39. Pencampuran tanah dan <i>biochar</i> sebagai media tanam	118

40. Persemaian tanaman pakcoy	119
41. Pindah tanam dari persemaian ke polybag.....	119
42. Penimbangan pupuk urea sesuai dengan dosis yang ditentukan.....	120
43. Pemberian pupuk urea cair sesuai dosis perlakuan.....	120
44. Pengamatan pertumbuhan tanaman pakcoy setiap 4 hari	121
45. Pengukuran warna daun menggunakan Colorimeter Amtast AMT507.....	121
46. Pengukuran luas kanopi menggunakan aplikasi canopy cover	122
47. Pengukuran pH media tanam pasca panen.....	122
48. Pemanenan dan pencucian akar tanaman pakcoy	123
49. Penimbangan bobot segar tanaman pakcoy	123
50. Penimbangan brangkasan atas segar	124
51. Penimbangan brangkasan bawah segar.....	124
52. Perlakuan tanpa <i>biochar</i> dan pupuk urea 1,8 g/tanaman (B0P3).....	125
53. Perlakuan <i>biochar</i> suhu pembakaran 250 °C dan pupuk urea 1,8 g/tanaman (B1P3)	125
54. Perlakuan <i>biochar</i> suhu pembakaran 300 °C dan pupuk urea 1,8 g/tanaman (B2P3)	126
55. Perlakuan <i>biochar</i> suhu pembakaran 350 °C dan pupuk urea 1,8 g/tanaman (B3P3)	126
56. Tanaman pakcoy layu dan daun menguning pada perlakuan B2P3U1	127
57. Tanaman pakcoy kerdil pada perlakuan B0P3U1	127

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tingkat konsumsi pangan khususnya tanaman sayuran yang cukup tinggi menyebabkan produksi tanaman sayuran di Indonesia terus bertambah besar. Menurut data Badan Pusat Statistik (2021) produktivitas sawi pakcoy di Indonesia pada tahun (2018) 635.990 t/ha, tahun (2019) 652.727 t/ha, dan tahun (2020) 667.473 t/ha. Data tersebut menunjukkan bahwa setiap tahun terdapat peningkatan produktivitas sawi pakcoy. Meningkatnya produktivitas sawi pakcoy tersebut sejalan dengan penambahan luas panen yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya degradasi lahan. Penurunan kesuburan tanah disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia secara terus menerus, aplikasi bahan organik yang rendah, dan terjadinya pencucian hara. Selain itu, ada beberapa wilayah di Indonesia yang didominasi tanah kurang subur seperti propinsi Lampung yang merupakan salah satu propinsi di Sumatera dengan hamparan tanah masam lahan kering yang luas dengan ordo tanah yang sebagian besar merupakan tanah ultisol. Pada umumnya lahan yang didominasi oleh ordo tanah ultisol dicirikan oleh rendahnya nilai kapasitas tukar kation (KTK) dan kemampuan memegang/menyimpan air yang rendah (BH & A, 2006). Oleh sebab itu, dibutuhkan upaya untuk memperbaiki kerusakan tanah dengan mengaplikasikan bahan pembenah tanah seperti kompos, pupuk, dan *biochar*.

Saat ini telah berkembang di dunia, penggunaan *biochar* arang limbah pertanian sebagai bahan pembenah tanah alternatif. *Biochar* mampu bertahan lama di dalam tanah atau mempunyai efek yang relatif lama, atau relatif resisten terhadap serangan mikroorganisme, sehingga proses dekomposisi berjalan lambat (Tang, W, W, & A, 2013). Oleh karena itu, *biochar* dinilai dapat menjadi salah satu

solusi pengembalian fungsi tanah alternatif yang potensial untuk memperbaiki kualitas lahan yang telah terdegradasi khususnya di lahan-lahan suboptimal yang nantinya dapat membantu meningkatkan efisiensi dari penggunaan pupuk bagi tanaman. Faktor yang mempengaruhi *biochar* sebagai pembenah tanah antara lain jenis bahan, ukuran partikel, lama pembakaran dan suhu pirolisis. Suhu pirolisis yang berbeda dapat mempengaruhi kualitas *biochar* mulai dari kadar abu, kadar air, berat isi, sampai nilai pH yang berbeda. Oleh karena itu, dibutuhkan suhu pirolisis terbaik dalam pembuatan *biochar* agar mendapatkan kualitas *biochar* yang optimal sebagai pembenah tanah.

Menurut data badan penelitian dan pengembangan pertanian (Inovasi Teknologi Pertanian, 2019), produksi jagung di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 19.612.435 ton yang dipastikan akan menghasilkan limbah jagung dalam jumlah yang sangat besar sekitar 5,7 juta ton/tahun. 30% dari berat jagung adalah bagian tongkol jagung. Keberadaan limbah tongkol jagung ini melimpah dan berkelanjutan, sayangnya sebagian besar limbah tongkol jagung tidak termanfaatkan, hanya dibuang atau dibakar sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti polusi, efek rumah kaca, dan pemanasan global (Asmarania, 2020). Oleh karena itu diperlukan pengolahan ulang limbah tongkol jagung agar dapat bermanfaat dan bernilai ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang pengaruh suhu pirolisis *biochar* tongkol jagung dan dosis penggunaan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh suhu pirolisis *biochar* tongkol jagung dan dosis penggunaan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis pengaruh interaksi penggunaan *biochar* tongkol jagung dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy.

- 2) Mengetahui suhu pirolisis yang tepat dalam optimalisasi *biochar* tongkol jagung terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Pakcoy.
- 3) Mengetahui dosis penggunaan pupuk urea terbaik pada tanah yang telah ditambahkan *biochar* tongkol jagung.

1.4. Manfaat penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu memberikan informasi suhu pirolisis yang tepat dalam optimalisasi *biochar* tongkol jagung dan dosis penggunaan pupuk urea untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi pada budidaya tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).

1.5. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu suhu pirolisis tongkol jagung berpengaruh terhadap efektivitas penggunaan pupuk urea pada budidaya tanaman sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.).

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah;

- 1) *Biochar* yang digunakan berasal dari tongkol jagung
- 2) Proses pembakaran *biochar* tongkol jagung menggunakan kompor.
- 3) Kadar air yang digunakan untuk irigasi berada pada satu kondisi yaitu pada keadaan 80-100% air tersedia.
- 4) Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea.
- 5) Penanaman dilakukan di dalam pot dengan ukuran tinggi 13 cm, diameter atas 19 cm dan diameter bawah 13,5 cm.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah jenis tanaman sayur-sayuran yang termasuk keluarga *Brassicaceae*. Tumbuhan pakcoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China selatan dan China pusat serta Taiwan. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Indonesia, dan Thailand (Setiawan, 2014). Pakcoy merupakan tanaman dari keluarga *Cruciferae* yang masih berada dalam satu genus dengan sawi putih/petsai dan sawi hijau/caisim. Pakcoy merupakan salah satu varietas dari tanaman sawi yang dimanfaatkan daunnya sebagai sayuran (Haryanto, 2007).



Gambar 1. Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Taksonomi dari tanaman pakcoy menurut Suhardiyanto dan Purnama (2011) adalah sebagai berikut ;

Kingdom ; Plantae
Divisio ; Spermatophyta
Kelas ; Dicotyledonae
Ordo ; Rhoadales
Famili ; Brassicaceae
Genus ; Brassica
Spesies ; Brassica rapa L.

2.2.1. Morfologi

Tanaman pakcoy merupakan salah satu sayuran penting di Asia, atau khususnya di China. Daun pakcoy bertangkai, berbentuk oval, berwarna hijau tua, dan mengkilat, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan.

Tangkai daun, berwarna putih atau hijau muda, gemuk dan berdaging, tanaman mencapai tinggi 15–30 cm.

