

**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* SEKAM PADI DAN  
TRICHOKOMPOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
BUDIDAYA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Erine Astaning Savitri  
1714071012**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF THE APPLICATION OF RICE HUSK BIOCHAR AND TRICHOCOMPOST ON THE GROWTH AND YIELD OF PAKCOY (*Brassica rapa* L.) CULTIVATION**

**By**

**ERINE ASTANING SAVITRI**

The use of synthetic fertilizer affects on soil fertility, such as the structure of soil is becoming hard, there is no biological activity in soil, and the harmony of nutrient elements in soil is distracted. Therefore, to repair the condition of soil, it needs to use rice husk-biochar and trychocompos in a balance number. The purpose of this study is to see the affect of rice husk-biochar and trychocompos due to growth and productivity of Pakcoy, and also the affect of using trychocompos efficiently. This study was using complete randomised factorial design. There are two factor, the first factor was biochar dose (0 g, 50 g, 100 g), and another factor was trychocompose dose (0 g, 500 g, 1000 g, 1500 g), each treatment was repeated 3 times. Rice husk - biochar factor was significantly affected to evapotranspiration, plant height, number of leaf, wide of canopy, fresh gross weight, water productivity, and fertilizer productivity. But it was not significantly affected to soil solidity and soil pH. Trychocompos factor was significantly affected to soil solidity, plant height, number of leaf, green color of leaf, wide of canopy, fresh gross weight, water productivity, and fertilizer productivity. But it was not significantly affected to soil pH and evapotranspiration. Adding 100g/pot of biochar dose could decrease recommendation of trychocompos, that is 1500 g/pot to 1000 g/pot according to study which had been done.

**key words :** Pakcoy, water productivity, fertilizer productivity

## ABSTRAK

### PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* SEKAM PADI DAN TRICHOKOMPOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL BUDIDAYA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Oleh

ERINE ASTANING SAVITRI

Penggunaan pupuk kimia menimbulkan dampak negatif terhadap kesuburan tanah, struktur tanah (menjadi keras), mengurangi aktifitas biologis dalam tanah, dan mengganggu keseimbangan unsur hara pada tanah. Untuk mengatasi hal tersebut aplikasi *biochar* sekam padi dan pupuk trichokompos dalam jumlah berimbang perlu dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan *biochar* sekam padi dan trichokompos terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoy. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yaitu dosis *biochar* (A) dengan 3 taraf dosis yaitu 0 gram, 50 gram dan 100 gram per pot, dan dosis trichokompos (B) dengan 4 taraf yaitu 0 gram, 500 gram, 1000 gram, dan 1500 gram per pot. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor *biochar* sekam padi berpengaruh nyata pada evapotranspirasi, tinggi tanaman, jumlah daun, luas kanopi, total bobot segar, produktivitas air dan produktivitas pupuk, tetapi tidak berbeda nyata pada kepadatan tanah dan pH tanah. Sedangkan faktor trichokompos berpengaruh nyata pada kepadatan tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, warna hijau daun, luas kanopi, total bobot segar, produktivitas air dan produktivitas pupuk, tetapi tidak berbeda nyata pada pH tanah dan evapotranspirasi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan *biochar* dengan dosis 100 gram/pot dapat meningkatkan efektivitas trichokompos dan mengurangi dosis trichokompos rekomendasi (1500 gram/pot) menjadi 1000 gram/pot.

**Kata kunci :** Tanaman pakcoy, produktivitas air, produktivitas pupuk.

**PENGARUH APLIKASI *BIOCHAR* SEKAM PADI DAN  
TRICHOKOMPOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
BUDIDAYA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

Oleh

**ERINE ASTANING SAVITRI**

**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 APLIKASI *BIOCHAR* SEKAM PADI  
DAN TRICHOKOMPOS TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN HASIL BUDIDAYA  
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa L.*)**

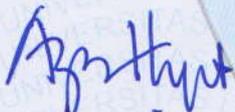
Nama Mahasiswa : **Erine Astaning Savitri**

No. Pokok Mahasiswa : **1714071012**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

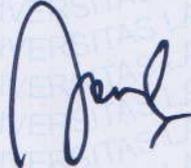
Fakultas : **Pertanian**



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

  
**Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.**  
NIP 19900226 201903 1 012

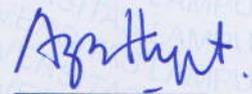
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

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

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

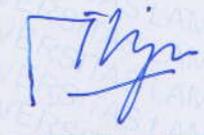
Ketua : **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**

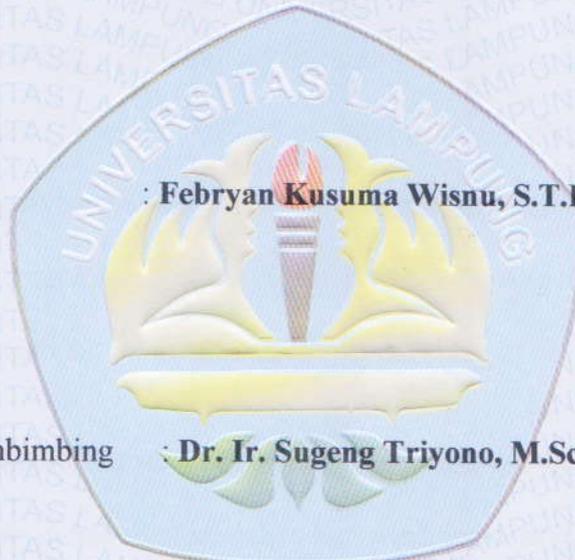


Sekretaris : **Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc.**



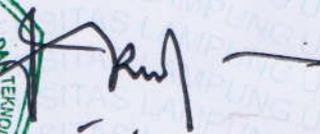
Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**





2. Dekan Fakultas Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Juli 2021

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Erine Astaning Savitri NPM 1714071012

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, 12 Agustus 2021  
Yang membuat pernyataan



(Erine Astaning Savitri)

NPM.1714071034

## RIYAWAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Negara Aji Tua, pada hari Sabtu, 29 Januari 2000, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara keluarga Bapak Paulus Turju Astoro (Alm) dan Menuk Daryati. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Seroja, Pringsewu sejak tahun 2005 sampai 2006, lalu penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah dasar di SD Negeri 3 Sukoharjo 1, Pringsewu sejak 2006 sampai dengan tahun 2012. Penulis selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMP Xaverius Pringsewu pada tahun 2012 sampai 2015, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Pringsewu pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2017 melalui kelas akselerasi.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan penerima beasiswa pendidikan mahasiswa miskin berprestasi (BIDIKMISI). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Fisika Dasar Pertanian pada tahun ajaran 2018/2019 dan 2020/2021, Asisten Dosen Mata Kuliah Pendidikan Agama Kristen pada tahun ajaran 2019/2020 serta Asisten Dosen Mata Kuliah Kekuatan Bahan Teknik pada tahun ajaran 2019/2020. Penulis juga aktif dalam kegiatan

kerohanian yaitu Persekutuan Oikumene Mahasiswa Kristen Pertanian (POMPERTA) Universitas Lampung. Penulis pernah menjabat sebagai Anggota Sie Kelompok Kecil (KK) periode 2018/2019, sebagai Bendahara Umum periode 2019/2020, serta sebagai Tim Pendamping Pelayanan Mahasiswa (TPPM) periode 2020/2021. Penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota biasa.

Pada bulan Januari – Februari tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kagungan Dalam, Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Mesuji. Pada bulan Juni – Juli 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (LPTPH) dengan judul “Teknologi Pembuatan Pestisida Nabati Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) dan Aplikasinya pada Tanaman Padi Sawah di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo Kabupaten Pringsewu”, kemudian dipublikasikan oleh Dr. Mareli Telaumbanua S.T.P., M.Sc . pada jurnal internasional Earth and Environmental Science – IOPscience pada tahun 2021 dengan judul “Plant-based Pesticide using citronella (*Cymbopogon nardus L*) extract to control insect pests on rice plants”. Pada bulan Agustus – November 2020 penulis melaksanakan Pengabdian Masyarakat pada Program Holistik Pembinaan dan Pemberdayaan Desa (PHP2D) 2020 dengan tema “Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemanfaatan Limbah Biomassa di Desa Suko Binangun, Kecamatan Way Seputih, Kabupaten Lampung Tengah”. Demikian riwayat hidup penulis sekian dan terimakasih, Tuhan memberkati.

## *Persembahan*

***Segala Puji dan Syukur Kepada Tuhan Yesus Kristus atas kesehatan, kemudahan serta penyertaan-Nya dalam setiap langkah dan perjuangan***

*Kupersembahkan karya kecilku ini kepada :*

### *Kedua Orangtuaku*

*Bapak Paulus Turju Astoro (Alm) dan Ibuku tercinta Menuk Daryati yang selalu memberiku doa, semangat, nasihat, dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan.*

### *Kedua Saudaraku*

*Asdar Eben Hezer dan Asagung Krismuyuda Yesyurun yang telah menjadi inspirasi bagiku, yang telah memberikan doa, dukungan dan nasihat kepadaku.*

*Seluruh keluarga besar Mbh. Saiman D.S dan Mbh. Petrus Mujiono yang telah memberikan doa dan dukungan terbaiknya untukku*

*Serta*

*Almamater Tercinta Universitas Lampung  
Fakulas Pertanian  
Jurusan Teknik Pertanian  
Teknik Pertanian Angkatan 2017*

## SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang senantiasa selalu tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “**Pengaruh Aplikasi *Biochar* Sekam Padi dan Trichokompos terhadap Pertumbuhan dan Hasil Budidaya 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. Penulis menyadari dan memahami dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini;
3. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M. P., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Pertanian dan Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan

memberikan saran selama menempuh perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini;

4. Bapak Febryan Kusuma Wisnu, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu, membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama ini;
7. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo Pringsewu yang telah menyediakan kebutuhan bahan penelitian berupa trichokompos;
8. Bapak Paulus Turju Astoro (Alm), Bapak Panut dan Ibu Menuk Daryati, selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun finansial. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
9. Kakak tersayang Asdar Eben Hezer, Ravita Irdiyani, dan Asagung Krismuyuda Yesyurun yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan finansial kepada penulis. Terima kasih kepada ponakan tercinta Adannaya Brylee Cantya yang selalu membuat penulis bangga;
10. Ambis Misqueen tersayang (Ekaliana, Ristanti, Binti, dan Agata) yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan bantuan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini;

11. Tim Penelitian *Biochar* (Dhea, Agata, Nuraini, Riri, Dandy, Daffa, Nyoman, Mbak Amal dan Mbak Ayu) selaku teman seperjuangan penelitian yang telah memberikan semangat dan berbagi ilmu;
12. Kepada pengurus POMPERTA periode 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 dan 2020/2021 yang selalu memberikan doa, motivasi, dan semangat hingga penulis menyelesaikan skripsi ini;
13. Kepada Keluarga Teknik Pertanian 2017 selaku keluarga pejuang sarjana teknik. Terima kasih atas kebersamaan selama ini, doa, dukungan, bantuan dan saran kepada penulis.
14. Kepada diri saya sendiri Erine Astaning Savitri yang sudah menjadi wanita kuat untuk sanggup menyelesaikan semua ini dengan penuh suka cita dan damai sejahtera.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terimakasih.

