

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN ARANG TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS) DAN PUPUK UREA PADA BUDIDAYA
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rappa L*)**

(Skripsi)

Oleh

DHEA ARSITA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF CREASING OIL PALM EMPTY BUNCHES (TKKS) AND UREA FERTILIZER FOR CULTIVATION OF PAKCOY PLANT (*Brassica rappa L*)

By

DHEA ARSITA

Biochar is one of the material that contains organic compounds (C) which when given into the , soil, it can improve soil quality, keep the water and nutrition in the soil, increase the soil pH so it can increase plant production directly. This research aim to determine the right dosage of Biochar for green mustard plan growth (*Brassica rappa L*), find out the effectiveness of using fertilizers in green mustard plan growth (*Brassica rappa L*), and find out the impact of interaction in using urea fertilizer and biochar toward growth and production of pakcoy mustard plants. This research conducted on November 2020 – Februari 2021 at Greenhouse L, Faculty of Agriculture, Lampung University. In the research that used Factorial Completely Randomized Design (RAFL) which consists of 2 factors such as the dosage factor of biochar consisted of 4 levels and dose factor of urea fertilizer consisted of 4 levels.

Each treatment repeated 3 times in order to obtain 48 experimental units. Paramaters that have been observed in this research were biochar characteristics, soil characteristics, evapotranspiration, plant height, leaf number, leaf width, leaf color, canopy area, soil shrinkage, total fresh stover, fresh top stover, fresh bottom stover, dry top stover, dry bottom stover. , total dry stover, water productivity and fertilizer productivity. The result of this research showed that the biochar dosage is real in level ($P>5\%$) towards parameter of plant evapotranspiration, pH, height growth, leaf number, leaf width, leaf color, soil density, total fresh stover, top fresh stover, top dry stover, total dry stover, water productivity and fertilizer productivity. The urea fertilizer dosage is real in level ($P>5\%$) toward paramater of plant evapotranspiration, pH, height growth, leaf number, leaf width, total fresh stover, top fresh stover, top dry stover, total dry stover, water productivity and fertilizer productivity. Impact of interaction in using urea fertilizer and biochar is real in level ($P>5\%$) toward parameter of plant height growth, total fresh stover, top fresh stover, top dry stover, total dry stover, and water productivity. The correct dose of biochar used in pakcoy is 50 g.

Keywords: Oil palm empty bunches, Biochar, urea fertilizer, Pakcoy plants.

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN ARANG TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DAN PUPUK UREA PADA BUDIDAYA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rappa L*)

OLEH

DHEA ARSITA

Biochar merupakan salah satu bahan yang mengandung senyawa organik (C) yang jika diberikan kedalam tanah dapat memperbaiki kualitas tanah, menahan nutrisi dan air dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga secara langsung dapat meningkatkan produksi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis biochar yang tepat untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica rappa L*), mengetahui efektivitas penggunaan pupuk pada pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica rappa L*), dan mengetahui pengaruh interaksi penggunaan biochar dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 - Februari 2021 di Greenhouse L, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor dosis biochar, terdiri dari 4 taraf dan faktor dosis pupuk urea terdiri dari 4 taraf .

Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 48 unit percobaan. Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu karakteristik biochar, karakteristik tanah, evapotranspirasi, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, warna daun, luas kanopi, susut tanah, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan bawah segar, brangkasan atas kering, brangkasan bawah kering, brangkasan total kering, produktivitas air dan produktivitas pupuk. Hasil penelitian menunjukkan dosis biochar nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter pertumbuhan evapotranspirasi, pH tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, warna daun, kepadatan tanah, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering, produktivitas air dan produktivitas pupuk. Dosis pupuk nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter pertumbuhan evapotranspirasi, pH, jumlah daun, lebar daun, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering, produktivitas air dan produktivitas pupuk. Pengaruh interaksi dosis biochar dan pupuk urea nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter tinggi tanaman, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering dan produktivitas air. Dosis biochar yang tepat digunakan pada tanaman pakcoy adalah 50 g.

Kata kunci : Tandan kosong kelapa sawit, Biochar, Pupuk urea, Tanaman pakcoy

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN ARANG TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS) DAN PUPUK UREA PADA BUDIDAYA
TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rappa L*)**

Oleh

DHEA ARSITA

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 : **EFEKTIVITAS PENAMBAHAN ARANG
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
DAN PUPUK UREA PADA BUDIDAYA
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rappa* L)**

Nama Mahasiswa : Dhea Arsitia

Nomor Pokok Mahasiwa : 1714071010

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP. 196505271993031002

Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.
NIP.196112111987031004

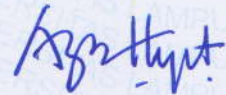
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

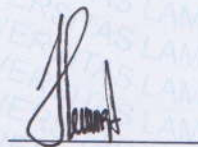
Ketua : **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 07 Juli 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Dhea Arsita** NPM **1714071010**.

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) Dr. Ir. Sugeng Triyono, 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, 09 Agustus 2021
Yang membuat pernyataan



Dhea Arsita
NPM. 1714071010

Persembahan

Sebuah karya sederhana namun usahanya sangat besar untukku,

**Ku Persembahkan Karya ini untuk Ayah, Bunda dan Keluarga yang
selalu mendoakanku dan memberikan semangat yang sangat luar
biasa kepadaku**

Serta

Almamater tercinta

Keluarga Teknik Pertanian 2017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang 19 Desember 1998 sebagai putri dari pasangan Bapak Muhammad Ali dan Ibu Yulidar, S.Ag. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 5 Penengahan pada tahun 2005-2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 10 Bandar Lampung pada tahun 2011-2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan mendapatkan beasiswa Bidikmisi dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Pada tanggal 02 Januari hingga 10 Februari 2020, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2020 selama 40 hari di Desa Sukamaju, Kecamatan Banjar Margo, Kabupaten Tulang Bawang. Sementara itu pada tanggal 01 Juli hingga 07 Agustus 2020, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Kelompok Tani Hutan (KTH) An-Nahl dengan judul “Mempelajari Produk Langsung Hasil Budidaya Lebah Madu (*Apis Cerana*) Di Kelompok Tani Hutan An-Nahl Lampung Selatan”. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam Organisasi Kemahasiswaan internal kampus sebagai Anggota Departemen

Komunikasi dan Informasi (Kominfo) Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas
Pertanian Universitas Lampung Periode 2019-2020, Staff Pusat Divisi Penelitian
dan Pengembangan (Litbang) Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia
(IMATETANI) Periode 2019, serta Anggota Bidang Informasi dan Komunikasi
(Infokom) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Periode 2020.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, taufik, dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan Skripsi. Shalawat serta salam tak lupa senantiasa penulis sanjung Agungkan kepada suri tauladan seluruh umat islam Nabi Allah Muhammad SAW semoga kita semua diakui sebagai umatnya dan mendapatkan syafaatnya kelak di yaumul kiyamah, Aamiin. Skripsi yang berjudul ” Efektivitas Penambahan Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dan Pupuk Urea Pada Budidaya Tanaman Pakcoy (*Brassica Rappa L*)” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, Peran serta dari beberapa pihak sangat membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

3. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembimbing utama dan pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan , nasihat, kritik, dan saran serta motivasi selama proses penyusunan skripsi;
4. Bapak Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan bimbingan , nasihat, kritik, dan saran selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc., selaku pembahas yang telah memberikan nasihat, kritik, dan saran sebagai perbaikan selama proses penyusunan skripsi.
6. Ayah dan Bunda, selaku orang tua yang telah memberikan segala doa,dukungan dan kasih sayangnya kepada penulis.,
7. Sahabat seperjuanganku Hannisa Imahseptiani Jayanegara, Mega Laskarwati, Nurul Uswatun Khasanah, Nasywa Maulida Hidayani, Agapetalia Indriyawati, Putri Ayu Febriani, Andini Prima Rosa, Erine Astaning Savitri, Ekaliana, Agata Desinta Yoanma dan Steffanus Adrian yang selalu memberikan bantuan dukungan dan semangat kepada penulis.
8. Agung Wahyudi teman kolaboratorku
9. Seluruh Keluarga Teknik Pertanian 2017 yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini belum sempurna. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandarlampung, 09Agustus 2021
Penulis,

Dhea Arsita

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis Penelitian	4
1.6. Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Biochar</i>	5
2.2. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	9
2.3. Tanaman Sawi Pakcoy (<i>Brassica rappa</i> L)	11
III. METODELOGI PENELITIAN	16
3.1. Waktu dan Tempat.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Percobaan dan Analisis Data	16
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.4.1. Pembuatan <i>Biochar</i> TKKS	19
3.4.2. Persiapan Media Tanam.....	19
3.4.3. Penyemaian	20
3.4.4. Penentuan Kapasitas Lapang	20
3.4.5. Pemupukan.....	21
3.4.6. Penanaman	22
3.4.7. Pemeliharaan.....	22
3.4.8. Pemanenan	23
3.5 Parameter	23
3.5.1. Karakteristik <i>Biochar</i>	23
3.5.2. Karakteristik Tanah.....	23
3.5.3. Parameter Pertumbuhan	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29