2.2.2. Syarat Tumbuh

Dalam membudidayakan tanaman pakcoy, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain ketinggian tempat yang sesuai dalam budidaya tanaman pakcoy yaitu berkisar antara 5 - 1.200 m dpl, namun tanaman pakcoy dapat tumbuh optimum diketinggian 100 - 500 m dpl. Semakin tinggi tempat penanaman pakcoy maka umur panen akan semakin lama. Dan semakin rendah tempat penanaman pakcoy maka umur panen akan lebih cepat.

Tanaman ini merupakan tanaman yang tahan panas, sehingga bisa ditanam di dataran rendah hingga dataran tinggi. Tanaman pakcoy pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah pada suhu 15 - 30°C. Pertumbuhan pakcoy yang baik membutuhkan suhu udara yang berkisar antara 19°C - 21°C, pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh suhu udara dalam proses pembelahan sel-sel tanaman, perkecambahan, pertunasan, pembungaan, dan pemanjangan daun (Cahyono, 2003). Pertumbuhan tanaman ini juga dipengaruhi oleh suhu udara

karena pada suhu dibawah 19°C tanaman cepat berbunga, sedangkan pada suhu diatas 21°C tanaman tidak akan berbunga (AAK, 1992).

Kelembaban udara juga perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman pakcoy, kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy berkisar antara 80% - 90%. Apabila lebih dari 90 % berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang tidak sesuai dengan dikehendaki tanaman, menyebabkan stomata tertutup sehingga penyerapan CO₂ terganggu. Dengan demikian kadar gas CO₂ tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun. Selain kelembaban udara, curah hujan juga penting dalam budidaya tanaman pakcoy, tanaman pakcoy dapat ditanam sepanjang musim, curah hujan yang sesuai untuk budidaya tanaman pakcoy adalah 200 mm/bulan. Pakcoy membutuhkan air yang cukup untuk pertumbuhan, akan tetapi tanaman ini juga tidak senang pada air yang tergenang, hal ini dapat menyebabkan tanaman mudah busuk dan terserang hama dan penyakit (Cahyono, 2003).

Kondisi tanah juga sangat penting dalam budidaya tanaman pakcoy, tanah yang cocok untuk ditanami pakcoy adalah tanah yang subur, gembur dan banyak mengandung bahan organik, tidak tergenang, tata aerasi dalam tanah berjalan dengan baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara 6–7. Kemasaman tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan hara didalam tanah, aktivitas kehidupan jasad renik tanah dan reaksi pupuk yang diberikan ke dalam tanah. Penambahan pupuk ke dalam tanah secara langsung akan mempengaruhi sifat kemasamannya, karena dapat menimbulkan reaksi masam, netral ataupun basa, yang secara langsung ataupun tidak dapat mempengaruhi ketersediaan hara makro atau hara mikro. Ketersediaan unsur hara mikro lebih tinggi pada pH rendah, semakin tinggi pH tanah ketersediaan hara mikro semakin kecil (Cahyono, 2003).

2.2. Biochar

Biochar merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan arang berpori yang terbuat dari sampah organik yang ditambahkan ke tanah. *Biochar* dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna (tanpa O₂) pada temperatur tinggi. Proses ini menghasilkan dua jenis bahan bakar (gas sintetis dan minyak nabati), dan arang hayati (*biochar*) sebagai produk sampingan. *Biochar* memiliki karakteristik permukaan yang besar, pori-pori makro dan mikro, kerapatan isi, serta kapasitas mengikat air yang tinggi. Karakteristik yang dimiliki *biochar* mampu memasok C dan mengurangi CO₂ dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Liang, 2008).

Biochar adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomass pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350⁰ C selama 1-3,5 jam, bergantung pada jenis biomass dan alat pembakaran yang digunakan. Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator, tergantung kepada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan *biochar* yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah. *Biochar* bukan pupuk tetapi berfungsi sebagai pembenah tanah. *Biochar* atau arang sudah sejak lama dikenal di Indonesia, terutama sebagai sumber energi (bahan bakar dan sumber panas). Di Indonesia sendiri, pemanfaatan *biochar* untuk pertanian dan kehutanan mulai berkembang pada awal tahun 2000 (Rachman, 2015).

Aplikasi *biochar* ke lahan pertanian (lahan kering dan basah) dapat meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air dan hara, memperbaiki kegemburan tanah, mengurangi penguapan air dari tanah dan menekan perkembangan penyakit tanaman tertentu serta menciptakan habitat yang baik untuk mikroorganisme simbiotik. Sumber bahan baku *biochar* terbaik adalah limbah organik khususnya limbah pertanian. Potensi bahan baku *biochar* tergolong melimpah yaitu berupa limbah sisa pertanian yang sulit terdekomposisi atau dengan rasio C/N tinggi. Di Indonesia, potensi penggunaan *biochar* sangat besar mengingat bahan bakunya seperti tempurung kelapa, sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa sawit,

tongkol jagung, dan bahan lain yang sejenis, banyak tersedia. Dari berbagai hasil penelitian diketahui bahwa proporsi tongkol jagung 21% dari bobot tongkol kering (Rachman, 2015).

Tabel 1. Estimasi jumlah biomass pertanian dan potensinya sebagai bahan baku *biochar* di Indonesia.

Contoh	Jumlah	Asumsi Proporsi Biomass Dapat Dikonversi	Potensi Biomass Dikonversi Menjadi <i>Biochar</i>	Rasio <i>Biochar</i> / Biomass	Potensi <i>Biochar</i>
	(t/tahun)	(%)	(t/tahun)		t/tahun)
Sekam padi	13.612.343	50	6.806.172	0,26	1.769.605
Tempurung kelapa	539.644	50	269.822	0,25	67.456
Tempurung kelapa sawit	6.400.000	30	1.920.000	0,5	960.000
Kulit buah kakao	1.208.553	50	604.277	0,33	199.411
Tongkol jagung	3.652.372	30	1.095.712	0,13	142.443
Total	25.412.912		10.695.982		3.138.914

Sumber; Syarwani *et al* (2013)

Menurut Lehmann dan Joseph (2009), *biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) /tanpa oksigen pada suhu yang tinggi. Arang hayati yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Dengan kandungan senyawa organik dan 9 inorganik yang terdapat di dalamnya, *biochar* banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah, khususnya tanah marginal. Menurut Rachman *et al* (2015) dalam hasil penelitiannya di Balai Penelitian Tanah menginformasikan beberapa karakteristik

biochar yang dihasilkan, khususnya yang berasal dari bahan baku limbah pertanian. Jumlah arang yang dihasilkan dalam satu kali pembakaran berkisar 22,0-53,5% tergantung jenis bahan baku yang digunakan, suhu pembakaran, dan alat pembakaran yang digunakan.

Pada tabel 2 berikut dapat kita lihat pada pirolisis dengan suhu antara (400-600)°C semakin tinggi suhu pirolisisnya maka nilai kalor, kadar abu, dan kadar air juga semakin besar.

Tabel 2. Data optimalisasi kadar air, kadar abu, dan nilai kalor *biochar* sekam padi dan tongkol jagung dengan metode pirolisis lambat

Suhu Pirolisis (°C)	Kadar Air (%)		Kadar Abu (%)		Nilai Kalor (kal/gr)	
	Sekam Padi	Tongkol Jagung	Sekam Padi	Tongkol Jagung	Sekam Padi	Tongkol Jagung
400	2,79	0,4	41,75	4,25	3643	6720
450	2,59	0,78	38,5	4,75	3525	6795
500	2,43	0,84	45,25	4,5	3705	7111
550	2,25	0,59	44,5	5,5	3916	6878
600	2,68	1,52	41	5,5	3603	6273

Sumber ; Taufik (2012).