Bandar Lampung,  
Penulis

2021

**Erine Astaning Savitri**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Hipotesis Penelitian.....	5
1.6. Batasan Masalah .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Persoalan Tanah sebagai Media Tanam.....	6
2.2. Dampak Pupuk Kimia .....	8
2.3. <i>Biochar</i> Sekam Padi.....	11
2.4. Trichokompos .....	15
2.5. Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica rapa</i> L) .....	19
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	22
3.2. Alat dan Bahan.....	22
3.3. Rancangan Percobaan .....	24
3.4. Prosedur Penelitian .....	26
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.5.1. Persiapan Alat dan Bahan .....	27
3.5.2. Persiapan Media Tanam dan Penyemaian.....	27
3.5.3. Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam .....	28
3.5.4. Pindah Tanam.....	28
3.5.5. Perawatan Tanaman.....	28
3.5.6. Pemanenan.....	29
3.6. Variabel Pengamatan .....	29
3.6.1. Pengamatan Harian.....	29
3.6.2. Pengamatan Mingguan.....	30

3.6.3. Pengamatan Pascapanen.....	30
3.7. Analisis Data .....	31
3.7.1. Perhitungan dan Pengukuran .....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1. Analisis Tanah.....	34
4.2. Analisis <i>Biochar</i> dan Trichokompos.....	35
4.3. Analisis Media Tanam .....	38
4.3.1. Susut Tanah .....	38
4.3.2. Pemasatan Tanah.....	40
4.3.3. pH Tanah .....	43
4.4. Evapotranspirasi.....	44
4.5. Tinggi Tanaman .....	48
4.6. Lebar Daun.....	53
4.7. Jumlah Daun .....	57
4.8. Luas Kanopi .....	61
4.9. Warna Daun .....	65
4.9.1. Warna Hijau Daun .....	66
4.9.2. Warna Kuning Daun.....	69
4.10. Bobot Segar.....	73
4.11. Bobot Brangkasan Atas Segar.....	76
4.12. Bobot Brangkasan Bawah Segar.....	78
4.13. Bobot Brangkasan Atas Kering.....	81
4.14. Berat Brangkasan Bawah Kering .....	84
4.15. Produktivitas Air .....	86
4.16. Produktivitas Pupuk .....	88
4.17. Ringkasan Uji BNT.....	92
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>
5.1. Kesimpulan .....	94
5.2. Saran.....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>100</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Produksi <i>biochar</i> pada lama waktu pembakaran berbeda.....	13
2.	Klasifikasi tanaman pakcoy ( <i>Brassica rapa</i> L).....	20
3.	Kombinasi perlakuan RAL faktorial.....	25
4.	Tata letak percobaan .....	25
5.	Hasil analisis tanah sebelum penanaman .....	34
6.	Kriteria penilaian sifat tanah .....	35
7.	Hasil analisis <i>biochar</i> sebelum penanaman .....	36
8.	Hasil analisis trichokompos sebelum penanaman.....	37
9.	Kandungan unsur hara trichokompos.....	37
10.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap susut tanah setelah penanaman .....	39
11.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap pepadatan tanah.....	42
12.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap pH tanah setelah penanaman .....	44
13.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap evapotranspirasi minggu ke 2 .....	46
14.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap evapotranspirasi minggu ke 4 .....	47
15.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman pakcoy 7 HST .....	50
16.	Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman pakcoy 21 HST .....	51

17. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun pakcoy 7 HST .....	55
18. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun pakcoy 21 HST .....	56
19. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun pakcoy 14 HST .....	59
20. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun pakcoy 25 HST .....	60
21. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi tanaman 7 HST .....	63
22. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi tanaman 25 HST .....	64
23. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun saat 35 HST .....	68
24. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun saat 21 HST .....	71
25. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun saat 35 HST .....	72
26. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap bobot segar brangkasan .....	74
27. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap bobot brangkasan atas segar tanaman pakcoy .....	77
28. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap bobot brangkasan bawah segar tanaman pakcoy .....	80
29. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap bobot brangkasan atas kering .....	82
30. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap bobot brangkasan bawah kering .....	85
31. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap produktivitas air tanaman .....	87
32. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap produktivitas pupuk tanaman .....	90

33. Data hasil uji BNT interaksi pada setiap parameter pengamatan .....	92
34. Data hasil uji BNT faktor <i>biochar</i> pada setiap parameter pengamatan ....	92
35. Data hasil uji BNT faktor trichokompos pada setiap parameter pengamatan .....	93
36. Data pengukuran jenuh tanah (kg) .....	101
37. Data pengukuran <i>bulk density</i> perlakuan sebelum penanaman (g/cm <sup>3</sup> ) ...	102
38. Data pengukuran pemadatan tanah perlakuan (g/cm <sup>3</sup> ).....	103
39. Data pengukuran pH perlakuan.....	104
40. Data pengukuran susut tanah perlakuan.....	105
41. Data penggunaan air tanaman pakcoy (liter) .....	106
42. Data tinggi tanaman pakcoy (cm) .....	107
43. Data lebar daun tanaman pakcoy (cm) .....	108
44. Data jumlah daun tanaman pakcoy (helai).....	109
45. Data luas kanopi tanaman pakcoy (cm <sup>2</sup> ) .....	110
46. Data hasil panen (gr) .....	111
47. Data produktivitas pupuk trichokompos (%) dan produktivitas air (g/L) .....	112
48. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap evapotranspirasi minggu ke 1 .....	115
49. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap evapotranspirasi minggu ke 3 .....	115
50. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap evapotranspirasi minggu ke 5 .....	115
51. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 0 HST .....	115
52. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 14 HST .....	116

53. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 25 HST .....	116
54. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 28 HST .....	116
55. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 32 HST .....	116
56. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap tinggi tanaman 35 HST .....	117
57. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 0 HST .....	117
58. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 14 HST .....	117
59. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 25 HST .....	117
60. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 28 HST .....	118
61. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 32 HST .....	118
62. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap lebar daun 35 HST .....	118
63. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 0 HST .....	118
64. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 7 HST .....	119
65. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 21 HST .....	119
66. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 28 HST .....	119
67. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 32 HST .....	119
68. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap jumlah daun 35 HST .....	120

69. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 0 HST .....	120
70. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 14 HST .....	120
71. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 21 HST .....	120
72. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 28 HST .....	121
73. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 32 HST .....	121
74. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap luas kanopi 35 HST .....	121
75. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 0 HST .....	121
76. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 7 HST .....	122
77. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 14 HST .....	122
78. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 21 HST .....	122
79. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 25 HST .....	122
80. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 28 HST .....	123
81. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna hijau daun 32 HST .....	123
82. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 0 HST .....	123
83. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 7 HST .....	123
84. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 14 HST .....	124

85. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 21 HST .....	124
86. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 25 HST .....	124
87. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 28 HST .....	124
88. Uji anova pengaruh <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap warna kuning daun 32 HST .....	125

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	<i>Biochar</i> sekam padi.....	14
2.	Trichokompos. ....	18
3.	Pakcoy ( <i>Brassica rapa</i> L.) .....	19
4.	Bagan alir prosedur penelitian. ....	26
5.	Pengaruh dosis <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap nilai susut tanah .....	38
6.	Hasil uji BNT dosis trichokompos terhadap susut tanah .....	40
7.	Pengaruh dosis <i>biochar</i> dan trichokompos terhadap nilai pemadatan tanah .....	41
8.	Hasil uji BNT dosis trichokompos terhadap pemadatan tanah .....	42
9.	Grafik pengaruh perlakuan terhadap pH tanah pasca pemanenan .....	43
10.	Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap evapotranspirasi .....	45
11.	Hasil uji BNT interaksi perlakuan <i>biochar</i> dan trichokompos .....	47
12.	Hasil uji BNT perlakuan <i>biochar</i> terhadap evapotranspirasi .....	48
13.	Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap tinggi tanaman pakcoy .....	49
14.	Hasil uji BNT interaksi kedua faktor terhadap tinggi tanaman 7 HST .....	51
15.	Hasil uji BNT perlakuan terhadap tinggi tanaman (a) Hasil uji BNT perlakuan dosis <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT perlakuan dosis trichokompos.....	52

16. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap lebar daun tanaman pakcoy.....	54
17. Hasil uji BNT perlakuan terhadap lebar daun (a) Hasil uji BNT perlakuan dosis <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT perlakuan dosis trichokompos.....	55
18. Hasil uji BNT perlakuan dosis <i>biochar</i> terhadap lebar daun 21 HST.....	57
19. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap jumlah daun tanaman pakcoy.....	58
20. Hasil uji BNT interaksi perlakuan terhadap jumlah daun 14 HST .....	60
21. Hasil uji BNT interaksi kedua faktor terhadap jumlah daun 25 HST .....	61
22. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap luas kanopi tanaman pakcoy .....	62
23. Hasil uji BNT interaksi kedua faktor terhadap luas kanopi 7 HST.....	63
24. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap luas kanopi 25 HST (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos.....	65
25. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap warna hijau daun pada tanaman pakcoy .....	67
26. Hasil uji BNT faktor 2 pada pengaruh trichokompos terhadap warna hijau daun 35 HST .....	68
27. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap warna kuning pada daun tanaman pakcoy .....	70
28. Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> terhadap warna kuning daun pada 21 HST .....	71
29. Hasil uji BNT interaksi terhadap warna kuning daun pada 35 HST.....	73
30. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap bobot segar brangkasan tanaman pakcoy.....	74
31. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap bobot brangkasan segar (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos.....	75

32. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap bobot brangkasan atas segar tanaman pakcoy.....	76
33. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap bobot brangkasan atas segar tanaman pakcoy (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos .....	78
34. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap bobot brangkasan bawah segar tanaman pakcoy .....	79
35. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap bobot brangkasan bawah segar tanaman pakcoy (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos .....	80
36. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap bobot brangkasan atas kering tanaman pakcoy .....	81
37. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap terhadap bobot brangkasan atas kering (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos .....	83
38. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap bobot brangkasan bawah kering tanaman pakcoy.....	84
39. Hasil uji BNT interaksi kedua faktor terhadap bobot brangkasan bawah kering .....	85
40. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap produktivitas air tanaman pakcoy .....	86
41. Hasil uji BNT faktor 1 dan faktor 2 terhadap terhadap produktivitas air tanaman (a) Hasil uji BNT faktor 1 pengaruh <i>biochar</i> (b) Hasil uji BNT faktor 2 pengaruh trichokompos .....	88
42. Grafik pengaruh kombinasi <i>biochar</i> dengan trichokompos terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy (perlakuan tanpa trichokompos tidak dihitung) .....	89
43. Hasil uji BNT interaksi kedua faktor terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy.....	90
44. Penjemuran tanah sebagai media tanam .....	125
45. Proses pembuatan <i>biochar</i> sekam padi .....	125
46. Mencari nilai kadar air jenuh .....	126

47. Penyemaian .....	126
48. Pindah tanam.....	127
49. Sampel 0 HST .....	127
50. Pengukuran parameter tinggi tanaman.....	128
51. Pengukuran parameter lebar daun.....	128
52. Pengukuran parameter warna daun .....	129
53. Pengamatan parameter luas kanopi.....	129
54. Hama belalang yang memakan tanaman pakcoy .....	130
55. Hama ulat daun yang memakan tanaman pakcoy .....	130
56. Pengendalian hama menggunakan pestisida nabati .....	131
57. Sampel 35 HST .....	131
58. Proses pemanenan tanaman pakcoy .....	132
59. Perlakuan 0 gram <i>biochar</i> dan 0 gram trichokompos .....	132
60. Perlakuan 50 gram <i>biochar</i> dan 500 gram trichokompos .....	133
61. Perlakuan 100 gram <i>biochar</i> dan 1500 gram trichokompos .....	133
62. Hasil analisis <i>biochar</i> di lab ilmu tanah .....	134
63. Hasil analisis tanah dan <i>biochar</i> di lab ilmu tanah .....	134

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pupuk organik yang memiliki unsur mikro dan makro berkualitas baik telah banyak dikembangkan agar langsung dimanfaatkan oleh tanah. Pupuk organik menjadi penyangga biologi yang mempunyai fungsi dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga tanah dapat menyediakan hara dalam jumlah berimbang. Perbaikan kondisi tanah yang paling praktis adalah dengan penambahan pupuk ke tanah. Namun perlu diperhatikan juga keseimbangan kesuburan tanah sehingga pupuk yang diberikan dapat efektif dan efisien.

Penggunaan pupuk kimia menimbulkan dampak negatif terhadap kesuburan tanah, seperti struktur tanah menjadi keras, tidak ada aktivitas mikroorganisme dalam tanah, dan mengganggu keseimbangan unsur hara pada tanah. Untuk mengatasi hal tersebut aplikasi pupuk organik perlu dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah. Pupuk organik memiliki sifat lebih lambat untuk terurai menjadi ion mineral, apabila aplikasinya hanya dengan penambahan bahan organik mentah. Dengan demikian kandungan mikroorganisme tanah perlu diperkaya untuk mempercepat dekomposisi, sehingga kesuburan tanah dapat terjaga. Menurut Syarief (1986), kompos menjadi salah satu jenis pupuk organik yang berasal dari

penguraian atau dekomposer bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme aktif seperti bakteri, jamur, dan mikroba.

Trichokompos mengandung salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah adalah jamur *Trichoderma* sp. Spesies *Trichoderma* sp. sebagai organisme pengurai berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Pengembangbiakan jamur *Trichoderma* sp. diberikan ke areal penanaman berlaku sebagai biofungisida, yang berperan mengendalikan organisme patogen penyebab penyakit tanaman. Selain itu, dapat berlaku sebagai biodekomposer, mendekomposisi limbah organik seperti rerontokan dedaunan dan ranting tua menjadi kompos yang bermutu. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. telah dilaporkan sebagai agen hayati seperti *T. Harzianum*, *T. Viridae*, dan *T. Konigii* yang berspektrum luas pada berbagai tanaman pertanian. Spesies *Trichoderma* sp. yang mudah dan murah untuk dikembangbiakkan adalah jenis agen hayati *Trichoderma harzianum*. Proses dekomposisi limbah organik secara terus menerus oleh *Trichoderma harzianum* akan menghasilkan unsur hara yang melimpah, sedangkan tanaman belum menggunakan hara tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan biomassa yang mampu menyimpan hara seperti *biochar*.

*Biochar* merupakan bahan padat yang kaya karbon hasil konversi dari limbah biomassa pertanian melalui pembakaran tidak sempurna. *Biochar* juga merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil untuk dijadikan pembenah tanah lahan kering. Pemilihan bahan baku *biochar* ini didasarkan pada produksi sisa tanaman yang melimpah dan belum termanfaatkan (Demirbas, 2004). Untuk

saat ini produksi biomassa yang melimpah namun masih kurang dalam pemanfaatannya adalah sekam padi. Sekam sebagai limbah penggilingan padi jumlahnya mencapai 20-23% dari gabah. Produksi Gabah Kering Giling (GKG) mencapai 54,60 juta ton, maka jumlah sekam yang dihasilkan di Indonesia sekitar 12,56 juta ton (Balai Pusat Statistik, 2019). Besarnya jumlah sekam yang dihasilkan dan kurangnya pemanfaatan mengakibatkan limbah sekam padi terus meningkat. Sedangkan kandungan silika sekam padi sangat banyak. Maka *biochar* sekam padi dibuat berfungsi sebagai pengikat unsur hara dalam tanah, memperbaiki tingkat keasaman tanah, dan kandungan silikanya dapat memperkuat daun tanaman. Hal ini sangat cocok untuk diaplikasikan pada tanaman hortikultura salah satunya yaitu tanaman pakcoy.

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L) merupakan salah satu sayuran yang banyak digemari oleh masyarakat dan salah satu sayuran daun yang populer di Indonesia. Tanaman pakcoy termasuk tanaman yang tahan terhadap air hujan, tanaman ini mudah dibudidayakan di kawasan tropis dan dapat ditanam sepanjang tahun, metode penanaman tidak terlalu rumit, serta memiliki umur panen yang cukup singkat yaitu 30-35 hari. Oleh karena itu, penambahan *biochar* sekam padi dan kombinasi trichokompos dalam media tanam pada tanaman pakcoy diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi budidaya dan mengurangi dosis pemakaian pupuk organik.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi *biochar* sekam padi yang tepat untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *biochar* sekam padi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).
3. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi penggunaan trichokompos pada tanah yang telah ditambahkan *biochar* sekam padi.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis pengaruh *biochar* sekam padi yang tepat untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).
- 2) Menganalisis pengaruh trichokompos yang tepat untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).
- 3) Menganalisis pengaruh kombinasi *biochar* sekam padi dan trichokompos terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).
- 4) Mengetahui efisiensi penggunaan *biochar* sekam padi dan trichokompos terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L).

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang komposisi *biochar* sekam padi dan trichokompos yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan serta produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

#### **1.5. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- 1) Penambahan *biochar* sekam padi pada tanah dapat mengurangi dosis trichokompos yang direkomendasikan.
- 2) Pemberian *biochar* sekam padi dan trichokompos dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

#### **1.6. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) *Biochar* yang digunakan berasal dari sekam padi.
- 2) Pupuk yang digunakan adalah trichokompos.
- 3) Penanaman menggunakan pot dengan diameter 24 cm.
- 4) Penanaman dilakukan di *Greenhouse* L, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Persoalan Tanah sebagai Media Tanam

Media tanam merupakan komponen utama sebelum melakukan penanaman yang menjadi salah satu faktor pengaruh kualitas tanaman. Saat ini banyak alternatif media pengganti tanah yang telah dikenal dan digunakan masyarakat contohnya pasir, arang sekam padi, dan *cocopeat*. Media tanam yang baik adalah media yang mampu menunjang pertumbuhan bibit, pertumbuhan mikroba, dan pertumbuhan fungi yang berguna bagi perkembangan bibit. Media tanam yang baik dicirikan memiliki unsur hara mikro maupun makro yang seimbang yang dapat digunakan oleh tanaman (Febriani *et al.*, 2017).

Tanah merupakan media tumbuh dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Adanya ketersediaan unsur hara didalam tanah merupakan salah satu faktor yang mendukung pertumbuhan tanaman yaitu faktor kimia tanah disamping faktor biologi dan fisik tanah. Untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal maka jumlah unsur hara yang diberikan ke dalam tanah harus sesuai dengan kebutuhannya, jadi tidak kekurangan unsur hara dan tidak juga berlebihan. Kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara, sangat ditentukan oleh kualitas dan jumlah bahan organik dalam mengikat partikel-partikel tanah (Hardjowigeno, 1987).