4.1. Analisis <i>Biochar</i>	29
4.2. Analisis Tanah	31
4.3. Evapotranspirasi.....	34
4.4. Tinggi Tanaman Pakcoy	42
4.5. Jumlah Daun Tanaman Pakcoy (helai)	48
4.6. Lebar Daun Tanaman Pakcoy (cm)	54
4.7. Luas Kanopi Tanaman Pakcoy (cm ²).....	60
4.8 Warna Daun Tanaman Pakcoy	61
4.9. Kepadatan Tanah	67
4.10. Bobot Brangkasan Total Segar	69
4.11. Brangkasan Atas Segar	71
4.12. Brangkasan Bawah Segar	73
4.13. Brangkasan Atas Kering	74
4.14. Brangkasan Bawah Kering	76
4.15. Bobot Brangkasan Total Kering	77
4.16. Produktivitas Air.....	80
4.17. Produktivitas Pupuk.....	82
V. KESIMPULAN	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Kandungan Gizi 100 Gram Pakcoy.....	13
2.	Kombinasi Perlakuan RAL Faktorial.....	18
3.	Tata Letak Percobaan.....	18
4.	Jadwal pemupukan (HST).....	21
5.	Komponen biochar tandan kosong kelapa sawit.....	29
6.	Analisis Tanah Ultisol.....	31
7.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap pH tanah.	32
8.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk urea terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy Minggu ke-3.....	34
9.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk urea terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy Minggu ke-5.....	36
10.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap tinggi tanaman pakcoy 6 HST.	42
11.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap tinggi tanaman pakcoy 33 HST.	44
12.	Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosisi pupuk terhadap tinggi tanaman pakcoy.....	44
13.	Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap jumlah daun tanaman pakcoy 6 HST	49
14.	Uji annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap jumlah daun tanaman pakcoy 33 HST.	50

15. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap lebar daun tanaman pakcoy 21 HST	55
16. Uji annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap lebar daun tanaman pakcoy 33 HST	56
17. Uji annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap luas kanopi tanaman pakcoy 18 HST	60
18. Uji annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap luas kanopi 33 HST	61
19. Uji annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk urea terhadap warna daun tanaman pakcoy 9 HST	63
20. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk urea terhadap warna daun 33 HST	63
21. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap kepadatan tanah tanaman pakcoy	67
22. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap bobot brangkasan total segar tanaman pakcoy	69
23. Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosisi pupuk terhadap bobot total segar tanaman pakcoy	70
24. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap brangkasan atas segar tanaman pakcoy	71
25. Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosisi pupuk terhadap brangkasan atas segar tanaman pakcoy	72
26. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap brangkasan bawah segar tanaman pakcoy	73
27. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap brangkasan atas kering tanaman pakcoy	74
28. Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosisi pupuk terhadap brangkasan atas kering tanaman pakcoy	75
29. Uji Annova pengaruh interaksi dosis biochar dan dosis pupuk terhadap brangkasan bawah kering tanaman pakcoy	77
30. Uji Annova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap bobot brangkasan total kering tanaman pakcoy	78

31. Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosis pupuk terhadap bobot brangkasan total kering tanaman pakcoy	78
32. Uji Anova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap produktivitas air tanaman pakcoy	80
33. Pengaruh interaksi dosis biochar dan dosis pupuk terhadap produktivitas air tanaman pakcoy	81
34. Uji Anova pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy.....	82
35. Ringkasan Uji beda nyata terkecil (BNT) pengaruh interaksi dosis biochar dan dosis pupuk tanaman pakcoy	86

Lampiran

36. Data pengukuran berat jenuh tanah (g)	99
37. Data pengukuran kehilangan air (L)	100
38. Data pengukuran tinggi tanaman pakcoy (cm)	102
39. Uji anova tinggi tanaman pakcoy.....	104
40. Data pengukuran jumlah daun (helai).....	106
41. Uji anova jumlah daun tanaman pakcoy	108
42. Uji anova lebar daun tanaman pakcoy (cm).....	110
43. Uji anova lebar daun tanaman pakcoy	112
44. Data pengukuran luas kanopi tanaman pakcoy (cm ²)	114
45. Uji anova luas kanopi tanaman pakcoy.....	116
46. Data pengukuran warna daun tanaman pakcoy.....	118
47. Uji anova warna daun tanaman pakcoy	120
48. Data Pascapanen (g).....	122
49. Data Produktivitas Air dan Produktivitas Pupuk	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Proses pyrolysis.....	5
2.	Biochar	6
3.	Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	10
4.	Tanaman sawi pakcoy (<i>Brassica rappa</i> L)	12
5.	Pengukuran luas kanopi dengan canopy cover	25
6.	Diagram Alir Penelitian	28
7.	Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap pH tanah.....	32
8.	Hasil uji BNT pengaruh dosis pupuk terhadap pH tanah.....	33
9.	Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy (ml) pada minggu ketiga	35
10.	Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy (ml) pada minggu kelima	36
11.	Hasil uji BNT pengaruh dosis pupuk terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy (ml) pada minggu kelima	37
12.	Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap evapotranspirasi tanaman pakcoy.	39
13.	Grafik Pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap evapotranspirasi akumulatif tanaman pakcoy.	40
14.	Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap tinggi tanaman pakcoy 6 HST	43
15.	Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap tinggi tanaman pakcoy	46

16. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap jumlah daun tanaman pakcoy 6 HST	49
17. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap jumlah daun tanaman pakcoy 33 HST	51
18. Hasil uji BNT pengaruh dosis pupuk terhadap jumlah daun tanaman pakcoy 33 HST	51
19. Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap jumlah daun tanaman pakcoy	53
20. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap lebar daun tanaman pakcoy 21 HST	55
21. Hasil uji BNT dosis biochar terhadap lebar daun tanaman pakcoy 33 HST	56
22. Hasil uji BNT dosis pupuk terhadap lebar daun tanaman pakcoy 33 HST	57
23. Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap lebar daun tanaman pakcoy	58
24. Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap luas kanopi tanaman pakcoy	62
25. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap warna daun tanaman pakcoy 33 HST	64
26. Grafik pengaruh dosis biochar dan dosis pupuk terhadap warna daun tanaman pakcoy.	65
27. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap kepadatan tanah tanaman pakcoy	67
28. Pengaruh perlakuan terhadap susut volume tanah.	68
29. Grafik pengaruh perlakuan terhadap produksi brangkasan total segar pada tanaman pakcoy.....	70
30. Grafik pengaruh perlakuan terhadap produksi brangkasan atas segar tanaman pakcoy.	72
31. Grafik pengaruh perlakuan terhadap produksi brangkasan bawah segar tanaman pakcoy.....	74

32. Grafik pengaruh perlakuan terhadap produksi brangkasan atas kering tanaman pakcoy.	76
33. Grafik perlakuan brangkasan bawah kering tanaman pakcoy.....	77
34. Grafik pengaruh perlakuan terhadap produksi brangkasan total kering tanaman pakcoy.	79
35. Hasil uji BNT pengaruh dosis biochar terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy.....	83
36. Hasil uji BNT pengaruh dosis pupuk terhadap produktivitas pupuk tanaman pakcoy.....	83

Lampiran

37. Tandan kosong kelapa sawit yang telah dicacah.....	131
38. Proses pembakaran biochar TKKS	131
39. Biochar TKKS yang telah dibakar	132
40. Pengeringan tanah untuk penelitian	132
41. Penyemaian tanaman pakcoy	133
42. Sampel tanah yang digunakan untuk pengukuran kadar air tanah.....	133
43. Pengukuran bulk density pada tanah dan biochar	134
44. Pengukuran pH tanah dengan kertas lakmus	134
45. Pindah tanam dari penyemaian ke pot	135
46. Pengukuran luas kanopi dengan aplikasi canopy cover	135
47. Pengukuran warna daun dengan alat colourimeter	136
48. Perlakuan sampel tanpa biochar dan tanpa pupuk	136
49. Perlakuan sampel tanpa biochar dengan dosis pupuk 0.8 gram.....	137
50. Perlakuan sampel dosis biochar 50 gram dan dosis pupuk 2.4 gram.....	137
51. Perlakuan sampel dosis biochar 100 gram dan dosis pupuk 1.6 gram.....	138

52. Perlakuan sampel dosis biochar 150 gram dan dosis pupuk 2.4 gram.....	138
53. Penimbangan berat brangkasan bawah segar tanaman pakcoy	139
54. Penimbangan berat brangkasan atas segar tanaman pakcoy	139
55. Penimbangan berat total segar tanaman pakcoy	140
56. Penimbangan berat kering brangkasan atas tanaman pakcoy	140
57. Pengovenan tanaman pakcoy	141
58. Pupuk urea yang digunakan dalam penelitian.....	141
59. Analisis Uji Tanah Ultisol.....	142

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki peranan yang sangat penting dalam sektor perkebunan terutama pada bidang perkebunan kelapa sawit. Produksi kelapa sawit di Indonesia mencapai 37.812.600 ton (Badan Pusat Statistik, 2018). Produk utama pohon kelapa sawit yang dimanfaatkan adalah tandan buahnya yang menghasilkan minyak dari daging buah (inti sawit). Seiring meningkatnya produksi minyak kelapa sawit di Indonesia, tentunya berbanding lurus dengan peningkatan limbah sisa produksi.