Aplikasi *biochar* berdampak positif terhadap sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, efek positif *biochar* diuraikan sebagai berikut;

1. Sifat Kimia Tanah

Biochar yang diaplikasikan ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, KTK, dan beberapa senyawa seperti C-organik, N-total, serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang berdampak terhadap peningkatan P-tersedia (Rondon *et al*, 2007; Novak *et al*, 2009; Baronti *et al*, 2010; Nigussie *et al*, (2012)). Perbaikan sifat kimia yang diakibatkan oleh penambahan *biochar* secara tidak langsung

berdampak positif pula terhadap pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atasnya. Nigussie *et al* (2012) melaporkan bahwa aplikasi *biochar* yang berasal dari bonggol jagung dengan dosis 10 ton ha⁻¹ secara signifikan meningkatkan pH, electrical conductivity (EC), C-organik, P-tersedia, N-total, dan KTK tanah yang tercemar maupun yang tidak tercemar Kromium (Cr). Peningkatan ini terjadi disebabkan *biochar* yang berasal dari bonggol jagung ini diketahui mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan tanaman, memiliki luas permukaan yang 10 tinggi, porositas yang tinggi, serta kandungan abu dalam *biochar* yang secara tidak langsung dapat melarutkan senyawa-senyawa yang terjerap seperti Ca, K, dan N yang dibutuhkan oleh tanaman.

2. Sifat Fisika Tanah

Penambahan *biochar* memengaruhi sifat fisika tanah melalui peningkatan kapasitas menahan air, sehingga dapat mengurangi *run-off* dan pencucian unsur hara. Selain itu, amandemen *biochar* juga dapat memperbaiki struktur, porositas, dan formasi agregat tanah (Lehmann dan Joseph, 2009; Baronti *et al*, 2009; Zhang *et al*, 2011; Southavong, 2012). *Biochar* berpengaruh langsung terhadap tanaman. Perbaikan sifat fisika menyebabkan jangkauan perakaran tanaman semakin luas sehingga memudahkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan air yang dibutuhkan dalam pertumbuhannya (Dou, 2012).

3. Sifat Biologi Tanah

Biochar juga dapat memengaruhi populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut hasil penelitian Graber *et al* (Graber, 2010), kehadiran *biochar* dapat merangsang populasi rizobakteria dan fungi yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Ini diakibatkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di daerah sekitar perakaran yang meningkat dengan penambahan *biochar* (O'Neill, 2009).

Balai Penelitian Tanah pada tahun 2009 melaporkan bahwa Lahan kering masam di Lampung menunjukkan aplikasi *biochar* dengan takaran 5 - 10 ton/ha memberikan hasil dengan stabil hingga tiga musim tanam berturut-turut tanpa penambahan *biochar* pada musim tanam kedua dan ketiga.

23. Tongkol Jagung



Gambar 2. Tongkol Jagung

Tongkol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi, malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi (Suprpto, 2002). Sebuah perusahaan di Iowa, AS berhasil memanfaatkan tongkol jagung sebagai berbagai produk yang ramah lingkungan. Tongkol jagung yang merupakan limbah tanaman in situ memiliki sifat-sifat seperti salah satu bagiannya keras dan sebagian bersifat menyerap (*absorbent*), juga sifat-sifat yang merupakan gabungan beberapa sifat, seperti; tidak terjadi reaksi kimia bila dicampur dengan zat kimia lain (*inert*), dapat terurai secara alami dan ringan sehingga tongkol jagung merupakan bahan ideal untuk bahan pembuatan *biochar* (Adi, 2017).

Ketika musim panen jagung tiba, jagung meninggalkan sisa limbah seperti batang, daun, dan juga pangkal (tongkol). Biasanya para petani akan

membuang ataupun membakar limbah sisa pangkal jagung. Sering kali limbah seperti tongkol jagung terbuang percuma. Namun, jika tongkol jagung dimanfaatkan, maka akan dapat menjadi keuntungan bagi petani. Tongkol jagung sisa dari hasil panen tanaman jagung mempunyai kandungan kimia. Kandungan dari tongkol jagung yang terdiri dari air 13,5%, protein 10,0%, lemak 4,0%, karbohidrat 61,0 %, gula 1,4%, dan zat-zat lain 0,4%. Penggunaan tongkol jagung untuk keperluan bahan bakar sekitar 90% sedangkan limbah batang dan daun sekitar 30% dari potensi yang ada. Tongkol jagung memiliki kandungan karbon yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mengeringkan 6 ton jagung dari kadar air 32.5% sampai 13.7% bb selama 7 jam diperlukan sekitar 30 kg tongkol jagung kering per jam (Alkuino, 2000).

2.4. Tanah Ultisol

Tanah di provinsi Lampung didominasi oleh tanah ultisol yang memiliki pH dan unsur hara yang cenderung rendah

2.4.1. Karakteristik Ultisol

Menurut Soil Taxonomy Survey Staff (2010), Ultisol merupakan tanah yang mempunyai tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, peningkatan fraksi lempung seiring dengan kedalaman tanah (horizon argilik) atau adanya horizon kandik, reaksi tanah masam (pH 3,10–5,00), dan kejenuhan basa rendah (< 35%). Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006) Ultisol mempunyai sebaran yang sangat luas, meliputi hampir 25% dari total daratan Indonesia dan mempunyai potensi yang besar untuk digunakan sebagai lahan pertanian. Bahan induk Ultisol berkembang dari bahan induk tua. Sedangkan Darmawijaya (1997), menyebutkan bahwa Ultisol merupakan tanah masam yang telah mengalami pelindian hebat (*highly leached*) sehingga memiliki tingkat kesuburan yang rendah dengan warna kelabu cerah sampai kekuningan. Kendala umum yang dihadapi pada Ultisol adalah pH tanah rendah, unsur N dan P kurang tersedia, kekurangan unsur Ca, Mg, K, dan Mo, kandungan Mn dan Fe berlebih, serta kelarutan Al tinggi, merupakan faktor penghambat utama dalam pertumbuhan tanaman.

Ultisol yang mempunyai horizon kandik, kesuburan alaminya hanya bergantung pada bahan organik di lapisan atas. Kandungan bahan organik dan fraksi lempung pada Ultisol berpengaruh terhadap nilai kapasitas pertukaran kation tanah (KPK). Pemanfaatan Ultisol untuk pengembangan tanaman pangan lebih banyak menghadapi kendala dibandingkan dengan untuk tanaman perkebunan. Oleh karena itu, Ultisol banyak dimanfaatkan untuk tanaman perkebunan (Prasetyo, 2006). Ultisol merupakan tanah yang miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, kadar Al tinggi, kapasitas pertukaran kation rendah, berpotensi keracunan Al dan miskin kandungan bahan organik serta peka terhadap erosi (Adiningsih, 1993).

2.4.2. Lapisan Sub Soil Ultisol

Menurut Buckman and Brady (1982) sub soil adalah tanah bagian bawah dari lapisan top soil yang mengalami cukup pelapukan, mengandung lebih sedikit bahan organik. Dan lapisan dari sub soil juga dibedakan menjadi dua bagian, terutama dalam tanah yang mengalami pelapukan mendalam yakni tanah-tanah di daerah lembap, bagian sebelah atasnya disebut daerah transisi (peralihan), dan sebelah bawahnya disebut daerah penimbunan (illuviasi). Dalam daerah penimbunan ini berangsur-angsur terkumpul oksida besi, oksida aluminium, tanah liat dan juga kalsium karbonat. Winarna dan Sutarta (2003) juga menyatakan bahwa sub soil merupakan lapisan tanah di bawah lapisan top soil, umumnya memiliki tingkat kesuburan yang lebih rendah dibandingkan top soil, terutama sifat kimianya yang kurang baik jika digunakan sebagai media tumbuh bibit kelapa sawit (Hidayat, 2007). Ciri spesifik dari tanah ini adalah pH tanah dan kejenuhan basa (berdasarkan jumlah kation) yang rendah (<35). Kejenuhan Al dan Fe cukup tinggi merupakan racun bagi tanaman dan mengakibatkan adanya fiksasi P sehingga unsur P kurang tidak tersedia. Kapasitas tukar kation (KTK) yang relatif rendah memperlihatkan kandungan bahan organik yang rendah pada semua horizon kecuali di horizon A. Sebagian tanah ini merupakan tanah LowActivityClay (LAC) yaitu tanah dengan dominasi koloid liat beraktivitas rendah yang tergolong tanah mineral marjinal yang terbentuk pada Formasi Geologi Tersier (Subagyo, 2000).

III. METODEOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian mengenai pengaruh aplikasi *biochar* tongkol jagung terhadap efisiensi penggunaan pupuk urea pada budidaya tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) ini dilaksanakan pada Desember 2020 sampai Februari 2021 yang dilaksanakan di *Screenhouse* Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan letak astronomis 5°22'7"S dan 105°14'33"T.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut;

- 1) Pot tanpa lubang bawah yang digunakan untuk wadah media tanam.
- 2) Gelas ukur, digunakan untuk mengatur banyaknya air yang diberikan ke tanaman.
- 3) Mistar, digunakan untuk mengukur tinggi tanaman dan lebar daun.
- 4) Timbangan, terdiri dari timbangan duduk dan analitik yang digunakan untuk menimbang berat bahan penelitian.
- 5) *Colorimeter* (Amtast AMT507), digunakan untuk mengukur warna daun.
- 6) Kamera, digunakan untuk dokumentasi kegiatan penelitian.
- 7) Alat tulis, digunakan untuk mencatat data dan hal penting dalam penelitian.
- 8) Nampan, digunakan untuk media penyemaian benih.
- 9) *Sprayer*, digunakan untuk menyemprotkan air pada proses penyemaian.
- 10) Oven memmer, digunakan untuk mengeringkan sampel tanah.

- 11) Tanur tipe Muffle Furnace FB 1410-M33, digunakan untuk mengabukan sampel tanah dan *biochar*.
- 12) Kompor tipe P-31A dan wajan diameter 40 cm, digunakan untuk membuat *biochar*.
- 13) Termometer inframerah AIOMEST AN-1800, untuk mengukur suhu pembakaran *biochar*.
- 14) Ayakan tanah, digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan berdasarkan ukurannya.
- 15) Ayakan mesh 20, digunakan sebagai alat penyaring *biochar* untuk mendapatkan *biochar* dengan ukuran partikel sama (20 mesh/0,9 mm).

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut;

- 1) Tanah, digunakan sebagai media tanam.
- 2) Tongkol jagung, digunakan sebagai bahan pembuatan *biochar*.
- 3) *Biochar* tongkol jagung, digunakan sebagai perlakuan pengamatan.
- 4) Arang sekam, digunakan sebagai media penyemaian benih pakcoy.
- 5) Benih pakcoy, digunakan sebagai objek pengamatan.
- 6) Pupuk urea, digunakan sebagai perlakuan pengamatan juga sebagai pupuk bagi tanaman pakcoy.
- 7) Air, digunakan sebagai penunjang pertumbuhan dan pengembangan tanaman pakcoy.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF). Faktor pertama ialah suhu pembuatan *biochar* yang dikonversi menggunakan perbandingan populasi dengan jarak tanam 30 x 30 cm maka didapat dosis *biochar* sebanyak 10 ton/ha menjadi 90 g/tanaman atau 3% dari media tanam total, terdiri dari ;

1. Perlakuan B0 tanpa *biochar*.
2. Perlakuan B1 *biochar* tongkol jagung pada suhu pembakaran 250°C.
3. Perlakuan B2 *biochar* tongkol jagung pada suhu pembakaran 300°C.
4. Perlakuan B3 *biochar* tongkol jagung pada suhu pembakaran 350°C.

Dikarenakan keterbatasan alat yang digunakan dalam proses pembuatan *biochar* kemungkinan besar akan terjadi fluktuasi suhu pembakaran *biochar* sebesar (± 5 °C). Rentang taraf pada perlakuan besar suhu pembakaran tersebut berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Rachman *et al* (2015) yang menyatakan bahwa *biochar* merupakan bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomass pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350⁰ C, bergantung pada jenis biomass dan alat pembakaran yang digunakan.

Penggunaan dosis *biochar* sebanyak 10 ton/ha berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan (2012) yang menyatakan bahwa *biochar* dengan dosis 5-10 ton/ha dapat memberikan hasil yang stabil selama tiga musim tanam berturut-turut pada tanaman jagung. Untuk itu pada penelitian ini menggunakan dosis dengan takaran terbesar selaras dengan tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan penggunaan *biochar* dan memperkecil kebutuhan dosis pupuk pada tanaman. Faktor kedua dosis pupuk urea yang dikonversi menggunakan perbandingan populasi, terdiri dari ;

1. Perlakuan P0 tanpa pupuk urea.
2. Perlakuan P1 pupuk urea 66,7 kg/ha menjadi 0,6 g/tanaman.
3. Perlakuan P2 pupuk urea 133,5 kg/ha menjadi 1,2 g/tanaman.
4. Perlakuan P3 pupuk urea 200 kg/ha menjadi 1,8 g/tanaman.

Tiga taraf tersebut merupakan dosis yang diperkecil dari dosis rekomendasi pupuk urea untuk tanaman pakcoy yaitu 250 kg/ha berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sarif *et al* (2015) yang merupakan salah satu tujuan penelitian ini yaitu mengurangi dosis penggunaan pupuk dengan pemberian *biochar* pada tanah. Pada penelitian ini dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan RAL Faktorial

B	P				
	1	2	3	4	5
1	B1P1	B1P2	B1P3	B1P4	B1P5
2	B2P1	B2P2	B2P3	B2P4	B2P5
3	B3P1	B3P2	B3P3	B3P4	B3P5
4	B4P1	B4P2	B4P3	B4P4	B4P5