Tanah sebagai media tanam memiliki kelemahan dan kelebihan jika dibandingkan dengan media tanam yang lain. Kelemahan tanah yaitu dalam penggunaan pupuk kurang efisien dibanding dengan media lain, pengolahannya memakan biaya yang besar, tanah pada keadaan sekarang ini sulit didapat apalagi di kota-kota besar, serta sebagai tempat hidup biota yang bisa merugikan tanaman. Sedangkan kelebihan tanah yaitu lebih kuat dalam menyangga tanaman, dapat menyediakan unsur hara, filter dari kontaminan, dapat mengatur ketersediaan air, serta sebagai tempat hidup biota yang menghasilkan unsur yang berguna bagi tanaman (Ni Gusti, 2015).

Tanah seharusnya sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman, namun saat ini keadaan tanah justru berkurang untuk ketersediaan unsur hara. Penyebab berkurangnya unsur hara tersebut adalah karena proses pencucian tanah sehingga unsur hara di permukaan tanah terangkut ke lapisan tanah bawah sehingga sulit dijangkau oleh tanaman yang perakarannya tidak panjang. Erosi juga dapat menyebabkan unsur hara di permukaan tanah terbawa ke tempat yang lebih rendah dan menyebabkan unsur hara di permukaan tanah berkurang. Unsur hara dapat berkurang juga saat dilakukannya proses pemanenan, karena unsur hara akan ikut terbawa akar. Jika di dalam tanah unsur hara tersebut kurang akan mengakibatkan tumbuhan menjadi tidak subur (kerdil) dan mengalami kematian (Apora, 2019).

Tanah yang baik juga ditandai dengan banyaknya mikroorganisme di dalam tanah. Sifat biologi tanah meliputi bahan organik tanah, flora, dan fauna tanah, khususnya mikroorganisme penting yang membantu proses interaksi di dalam

tanah seperti bakteri, fungi, dan algae. Tanah dapat dikatakan subur bila mempunyai dungan dan keragaman biologi yang tinggi. Pertumbuhan tanaman tidak hanya tergantung pada persediaan unsur hara, yang cukup dan seimbang tetapi harus juga ditunjang terhadap perakaran tanaman, serta keadaan fisik tanah yang baik. Sifat fisik tanah berpengaruh langsung terhadap perakaran tanaman, air, dan biologi. Pentingnya sifat fisik tanah dalam menunjang pertumbuhan tanaman sering tidak disadari karena kesuburan tanah dititikberatkan pada segi kesuburan sifat kimia tanah, maka perlu dilakukan pemupukan (Sukarno, 1995).

## **2.2. Dampak Pupuk Kimia**

Kegiatan pertanian tidak lepas dari kegiatan pemupukan dengan harapan dapat meningkatkan hasil produksi pertanian sehingga mampu memberikan hasil yang optimal dan keuntungan pada segi ekonomi. Pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk mengubah sifat kimia, fisik, dan biologi tanah sehingga menjadi lebih baik, saat ini begitu banyak jenis pupuk yang ditawarkan kepada petani. Pemupukan merupakan salah satu usaha pengelolaan kesuburan tanah, tanpa penambahan unsur hara produksi pertanian akan semakin menurun. Hal ini disebabkan ketimpangan antara pasokan hara dan kebutuhan tanaman. Unsur hara dalam tanah secara berangsur-angsur akan berkurang karena terangkut bersama hasil panen, air limpasan permukaan, erosi atau penguapan. Pengelolaan hara terpadu antara pemberian pupuk akan meningkatkan efektivitas penyediaan hara,

serta menjaga mutu tanah agar tetap berfungsi secara lestari (Djaenuddin *et al.*, 2003).

Pupuk merupakan kunci kesuburan tanah karena berisi satu atau lebih unsur untuk menggantikan unsur yang habis terserap tanaman. Jadi pemupukan merupakan penambahan unsur hara ke dalam tanah (pupuk akar) dan ke dalam tanaman (pupuk daun). Secara umum pupuk dibagi dalam dua kelompok berdasarkan asalnya, yaitu pupuk anorganik seperti urea (pupuk N), TSP atau SP-36 (pupuk P), KCL (pupuk K), dan pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos, humus, dan pupuk hijau (Lingga, 2008).

Menurut Prihmantoro (2007), pupuk buatan merupakan pupuk yang dibuat oleh pabrik, dengan bahan yang berasal dari bahan anorganik dan dibentuk dengan proses kimia sehingga pupuk ini lebih dikenal dengan nama pupuk anorganik. Pupuk anorganik umumnya mengandung zat hara tinggi. Pupuk ini tidak diperoleh di alam, tetapi berasal dari ramuan pabrik. Oleh karena itu, pupuk anorganik dibuat manusia sehingga kandungan unsur hara dapat beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Kelemahan dari pupuk anorganik adalah tidak semua pupuk anorganik mengandung unsur hara yang lengkap (makro dan mikro), bahkan ada yang hanya mengandung satu unsur hara makro saja. Oleh karena itu, pemberian pupuk anorganik harus dibarengi dengan pupuk mikro dan pupuk kandang atau kompos. Selain itu, pemakaian pupuk anorganik harus sesuai dengan yang dianjurkan karena bila berlebihan dapat menyebabkan tanaman mati (Prihmantoro, 2007).

Menurut Pernata (2010), kelemahan pupuk anorganik adalah mudah tercuci ke lapisan tanah bawah sehingga tidak terjangkau air, beberapa jenis pupuk anorganik bisa menurunkan pH tanah atau berpengaruh terhadap kemasaman tanah, penggunaan pupuk anorganik yang terus-menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik maka dapat merubah struktur tanah, kimia tanah juga terganggu, serta biologis tanah.

Penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia) dalam jangka panjang menyebabkan kadar bahan organik tanah akan mengalami penurunan kualitas tanah, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Hal ini jika dilakukan terus menerus secara berkelanjutan akan menurunkan kualitas tanah dan kesehatan lingkungan. Efek penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang juga dapat mengakibatkan tanah menjadi keras dan mengalami kerusakan struktur tanah. Untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas tanah diperlukan kombinasi pupuk anorganik dengan pupuk organik yang tepat (Isnaini, 2006).

Pemberian pupuk anorganik ke dalam tanah pertanian akan mengakibatkan konsentrasi kadar garam meningkat. Hal tersebut terjadi karena meningkatnya tekanan osmosis larutan tanah sehingga berpengaruh pada proses penyerapan unsur hara. Tekanan osmosis yang tinggi dapat menyebabkan tanaman mengalami *plasmolisis*, unsur hara tidak terserap oleh tanaman (Isnaini, 2006).

Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang menyebabkan kadar bahan organik tanah menurun, struktur tanah akan rusak, dan mengalami pencemaran lingkungan. Hal tersebut jika berkelanjutan akan menurunkan kualitas tanah dan kesehatan lingkungan, untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas tanah,

maka diperlukan pemberian kombinasi pupuk anorganik dengan pupuk organik secara seimbang. Penggunaan pupuk bernitrogen yang berlebihan juga mengakibatkan kadar nitrat dalam hasil pertanian juga meningkat karena terjadinya akumulasi nitrat dalam jaringan tanaman. Dampak negatif ini akan berkurang jika penggunaan pupuk anorganik dilakukan dengan seimbang dan tepat (Isnaini, 2006).

### **2.3. Biochar Sekam Padi**

*Biochar* merupakan bahan pembenah tanah yang diberikan ke sistem tanah dan tanaman yang dimana bentuk *biochar* berupa arang. Proses pembuatan *biochar* hampir sama dengan arang pada umumnya yang digunakan sebagai bahan bakar. Untuk menghasilkan *biochar* melalui proses pirolisis atau pembakaran bahan organik dalam kondisi oksigen yang terbatas. Berbeda dengan bahan organik, *biochar* tersusun dari cincin karbon aromatik sehingga lebih stabil dan tahan lama di dalam tanah (Maguire dan Aglevor, 2010).

*Biochar* melalui proses pirolisis bahan-bahan organik yang menghasilkan karbon stabil, serta mampu menyerap serta menyimpan karbon (C) dalam tanah. *Biochar* terbukti stabil dan efektif sebagai cadangan karbon. *Biochar* tidak mudah terdegradasi oleh aktivitas mikroba seperti biomassa lain yang mengandung karbon tingkat rendah karena karbon pada *biochar* terbentuk dari proses pirolisis. Namun kualitas *biochar* tergantung dari jenis bahan dan karakteristik bahan yang digunakan (Shenbagavalli dan Mahimairaja, 2012).

*Biochar* adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas atau disebut pirolisis. Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau *pirilisator* dengan pemberian suhu 250-350 °C selama 1-4 jam, bergantung pada jenis biomassa dan alat pembakaran yang digunakan. Menurut Steiner (2007), aplikasi *biochar* mampu memberikan efek positif terhadap stabilitas agregat tanah, kemampuan tukar kation tanah, kandungan C-organik tanah, retensi air, dan hara akibat peningkatan karbon tanah.

Menurut Widowati (2010), salah satu peranan *biochar* yaitu sebagai tempat hidup, dan pertumbuhan mikroorganisme yang bermanfaat dalam tanah. *Biochar* memiliki pori mikro yang dapat digunakan sebagai habitat bagi mikroorganisme yang mengakibatkan berkurangnya persaingan antara mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan aktivitas biologi tanah. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme tanah maka dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara didalam tanah sehingga tanah dapat menyerap unsur hara dengan baik, dan dapat juga meningkatkan produktivitas tanaman.

Menurut Laird (2008), kandungan karbon dalam *biochar* mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama yaitu lebih dari 1000 tahun sehingga *biochar* mampu digunakan sebagai sumber karbon tanah yang baik. Dengan penambahan *biochar* kedalam tanah mampu mengembalikan C-organik tanah yang hilang. *Biochar* telah diketahui dapat meningkatkan kualitas tanah dan digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pembenah.