Limbah pabrik kelapa sawit dapat digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Salah satu jenis limbah padat yang paling banyak dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit adalah tandan kosong. Limbah sisa pertanian yang sulit terdekomposisi seperti tandan kosong kelapa sawit dapat memperbaiki kualitas tanah dengan cara dijadikan *biochar*. Menurut Kresnawaty et al. (2017), *biochar* TKKS mengandung pospor sebanyak 1,29 % Nitrogen 1,07 %, dan Kalium sebanyak 13,37 % yang dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman.

Biochar adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas. *Biochar* tidak mudah lapuk sehingga dapat dimanfaatkan dalam

jangka waktu yang panjang. Keuntungan *biochar* di bidang pertanian yaitu sebagai ameliorant atau pembenah tanah serta pendamping pupuk pada proses penanaman. Kemampuan *biochar* dalam mempertahankan kelembaban dapat membantu tanaman pada periode-periode kekeringan. Selain itu, *biochar* juga berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan mampu menahan nutrisi dalam tanah agar tidak mudah tercuci, sehingga akan berpengaruh pada peningkatan hasil panen (Lehmann et al., 2003).

Tanaman pakcoy (*Brassica rappa L*) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura dari jenis sayur – sayuran yang dimanfaatkan daunnya yang masih muda. Tanaman sawi pakcoy memiliki nilai gizi yang cukup tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Nilai gizi dalam 100 g sawi adalah sebagai berikut: protein 2,3 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 4,0 g, Ca 220,0 mg P 38,0 mg, Fe 2,9 mg, vitamin A 1940 mg, vitamin B 0,09 mg dan vitamin C 102 mg (Dama et al., 2014).

Pada umumnya produk hortikultura lebih disukai oleh konsumen dalam keadaan yang segar. Hasil produksi sawi pakcoy yang baik diperoleh dari perawatan dan penanganan yang tepat. Salah satu cara merawat tanaman sawi pakcoy yaitu dengan menambahkan pupuk selama proses penanaman. Terdapat dua jenis pupuk yang dapat digunakan dalam perawatan tanaman yaitu pupuk organik dan pupuk kimia. Pada umumnya masyarakat lebih menyukai penggunaan pupuk kimia. Hal ini dikarenakan, penggunaan pupuk kimia lebih efektif dalam menunjang pertumbuhan tanaman dan mudah dalam pengaplikasiannya. Namun, jika penggunaan pupuk kimia dilakukan secara terus menerus dan berlebihan maka hal

ini akan berdampak buruk bagi kualitas tanah, seperti menurunnya kandungan bahan organik tanah dan menurunnya populasi mikroorganisme yang ada dalam tanah, sehingga dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan lahan (Herdiyanto, 2015). Oleh karena itu, penambahan *biochar* TKKS pada media tanam tanaman sawi pakcoy diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Jumlah dosis *biochar* yang tepat untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).
2. Apakah *biochar* dapat meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk pada pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).
3. Bagaimana pengaruh interaksi penggunaan *biochar* dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Menentukan dosis *biochar* yang tepat untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).
2. Mengetahui efektivitas penggunaan pupuk pada pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).

3. Mengetahui pengaruh interaksi penggunaan *biochar* dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rappa* L).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi dosis *biochar* yang tepat dan menghemat penggunaan pupuk urea sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica rappa* L).

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah penambahan *biochar* pada tanah dapat mengurangi dosis pupuk yang dianjurkan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica rappa* L).

1.6. Batasan Masalah

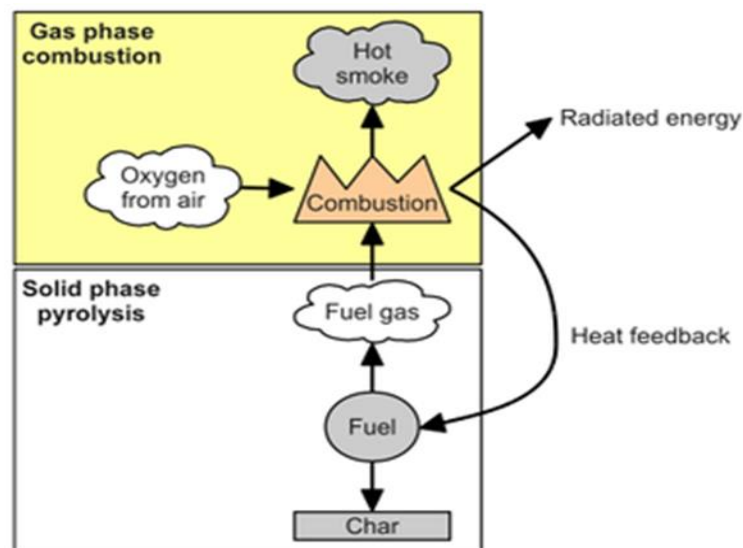
Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. *Biochar* yang digunakan berasal dari tandak kosong kelapa sawit (TKKS)
2. Pupuk yang digunakan adalah pupuk urea.
3. Penanaman dilakukan dalam pot.
4. Penanaman dilakukan di *Greenhouse* L Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
5. Pemberian dosis *biochar* dan pupuk urea menggunakan g/tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biochar

Biochar dibuat dengan metode *pyrolysis* lambat dimana bahan baku berupa biomassa yang terbakar dalam keadaan oksigen terbatas dengan laju pemanasan dan suhu puncak yang relatif rendah. *Pyrolysis* terjadi dengan cara melepaskan zat terbang (*volatile matter*) yang terkandung pada biomassa disajikan pada Gambar 1. Kandungan dan bahan-bahan yang dikonversi secara pirolisa adalah bahan yang memiliki kandungan cukup tinggi. (Zaror dan Pyle, 1982)



Gambar 1 . Proses pyrolysis

Kandungan yang terdapat pada *Biochar* meliputi C, N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Mn dan mineral lainnya. Kualitas *biochar* tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan dan proses pembuatannya (pirolisis). Pirolisis terjadi pada proses

kondisi rendah oksigen atau tanpa oksigen yang menghasilkan kualitas *biochar* tinggi, baik kandungan C, kadar abu, maupun unsur kimia lainnya; karena pirolisis merupakan proses pembentukan arang tinggi, kehilangan C dan volatil rendah, serta sedikit terbentuk abu (Naibaho, 2016).



Gambar 2 . *Biochar*

Biochar merupakan salah satu bahan yang mengandung senyawa karbon (C) yang sangat tinggi sehingga jika diberikan ke dalam tanah dapat memperbaiki kualitas tanah, menjadi habitat bagi mikroba yang hidup dalam tanah disajikan pada Gambar 2. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa pemanfaatan *biochar* pada tanah dapat memperbaiki lahan untuk mendukung budidaya tanaman (Suhardjo et al., 2000). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Balittanah Bogor, dihasilkan bahwa *biochar* dapat memperbaiki struktur fisika, sifat kimia dan biologi tanah Effendi (2014). Berdasarkan penelitian, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang dijadikan kompos dan abu yang mempunyai kandungan kalium cukup tinggi. Hasil analisis Abu Tandan Kosong Sawit (ATKS) di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Bengkulu yang berasal dari tandan kosong

sawit di PT Bio Nusantara Bengkulu Utara menunjukkan kandungan unsur hara pada ATKS adalah 26,3% K dan 13,74% P. Abu Janjang Kelapa Sawit dapat diberikan ke tanaman dalam bentuk abu atau tablet. Pemberian berupa tablet lebih praktis dibandingkan dengan bentuk abu. (Bariyanto et al., 2015).

Menurut Maguire dan Agblevor (2010) kualitas *biochar* ditentukan berdasarkan bahan baku dan proses pembuatannya. *Biochar* dibuat dari bahan yang mengandung lignin, hemiselulosa, selulosa, seperti kayu, sisa tanaman (jerami padi, sekam padi, tandan kosong kelapa sawit dan limbah sagu) dan pupuk kandang. Abu tandan kosong menghasilkan tanaman yang paling tinggi dibandingkan kompos. Hal ini diduga abu tandan kosong lebih cepat diserap oleh tanaman dalam waktu yang singkat dibandingkan kompos. Sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat karena banyak unsur hara yang tersedia. (Widiastuti et al., 2012)

Pemberian *biochar* pada lapisan tanah pertanian bermanfaat cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya C-organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah dan meningkatkan produksi tanaman (Ismail dan Basri, 2011). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chan et al., (2007) bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan C-organik tanah, pH tanah, struktur tanah, KTK tanah, dan kapasitas penyimpanan air tanah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Putri et al. (2017) penambahan *biochar* jerami padi, kulit durian, tandan kosong kelapa sawit dan kotoran sapi meningkatkan N-Total, P-Tersedia, K-tukar, serapan N dan P dan bobot kering tajuk.