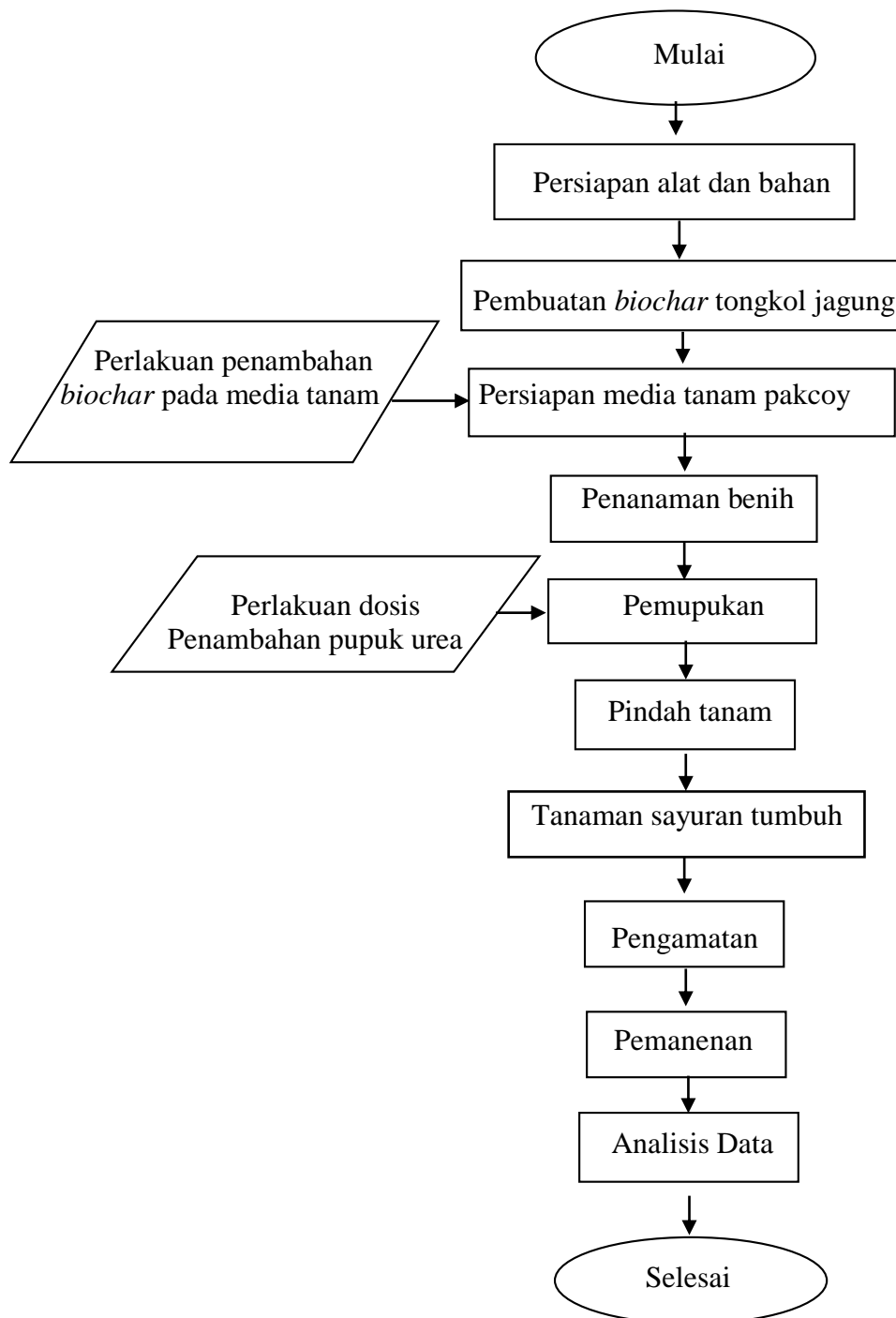
Tabel 4. Tata Letak Percobaan

1.	B1P2U2	B2P3U1	B4P3U2	B4P3U2
2.	B2P3U3	B3P3U2	B3P2U3	B3P2U3
3.	B3P1U2	B4P2U3	B3P1U1	B3P1U1
4.	B4P2U1	B4P1U2	B1P3U1	B1P3U1
5.	B1P3U2	B3P1U3	B1P2U3	B1P2U3
6.	B3P2U1	B1P2U1	B4P1U1	B4P1U1
7.	B1P1U3	B2P3U2	B2P1U2	B2P1U2
8.	B4P3U1	B2P2U3	B2P2U2	B2P2U2
9.	B2P2U1	B3P3U1	B4P1U3	B4P1U3
10.	B3P3U3	B1P1U2	B2P1U1	B2P1U1
11.	B4P2U2	B1P1U1	B1P3U3	B1P3U3
12.	B2P1U3	B4P3U3	B3P2U2	B3P2U2

Budidaya tanaman pakcoy ini dilakukan pada kadar air tanah 80-100% air tersedia (*available water*).

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut :



Gambar 3. Bagan alir prosedur penelitian

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Pembuatan *Biochar* Tongkol Jagung

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan tongkol jagung dalam kondisi kering udara yang selanjutnya dilakukan pembakaran tongkol jagung menggunakan kompor bertekanan tinggi, *biochar* dimasukkan kedalam panci tertutup dengan 3 variasi suhu (250 °C, 300 °C dan 350 °C) masing-masing selama 1,5 jam untuk 3kg *biochar* tongkol jagung.

3.5.2. Persiapan Media Tanam

Pada penelitian ini tanah yang digunakan merupakan tanah yang memiliki unsur hara rendah yang bertujuan untuk memperjelas efek dari perlakuan dosis *biochar* dan dosis pupuk, tanah dijemur selama 5 – 7 hari, tanah diayak untuk memisahkan dari batu-batuan menggunakan ayakan berukuran 3 mm. Tanah dimasukkan ke dalam pot berukuran 30 cm x 30 cm sebanyak 2910g, ditambahkan *biochar* sebanyak 90 g/tanaman untuk semua perlakuan *biochar*, yaitu *biochar* suhu 250°C (B1), suhu 300°C (B2), dan suhu 350°C (B3). Sedangkan, perlakuan kontrol atau BO (tanpa *biochar*) menggunakan tanah sebanyak 3 kg.

3.5.3. Penyemaian

Penyemaian benih pakcoy dilakukan pada nampan yang berisi arang sekam dilakukan dengan cara menaburkan benih pakcoy pada arang sekam, dan dilakukan penyemprotan 2 kali sehari. Lama penyemaian yaitu selama 2 minggu atau sampai muncul 3 - 4 helai daun sejati.

3.5.4. Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam

Pengukuran kapasitas lapang merupakan proses pengukuran kemampuan tanah sebagai media tanam dalam menahan air. Pengukuran kapasitas lapang ini dilakukan dengan cara mengairi tanah dalam pot yang telah ditambahkan *biochar* sampai jenuh dan didiamkan selama 24 jam. Ditimbang berat awal tanah dan berat jenuh tanah setelah 24 jam, berat jenuh 24 jam yang nantinya dijadikan batasan irigasi yang diberikan pada tanaman. Pengukuran kadar air dilakukan

dengan cara mengukur berat awal sampel tanah kering udara, dioven pada suhu 105°C selama 24 jam dan selanjutnya diukur berat akhir sampel tanah oven.

3.5.5. Pemupukan

Faktor kedua dalam penelitian ini adalah pemberian dosis pupuk urea yang dilakukan dalam tiga taraf (0%, 40%, 80% dari dosis rekomendasi pupuk urea untuk tanaman pakcoy yaitu 250 kg/ha berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Sarif *et al* (2015). Dengan begitu jika dikonversikan dosis pupuk urea yang dilakukan dalam tiga taraf yaitu tanpa penambahan pupuk urea, 0,9 g/pot pupuk urea (P2) dan 1,8 g/pot pupuk urea (P4) dengan konversi perbandingan populasi 111.111 tanaman/ha. Pemberian pupuk ini dilakukan dengan mencampurkan secara langsung ke dalam tanah pada saat 3 - 4 hari sebelum tanam.

3.5.6. Pindah Tanam

Bibit dipindah tanam saat sore hari antara pukul 16.00 - 18.00 WIB. Pindah tanam Pakcoy dilakukan di *screenhouse* dengan lingkung yang sama dengan lingkungan penyemaian untuk menghindari tanaman stres setelah pindah tanam. Dalam satu pot terdiri dari 1 tanaman sayuran. Tata letak penanaman benih disesuaikan dengan tata letak percobaan.

3.5.7. Pemeliharaan Tanaman

Kegiatan pemeliharaan meliputi :

1. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali dalam sehari, yaitu dilaksanakan pada pagi hari antara jam 07.00 - 08.00 WIB dan sore hari pada jam 16.00 - 17.00.

Diiri sesuai dengan kehilangan air pada tanaman atau dikembalikan pada kondisi air tersedia.

2. Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)

Pengendalian OPT dilakukan setiap hari dengan cara manual yaitu OPT yang ada pada tanaman dan sekitar tanaman diambil dan dibuang. Jika tidak dapat ditangani secara manual maka menggunakan pestisida yang mudah terurai seperti pestisida nabati.

3.5.8. Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman pakcoy berumur 30-45 hari atau sekitar dua bulan setelah masa semai. Waktu panen yang dilakukan adalah sore hari antara jam 16.00 - 18.00 WIB agar tidak mengalami kelayuan akibat suhu *screenhouse* yang tinggi.