Hasil penelitian Nurida *et al.*(2009), menunjukkan bahwa produksi *biochar* dari 4 jenis limbah pertanian pada tiga lama pembakaran yaitu 1, 2 dan 3,5 jam menghasilkan perbedaan persentase *biochar* yang diproduksi, persentase abu, asap cair, dan kemampuan retensi air. Alat pembakaran yang digunakan berupa *kiln stainless* dengan kapasitas 40 L dan suhu 250-350°C. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa produksi *biochar* tertinggi dihasilkan pada pembakaran selama 3,5 jam untuk seluruh jenis limbah pertanian yaitu sekitar 22,0-48,4%.

Tabel 1. Produksi *biochar* pada lama waktu pembakaran berbeda

Variable	Lama Pembakaran											
	Tempurung Kelapa			Kulit Buah Kakao			Tempurung kelapa sawit			Sekam padi		
	1	2	3,5	1	2	3,5	1	2	3,5	1	2	3,5
% <i>Biochar</i>	23,3	25	25,3	18,7	18	22	54	46	48	23,3	23,3	30,4
% Abu	2	1,7	1,3	4,7	3,3	4,7	2,5	2,8	3,3	13,3	11,7	11,2
% Asap cair	20	25	38,3	33,3	37	40	30	32	27	29,2	25	40
% Kemampuan retensi air	55,1	48,2	49,6	47,6	49	50	63	63	63	37,5	38,3	40

Sumber : (Nurida *et al.*, 2009)

*Biochar* merupakan hasil dari proses pembakaran biomassa yang biasanya menggunakan biomassa dari limbah pertanian, kemudian dilakukan pembakaran dalam keadaan oksigen terbatas dan mengandung karbon (C) tinggi (Mulyati *et al.*, 2014). Salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber *biochar* adalah sekam padi. Menurut Nurida *et al.*(2013), menyatakan *biochar* sekam padi mempunyai kandungan C-organik 30,76%, sehingga *biochar* mempunyai waktu tinggal dalam tanah cukup lama dan dapat membenahkan unsur tanah yang akan mampu mengubah sifat fisik, biologi, dan kimia tanah. Berdasarkan dari

kandungan C-organik maka dosis pemberian *biochar* untuk setiap tanaman akan ditentukan oleh besarnya kandungan C-organik tanah.



Gambar 1. *Biochar* sekam padi.

Pemberian dosis *biochar* secara optimal sangat diperlukan karena pemberian *biochar* di bawah dosis optimal berdampak tidak adanya respon dari tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi. Sementara jika pemberian dosis yang berlebihan atau melebihi dosis optimal maka tidak efektif secara ekonomi. Penggunaan *biochar* sekam padi dan bahan organik lainnya mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman dengan dosis 75 ton/ha. Pada saat *biochar* dan bahan organik berada di dalam tanah menciptakan kondisi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan tanaman termasuk ketersediaan unsur hara (Herman dan Resiga, 2018).

*Biochar* dengan takaran 5-10 ton/ha memberikan hasil yang stabil hingga tiga musim tanam berturut-turut tanpa penambahan *biochar* pada musim tanam keduaduan ketiga. Pada lahan kering beriklim kering, pemberian 5-10 ton/ha

*biochar* meningkatkan ketersediaan air di tanah sehingga intensitas tanam dapat meningkat dari satu kali menjadi dua kali per tahun (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan, 2012). Menurut Musnoi *et al.* (2017), pemberian *biochar* sekam padi dengan dosis 4 ton/ha dan 8 ton/ha berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy, jumlah daun, luas daun, dan berat tanaman pakcoy. Pemberian *biochar* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy.

#### **2.4. Trichokompos**

Salah satu fungi yang digunakan sebagai mikroorganisme dekomposisi adalah *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu jenis jamur yang banyak digunakan saat ini. Beberapa peranan *Trichoderma harzianum* di alam adalah sebagai agen hayati, pengurai bahan organik, meningkatkan pertumbuhan, dan perkembangan akar, produktivitas tanaman, resistansi terhadap stres abiotik serta penyerapan, dan pemanfaatan nutrisi (Harman *et al.*, 2014).

Menurut Purwanto (2017), trichokompos merupakan kompos yang mengandung jamur antasgonis yaitu *Trichoderma harzianum* yang dimana berfungsi sebagai dekomposer, dan untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman, terutama penyakit tular tanah. *Trichoderma harzianum* juga memproduksi beberapa metabolit sekunder yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan pertumbuhan, dan perkembangan tanaman, memacu mekanisme pertahanan

tanaman itu sendiri, serta meningkatkan kedalaman akar. Akar yang lebih dalam ini menyebabkan tanaman menjadi lebih resistan terhadap kekeringan.

Jamur *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal sebagai pupuk biologis tanah dan jamur *Trichoderma harzianum* ini juga berfungsi sebagai pengurai bahan-bahan organik karena menghasilkan enzim selulase (Umrah *et al.*, 2012). Dalam proses dekomposisi bahan organik pada proses pengomposan, enzim selulase bekerja mempercepat dalam proses pelapukan bahan organik. Keunggulan yang dimiliki kompos dengan menggunakan bioaktivator jamur *Trichoderma harzianum* antara lain mudah untuk diaplikasikan, tidak menghasilkan racun (toksin), ramah lingkungan, tidak mengganggu organisme lain terutama yang berada di dalam tanah serta tidak menimbulkan residu di tanaman maupun tanah.

Menurut Kapri dan Tewari (2010), jamur *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan pertumbuhan dengan baik karena dapat melarutkan fosfat yang tidak tersedia menjadi tersedia untuk tanaman. *Trichoderma harzianum* mengeluarkan zat aktif semacam hormon auksin yang merangsang pembentukan akar lateral. Menurut Widyastuti (2004), *Trichoderma harzianum* selain merupakan mikroba antagonis patogen tumbuhan, juga mempunyai sifat sebagai dekomposer yang membantu mendekomposisi bahan organik menjadi nutrisi yang dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian bahan organik yang didekomposisi oleh jamur *Trichoderma harzianum* mampu memacu jumlah batang, dan pertumbuhan tanaman. Respon *Trichoderma harzianum* pada awal pertumbuhan tanaman membutuhkan waktu untuk memperbanyak diri dalam pupuk organik, sekaligus

berperan sebagai dekomposer bahan organik dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman. Semakin banyak mikroorganisme yang ada pada pupuk organik dapat membantu metabolisme dalam tanah sehingga tanah lebih mampu menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Agen hayati *Trichoderma harzianum* mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan organik menjadi unsur hara yang siap diserap tanaman (Lehar, 2012).

Penggunaan *Trichoderma harzianum* pada bahan organik merupakan alternatif dalam meningkatkan mikroba tanah yang akan mempercepat proses pengomposan, menjaga kesuburan tanah serta mikroba akan tetap hidup, dan aktif di dalam kompos. Spesies *Trichoderma harzianum* disamping sebagai organisme pengurai juga berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma harzianum* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman, dan hasil produksi tanaman. Tanaman pada tanah yang diberi *Trichoderma harzianum* mengalami peningkatan pertumbuhan yang dapat dilihat dari adanya peningkatan perkecambahan, pembungaan, dan berat tanaman (Sepwanti *et al.*, 2016).

Daun tanaman yang diaplikasikan dengan teknologi trichokompos lebih sehat, dan lebih hijau. Aplikasi jamur *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan ketahanan tanaman melalui mekanisme ketahanan terimbas. Menurut Harman (1991), kemampuan *Trichoderma harzianum* sebagai agen biokontrol disebabkan oleh enzim hidrolitik yang dihasilkan secara konstitutif dan mendeteksi kehadiran cendawan lain dengan menangkap sinyal molekuler yang dilepaskan dari inang melalui degradasi enzimatik. Mekanisme perlindungan tanaman oleh

*Trichoderma harzianum* tidak hanya menginfeksi patogen pengganggu, tetapi juga melibatkan produksi beberapa metabolit sekunder yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman dan akar, serta memacu mekanisme pertahanan tanaman itu sendiri (Shoresh dan GE Harman, 2008).



Gambar 2. Trichokompos.

Menurut Indriani (2003), keuntungan pemberian trichokompos ke dalam tanah dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya ikat air dan hara pada tanah, membantu proses pelapukan bahan mineral, menyediakan bahan makanan bagi mikroba, dan menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan. Selain itu, trichokompos dapat membantu dekomposer organik tanah sehingga menjadi bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Oleh karena itu, penambahan trichokompos sangat membantu dalam proses pemupukan yang diharapkan trichokompos dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy.

## 2.5. Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L)

Pakcoy (*Brassica rapa* L) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Pakcoy merupakan sayuran daun bertangkai, dengan bentuk daun oval berwarna hijau tua dan mengkilat sedangkan tangkai berwarna hijau muda, tinggi rata-rata tanaman pakcoy mencapai 15-25 cm, sedangkan rata-rata lebar daun sebesar 5-10 cm. Dari tahun ke tahun permintaan pakcoy meningkat. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan komoditas sayuran, terutama pakcoy, maka diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas, kuantitas produksi, dan pendapatan petani sayuran. Sayur dibutuhkan manusia untuk beberapa macam manfaat. Kandungan berbagai vitamin, karbohidrat, dan mineral pada sayur tidak dapat disubstitusi dengan makanan pokok. Kandungan yang terdapat pada pakcoy adalah kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Widadi, 2003).



Gambar 3. Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Sawi huma atau yang dikenal pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu sayuran daun yang dapat tumbuh didataran tinggi dan dataran rendah. Pakcoy

tergolong sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat termasuk di Negara Indonesia. Rasanya yang manis dan banyak mengandung gizi yang tinggi merupakan kelebihanannya, serta kandungan antioksidan yang bagus untuk kesehatan. Sayuran pakcoy peka terhadap perubahan lingkungan yang tidak sesuai dengan pertumbuhannya. Hal ini ditunjukkan langsung oleh perubahan fisik pada tanaman seperti daun menjadi layu. Tanaman pakcoy membutuhkan perlakuan khusus seperti budidaya di dalam *greenhouse* yang mengendalikan iklim yang sesuai untuk budidaya agar diperoleh hasil panen yang lebih baik (Telaumbanua *et al.*, 2016).