Menurut Kimetu et al. (2008) penambahan *biochar* ke dalam tanah yang berunsur hara rendah sangat berpengaruh pada peningkatan hasil tanaman. Hal ini dibuktikan dengan adanya pemberian *biochar* dalam ketersediaan air pada tanah, penetrabilitas atau dinamika mikroba tanah. *Biochar* lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaan bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lainnya. *Biochar* juga dapat menahan Fosfor yang tidak dapat diretensi oleh bahan organik lain Gani (2009) *Biochar* memiliki kandungan karbonnya yang tinggi sehingga dapat mengurangi pemanasan global. Pada peruraian *biochar* dihasilkan humus dan karbondioksida. Proses mineralisasi *biochar* menjadi senyawa-senyawa organik juga dapat diserap tanaman (Novak et al., 2009). Gani (2009) menyatakan bahwa keuntungan lain dari *biochar* adalah bahwa karbon pada *biochar* bersifat stabil dan dapat tersimpan selama ribuan tahun di dalam tanah.

Menurut Santi dan Goenadi (2012) pemberian *biochar* TKKS dosis 50 g/polibag menunjukkan hasil tinggi tanaman dan diameter batang yang lebih besar dibanding dengan tanpa perlakuan. Hal ini diduga pada fase vegetatif pertumbuhan tanaman jagung membutuhkan unsur hara P dan N, sehingga pemberian *biochar* TKKS dan mikoriza berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Aktivitas mikroba dalam tanah dapat meningkat pada tanah yang diberi *biochar*, dikarenakan penambahan *biochar* ke dalam tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah di antaranya memperbaiki agregat tanah

Menurut penelitian Jelvina (2019) perlakuan *biochar* tandan kosong kelapa sawit dengan takaran 100 gram/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam

meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun bibit kelapa sawit. Sementara penelitian Ananda (2020) pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dengan dosis 100 g/polybag mampu mendorong pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, dan panjang akar bibit tanaman kopi robusta. Menurut penelitian Saputri (2020) hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *biochar* TKKS dan mikoriza arbuskular berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah bunga pertama, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan volume akar tanaman cabai hiyung, Perlakuan terbaik adalah perlakuan M1B1 yaitu 20 g/polybag Mikoriza dan 150 g/polybag *biochar* tandan kosong kelapa sawit.

2.2. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Kelapa sawit merupakan produk yang banyak diminati oleh para investor karena nilai ekonominya yang cukup tinggi. Pada tahun 2017 luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14.030.600 ha atau meningkat 25,25% jika dibandingkan akhir tahun 2016 yang hanya 11.201.500 ha (Badan Pusat Statistik, 2018). Volume ekspor minyak sawit Indonesia sepanjang tahun 2017 tercatat sebesar 31,05 juta ton, naik 23% dibandingkan 25,11 juta ton pada tahun 2016. Pada tahun 2017, nilai ekspor minyak sawit Indonesia mencapai 22,97 miliar US \$, angka ini naik 26% dibandingkan pada tahun 2016 yang mencapai 18,22 miliar US\$. Nilai ekspor ini merupakan nilai tertinggi sepanjang sejarah ekspor minyak sawit Indonesia (Direktorat Jendral Perkebunan, 2018)

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah limbah pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah disajikan pada gambar 3. Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) akan dihasilkan TKKS sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS. Apabila dalam sebuah pabrik dengan kapasitas pengolahan 100 ton/jam dengan waktu operasi selama 1 jam, maka akan dihasilkan sebanyak 23 ton. TKKS mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, antara lain: 42,8% C, 2,9% K₂O, 0,8% N, 0,22% P₂O₅, 0,30% MgO, 23 ppm Cu, dan 51 ppm Zn (Yunindanova, 2009)



Gambar 3. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan produk berupa limbah kelapa sawit. Berdasarkan tempat pembentukannya limbah kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu limbah perkebunan kelapa sawit dan limbah industri kelapa sawit. Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan kelapa sawit. Limbah jenis ini digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas (Fauzi et al., 2002).

Secara fisik tandan kosong kelapa sawit terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi antara lain 45,9% selulosa, 22,84% hemiselulosa dan 16,49% lignin (Darmosarkoro et al., 2007). Berdasarkan struktur tersebut tandan kosong kelapa sawit adalah kumpulan jutaan serat organik yang memiliki kemampuan dalam menahan air yang ada di sekitarnya. Secara fisik struktur tersebut akan mengalami proses dekomposisi dan degradasi bahan organik sehingga akan mengalami perubahan struktur menjadi seresah. Seresah mampu mempertahankan air yang ada di sekitarnya. Kandungan kompos tandan kosong kelapa sawit berupa C=35%, N= 2,34%, C/N=15, P=0,31%, K=5,53%, Ca=1,46%, Mg=0,96%, dan air=52%. Menurut Widiastuti et al. (2012) berpeluang untuk dimanfaatkan menjadi *biochar* melalui teknologi karbonisasi pada suhu 400°F, yang dikembangkan oleh Ishenny Noor. *Biochar* yang berukuran nano ini mampu berfungsi sebagai media tanam sekaligus memperbaiki kondisi tanah yang layak ditanami.

2.3. Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rappa L*)

Di Indonesia, budidaya tanaman pakcoy banyak dilakukan oleh para petani, khususnya di daerah Cipanas, Jawa Barat. Ciri-ciri tanaman pakcoy terdapat pada Gambar 4 adalah tumbuh tegak, daun berwarna hijau segar, serta tangkai daun berwarna putih, lebar, dan kokoh. Menurut Suhardiyanto dan Purnama (2011) klasifikasi tanaman sawi pakcoy, yaitu :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermathophyta (tanaman berbiji)

Sub divisi : Angiospermae (biji berada didalam buah)

Kelas : Dicotyledonae (biji berkeping dua)

Ordo : Rhoadales (Brassicales)

Famili : Brassicaceae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica rapa L.*

Tanaman pakcoy memiliki tinggi tanaman mencapai 15-30 cm dengan karakteristik kurang peka terhadap suhu, sehingga tanaman ini memiliki daya adaptasi lebih tinggi dari jenis sawi yang lain (Herwono, 2010)



Gambar 4. Tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*)

Tanaman pakcoy merupakan tanaman yang ditanam sepanjang tahun. Daerah penanaman yang cocok untuk pakcoy adalah daerah yang memiliki ketinggian 100-500 m diatas permukaan laut. Umur panen pakcoy dapat dilakukan ketika ketika berumur 30-45 hari. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filiphina, Malaysia, Indonesia, dan Thailand (Cahyono, 2003)

Pakcoy merupakan tanaman sayuran yang mengandung mineral, vitamin, protein, dan kalori (Zulkarnain, 2010). Menurut Fahrudin (2009) sawi pakcoy mengandung vitamin A, vitamin B, vitamin C, mineral, kalsium, kalium, zat besi, fosfor, asam oksalat, asam nikotinic, dan serat. Dalam 100 gram berat basah pakcoy mengandung 2,3 g protein; 0,3 g lemak; 4,0 g karbohidrat; 220 mg kalsium; 38 mg fosfor; 6,4 g vitamin A; 0,09 mg vitamin B; 102 mg vitamin C; dan 92 g air (Direktorat Hortikultura dan Aneka Tanaman, 2012). Tanaman pakcoy banyak mengandung vitamin dan garam-garam-mineral penting yang diperlukan tubuh seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi 100 Gram Pakcoy

No.	Komposisi	Jumlah
1.	Protein	2,30 g
2.	Lemak	0,30 g
3.	Karbohidrat	4,00 g
4.	Serat	1,20 g
5.	Kalsium	220,50 mg
6.	Fosfor	38,40 mg
7.	Besi	2,90 mg
8.	Vitamin A	969,00 mg
9.	Vitamin B1	0,09 mg
10.	Vitamin B2	0,10 mg
11.	Vitamin B3	0,70 mg
12.	Vitamin C	102,00 mg

Sumber : Direktorat Gizi, DepKes RI, 1979 (Sutirman, 2011)

Pakcoy (*Brassica rappa* L.) merupakan tanaman dari Famili Brassicaceae yang bernilai ekonomis terutama sebagai sumber sayuran. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi tanaman sawi adalah menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Hasil analisis yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak) tentang unsur dalam pupuk yang beredar di Indonesia, rata-rata pupuk kandang ayam mengandung logam kadmium sebesar

0,11 ppm. Pupuk SP-36 dapat mengandung logam kadmium hingga 11 ppm. Ambang batas maksimal logam kadmium dalam pupuk fosfat adalah sekitar 100 ppm (Setyorini dan Soeparto, 2003)

Pada tanah yang paling terdegradasi, penambahan *biochar* mampu meningkatkan produksi tanaman pakcoy dari sekitar 3 t/ha hingga menjadi 6 t/ha. Kombinasi antara *biochar* dengan bahan organik dinyatakan mampu meningkatkan produktivitas tanaman dan juga mampu meningkatkan kesuburan tanah (Sarawa dan Maski, 2014).