3.6. Variabel Pengamatan

Kegiatan pengamatan terdiri dari tiga, yaitu:

3.6.1. Parameter *Biochar*

Analisis *biochar* dilakukan dengan mengacu pada beberapa literatur tentang *biochar*, tongkol jagung, *biochar* tongkol jagung serta menganalisis kadar air, kadar abu, *bulk density* dan pH dari *biochar* tongkol jagung yang selanjutnya menganalisis pertumbuhan dan hasil produksi tanaman pakcoy.

3.6.2. Parameter Tanah

Analisis tanah yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi, tekstur, pH, N-total, P-total dan C-organik, K-dd, kadar air, kadar abu dan *bulk density*. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Tanah dan Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (RSDAL), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.6.3. Parameter Pertumbuhan

A. Pengamatan Harian

Pada pengamatan harian dilakukan dengan mengukur air yang hilang dari kondisi kapasitas lapang tanah menggunakan timbangan yang selanjutnya dikembalikan ke kondisi 80 - 100% air tersedia dengan menambahkan sejumlah air sesuai dengan kehilangan air.

B. Pengamatan Mingguan

Pada pengamatan mingguan, variabel tanaman yang diamati meliputi :

- a) Tinggi tanaman (cm)
Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman hingga ujung daun terpanjang menggunakan penggaris.
- b) Jumlah daun per tanaman (helai)
Jumlah daun dihitung pada daun yang telah terbuka sempurna.
- c) Lebar daun per tanaman (cm)
Lebar daun dihitung pada sampel daun terlebar menggunakan penggaris sebagai alat ukurnya.
- d) Warna daun
Mengamati secara kuantitatif perubahan warna daun menggunakan *Colorimeter* (Amtast AMT507) setiap minggunya untuk dianalisis perubahan dan penyebabnya. *Colorimeter* AMT507 merupakan alat ukur yang dapat mengukur daya sensitif warna suatu benda terhadap cahaya yang menyerapnya. Cara kerja alat ini adalah menunjukkan kualitas warna berdasarkan warna tertentu yang mana warna tersebut diserap oleh sebuah benda. Output yang dihasilkan dalam bentuk skala L^* , a^* dan b^* , dimana L^* menunjukkan Light, a^* adalah merah (+) atau hijau (-) koordinasi, dan b^* adalah mengkoordinasikan kuning (+) atau biru (-). Namun pada penelitian ini data yang diambil hanya skala a^* (-) yang menunjukkan kualitas warna hijau daun.
- e) Luas *canopy* (cm²)
Pengamatan diameter *canopy* dilakukan dengan cara mengukur persentase *canopy* menggunakan aplikasi *Canopy Cover Free* dengan memasukkan nilai RGB (*Red Green Blue*) pada daun dengan memindai langsung daun dan mencari nilai RGB yang pas sehingga luas kanopi bisa terpindai keseluruhan, setelah itu dihitung luas bingkai pengamatan untuk menentukan luas kanopi pada objek yang diteliti seperti pada Gambar 18.

C. Pengamatan Saat Panen

Pengamatan saat panen meliputi pengukuran :

- a) Bobot total segar (gram)
Pengukuran bobot total segar dilakukan dengan cara menimbang tanaman yang sudah dipanen beserta akarnya.
- b) Bobot brangkasan atas segar (gram)
Pengukuran bobot tajuk segar dilakukan dengan cara menimbang bagian tajuk tanaman yang sudah dipanen.
- c) Bobot brangkasan bawah segar (gram)
Pengukuran bobot akar sedang dilakukan dengan cara menimbang akar tanaman yang sudah dipisahkan dari tanaman setelah dipanen.
- d) Bobot brangkasan atas kering (gram)
Pengukuran bobot tajuk kering dilakukan dengan cara menimbang bagian tajuk tanaman yang sudah kering.
- e) Bobot brangkasan bawah kering (gram)
Pengukuran bobot akar kering dilakukan dengan cara menimbang akar tanaman yang sudah dipisahkan dari tanaman setelah kering.
- f) Produktivitas air tanaman (kg/m^3)
Produktivitas tanaman merupakan perbandingan antara produk yang dihasilkan dengan jumlah air yang diberikan pada tanaman, dengan satuan kg hasil per m^3 (Prabowo, 2006).
- g) Produktivitas pupuk (g/g)
Produktivitas pupuk adalah persentase perbandingan dari hasil produksi (*output*) dengan jumlah pupuk yang diberikan pada tanaman (*input*).
- h) Konsumsi air (ml)
Konsumsi air atau evapotranspirasi adalah total kebutuhan air dari awal penanaman hingga panen.
- i) pH media tanam
pH media tanah diukur setelah panen kemudian media tanam dikeringkan dan diukur menggunakan kertas lakmus indikator pH.

- j) *Bulk density* media tanam
Bulk density atau berat isi media tanam diukur menggunakan ring sampel dengan volume tertentu.
- k) Susut volume media tanam
 Susut volume media tanam dilakukan dengan memasang tali ukur didalam pot lalu diamati ketinggian tanah diawal penanaman dan sebelum panen.

3.7. Analisis Data

Dalam penelitian data yang diperoleh seperti tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, lebar daun per tanaman, warna daun, diameter canopy, kadar air tanah jenuh, bobot total segar per pot, bobot brangkasan atas segar, bobot brangkasan bawah segar, bobot brangkasan atas kering, bobot brangkasan bawah kering, produktivitas air tanaman dan produktivitas pupuk akan ditampilkan dalam bentuk tabel untuk mempermudah pembaca memahami data tersebut, kemudian data yang telah didapat dianalisa dengan metode analisis ragam menggunakan program aplikasi (SAS) dan menghitung hasil dari pengukuran

3.7.1. Analisis Sidik Ragam

Analisis sidik ragam dilakukan untuk mengukur interaksi dan perbedaan perlakuan dalam suatu percobaan secara bersamaan. Apabila dari hasil uji menunjukkan ada pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNT pada taraf 5% dengan menggunakan aplikasi SAS.

3.7.2. Perhitungan dan Pengukuran

Perhitungan dan pengukuran ini diperlukan untuk mencari hasil dari parameter yang diamati.

- a) Produktivitas Air Tanaman

Produktivitas air tanaman dapat dihitung dengan :

$$\text{Produktivitas Air} = \frac{\text{Hasil produksi (g)}}{\text{Jumlah air yang diberikan (g)}} \times 100$$

b) Produktivitas Pupuk

Produktivitas pupuk tanaman dapat dihitung dengan :

$$\text{Produktivitas Pupuk} = \frac{\text{Hasil produksi (g)}}{\text{Jumlah pupuk yang diberikan (g)}}$$

c) Kadar Air (Tanah dan *Biochar*)

Kadar air sampel dapat dihitung dengan:

$$\text{KA} = \frac{\text{BB}-\text{BK}}{\text{BK}} \times 100\%$$

Dimana:

KA = Kadar air

BB = Berat sampel kering udara (g)

BK = Berat sampel kering oven (g)

d) Kadar Abu *Biochar*

Kadar abu *biochar* dapat dihitung dengan:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu (gr)}}{\text{Berat sampel(gr)}} \times 100\%$$

Dimana:

Berat Abu = Berat cawan dan sampel setelah pengeringan – berat cawan kosong.