Tabel 2. Klasifikasi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L)

Komponen	Keterangan
Kingdom	Plantae
Sub Kingdom	Tracheobionta
Super Divisio	Spermatophyta
Divisio	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliophyta
Sub Kelas	Dilleniidae
Ordo	Capparales
Familia	Brassicaceae
Genus	Brassica
Spesies	<i>Brassica rapa</i> L

Sumber : (Rukmana, 1994)

Bagian tanaman sawi yang bernilai ekonomis adalah daun, maka upaya peningkatan produksi diusahakan pada peningkatan produk vegetatif untuk mendukung upaya tersebut maka perlu dilakukannya pemupukan. Tanaman pakcoy memerlukan unsur hara yang cukup dan tersedia bagi pertumbuhan serta

perkembangannya untuk menghasilkan produksi yang maksimal. Salah satu unsur hara yang sangat berperan pada pertumbuhan daun adalah nitrogen. Nitrogen ini berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, sehingga daun tanaman menjadi lebih lebar, berwarna lebih hijau, dan lebih berkualitas (Wahyudi, 2010).

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L) merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak di Indonesia. Walaupun pakcoy bukan merupakan tanaman asli Indonesia namun pengembangan komoditas tanaman berpola agribisnis dan agroindustri ini dapat dikategorikan sebagai salah satu sumber pendapatan dalam sektor pertanian di Indonesia. Namun hingga saat ini produksi pakcoy belum mampu memenuhi kebutuhan pasar. Hal ini diakibatkan karena rata-rata produksi pakcoy nasional sangat rendah. Menurut data Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2017), kebutuhan konsumsi pakcoy di Indonesia pada tahun 2015 sebanyak 532,20 ton, dengan produktivitas tanaman sebanyak 10,23 ton/ha. Pada tahun 2016 kebutuhan konsumsi pakcoy sebanyak 539,800 ton, dengan produktivitas pakcoy sebanyak 9,92 t/ha. Dari data tersebut menunjukkan bahwa Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan konsumsi, namun produktivitas pakcoy setiap tahun mengalami penurunan. Salah satu penyebab belum tercapainya hasil produktivitas tanaman pakcoy di Indonesia adalah rendahnya kesuburan tanah. Maka perlu dilakukan sebuah inovasi sebagai salah satu cara memenuhi kebutuhan pangan sayuran di Indonesia, salah satunya adalah dengan cara memberikan trichokompos sebagai pemupukan organik, dan sesuatu untuk proses pembenahan unsur tanah yaitu dengan menambahkan *biochar* sekam padi.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2020 –Maret 2021 di *Greenhouse L*, Fakultas Pertanian sebagai tempat penanaman. Lokasi penelitian yang terletak di  $5^{\circ}36'58''\text{S}$  dan  $105^{\circ}24'14''\text{T}$  dengan suhu rata-rata harian  $25,1 - 29,1$  °C dengan kelembaban (RH) 65 – 99 % di pagi hari dan  $25,3 - 31$  °C dan 59 – 99 % di sore hari. Sedangkan, tempat analisis pascapanen dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Alat pembuatan *biochar*, merupakan alat yang berupa cerobong pembakaran *biochar* sekam padi dengan diameter sebesar 20 cm, seng sebagai alas pembakaran dan api sebagai sumber pembakaran.
2. Cangkul, digunakan untuk mencangkul tanah serta menggemburkan tanah sebagai media tanam.
3. Karung, digunakan sebagai tempat sekam padi dan tempat *biochar* yang sudah siap dan tempat tanah, dengan kapasitas karung 50 kg.

4. Sekam padi, digunakan sebagai bahan baku pembuatan *biochar*.
5. Ayakan tanah, digunakan untuk memisahkan tanah dari batu dan sampah sebelum tanah digunakan sebagai media tanam.
6. Pot, digunakan sebagai tempat media tanam tanaman sawi hijau, ukuran dari pot yang digunakan adalah berdiameter 25 cm sebanyak 37 pot.
7. Timbangan, digunakan untuk mengukur massa tanah, dosis *biochar*, dosis trichokompos, dan menimbang total bobot media tanam. Selain itu digunakan untuk mengukur massa tanah agar mengetahui jumlah kapasitas lapang dan mengetahui jumlah air yang hilang.
8. Ember, digunakan untuk menampung air sebelum air diukur untuk tanaman.
9. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur kebutuhan air tanah dengan ukuran gelas ukur 1000 ml.
10. *Colormeter* AMT507, digunakan untuk mengukur warna daun pada tanaman pakcoy.
11. Foto camera, digunakan sebagai alat pengambilan gambar untuk mengukur luas kanopi dibantu dengan *canopy cover*.
12. Termometer ruang, digunakan untuk mengukur suhu ruangan *greenhouse*.
13. Tanah, digunakan sebagai media tanam pakcoy.
14. *Biochar*, sebagai perlakuan pengamatan yang terbuat dari sekam padi.
15. Trichokompos, sebagai perlakuan pengamatan dan sebagai pupuk bagi tanaman pakcoy.
16. Air, sebagai penunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy.
17. Bibit tanaman pakcoy, sebagai objek pengamatan.

18. Mistar, digunakan untuk mengukur tinggi tanaman setiap minggu, agar mengetahui pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy.
19. Timbangan digital, digunakan untuk mengukur massa tanaman pakcoy pasca panen.
20. Amplop, digunakan untuk tempat pakcoy saat proses pengovenan.
21. Oven, digunakan untuk mengoven pakcoy pasca panen, agar dapat melihat kandungan air pada tanaman pakcoy.

### **3.3. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama dosis *biochar* dalam tanah yaitu :

1. Perlakuan A1 *biochar* sekam padi 0 gram.
2. Perlakuan A2 *biochar* sekam padi 50 gram.
3. Perlakuan A3 *biochar* sekam padi 100 gram.

Faktor kedua dosis trichokompos yang digunakan yaitu:

1. Perlakuan B1 trichokompos 0 gram.
2. Perlakuan B2 trichokompos 500 gram.
3. Perlakuan B3 trichokompos 1000 gram.
4. Perlakuan B4 trichokompos 1500 gram.

Pada penelitian ini dilakukan ulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 3. Kombinasi perlakuan RAL faktorial

A \ B	B			
	B1	B2	B3	B4
A1	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4
A2	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4
A3	A3B1	A3B2	A3B3	A3B4

Untuk memperoleh tata letak percobaan dalam penelitian ini menggunakan metode pengacakan *software* yaitu menggunakan *microsoft excel*. Pengacakan dilakukan agar mengurangi subjektivitas sampel terhadap rancangan acak lengkap. Percobaan ini merupakan percobaan RAL faktorial dengan 12 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Hal pertama yang harus diketik dalam *microsoft excel* adalah nomor dan perlakuan, lalu untuk angka acak menggunakan fungsi  $=Rand()$ , setelah itu klik *sort* pada data maka hasil pengacakan sebagai berikut:

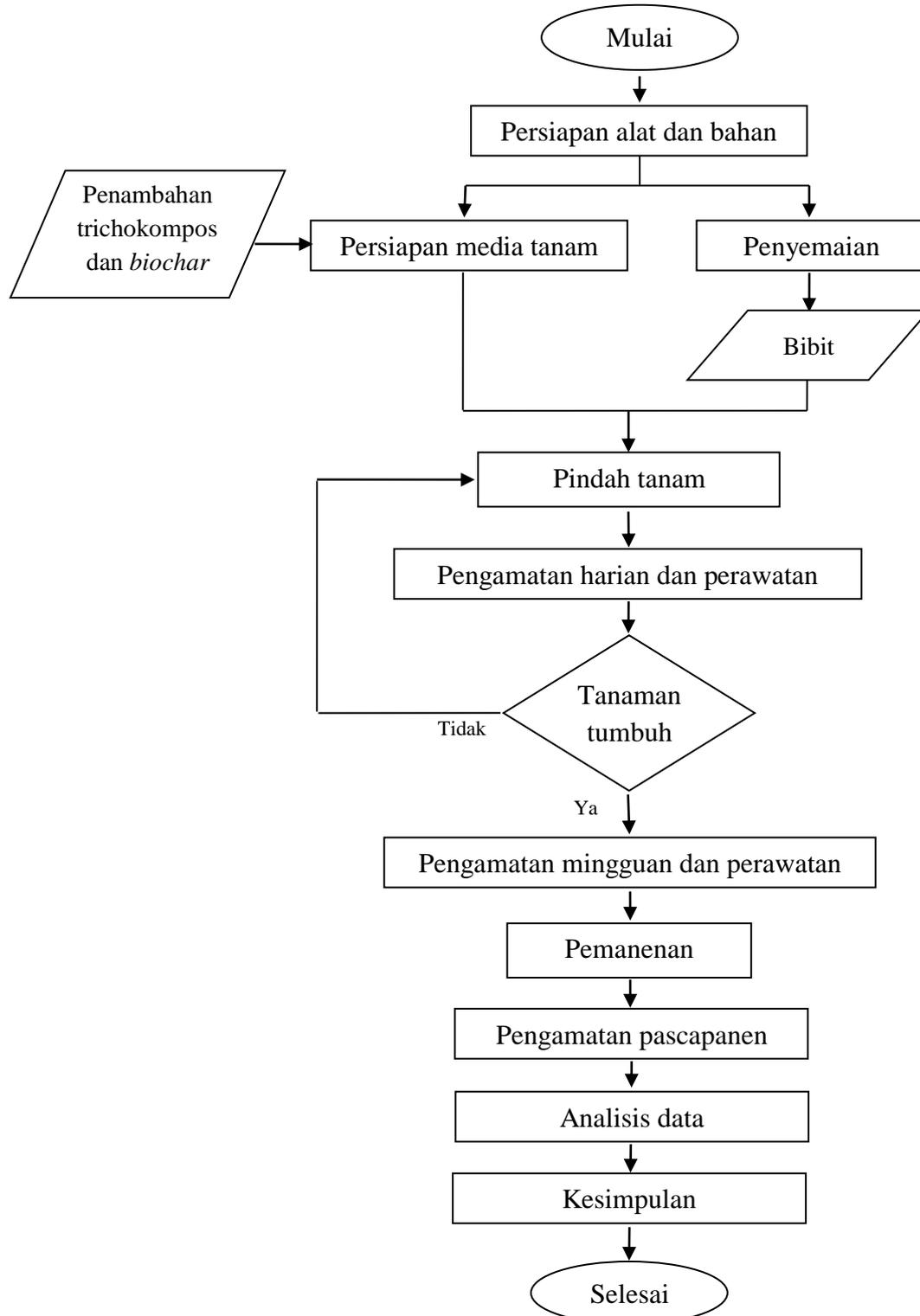
Tabel 4. Tata letak percobaan

A3B4U3	A1B1U3	A3B4U1
A1B2U2	A3B2U2	A2B1U2
A2B2U1	A2B3U1	A3B1U1
A2B4U2	A1B2U3	A3B3U3
A2B4U1	A1B2U1	A2B3U3
A1B3U2	A2B1U1	A1B4U1
A3B1U2	A3B2U3	A2B2U2
A1B3U1	A2B4U3	A1B1U2
A3B4U2	A2B1U3	A1B4U2
A1B4U3	A1B1U1	A3B3U2
A1B3U3	A3B3U1	A2B2U3
A3B2U1	A2B3U2	A3B1U3

Tata letak percobaan ini akan diterapkan sebagai plot penanaman dalam penataan 36 satuan percobaan di dalam *greenhouse* L, Fakultas Pertanian.

### 3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini adalah :



Gambar 4. Bagan alir prosedur penelitian.

### **3.5. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1. Persiapan Alat dan Bahan**

Persiapan semua alat yang digunakan seperti pot, timbangan, gelas ukur, dan lainnya. Persiapan bahan yang diperlukan seperti trichokompos, serta pembuatan *biochar*. Trichokompos diperoleh dari Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu, Lampung. Pembuatan *biochar* dilakukan dengan cara membakar sekam padi dengan membuat gunung sekam dan diberi cerobong asap yang terbuat dari kawat dengan diameter 20 cm, didalam cerobong kawat tersebut dimasukan serasah sebagai bahan bakar. Pembakaran sekam padi dilakukan selama  $\pm 2$  jam atau sampai menjadi arang.

#### **3.5.2. Persiapan Media Tanam dan Penyemaian**

Sawi hijau ditanam dalam pot dengan diameter 25 cm. Pot diisi tanah yang diayak terlebih dahulu, *biochar* sekam padi, dan trichokompos dengan total bobot media tanam sebanyak 3 kg. Penambahan *biochar* sekam padi sesuai perlakuan yaitu tanpa penambahan *biochar*, penambahan *biochar* 50 gram, dan 100 gram, begitu pula pada trichokompos diberikan sesuai perlakuan. Pot diberi label sesuai dengan tata letak perlakuan. Dilakukan juga penyemaian benih pakcoy pada nampan yang berisi *biochar* sekam padi dan sedikit tanah. Penyemaian dilakukan dengan cara menaburkan benih pakcoy pada nampan, dan dilakukan penyemprotan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Penyemaian dilakukan selama 2 minggu sampai muncul 3-4 helai daun sejati.

### **3.5.3. Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam**

Kapasitas lapang adalah kemampuan tanah dalam menahan air yang ada didalam tanah. Pengukuran kapasitas lapang ini dilakukan dengan cara menyiram tanah dengan air sampai tanah tidak dapat menampung air atau tanah jenuh, dibiarkan selama 24 jam. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara menimbang berat awal tanah dan berat jenuh tanah setelah 24 jam, berat jenuh 24 jam yang nantinya dijadikan batasan irigasi yang diberikan pada tanaman. Pengukuran kapasitas lapang media tanam ini dilakukan diawal bertujuan mengetahui berapa banyak jumlah air yang hilang setiap harinya, yang nantinya akan dikembalikan dalam keadaan 80-100 % *field capacity*.

### **3.5.4. Pindah Tanam**

Bibit ditanam di lahan saat sore hari antara pukul 16.00- 17.00 WIB. Dalam satu pot terdiri dari 1 bibit pakcoy. Tata letak penanaman benih disesuaikan dengan tata letak percobaan.

### **3.5.5. Perawatan Tanaman**

Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi:

1. Penyiraman

Penyiraman ini dilakukan sekali dalam sehari, yaitu dilaksanakan pada pagi hari antara jam 07.00-08.00 WIB. Penyiraman sesuai dengan kehilangan air pada tanaman atau dikembalikan pada kapasitas lapang tanah.

## 2. Pengendalian 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.

### **3.5.6. Pemanenan**

Panen dilakukan saat tanaman pakcoy berumur 35 hari setelah tanam. Waktu panen yang dilakukan adalah sore hari agar tidak mengalami kelayuan akibat suhu udara yang panas. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut pakcoy hingga akarnya dan dibersihkan dari tanah yang menempel.

## **3.6. Variabel Pengamatan**

Kegiatan pengamatan terdiri dari tiga, yaitu:

### **3.6.1. Pengamatan Harian**

Pada pengamatan harian dilakukan dengan mengukur air yang hilang dari kondisi kapasitas lapang tanah menggunakan timbangan yang selanjutnya dikembalikan ke kondisi 85% *field capacity* dengan menambahkan sejumlah air sesuai dengan kehilangan air yang didapatkan.

### 3.6.2. Pengamatan Mingguan

Pada pengamatan mingguan, variabel tanaman yang diamati meliputi:

1. Tinggi tanaman (cm)  
Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman hingga ujung daun terpanjang menggunakan mistar.
2. Jumlah daun per tanaman (helai)  
Jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna.
3. Lebar daun per tanaman (cm)  
Lebar daun dihitung pada sample daun terlebar.
4. Warna daun  
Perubahan warna daun setiap minggunya untuk dianalisis penyebabnya, warna daun ini diukur menggunakan *colorimeter* tipe AMT507 dengan menetapkan daun nomor 3 sebagai pengamatan.
5. Luas kanopi  
Luas kanopi merupakan kumpulan dari beberapa tajuk vegetasi yang menutupi area permukaan tanah. Luas kanopi tanaman diukur dengan menggunakan foto kamera yang dibantu dengan aplikasi *canopy cover*, yang diambil gambar tampak atas dari ketinggian pengambilan sama sesuai luas bingkai (60 × 60 cm).

### 3.6.3. Pengamatan Pascapanen

1. Bobot total segar per pot (gram)  
Bobot total tanaman per pot yang diukur dengan cara menimbang seluruh tanaman pakcoy yang ada dalam pot.

2. Bobot brangkasan atas/*shoot* segar (gram)

Bobot brangkasan segar diukur dengan cara menimbang bagian tajuk tanaman yang sudah dipanen.

3. Bobot brangkasan bawah segar (gram)

Bobot akar segar diukur dengan cara menimbang akar saat panen.

4. Bobot brangkasan atas/*shoot* kering (gram)

Bobot brangkasan kering diukur dengan cara menimbang bagian tajuk tanaman yang setelah dikeringkan.

5. Brangkasan bawah kering (gram)

Bobot akar kering diukur dengan cara menimbang akar setelah dikeringkan.

6. Produktivitas air tanaman (g/L)

Produktivitas air tanaman adalah perbandingan antara produk yang dihasilkan dengan jumlah air yang diberikan pada tanaman, dengan satuan gram hasil per liter.

7. Produktivitas pupuk (%)

Produktivitas pupuk adalah perbandingan dari hasil produksi (*output*) dengan jumlah pupuk yang diberikan pada tanaman (*input*) dikali 100%.

### 3.7. Analisis Data

Dalam memudahkan pembaca memahami penelitian yang dilakukan, data yang diperoleh kemudian di analisis dengan metode anova menggunakan program aplikasi *Statistical Analysis System* (SAS), serta menghitung hasil dari pengukuran. Uji anova diperlukan untuk mengukur interaksi dan perbedaan perlakuan dalam suatu percobaan secara bersamaan. Apabila dari hasil uji anova

menunjukkan ada pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNT pada taraf 5% dengan menggunakan SAS. Uji lanjut BNT merupakan prosedur pengujian yang paling umum digunakan untuk menganalisis perbedaan antara rata-rata perlakuan, uji BNT umumnya dilakukan untuk uji lanjut one way anova, RAL non faktorial, dan RAL faktorial. Pada penelitian ini menggunakan uji lanjut BNT dikarenakan uji F dalam analisis sidik ragam cukup signifikan dan sensitivitas cukup jika diaplikasikan dalam bidang pertanian karena uji BNT akan mempertahankan taraf nyata  $\leq 0.05$ . Selain itu, alasan menggunakan uji lanjut BNT karena dalam penelitian ini terdapat 2 perlakuan dan 1 kontrol, sesuai dengan syarat uji BNT bahwa jika perlakuan yang dibandingkan  $\leq 3$  perlakuan maka uji lanjut yang tepat adalah BNT.