Menurut penelitian Pratiwi (2008) bahwa pemberian pupuk anorganik yang mengandung nitrogen seperti urea dapat menaikkan produksi tanaman sawi. Hal ini dikarenakan bahwa nitrogen berperan penting pada masa vegetatif tanaman. Untuk mendapatkan hasil produksi yang baik, tidak hanya penting memakai dosis pupuk yang tepat saja tetapi juga penting diketahui cara penggunaan pupuk, agar dicapai produksi tanaman sawi yang maksimal. Sedangkan menurut penelitian Tabah (2019) pemberian dosis pupuk urea 3,58 g/polybag memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, bobot segar tajuk, bobot segar akar dan bobot kering akar.

Nitrogen yang banyak digunakan adalah urea dengan kandungan 45% N, sehingga baik untuk proses pertumbuhan tanaman sawi terutama tanaman yang dipanen daunnya. Pupuk urea mempunyai sifat higroskopis mudah larut dalam air dan bereaksi cepat sehingga cepat pula diserap oleh akar tanaman Lingga (2013) Tanaman merespon pupuk urea sangat cepat sehingga memberikan efek terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Petani menentukan intensitas warna daun

sawi yang tepat dengan cara menggunakan bagian warna daun yang hijau terang sehingga petani dapat menentukan kebutuhan pupuk urea yang harus diaplikasikan (Cooke, 1982)

Disamping pupuk N, pupuk P dan K pada program intensifikasi sawi telah menyebabkan penimbunan fosfat dan kalium pada tanah sawah yang menyebabkan efisiensi pupuk menurun. Penurunan efisiensi ini dapat disebabkan oleh banyak factor, namun factor yang utama adalah hubungan tanah dan tanaman. Pemupukan N dan P berlebihan menyebabkan berbagai analisis dan asumsi terjadinya penurunan efisiensi pupuk adalah karena terkurasnya hara lain (Notohadiprawiro, 2006).

Pada saat ini ketersediaan pupuk kimia semakin sulit dan harganya mahal.,dikarenakan adanya pengurangan subsidi oleh pemerintah, maka penggunaannya harus diusahakan seefisien mungkin. Pemupukan yang berlebihan dapat menyebabkan tanaman rentan terhadap serangan hama dan penyakit, serta dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Sedangkan pemupukan yang kurang dari kebutuhan tanaman akan menjadikan tidak optimalnya produksi (Cooke, 1982).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai Januari 2021 di *Greenhouse* L, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lokasi penelitian terletak di $5^{\circ}36'58''\text{S}$ dan $105^{\circ}24'14''\text{T}$ dengan nilai suhu rata-rata $25,1-29,1^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban (RH) 65-99% di pagi hari dan $25,3-31^{\circ}\text{C}$ dan 59-99% di sore hari.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah drum, penggaris, nampan, pot, kamera, alat tulis, timbangan digital, timbangan analitik, gelas ukur, sprayer, oven, sekop dan ayakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah TKKS, *biochar* TKKS, tanah 3 kg/pot, pupuk urea, arang sekam padi, benih sawi pakcoy dan air.

3.3. Metode Percobaan dan Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara Faktorial. Penelitian ini menggunakan 2 faktor, pertama dosis *biochar* dan pupuk urea (N : 46 %).

Faktor *biochar* terdiri dari 4 taraf, yaitu :

1. Perlakuan A0 tanpa biochar
2. Perlakuan A1 biochar TKKS 50 gr/pot
3. Perlakuan A2 biochar TKKS 100 gr/pot
4. Perlakuan A3 biochar TKKS 150 gr/pot

Faktor kedua dosis pupuk urea terdiri dari 4 taraf, yaitu :

1. Perlakuan B0 tanpa pupuk urea
2. Perlakuan B1 pupuk urea 0,8 gr/pot
3. Perlakuan B2 pupuk urea 1,6 gr/pot
4. Perlakuan B3 pupuk urea 2,4 gr/pot

Perlakuan kombinasi RAL (Tabel 2) dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga terdapat 48 sampel percobaan (Tabel 3). Kadar air tanah yang digunakan dalam keadaan 80-100% *field capacity*. Penentuan dosis *biochar* ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Santi dan Goenadi (2012) bahwa pemberian *biochar* TKKS dosis 50 g/polibag menunjukkan hasil tinggi tanaman dan diameter batang yang lebih besar dibanding dengan tanpa perlakuan. Sementara menurut penelitian Jelvina (2019) perlakuan *biochar* tandan kosong kelapa sawit dengan takaran 100 gram/polybag merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun bibit kelapa sawit. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ananda (2020) menunjukkan pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dengan dosis 100 g/polybag mampu mendorong pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, dan panjang akar bibit tanaman kopi robusta. Kemudian hasil penelitian yang dilakukan oleh Saputri (2020) menunjukkan bahwa pemberian *biochar* TKKS dan mikoriza arbuskular berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan

jumlah bunga pertama, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan volume akar tanaman cabai. Perlakuan terbaik adalah perlakuan M1B1 yaitu 20 g/polybag Mikoriza dan 150 g/polybag *biochar* tandan kosong kelapa sawit.

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan RAL Faktorial

	B	B0	B1	B2	B3
A	A0	A0B0	A0B1	A0B2	A0B3
A1	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	
A2	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3	
A3	A3B0	A3B1	A3B2	A3B3	

Tabel 3. Tata Letak Percobaan

1.	A0B2U3	A0B3U1	A2B0U1	A0B1U3
2.	A3B1U2	A2B1U2	A3B2U2	A1B3U3
3.	A0B2U1	A2B1U3	A1B0U2	A1B2U1
4.	A1B2U2	A0B3U2	A1B1U1	A2B0U2
5.	A0B0U3	A1B1U2	A3B2U3	A0B3U3
6.	A0B0U1	A2B2U2	A2B3U1	A2B0U3
7.	A0B1U2	A1B1U3	A3B3U2	A1B0U1
8.	A1B3U1	A3B0U2	A2B2U3	A0B0U2
9.	A2B2U1	A3B0U1	A0B1U1	A1B3U2
10.	A0B2U2	A1B0U3	A2B3U2	A3B1U1
11.	A3B2U1	A2B1U1	A2B3U3	A3B3U1
12.	A3B1U3	A1B2U3	A3B3U3	A3B0U3

Penentuan dosis pupuk urea ini berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Prastowo et al. (2013) menunjukkan bahwa pada taraf dosis urea pengaruh interaksi antara dosis 0,4 g/polybag dengan penanaman langsung, pengaruh interaksi antara dosis 1,2 g/polybag dengan penanaman langsung, dan pengaruh interaksi antara dosis 1,6 g/polybag dengan penanaman langsung, adalah terbaik pada tanaman selada. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yusdian (2018) hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea dengan dosis 0,4 - 0,8 g/polybag tidak berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil selada daun (kecuali

lebar daun) dan dosis pupuk Urea 2,4 g/tanaman memberikan pengaruh yang lebih baik pada jumlah cabang, bobot polong per tanaman dan bobot polong per plot.

Analisis statistik data diuji dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji BNT 0,05. Untuk melihat pengaruh pada faktor tertentu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

dimana :

Y_{ijk} = Pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

μ = rata-rata umum

α_i = pengaruh biochar ke-i

β_j = pengaruh dosis pupuk ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi perlakuan ke-i dan ke-j

ε_{ijk} = galat percobaan perlakuan ke-i ulangan ke-j

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan *Biochar* TKKS

Pembuatan *biochar* TKKS dilakukan dengan membakar TKKS yang sudah dikeringkan (kering udara) ke dalam tong kecil yang sudah disiapkan sampai berubah menjadi arang selama ± 5 jam.

3.4.2. Persiapan Media Tanam

Pada persiapan media tanam ini, tanah yang digunakan adalah tanah rendah unsur hara yang dijemur terlebih dahulu selama kurang lebih 7 hari lalu kemudian

diayak untuk memisahkan dari batuan dan sisa gulma yang bercampur pada tanah. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam pot berdiameter 25 cm sebanyak 3 kg lalu ditambahkan perlakuan yang telah ditentukan, yaitu perlakuan A0 tanpa menggunakan *biochar*, Perlakuan A1 *biochar* TKKS 50 g/pot, Perlakuan A2 *biochar* TKKS 100g/pot dan perlakuan A3 *biochar* TKKS 150 g/pot.

3.4.3. Penyemaian

Penyemaian dilakukan menggunakan nampan dan media tanah dengan campuran arang sekam. Benih sawi pakcoy ditaburkan diatas arang sekam dan dilakukan penyemprotan sehari 2 kali. Benih sawi disemai selama 7-14 hari hingga muncul 3-4 daun sejati kemudian dilakukan pindah tanam.

3.4.4 Penentuan Kapasitas Lapang

Pengukuran kapasitas lapang ini dilakukan dengan cara memberikan air pada tanah yang telah ditambahkan *biochar* dan sudah kering udara dalam pot sampai kondisi jenuh lalu ditiriskan selama 24 jam dengan tujuan untuk memperoleh kadar air kapasitas lapang (*field capacity*). Tanah ditimbang berat awal dan berat akhir setelah mencapai kapasitas lapang.

Berat tanah pada kapasitas lapang akan dijadikan sebagai batasan untuk pemberian air pada tanaman. Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengukur berat awal tanah kering udara, dioven selama 24 jam dengan suhu 105°C selanjutnya diukur berat akhir tanah yang sudah dioven. Penentuan kadar air kapasitas lapang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$KA = \frac{BB-BK}{BB} \times 100\% \quad (2)$$

dimana :

KA = kadar air

BB = Berat kering udara (g)

BK = Berat kering oven (g)

3.4.5. Pemupukan

Dalam hal ini pemupukan dilakukan menggunakan 4 perlakuan, yaitu B0 tanpa menggunakan pupuk urea, Perlakuan B1 pupuk urea 0,8 g/pot, Perlakuan B2 pupuk urea 1,6 g/pot dan B3 pupuk urea 2,4 g/pot. Pemberian pupuk ini dilakukan dengan cara bertahap Tabel 4. Perlakuan B1 pupuk urea 0,8 g/pot diberikan secara dua tahap, Perlakuan B2 pupuk urea 1,6 g/pot diberikan secara empat tahap dan B3 pupuk urea 2,4 g/pot diberikan secara enam tahap agar tanah dan pupuk bisa tercampur maksimal.

Tabel 4. Jadwal pemupukan (HST)

Dosis (g/pot)	HST							
	10	14	17	18	21	23	24	28
0,8		0,4						0,4
1,6	0,4			0,4		0,4		0,4
2,4	0,4	0,4	0,4		0,4		0,4	0,4

3.4.6. Penanaman

Penanaman pakcoy dilakukan dengan jarak tanam 30 cm x 30 cm, hal tersebut disesuaikan dengan lebar tanaman pakcoy saat dewasa. Penanaman memerlukan hanya 1 benih per lubang. Penanaman dilakukan pada sore hari yaitu pukul 16.00 WIB - 17.00 WIB. Peletakkan polybag sesuai dengan tata letak percobaan yang telah ditentukan.

3.4.7. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman harus dilakukan agar menghasilkan hasil dan produksi yang maksimal, kegiatan pemeliharaan tanaman seperti :

1) Penyiraman

Penyiraman ini dilakukan sehari satu kali, yaitu dilaksanakan pada pagi hari antara jam 07.00 - 08.00 WIB. Pengairan pada tanaman harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman akibat kehilangan air karena evapotranspirasi. Penyiraman yang baik dan teratur akan membantu dalam mengurangi hama.

2) Pengendalian OPT

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) harus segera dihilangkan agar tidak mengganggu pertumbuhan sehingga nantinya akan merusak hasil produksi tanaman. Pengendalian ini ada dua macam yaitu secara manual ataupun menggunakan bantuan pestisida. Jika OPT masih bisa dikendalikan secara manual, maka lebih baik menggunakan cara manual yaitu diambil lalu dibuang. Namun jika OPT sudah tidak bisa, dibutuhkan pengendalian dengan menggunakan pestisida nabati bukan menggunakan pestisida sintetis.

3.4.8. Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman sawi hijau berumur ± 6 minggu setelah tanam.

Waktu panen yang dilakukan adalah sore hari agar tidak mengalami kelayuan akibat suhu udara yang panas.

3.5 Parameter

Penelitian ini mencakup beberapa parameter yaitu :

3.5.1. Karakteristik *Biochar*

Parameter *biochar* disesuaikan dengan literature yang ada mengenai tandan kosong kelapa sawit dan *biochar* tandan kosong kelapa sawit. Analisis yang dilakukan pada parameter *biochar* meliputi kadar air dan kadar abu. Kemudian disesuaikan dengan tanaman yang akan diaplikasikan yaitu tanaman sawi pakcoy.

3.5.2. Karakteristik Tanah

Kondisi tanah tentunya akan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanah yang digunakan adalah tanah subsoil, tanah tersebut diperoleh dari Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis yang dilakukan pada parameter tanah meliputi Kadar air tanah, pH, kandungan Ntotal, P-Tersedia, K-dd. Analisis tanah akan dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung disajikan pada Lampiran 64.

3.5.3. Parameter Pertumbuhan

A. Evapotranspirasi

Pengamatan harian yang dilakukan yaitu mengukur kehilangan air pada tanaman menggunakan timbangan lalu tanaman akan diairi sesuai kehilangan air atau dikembalikan ke kondisi 80-100% *field capacity*. Kemudian mengukur suhu lingkungan dan kelembaban (RH) maksimum dan minimum dengan menggunakan hygrometer.

B. Parameter Tanaman

Parameter tanaman yang dilakukan meliputi :

1) Tinggi tanaman (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tanaman yang paling tinggi dari akar sampai ujung daun yang diluruskan dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari saat tanaman berumur 0 hari setelah ditanam di lapangan sampai panen.

2) Jumlah daun per tanaman (helai)

Jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna setiap 3 hari sekali.

3) Lebar daun per tanaman (cm)

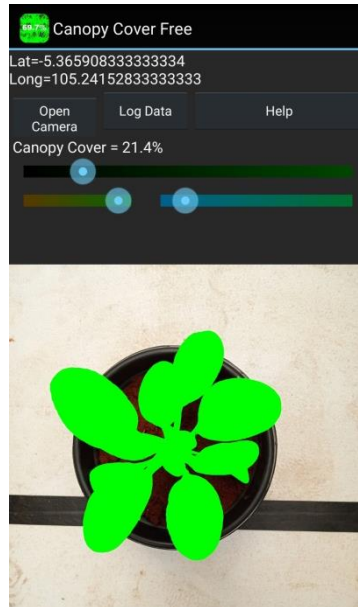
Lebar daun diukur menggunakan sampel daun dengan diameter terlebar setiap 3 hari sekali.

4) Warna daun

Pengamatan perubahan warna daun dilakukan setiap 3 hari sekali dengan menggunakan alat colorimeter. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi dan dianalisis penyebabnya.

5) Luas kanopi (cm²)

Pengamatan diameter canopy diukur dengan menggunakan aplikasi canopy cover yang dinstal pada handphone. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil gambar secara keseluruhan tanaman yang sudah dialasi bagian bawah potnya dengan sterofoam yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran luas kanopi dengan canopy cover

6) Kepadatan Tanah

Pengukuran susut tanah ini dilakukan setiap 3 hari sekali dengan cara merekatkan pita ukur di pinggir pot untuk melihat penyusutan tanah selama masa pertumbuhan tanaman pakcoy.

C. Pengamatan saat panen

1) Bobot total segar (gram)

Pengamatan berat basah tanaman dilakukan setelah panen dengan cara membersihkan akar tanaman dari sisa-sisa tanah, lalu menimbang seluruh bagian tanaman dari akar, batang, dan daun tanaman pakcoy.

2) Bobot brangkasan atas segar (gram)

Bobot brangkasan segar diukur dengan cara menimbang bagian tajuk tanaman yang sudah dipanen. Kemudian bagian tajuk tanaman dimasukkan ke dalam amplop map untuk di oven.

3) Bobot brangkasan bawah segar (gram)

Berat basah akar dihitung setelah tanaman dipanen dan ditiriskan hingga kering udara. Kemudian akar ditimbang dan dimasukkan ke dalam amplop map untuk dioven.

4) Bobot brangkasan total kering (gram)

Penghitungan berat kering total tanaman dilakukan setelah tanaman dipanen kemudian dikeringkan dengan membungkus tajuk tanaman dalam amplop map. Setelah dikeringkan dalam oven dilanjutkan dengan menimbang seluruh bagian tanaman.

5) Bobot brangkasan atas kering

Perhitungan brangkasan atas kering dilakukan dengan membungkus bagian tajuk tanaman dalam amplop map dan dikeringkan dalam oven. Kemudian bagian tajuk ditimbang setelah dikeringkan.

6) Brangkasan bawah kering (gram).

Perhitungan bobot akar kering dilakukan dengan membungkus akar tanaman dalam amplop map dan dikeringkan dalam oven. Kemudian akar ditimbang setelah dikeringkan.

7) Produktivitas air tanaman (kg/ m^3)

Produktivitas air tanaman adalah perbandingan antara hasil yang diperoleh dengan jumlah air yang diberikan terhadap tanaman, dengan satuan kg hasil

per m³ air yang digunakan. Peningkatan produksi tanaman dengan menggunakan air yang sedikit dapat dilakukan dengan penerapan konsep produktivitas air tanaman (CWP) melalui sistem irigasi (Prabowo dan Wiyono, 2006)

Produktivitas air tanaman dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas air} = \frac{\text{Hasil produksi (kg)}}{\text{Jumlah air yang diberikan (ml)}}$$

8) Produktivitas pupuk

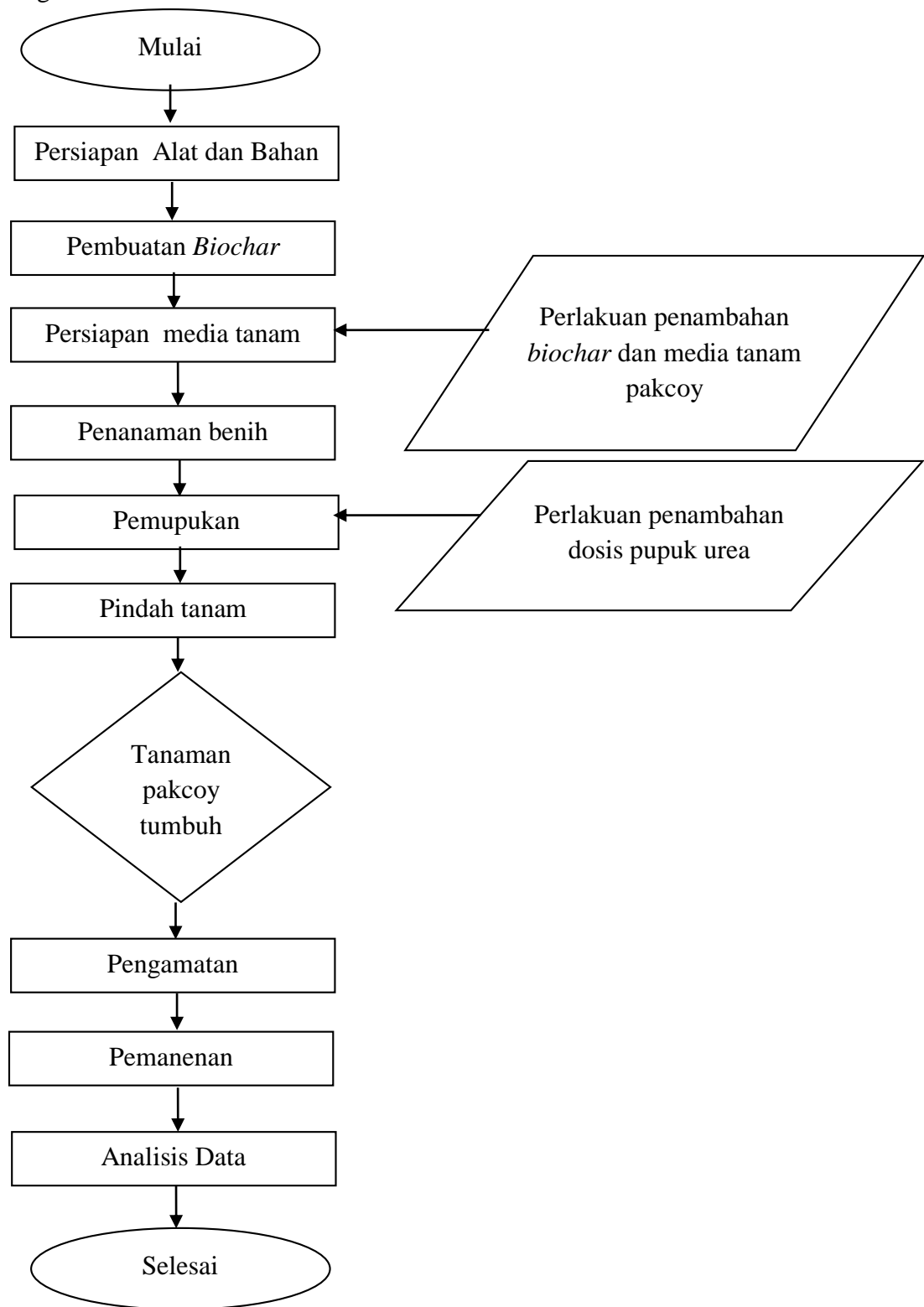
Produktivitas pupuk adalah perbandingan dari hasil produksi dengan jumlah pupuk yang diberikan pada tanaman.

Produktivitas pupuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Rangkuman tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 6.

sebagai berikut :



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Dosis *biochar* berpengaruh nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter evapotranspirasi, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, warna daun, susut tanah, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering, produktivitas air dan produktivitas pupuk.
2. Dosis pupuk urea berpengaruh nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter evapotranspirasi, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering, produktivitas air dan produktivitas pupuk.
3. Pengaruh interaksi dosis *biochar* dan pupuk urea nyata pada taraf ($P>5\%$) terhadap parameter pertumbuhan tinggi tanaman, warna daun, brangkasan total segar, brangkasan atas segar, brangkasan atas kering, brangkasan total kering, produktivitas air.
4. Dosis *biochar* terbaik yang digunakan pada tanaman pakcoy adalah 50 g dengan hasil tinggi tanaman 23,79 cm, jumlah daun 15,17 helai, lebar daun 9,183 cm, brangkasan total segar 63,92 gram, brangkasan atas segar 62,33 gram, brangkasan atas kering 3,186 gram.

5. Penambahan *biochar* dengan dosis 50 g/pot dan dosis pupuk urea 0,8 g/pot menghasilkan produksi tanaman pakcoy yang setara dengan produksi pada dosis pupuk urea 2,4 g/pot.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penanaman tanaman pakcoy menggunakan pupuk urea dengan dosis 0,8 g/pot menunjukkan hasil terbaik. Sedangkan masyarakat menggunakan dosis pupuk urea pada tanaman pakcoy sebesar 2,4 gr/pot. Untuk menghemat penggunaan pupuk urea disarankan melakukan penelitian dengan menggunakan *biochar* pada tanaman pakcoy.

DAFTAR PUSTAKA

- Abnisa, F., Daud, W.M.A.W. & Sahu, J.N. 2013. Characterization of Bio-oil and Bio-char from Pyrolysis of Palm Oil Wastes. *Bioenergy Research*, 6(2): 830–840.
- Ananda, risky fadillah. 2020. *Pengaruh Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kopi Robusta (Coffea canephora var. robusta)*. Universitas Andalas.
- Bariyanto, Nelvia & Wardati. 2015. Pengaruh pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit (Tkks) pada pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di main-nursery pada medium subsoil ultisol. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(1).
- Cahyono, B. 2003. *Teknik dan Startegi Budi Daya Sawi*,. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Chan, K.Y., Van, Z., L., M., I., Downie.A. & Joseph., S. 2007. Agronomic Values of Green Waste Biochar as a Soil Amendment. *Austrian Journal of Soil Research*, 45: 629–634.
- Cooke, G. 1982. *Fertilizing for Maximum Yield*. London: Granada Publishing Ltd.
- Dama, S., Gubali, H. & Musa, N. 2014. *Program Studi Agroteknologi*. Universitas Negeri Gorontalo: Fakultas Pertanian.
- Darmosarkoro, W., Sutarta, E.S. & Winarna. 2007. *Lahan dan pemupukan Kelapa Sawit edisi 1*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit PPKS.
- Direktorat Hortikultura dan Aneka Tanaman. 2012. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*,. Jakarta: Direktorat Hortikultura dan Aneka Tanaman.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017: Kelapa Sawit*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan.
- Effendi, D. 2014. *Aplikasi Biochar dan kompos Kulit Kopi Untuk meningkatkan Hasil Kentang Pada Tanah Andisol Alu Lintang Kabupaten Aceh Tengah*. Banda Aceh.
- Fahrudin. 2009. *Bioteknologi Lingkungan*. Bandung: Alfabeta.

- Fauzi, Y., Widyastuti & Hartono, R. 2002. *Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati “Biochar” sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1).
- Gardner, P.F., Pearce, R.B. & Mitchell, R.L. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (diterjemahkan dari: Physiology of Crop Plants. Penerbit Universitas Indonesia: 428.
- Ginting, A.S., Tambunan, A.H. & Setiawan, R.P.A. 2015. Karakterisasi Gas-Gas Hasil Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(2): 158–163.
- Hakim, N., N., Y., A.M, L., S.G, N., R, S., M.A. Diha, G.BHong & H.H. Bailey. 1986. *Dasar- Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Penerbit Universitas Lampung.
- Hamim. 2004. Underlying Drought Stress Effect on Plant: Inhibition of Photosynthesis. *Journal of Biosciences*, 11(4): 164169.
- Harlina, N. 2003. *Pemanfaatan Pupuk Majemuk Sebagai Sumber Harabudidaya Terung Secara Hidroponik*. Bogor: Fakultas Pertanian IPB.
- Herdiyanto, D. d. 2015. Upaya peningkatan kualitas tanah melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik, dan olah tanah konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurbal Aplikasi Iptek untuk Masyarakat Fakultas Pertanian UniversitasPadjajaran*, 4(1): 47–53.
- Herman, W. & Resigia, E. 2018. Pemanfaatan Biochar Sekam dan Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza Sativa*) Pada Tanah Ordo Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*.
- Herwono. 2010. *Kunci Bercocok Tanam Sayur-Sayuran Penting Di Indonesia*. Bandung: Sinar Baru.
- Ismail, M. & Basri, A.B. 2011. *Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Kualitas Tanah*. Banda Aceh.: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).
- Jelvina, Y. 2019. *Pengaruh Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Pada Main Nursery*. Universitas Andalas.
- Kimetu, J.H.J.L., S, N., D, M., J, K., S, R., L. Vercot, J. Recha & A. pell. 2008. *Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient*. Ecosystem, in press.

- Kresnawaty, I., Putra, S.M., Budiani, A. & Darmono, T. 2017. Konversi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menjadi Arang Hayati Dan Asap Cair. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(3): 171–179.
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lehmann, J. & Rondon, M. 2006. Bio-char Soil Management on Highly Weathered Soils in The Humid Tropics. In: N. Uphoff (ed.), *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*, Boca Raton, CRC Press. *Taylor and Francis Group*: 517–530.
- Lehmann, J., da Silva, J.P.J., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. & Glaser, B. 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol And A Ferralsol of The Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. *Plant and Soil*, 249: 343–357.
- Lingga P, M. 2013. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Maguire, R.O. & Agblevor, F.A. 2010. *Biochar in Agricultural Systems*. Virginia Polytechnic Institute and State University.: Virginia.: College of Agriculture and Life Sciences,.
- Marsono. 2005. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Naibaho. S. 2016. *Pengaruh Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Kulit Biji Kopi Terhadap Hara P dan Zn serta Pertumbuhan Tanaman Padi (Oryza sativa L.) di Tanah Sawah Jenuh P*. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Nio, S.A., Tondais, S. & Butarbutar, R. 2010. Evaluasi indikator toleransi cekaman kekeringan pada fase perkecambahan padi (Oryza sativa l.). *Jurnal Biologi*, 14(1): 50–55.
- Noorhadi & Utomo, S. 2002. Kajian volume dan frekuensi pemberian air terhadap iklim mikro pada tanaman jagung bayi (Zea mays L.) di tanah entisol. *Sains Tanah*, 2(1): 41-46.
- Notohadiprawiro, T. 2006a. *Ultisol, Fakta dan Implikasi Prtaniannya*. Yogyakarta: UGM Press.
- Notohadiprawiro, T. 2006b. *Ultisol, Fakta dan Implikasi Prtaniannya*. Yogyakarta: UGM Press.
- Novak, J.M., Busscher, W.J., Laird, D.L., Ahmedna, M., Watts, D.W. & Niandou, M.A.S. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern Coastal Plain Soil. *Soil Science.*, 1(7): 105-112.
- Novizan. 2002. *Pupuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromedia. Jakarta: Agromedia.

- Nurahmi, Erida, Kamarlis Karim & Tarmizi. 2013. Pengaruh Jumlah Ruas Setek Dan Dosis Urea Terhadap Pertumbuhan Setek Pucuk Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*). *Jurnal J. Floratek*.
- Nurhayati, A. & Sulaiman, F. 2013. The properties of the washed empty fruit bunches of oil palm. *Journal of Physical Science*, 24(2): 117–137.
- Nurida, N.L. 2014. Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus.*, 12(1): 57–68.
- Parnata, A. 2010. *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*. Jakarta.: Agro Media Pustaka.
- Polii, G.M.M. 2009. Respon Produksi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea reptans Poir.*) terhadap Variasi Waktu Pemberian Pupuk Kotoran Ayam. *Journal Soil Environment*, 7(1): 5.
- Prabowo, A. & Wiyono, J. 2006. Pengelolaan Sistem Irigasi Mikro Untuk Tanaman Hortikultura dan Palawija. *Agricultural Engineering*, 4(2): 89.
- Prastowo, B., Pratola, E. & Sarwono. 2013. Pengaruh Cara Penanaman dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Daun (*Lactuca sativa L.*). *Jurnal Inovasi Pertanian*, 12(2).
- Pratiwi, R.S. 2008. *Uji Efektivitas Pupuk Anorganik pada Sawi (*Brasiica juncea L.*)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Purba, J.H. 2010. Kebutuhan dan cara pemberian air irigasi untuk tanaman padi sawah (*Oryza sativa L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10: 145–155.
- Putri, V.I., Mukhlis & Hidayat, B. 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar Untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(4): 824-p28.
- Rondon, M., Lehmann, J., Ramirez, J. & Hurtado, M. 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris L.*) Increases with Biochar additions. *Biology and Fertility Soils*, 43: 699–708.
- Salam, A.K. 2012. *Ilmu Tanah Fundamental*. Bandar Lampung.: Global Madani Press.
- Salisbury, F.B. & Ross, C.W. 1995c. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Santi, L.P. & Goenadi, D.H. 2012. Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pembawa Mikroba Pemantap Agregat. *Jurnal Buana Sains*, 12(1): 7–14.
- Saputri, B. 2020. Pengaruh Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Hiyung (*Capsicum Frustescens L.*) Pada Tanah Ultisol. *EnviroScienteeae*, 16(2): 168–177.

- Sarawa, J.A.M. & Maski, M. 2014. Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Berbagai Interval Penyiraman dan Dosis Pupuk Kandang. *J. Agroteknos*, 4: 78–86.
- Sarwono, H. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Jakarta: CV. Simplex.
- Setyorini, D. & Soeparto. 2003. Kadar Logam Berat dalam Pupuk', Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian,. *Badan Litbang Pertanian*: 219–229.
- Sitompul, S.M. & Guritno, B. 1995. *Analisa Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soetrisno, R.D. 2002. *Potensi tanaman pakan untuk pengembangan ternak ruminansia*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Solichatun, Anggarwulan E & Mudyantini W. 2005. Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan dan kandungan bahan aktif saponin tanaman ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Biofarmasi*, 3(2): 47–51.
- Steinbess, S., Gleixner & G, Antonietti.M. 2009. Effect of Biochar Amendment on Soil Carbon Balance and Soil Microbial Activity. *Soil Biology and Biochemistry*., 41: 1301-1310.
- Steiner, C.W., Teixeira, C., Lehmann J, N.T., de Macêdo, J., Blum, W. & Zech, W. 2007. Long Term Effects of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on Crop Production and Fertility on a Highly Weathered Central Amazonian Upland Soil. *Plant and Soil*, 291: 275–290.
- Sudjana, B. 2014. Pengaruh Biochar dan NPK Majemuk Terhadap Biomas dan Serapan Nitrogen Di Daun Tanaman Jagung (*Zea mays*) Pada Tanah Typic Dystrudepts. *Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 3(1).
- Suhardiyanto, A. & Purnama, K.M. 2011. *Penanganan pasca panen caisin (Brassica campestris L.) dan pakcoy (Brassica rapa L.) dengan pengaturan suhu rantai dingin (Cold Chain)*., Universitas Terbuka.
- Suhardjo, M., Supriyadi & Sudihardjo. 2000. *Efektivitas Pupuk Alternatif Organik, Pupuk Mikroba Cair dan Pembenh Tanah terhadap Tanaman Bawang Merah di Wilayah Pesisir Pantai Selatan DIY*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Teknologi Pertanian Untuk Mendukung Agribisnis dalam Pengembangan Ekonomi Wilayah dan Ketahanan Pangan.
- Sunu, P. & Wartoyo. 2006. *Dasar Hortikultura*. Surakarta: UNS Press.
- Sutirman. 2011. *Budidaya Tanaman Sayuran Sawi di Dataran Rendah, Kabupaten Serang banten*., Kabupaten Serang banten,.

- Tabah, K.A. 2019. *Pengaruh Jenis Media Tanam dan Dosis Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica rapa chinensis L.)*. Semarang: Universitas Muara Kudus.
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Widiastuti, Panji & Tri, P. 2012. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) (TKSJ) sebagai Pupuk Organik pada Pembibitan Kelapa Sawit. *Jurnal Menara Perkebunan*, 75(2): 70–79.
- Yanto, E. 2011. Peranan bahan organik dalam memperbaiki kualitas fisik tanah dan produksi tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(1): 11–18.
- Yunindanova. 2009. *Tingkat Pematangan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Penggunaan Berbagai Jenis Mulsa terhadap Tumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (Lycopersicon esculentum Mill) dan Cabai (Capsicum annum L.)*. Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Yusdian, et al. 2018. Aplikasi Perbandingan Dosis Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Buncis (*Phaseolus Vulgaris L.*) Varietas Balitsa 2. *J.Agrotatanen*, (1).
- Zaror & Pyle. 1982. MT Studi Proses Pirolisis Tempurung Kelapa Pembuatan Asap Cair (Bahan Pengawet Alami). *MT Studi Proses Pirolisis Tempurung Kelapa Pembuatan Asap Cair (Bahan Pengawet Alami)*.: 24–27.
- Zulkarnain. 2010. *Dasar-Dasar Hortikultural: Pertanian organik*. Jakarta: Bumi Aksara.