Berat sampel = Berat cawan sampel sebelum pengeringan – berat cawan kosong

e) *Bulk density* (Tanah dan *Biochar*) (g/cm^3)

Bulk density dapat dihitung dengan:

$$\text{BD sampel} = \frac{\text{Berat tanah}}{\text{Volume ring}}$$

Dengan,

Volume ring = Luas alas x tinggi

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa :

1. Suhu pembakaran *biochar* berpengaruh nyata ($P < 5\%$) terhadap parameter tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, luas kanopi, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan bawah segar, brangkasan bawah kering, bobot segar, *bulk density*, produktivitas air dan produktivitas pupuk. Namun tidak berpengaruh nyata ($P < 5\%$) terhadap parameter konsumsi air, pH tanah dan warna daun.
2. Dosis pupuk urea berpengaruh nyata ($P > 5\%$) terhadap parameter lebar daun, luas kanopi, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan bawah kering, bobot segar, produktivitas air. Namun tidak berpengaruh nyata ($P < 5\%$) terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, brangkasan bawah segar, konsumsi air, produktivitas pupuk, *bulk density* dan pH tanah.
3. Interaksi terhadap faktor suhu pembuatan *biochar* dengan faktor dosis pupuk urea berpengaruh nyata ($P < 5\%$) terhadap parameter (tinggi tanaman, lebar daun, luas kanopi) pada 12 hst, brangkasan bawah segar, brangkasan bawah kering dan produktivitas pupuk. Namun tidak

berpengaruh nyata ($P > 5\%$) terhadap parameter warna daun, jumlah daun, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, bobot segar, konsumsi air, produktivitas air, pH tanah serta *bulk density*.

4. *Biochar* yang optimal digunakan untuk pakcoy adalah pada suhu pembakaran $\pm 350^\circ\text{C}$, dengan hasil rata-rata tinggi tanaman 22,31 cm, rata-rata lebar daun 8,2 cm, rata-rata jumlah daun 17,4 helai, rata-rata bobot brangkasan atas segar 30,6 gram, rata-rata bobot total 39,36 gram, dan rata-rata produktivitas pupuk 35,055 g/g.
5. Berdasarkan pertumbuhan vegetatif dan hasil panen tanaman pakcoy, Interaksi terhadap faktor suhu pembakaran *biochar* tongkol jagung dengan faktor dosis pupuk urea yang paling optimal digunakan ialah kombinasi perlakuan *biochar* suhu pembakaran $\pm 350^\circ\text{C}$ (B3) sebanyak 10 ton/ha pada pemberian pupuk urea 200 kg/ha menjadi 1,8 g/tanaman atau 0,06% dari 3 kg tanah (P3) dengan hasil rata-rata luasan kanopi 544,66 cm² dan rata-rata bobot brangkasan atas segar tanaman 35,67 gram.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian khususnya pada proses pirolisis terdapat nilai error pada pengukuran suhu sebanyak (+/-) 5 °C karena keterbatasan alat, oleh sebab itu disarankan untuk selanjutnya dilakukan pirolisis menggunakan tanur atau sejenisnya untuk mendapatkan suhu yang akurat. Dari penelitian ini disarankan pirolisis menggunakan suhu 350 °C pada pembuatan *biochar* dalam aplikasinya sebagai pembenah tanah agar hasil yang didapatkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A, L. R. (2020). Uji Efektivitas Jenis Media Tanam dan Jenis Sumbu Sistem Wick Hidroponik Terhadap Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1. *Jurnal Agrotek Indonesia* 2(5), 25.
- AAK. (1992). *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Yogyakarta: Kanisius.
- Adi, M. S. (2017). Pengaruh Pemberian *Biochar* dan Pupuk Bregadium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.). *J. Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, Vol 1, No. 2.
- Adiningsih, S. J. (1993). Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang . *Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian*, Hlm. 29 –50.
- Alkuino, E. (2000). *Gasifying Farm Wastes as Source of Cheap Heat for Drying Paddy and Corns*. Philippines : International Rice Research Organization.
- Asmarania, O. P. (2020). Aplikasi koktail enzim dari isolat Indonesia pada sakarifikasi limbah tongkol jagung (*Zea mays*). *science direct vol.24*, 101537.
- Bapedal. (2000). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 1985 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.
- Buckman, H. d. (1982). Ilmu Tanah. Dalam H. d. Buckman, *Ilmu Tanah* (hal. 788 hal). Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Budhie, D. (2010). *Aplikasi Urin Kambing Peranakan Etawa Dan Nasa Sebagai Pupuk Organik Cair Untuk Pemacu Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakan Legum Indigofera sp*. Bogor: Skripsi Fakultas Peternakan, IPB Press.
- Cahyono, B. (2003). *Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pai-Tsai)*. Hal 12-62. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Chan, K. v. (2007). Assessing the agronomic values of contrasting char materials on an Australian hard setting soil. *2007 Conference, 27 April–2 May 2007*. Terrigal, New South Wales, Australia: International Agrichar Initiative (IAI) .
- Damanik, P. (2007). *Perubahan kepadatan tanah dan produksi tanaman kacang tanah akibat intensitas lintasan traktor dan dosis bokasi*. Bogor: Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor .

- Darmawan, A. H. (2013). Pengaruh Berbagai Macam Bahan Organik dan Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(5): 389- 397.
- Darmawijaya, M. (1997). *Klasifikasi Tanah*, 386 hal. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Dewanto, F. J. (2013). Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik Terhadap Produksi Tanaman Jagung Sebagai Sumber Pakan. *Jurnal Zootek*, 32(5):1-8.
- Dou, L. M. (2012). Effects of *Biochar*, Mokusakueki and Bokashi Application on Soil Nutrients, Yields and Qualities of Sweet Potato. *J. Agriculture Science and Soil Science*, 2: 318- 327.
- Endriani, S. d. (2013). Pemanfaatan *Biochar* Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Soil Amandement Ultisol Sungai BaharJambi. *J. Penelitian Univeritas Jambi Seri Sains*, 15(1):39-46.
- FAO. (2008). Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis, Food and Agriculture Organization of the United Nations. *M. R. Motsara (Ed.)* (hal. Fao Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 19). Rome: Electronic Publishing Policy and Support Branc.
- Firmansyah, I. D. (2013). Pengaruh Dosis Pupuk N Terhadap pH Tanah N-Total Tanah, dan Serapan N Hasil dua Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) Pada Entisols-Brebes Jawa Tengah. . *Jurnal Hortikultura*, 23(4):358- 364.
- Gani, A. (2010). Multiguna Arang- Hayati *Biochar*. *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sinar Tani*, Edisi 13-19: hal 1- 4.
- Graber, E. R. (2010). *Biochar* impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant Soil*, 337: 481 – 496.
- Hanafiah, K. A. (2007). *Biologi Tanah : Ekologi dan Makrobiologi Tanah : Edisi 1-2*. . Jakarta: PT. Rajawali Grafindo Persada.
- Handayanto, S. B. (2015). Effects of *Biochar* and Crop Residues Application on Chemical Properties of aDegraded Soil of South Malang, and P Uptake by Maize. *Journal of Degraded Andmining Lands*, 2 (2) : 271 – 281.
- Harjadi, M. (1979). *Pengantar Agronomi*. Jakarta: PT Gramedia.
- Haryanto, W. T. (2007). *Teknik Penanaman Sawi dan Selada Secara Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hidayat, T. G. (2007). Pemanfaatan Berbagai Limbah Pertanian Untuk Pembenah Media Tanam Bibit Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit Vol.15* (2). , PPKS. Medan.