### 3.7.1. Perhitungan dan Pengukuran

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

#### 1. Produktivitas Air (PA)

Produktivitas air tanaman dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$PA = \frac{\text{Hasil Produksi (g)}}{\text{Konsumsi air (liter)}} \quad (1)$$

#### 2. Produktivitas Pupuk (PP)

Produktivitas pupuk tanaman dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$PP = \frac{\text{Hasil Produksi (g)}}{\text{Dosis pupuk (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

## 3. Kadar Air (KA)

Kadar air dapat dihitung dengan persamaan 3.

$$KA = \frac{BB-BK}{BB} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

BB = Berat basah (kg)

BK = Berat kering (kg)

## 4. Susut tanah

$$\text{Susut Tanah (cm)} = \text{tinggi permukaan tanah 35 HST} - \text{tinggi permukaan 0 HST} \quad (4)$$

## 5. Pemasatan tanah

$$\begin{aligned} \text{Pemasatan tanah} &= \frac{\text{Massa tanah (gram)}}{\text{Volume pot (cm}^3\text{)}} \quad (5) \\ &= \frac{\text{Massa tanah}}{\frac{1}{3} \pi h (R^2 + Rr + r^2)} \end{aligned}$$

Keterangan :

h : ketinggian tanah (cm)

R : jari-jari atas pot (cm)

r : jari-jari bawah pot (cm)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu :

1. Perlakuan *biochar* berpengaruh nyata dan memberikan dampak positif terhadap evapotranspirasi, tinggi tanaman, lebar daun, luas kanopi, bobot segar, brangkasan atas segar, brangkasan bawah segar, brangkasan atas kering, dan produktivitas air dengan dosis *biochar* 50 gram (A2) menunjukkan pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal.
2. Perlakuan trichokompos berpengaruh nyata dan memberikan dampak positif terhadap tinggi tanaman, luas kanopi, warna hijau, bobot segar, brangkasan atas segar, brangkasan bawah segar, brangkasan atas kering, dan produktivitas air dengan dosis trichokompos 500 gram (B2) menunjukkan pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal.
3. Perlakuan kombinasi dosis *biochar* dan trichokompos berpengaruh nyata dan memberikan dampak positif terhadap, jumlah daun, warna kuning, brangkasan bawah kering, dan produktivitas pupuk dengan dosis terlalu tinggi dan terlalu rendah tidak memberikan hasil produksi yang optimal.
4. Pemberian dosis *biochar* 50 gram (A2) dan dosis trichokompos 500 gram (B2) menjadi dosis yang direkomendasikan karena berpengaruh nyata dan

memberikan dampak positif terhadap bobot segar tanaman pakcoy. Perlakuan *biochar* mampu meningkatkan hasil produksi tanaman pakcoy serta dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk trichokompos, dari dosis trichokompos optimal sebanyak 1500 gram menjadi 500 gram.

## **5.2. Saran**

Penambahan dosis *biochar* sekam padi dan trichokompos sebagai media tanam untuk tanaman pakcoy memberikan dampak positif. Penambahan kombinasi tersebut menjadi salah satu cara meningkatkan produktivitas tanaman pakcoy, maka disarankan untuk menggunakan kombinasi *biochar* sekam padi dan trichokompos supaya dapat memperoleh hasil pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy yang optimal. Maka disarankan untuk menambahkan *biochar* sekam padi dan trichokompos pada tanaman pakcoy.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apora, N. 2019. *Analisis Unsur Hara Mikroorganisme Lokal (MOL) Buah Pedada (Sonneratia caseolaris L.)*. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Produksi Tanaman Pangan dan Hortikultura 2020*. BPS.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat dan Jenderal Hortikultura. 2017. *Luas Panen, Produksi Sayuran, Produktivitas dan Kebutuhan Sayuran di Indonesia, 2012-2016*. BPS.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan. 2012. Lahan Sub Optimal : Potensi, Peluang, dan Permasalahan Pemanfaatannya untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan. In *Kementerian Ristek dan Teknologi disampaikan dalam Seminar Lahan Suboptimal*. Palembang.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2009. Pemanfaatan Trichokompos pada Tanaman Sayuran. In *Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertaniann Teknologi Pertanian*. Jambi.
- Balai Pusat Statistik. 2019. *Produktivitas Tanaman Padi di Indonesia*. BPS.
- Demirbas, A. 2004. Effects Of Temperature and Particle Size on Biochar Yield From Pyrolysis of Agricultural Residues. *J. of Analitical and Application Pyrolysis*, 72(2): 243–248.
- Djaenuddin, D., Marwan, H., Subagyo, A., Mulyani, N. dan Suharta. 2003. *Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian. Bogor.
- Febriani, W., Riniarti, M. dan Surnayanti. 2017. *Penggunaan Berbagai Media Tanam dan Inokulasi Spora untuk Meningkatkan Kolonisasi Ektomikoriza dan Pertumbuhan (Shorea javanica)*. 5(3): 87—94.
- Hakim, N., N.Y., Nyakpa, S., Lubis, G., Nugroho, R.S. dan M.H. Diha. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung University Press. Lampung.

- Hardjowigeno. 1987. *Ilmu Tanah*. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Harman, G., E., Howell, C., Viterbo, A., Chet, I. dan Lorito, M. 2014. *Trichoderma species-Opportunisti, Avirulent Plant Symbionts*. Nature Reviews. Microbiology.
- Haryati, U. dan Erfandi. 2014. *The Effectiveness of Erosion and Run-off Control On Several Soil conservation Techniques In Horticultural Area In Kerinci Highland Of Indonesia. Proceeding Of 11 th Internasional Conference The East and Southeast Asia Federation Of Soil Sciens Societies*. IPB International Convention Center Bogor, Indonesia Society Of Soil Science. Bogor.
- Herman, W. dan Resiga, E. 2018. Pemanfaatan Biochar Sekam dan Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa*) pada Tanah Ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian Universitas Tamansiswa. Padang*, 15 (1): 42–50.
- Indriani, Y.H. 2003. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Isnaini, M. 2006. *Pertanian Organik Catatan Pertama*. Penerbit Kreasi Wacana. Yogyakarta.
- Kapri, A. dan Tewari. 2010. Phosphate Solubilization Potential and Phosphatase Activity of Rhizospheric *Trichoderma* spp. *Brazilian Journal of Microbiology*.
- Laird, D.A. 2008. The Charcoal Vision : a win-win-win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently Sequestering Carbon, While Improving Soil and Water Quality. *Agronomy Journal*, 100: 178–181.
- Lehar, L. 2012. Pengujian Pupuk Organik Agen Hayati (*Trichoderma* sp.) terhadap Pertumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Pertanian Terapan.*, 12(2): 115–124.
- Lingga, P. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Sadaya. Jakarta.
- Maguire, R.O. dan Aglevor, F.A. 2010. *Biochar in Agricultural Systems*. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia.
- Mulyati, B., A.B., Tejowulan, S. dan Muliatiningsih. 2014. Penggunaan Biochar Limbah Pertanian Sebagai Pembenh Tanah (Soil Ameliorant) Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pada Tanaman Kedelai. In *Seminar Nasional*. Mataram.
- Musnoi, A., Hutapea, S. dan Aziz, R. 2017. Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Bregadium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi

- Hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L). *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian. Universitas Medan Area*, 1(2): 160–174.
- Ni Gusti, K.R. 2015. *Bahan Ajar : Tanah Sebagai Media Tumbuh*. In Bali: 4.
- Nugroho, W.K. dan Yuliasmara. 2012. *Penggunaan Metode Scanning untuk Pengukuran Luas Daun Kakao*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 24 |1| Februari 2012.
- Nurida, N.L., Dariah, A. dan Rachman, A. 2009. Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Pembuat Biochar untuk Rehabilitasi Lahan. In *Prosiding Seminar Nasional dan dialog Sumberdaya Lahan Pertanian. Tahun 2008*. 209–215.
- Nurida, N.L., Dariah, A. dan Rachman, A. 2013. Peningkatan Kualitas Tanah Dengan Pembuat Tanah Biochar Limbah Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 37 (2): 69–78.
- Oviyanti, F. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*. L). *Jurnal Biota*, 2 (1).
- Pernata, A. 2010. *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Prabowo, A. dan Wiyono, J. 2006. Pengelolaan Sistem Irigasi Mikro Untuk Tanaman Hortikultura dan Palawija. *Agricultural Engineering*, 4(2): 89.
- Prihmantoro, H. 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Penebar Swadaya Pustaka. Jakarta.
- Purwanto. 2017. *Aplikasi Pupuk Mikroba Penambat N dan Tricho-Kompos Untuk Meningkatkan Serapan Hara, Efisiensi Agronomi, Ketahanan Terimbas dan Hasil Tanaman Padi Berbasis Teknologi Hemat Air (IPAT-BO)*. Disertasi. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Ranawati, N.W. 2021. *Analisis Tingkat Keputihan Beras berdasarkan Hasil Bekatul di Tempat Penggilingan Padi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sepwanti, C., Rahmawati, M. dan Kesumawati, E. 2016. Pengaruh Varietas dan Dosis Kompos yang Diperkaya *Trichoderma harzianum* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Kawista*, 1(1): 68–74.
- Shenbagavalli, S. dan Mahimairaja, S. 2012. Production and Characterization of Biochar from Different Biological Wastes. *International Journal of Plant, Animal, and Environmental Sciences*, 2 (1): 197–201.

- Shoresh, M. dan GE Harman. 2008. The relationship between increased growth and resistance induced in plants by root colonizing microbes. *Plant Signaling dan Behavior*, 3: 737–739.
- Steiner, C. 2007. Soil Charcoal Amendments Maintain Soil Fertility and Establish Carbon Sink-Research and Prospects. *Soil Ecology Res*: 1–6.
- Sukarno. 1995. Pengaruh Pola Tanam dan Penambahan Bahan Organik Terhadap Aliran Permukaan, Erosi dan Beberapa Perubahan Sifat Fisik Tanah. *Agrijournal*, 3(1): 15–23.
- Supardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. In Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syarief, E.S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Tando, E. 2018. Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen. *Buana Sains*, 18(2): 171–180.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarmo, L. dan Falah, M.A.F. 2016. Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) Hidroponik Di Dalam Greenhouse Terkontrol. *Agritech Universitas Gajah Mada*, 36(1): 104–110.
- Triharto, S., Musa, L. dan Sitanggang, G. 2014. Survei dan Pemetaan Unsur Hara N, P, K, dan pH Tanah pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Desa Durian Kecamatan Pantai Labu. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3): 1204.
- Umrah, U., Anggraini, T., Esyanti, R.R. dan Aryantha, I., N, P. 2012. Antagonisitas dan Efektivitas *Trichoderma* sp. dalam Menekan Perkembangan (*Phytophthora palmivora*) pada Buah Kakao. *Argoland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 16(1).
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Widadi. 2003. *Pengaruh Inokulasi Ganda Cendawan Akar Ganda (*Plasmodiophora meloidogynespp*) Terhadap Pertumbuhan Pakcoy*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Widowati. 2010. *Produksi dan Aplikasi Biochar/Arang dalam Mempengaruhi Tanah dan Tanaman*. Disertasi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Widyastuti, S.M. 2004. *Pengembangan dan Aplikasi Mikroba Antagonis dari Patogen Tumbuhan*. Makalah Pelatihan Pengendalian Hayati. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.