- Hortikultura, B. (2021, juni 07). *Badan Pusat Statistik* . Diambil kembali dari Sub Sektor Hortikultura: <https://www.bps.go.id/subject/55/hortikultura.html>
- Irwan. (2005). *Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Karlen, D. L. (2003). Soil quality: Humankind's foundation for survival. . *Journal of Soil and Water Conservation* 58.
- Karlen, D. S. (1994). A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In J.W. Doran et al (ed). *Defining soil quality for sustainable environment* (hal. Publ. 35). SSSA, Madison, WI: SSSA Spec.
- Khoiroh, Y. H. (2014). Pertumbuhan Serta Hubungan Kerapatan Stomata Dan Berat Umbi Pada *Amorphophallus muelleri* Blume Dan *Amorphophallus variabilis* Blume. *Jurnal Biotropika*, 2(5) : 249-253.
- Krishnakumar, S. K. (2013). *Biochar-boon to soil health and crop production*. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38): 4726-4739.
- Kuwagaki, H. a. (1990). Aptitude of Wood Charcoal to a Soil Improvement and Other Non-Fuel Use. in: *Technical Report on the Research Development of the New Use of Charcoal and Pyroligneous Acid*. (hal. 27-44). Tokyo: Technical Research Association for Multiuse of Carbonized Material.
- Lahadassy.J. (2007). Pengaruh Dosis Pupuk Organik Padat Daun Gamal terhadap Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem, Volume.3, No.2, Desember 2007*.
- Lahan, B. B. (2012). *Lahan sub optimal: potensi dan permasalahan pemanfaatannya untuk mendukung program ketahanan pangan*. Kementrian Ristek dan Teknologi.
- Lanna, R. S. (2015). *Pengaruh Pupuk Solid dan Biochar terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*. Kisaran: Fakultas Pertanian, Universitas Asahan.
- Lehmann, J. d. (2009). *Biochar Environmental Management*. London: Earthscan.
- Letey, J. S. (2003). Deficiencies in the soil quality concept and its application. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58: 180 - 187.
- Liang, G. (2008). *Efisiensi Kerja Bagi Pembangunan Negara*. Jakarta: Erlangga.
- Lingga, P. (2005). *Hidroponik, bercocok tanam tanpa tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plant*. London: Academic Press.

- Nigussie, A. E. (2012). Effect of *biochar* application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (3): 369 – 376.
- O'Neill, B. J. (2009). Bacterial community composition in Brazilian Anthrosols and adjacent soils characterized using culturing and molecular identification. *Microb. Ecol.*, 8:23–35.
- Pangaribuan, D. H. (2012). Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran Kangkung, Bayam, dan Caisim. *Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2012*.
- Pelealu, J. &. (2020). PKM Kelompok Tani Terong di Desa Sea Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa Tentang Efektivitas Aplikasi Pupuk Hijau Terhadap Pertumbuhan Terong. *Jurnal pengabdian multidisiplin*, Vol.2 No.3:14-19.
- Pengembangan, B. P., & Pertanian, B. P. (2019). *Inovasi Teknologi Pertanian*. Kementerian Pertanian.
- Prabowo, A. &. (2006). Pengelolaan Sistem Irigasi Mikro Untuk Tanaman Hortikultura dan Palawija. *Agriculturan Engeneering*, 4(2): 89.
- Prasetyo, B. d. (2006). Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2) hal 39- 47.
- Pratiwi. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Rachman, L. M. (2015). Efek Sistem Pengolahan Tanah Terhadap Bahan Organik Tanah, Sifat Fisik Tanah, Dan Produksi Jagung Pada Tanah Podsolik Merah Kuning Di Kabupaten Lampung Timur. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015*, (hal. 1-9 hal). Palembang.
- Rosmarkam, A. d. (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- S, A., & H, S. B. (2019). Pengaruh pemberian *biochar* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*). *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian* 7(2), 168-174.
- Safei, M. A. (2014). Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum Melongena L.*) Varietas Mustag F-1. *Samarinda: Jurnal Agrifor. Universitas 17 Agustus 1945*.
- Salisbury, F. B. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Sari, R. &. (2015). Rhizobium: pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Buletin Eboni*, 12(1), 51-64.

- Sarif, P. A. (2015). Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) akibat pemberian berbagai dosis pupuk urea. *J. Agrotekbis*, 3(5): 585-591.
- Sarwono. (2016). *Biochar* Sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Sifat Tanah, dan Mencegah Pemanasan Global. *J.Kim.Terap.Indones*, 18(1), 79-90.
- Setiawan, A. (2014). *Budidaya Tanaman pakcoy*. Bogor: IPB.
- Spokas, K. A. (2009). Impact of woodchip *biochar* additions on greenhouse gas production and sorption/degradation of two herbicide in Minnesota soil. *Chemosphere*. 77, 574581.
- Staff, S. S. (2010). *Soil Taxonomy a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys Eleventh Edition*. Washington DC. 754 hal: United States Department of Agriculture.
- Subagyo, H. N. (2000). *Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. dalam Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Subowo, J. S. (1990). Pengaruh Bahan Organik terhadap Pencucian Hara Tanah Ultisol Rangkasbitung, Jawa Barat. *Balai Penelitian Tanah dan Pupuk*, 9: 26-31.
- Suhardianto, A. d. (2011). *Penanganan pasca panen caisin (Brassica campestrisL.) dan pak choy (Brassica rapa L.) dengan pengaturan suhu rantai dingin (Cold Chain)*. Universitas Terbuka: Laporan Penelitian Madya Bidang Ilmu FMIPA.
- Sujana, I. P. (2015). Pengelolaan Tanah Ultisol dengan Pemberian Pembenaah Organik *Biochar* Menuju Pertanian Berkelanjutan. *AGRIMETA*, Vol.5 No.9: 01-69.
- Sukmawati. (2020). Bahan Organik Menjanjikan Dari *Biochar* Tongkol Jagung, Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Berdasarkan Sifat Kimia. *J. Agroplantae*, Vol.9 No.2: 82-94.
- Sukmawati, S. (2012). Budidaya pakcoy (*brassica rapa* L.) secara organik dengan pengaruh beberapa jenis pupuk organik. *Karya Ilmiah*, Politeknik Negeri Lampung. 9 Hal.
- Suntoro. (2001). Pengaruh Residu Penggunaan Bahan Organik, Dolomit dan KCl pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae. L.*) pada Oxic Dystrudept di Jumapolo, Karanganyar. *Habitat*, 12(3) 170-177.
- Suprpto, H. d. (2002). *Bertanam Jagung*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutedjo, M. M. (2002). *Pupuk Dan Cara Penggunaan*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Syarwani, M. M. (2013). Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Sub-optimal "Intensifikasi Pengelolaan Lahan Sub Optimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional"*, (hal. 802 hal). Palembang, 20-21 September 2013.
- Syekhfani. (2002). Arti penting bahan organik bagi kesuburan tanah. *Jurnal Penelitian Pupuk Organik*.
- Tanah, B. P. (2009). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Edisi 2.* . ISBN 978-602-8039-21-5. 234 hlm: Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Tanah, P. P. (1983). *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Tanaka, T. (1963). Studies on some marine algae from southern Japan, IV. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ*, 12: 64-71.
- Taufik, I. (2012). Identifikasi Nilai Kalor *Biochar* dari Tongkol jagung dan Sekam Padi pada Proses Pirolis. *Jurnal penelitian Jurusan Teknik Kimia* , Vol.7, No.1.
- Titirici M.M., T. A. (2007). Back in the black: hydrothermal carbonization of plant material as an efficient chemical process to treat the CO₂ problems? *New Journal of Chemistry*. 31, 787-789.
- Tola, F. D. (2007). Pengaruh Penggunaan Dosis Pupuk Bokashi Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung . *Jurnal Agrisistem*, 3 (1): 1-8.
- Triharto, S. (2013). Survei dan Penentuan Unsur Hara N,P,K dan pH tanah pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Desa Durian Kecamatan Pantai Labu. *Jurnal Online Agroekoteknologi Vol 2 No 3* , 1195 - 1204.
- Utomo, W. S. (2011). Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L.) yield following *biochar* and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*, 49 (1-2).
- Warnock, D. D. (2007). Mycorrhizal responses to *biochar* in soil – concepts and mechanisms. *J. Plant and Soil*, 30 (1): 9-20.
- Wijaya, K. (2010). *Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk organik cair hasil perombakan anaerob limbah makanan terhadap pertumbuhan tanaman sawi (Brassicca juncea L.)*. Surakarta: Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Winarna, d. E. (2003). Pertumbuhan dan Serapan Hara Bibit Kelapa Sawit Pada Medium Tanam Sub Soil Tanah Typic Paleudult, Typic Tropopsamment,

dan Typic Hapludult. *Jurnal Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit Vol. 11 (1)*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan .