

**PENGARUH APLIKASI BIOCHAR KULIT KAKAO TERHADAP
TINGKAT EFISIENSI PUPUK UREA PADA PERTUMBUHAN
TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)**

(Skripsi)

Oleh

M. DAFFA WAHYU WARDHANA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PENGARUH APLIKASI BIOCHAR KULIT KAKAO TERHADAP
TINGKAT EFISIENSI PUPUK UREA PADA PERTUMBUHAN
TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)**

Oleh

M. DAFFA WAHYU WARDHANA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI BIOCHAR KULIT KAKAO TERHADAP TINGKAT EFISIENSI PUPUK UREA PADA PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)

Oleh

M. DAFFA WAHYU WARDHANA

Perbedaan dalam pemberian dosis *biochar* kulit kakao mempengaruhi efektivitasnya dalam memperbaiki dan menyuburkan tanah. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengamati pengaruh kombinasi dosis *biochar* kulit kakao dengan dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy. penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui tingkat efisiensi penggunaan pupuk urea setelah penambahan *biochar* kulit kakao terhadap pertumbuhan sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*) (2) mengetahui pengaruh interaksi penggunaan *biochar* kulit kakao dan pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica chinensis L.*) dan (3) mengetahui dosis *biochar* kulit kakao yang tepat untuk pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*). Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor dosis *biochar* kulit kakao dan faktor dosis pupuk urea, masing-masing terdiri dari 4 taraf dengan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 48 sampel percobaan. Dengan variabel pengamatan meliputi karakteristik tanah yang terdiri dari sifat kimia tanah yaitu pH tanah, karakteristik *biochar* yang terdiri dari kadar abu (%), kadar air (%), dan pH, pertumbuhan tanaman yang terdiri dari tinggi tanaman (cm), lebar daun (cm), jumlah daun (helai), luas kanopi (cm²), warna daun, konsumsi air (gr), bobot segar tanaman (gr), bobot brangkasan atas segar (gr), bobot brangkasan bawah segar (gr), bobot brangkasan atas kering (gr), bobot brangkasan bawah kering (gr), produktivitas air (kg/m³), dan produktivitas pupuk (gr/gr).

Pemberian dosis *biochar* menunjukkan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan. Sedangkan dosis pupuk urea hanya menunjukkan pengaruh nyata di beberapa variabel pengamatan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, lebar daun, luas kanopi, produktivitas air, produktivitas pupuk, bobot segar, bobot brangkasan atas segar, bobot brangkasan bawah segar, bobot brangkasan atas kering dan bobot brangkasan bawah kering. Interaksi terhadap faktor dosis *biochar* kulit kakao dengan dosis pupuk urea yang paling optimal adalah *biochar* dengan dosis 46,49 ton/ha atau 62 g/tanaman dengan dosis pupuk urea 1,02 ton/ha atau 1,40 g/tanaman.

Kata Kunci : *Biochar*, kulit kakao, dosis, pakcoy, urea.

ABSTRACT

THE EFFECT OF COCOA HUSK BIOCHAR ON THE EFFICIENCY LEVEL OF UREA FERTILIZER ON THE GROWTH OF PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)

By

M. DAFFA WAHYU WARDHANA

The difference in the dosage of cocoa husk *biochar* affects its effectiveness in improving and fertilizing the soil. The aim of this research was to observe the effect of the combination of cocoa husk *biochar* dose with urea fertilizer dose on the growth of mustard pakcoy. This study aims to (1) determine the efficiency level of the use of urea fertilizer after the addition of cocoa husk *biochar* on the growth of mustard pakcoy (*Brassica chinensis L.*) (2) determine the interaction effect of the use of cocoa husk *biochar* and urea fertilizer on the growth of mustard (*Brassica chinensis L.*) and (3) knowing the suitable dosage of *biochar* Cocoa husk for the growth of mustard pakcoy (*Brassica chinensis L.*). This study was designed using a Faktorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of 2 faktor, namely the cocoa husk *biochar* dose faktor and the urea fertilizer dose faktor, each consisting of 4 levels with 3 replications so that 48 experimental samples were obtained. The observation variables include soil characteristics consisting of soil chemical properties is soil pH level, *biochar* characteristics consisting of ash content (%), water content (%), and pH level. Plant growth consisting of plant height (cm), leaf width (cm), number of leaves (strands), canopy area (cm²), leaf color, water consumption (gr), plant fresh weight (gr), stover weight top fresh (gr), weight of bottom stover fresh (gr), weight of top dry stover (gr), weight of bottom dry stover (gr), water productivity (kg/m³), and fertilizer productivity (gr/gr).

The dosage of *biochar* showed a significant effect on all observation parameters. While the dose of urea fertilizer only showed a significant effect on several observational variables such as plant height, number of leaves, leaf color, leaf width, canopy area, water productivity, fertilizer productivity, fresh weight, weight of fresh top stover, weight of fresh bottom stover, weight of top stover dry weight and dry weight of the lower stove. The interaction of cocoa husk *biochar* dose faktor with the most optimal dose of urea fertilizer was *biochar* at a dose of 10 tons/ha or 62 g/plant with a dose of urea fertilizer at 1,02 ton/ha or 1.40 g/plant.

Keywords : *Biochar*, cocoa husk, dose, pakcoy, urea.

Judul Skripsi

: **PENGARUH APLIKASI BIOCHAR KULIT KAKAO
TERHADAP TINGKAT EFISIENSI PUPUK UREA
PADA PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI
PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)**

Nama Mahasiswa

: **M. Daffa Wahyu Wardhana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714071061**

Jurusan

: **Teknik Pertanian**

Fakultas

: **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527199303 1 002

Ir. Budianto Lanya, M.T.
NIP 19580523198603 1 002

MENGETAHUI

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

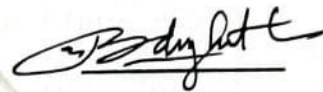
Ketua

: Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris

: Ir. Budianto Lanya, M.T.



Penguji

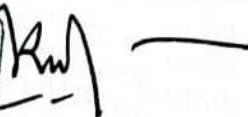
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **09 Agustus 2022**

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah M. Daffa Wahyu Wardhana, NPM 1714071061. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi Pembimbing, 1) **Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Ir. Budianto Lanya, M.T.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya peroleh. 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 plagiat dari 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, 02 November 2022
Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
3000
93AKX072322690

(M. Daffa Wahyu Wardhana)
NPM. 1714071061

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 30 Maret 1999 di Kota Metro, Provinsi Lampung sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dengan ayan bernama Wahyono dan Ibu Bernama Ari Tri Wahyuni.

Penulis menyelesaikan Pendidikan formal pertama kali di Taman Kanak-kanak Dharma Wanita dan selesai pada tahun 2005. Pendidikan dasar di SDS Muhammadiyah Metro Pusat yang diselesaikan pada tahun 2011. Pendidikan menengah pertama di SMP N 9 Metro yang diselesaikan pada tahun 2014, kemudian melanjutkan ke Pendidikan menengah atas di SMAN 4 Metro yang diselesaikan pada tahun 2017.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa beberapa kegiatan yang dilakukan penulis antara lain.

1. Mengikuti Lomba Olahraga tingkat Provinsi (PORPROV) Lampung cabang Bola Basket pada tahun 2017.
2. Menjadi Anggota Perbasi Kota Metro pada periode 2018/2020.
3. Menjadi Volunteer dalam kegiatan lomba bola basket yang diadakan oleh DISPORA Kota Metro.

4. Melaksanakan Praktik Umum di Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kota Metro pada tahun 2019.
5. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Mesir Dwi Jaya, Kecamatan Gedung Aji Baru, Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2020.



Persembahan

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

Kedua Orangtua

Bapak Wahyono dan Ibu Ari Tri Wahyuni

Kekasih

Hanis Amalia Saptari

Kedua Adikku

Gita Putri Astari dan Syakila Putri Anggraini



SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas segala berkat dan rahmat yang diberikan kepada kami sehingga kami senantiasa mendapatkan nikmat sehat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rosulullah Muhammad SAW, para sahabat, keluarga serta pengikutnya yang tetap istiqomah hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi berjudul “**PENGARUH APLIKASI BIOCHAR KULIT KAKAO TERHADAP TINGKAT EFISIENSI PUPUK UREA PADA PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica chinensis L.*)**”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis sangat memahami dalam Menyusun laporan ini banyak rintangan dan tantangan, suka duka dalam pembelajaran yang didapat. Berkat ketulusan doa, semangat, motivasi dan dukungan orang tua serta berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih 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 Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembimbing pertama

4. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku pembimbing kedua dan pembimbing akademik
5. Bapak Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku penguji.
6. Bapak Wahyono dan Ibu Ari Tri Wahyuni selaku Orang Tua terimakasih atas do'a, motivasi, dan dukungan serta menunjang seluruh kegiatan yang dilakukan selama penelitian.
7. Kepada Hanis Amalia Saputri selaku teman, sahabat, serta kekasih penulis terimakasih atas do'a, semangat, dukungan, serta telah menjadi tempat bercerita tentang keluh kesah selama mengerjakan skripsi sampai selesai.
8. Kepada Team penelitian *biochar*, Agata, Dhea, Erine, Nur, Dandy, Riri dan Nyoman yang telah memberikan bantuan, dukungan serta semangatnya.
9. Kepada Keluarga besar kontrakan resistor, Andika, Dito, Haidar, Krisna dan Angga.

Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 10 November 2022
Penulis,

M. Daffa Wahyu Wardhana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	2
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Hipotesis.....	4
1.6. Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Budidaya Sawi pakcoy (<i>Brassica chinensis L.</i>)	5
2.2. Tanah ultisol	8
2.3. Biochar	12
2.4. Kulit Kakao	14
2.5. Pengukuran Warna	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.3. Rancangan Percobaan.....	21
3.4. Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1. Penentuan Dosis <i>Biochar</i> kulit kakao dan Pupuk urea.....	25
3.4.2. Pembuatan <i>Biochar</i> kulit kakao	26
3.4.3. Persiapan Media Tanam	26
3.4.4. Penyemaian	26
3.4.5. Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam	26
3.4.6. Pemupukan	27
3.4.7. Pindah Tanam.....	27
3.4.8. Pemeliharaan Tanaman	27
3.4.9. Pemanenan.....	28

3.5. Variabel Pengamatan.....	28
3.5.1. Parameter Biochar	28
3.5.2. Parameter Tanah.....	28
3.5.3. Parameter Pertumbuhan	29
3.6. Analisa Data	30
3.6.1. Analisis Sidik Ragam	31
3.6.2. Perhitungan dan Pengukuran.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Karakteristik Umum	33
4.2. Karakteristik Media Tanam.....	35
4.2.1. <i>Biochar</i> kulit kakao	35
4.2.2. Tanah	37
4.3. Karakteristik Tanaman	40
4.3.1. Tinggi Tanaman Sawi pakcoy	41
4.3.2. Jumlah Daun Tanaman Sawi pakcoy	45
4.3.3. Warna Daun Tanaman Sawi pakcoy	49
4.3.4. Lebar Daun Tanaman Sawi pakcoy.....	51
4.3.5. Luas Kanopi Tanaman Sawi pakcoy	54
4.3.6. Konsumsi Air Tanaman Sawi pakcoy	56
4.3.7. Bobot Segar Total Tanaman Sawi pakcoy	59
4.3.8. Bobot Brangkas Atas Segar Tanaman Sawi pakcoy	62
4.3.9. Bobot Brangkas Bawah Segar	64
4.3.10. Bobot Brangkas Kering Total.....	66
4.3.11. Bobot Brangkas Atas Kering.....	68
4.3.12. Bobot Brangkas Bawah Kering	71
4.4. Hasil Produksi Tanaman Sawi pakcoy dengan Penambahan <i>Biochar</i>	73
4.5. Produktivitas Air Tanaman Sawi pakcoy	73
4.6. Produktivitas Pupuk	76
4.7. Ringkasan Hasil Uji BNT dari Setiap Variabel Pengamatan	79
V. KESIMPULAN.....	83
5.1. Kesimpulan.....	83
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	90
Tabel 48 – 53.....	89
Gambar 24 – 35.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis tanah ordo ultisol.....	9
2. Karakteristik sifat baku mutu tanah	11
3. Respon pemberian biochar sekam padi terhadap tanaman sawi pakcoy.....	14
4. Kandungan sifat kimia biochar kulit buah kakao dan sekam padi.....	17
5. Kandungan hara kulit kakao.....	17
6. Kombinasi RAL Faktorial.....	22
7. Tata letak percobaan Dengan Tambahan Ulangan Pada Perlakuan.....	23
8. Respon pemberian biochar kulit kakao terhadap tanaman sawi pakcoy.....	34
9. Analisis biochar kulit kakao di Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung	37
10. Analisis sampel tanah di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung	37
11. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap pH tanah Akhir	38
12. Uji BNT dosis Biochar kulit kakao terhadap pH tanah akhir	39
13. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap tinggi tanaman sawi pakcoy pada 28 HST.....	42
14. Uji BNT dosis biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap tinggi tanaman pada 28 HST	44
15. Respon pemberian biochar arang sekam terhadap rata-rata tinggi tanaman	44
16. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap jumlah daun tanaman sawi pakcoy pada umur 34 HST.....	46
17. Uji BNT dosis biochar kulit kakao terhadap jumlah daun umur 34 HST.....	48
18. Respon pemberian biochar arang sekam terhadap rata-rata jumlah daun tanaman	48
19. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap warna daun tanaman sawi pakcoy pada 8 HST.....	50

20. Uji BNT interaksi dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap warna daun saat berumur 8 HST	51
21. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap warna daun tanaman sawi pakcoy pada 34 HST	52
22. Uji BNT dosis biochar kulit kakao terhadap lebar daun pada umur 34 HST	53
23. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap luas kanopi tanaman pakcoy pada 34 HST	55
24. Uji BNT interaksi antara dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap luas kanopi tanaman pakcoy	56
25. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap konsumsi air sawi pakcoy pada umur 5 MST	57
26. Uji BNT pengaruh interaksi biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap konsumsi air sawi pakcoy pada 5 MST	58
27. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan segar sawi pakcoy	60
28. Uji BNT interaksi biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap bobot brangkasan total segar sawi pakcoy	60
29. Respon pemberian biochar arang sekam terhadap rata-rata bobot segar tanaman sawi pakcoy	61
30. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan segar atas sawi pakcoy	63
31. Uji BNT interaksi dosis biochar dan pupuk urea terhadap bobot brangkasan atas segar sawi pakcoy	63
32. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan bawah segar tanaman sawi pakcoy	65
33. Uji BNT dosis biochar terhadap bobot brangkasan bawah segar tanaman sawi pakcoy	65
34. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering total tanaman sawi pakcoy	67
35. Uji BNT <i>biochar</i> kulit kakao dan pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering total tanaman sawi pakcoy	67
36. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering atas tanaman sawi pakcoy	69
37. Uji BNT biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering atas tanaman sawi pakcoy	70
38. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering bawah tanaman sawi pakcoy	72
39. Uji BNT biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap bobot brangkasan kering bawah tanaman sawi pakcoy	72

40. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap produktivitas air tanaman sawi pakcoy	75
41. Uji BNT dosis biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap produktivitas air tanaman sawi pakcoy.	76
42. Uji ANOVA pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea terhadap produktivitas pupuk tanaman sawi pakcoy	77
43. Uji BNT interaksi biochar kulit kakao dan pupuk urea terhadap produktivitas pupuk	78
44. Uji BNT pengaruh dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea pada variabel pertumbuhan tanaman sawi pakcoy	79
45. Hasil uji BNT interaksi dosis biochar kulit kakao dan dosis pupuk urea pada variabel pasca panen tanaman sawi pakcoy	80
46. Perlakuan dosis biochar yang memberikan pengaruh nyata terhadap variabel tanah, pertumbuhan tanaman, dan pascapanen tanaman sawi pakcoy	81
47. Perlakuan pupuk urea yang memberikan pengaruh nyata pada variabel saat masa pertumbuhan tanaman dan pasca panen tanaman pakcoy	82
48. Data Field Capacity	91
49. Nilai pH tanah	92
50. Data tinggi tanaman pakcoy diukur setiap interval 4 hari.....	93
51. Data jumlah daun diukur setiap interval 4 hari	94
52. Data warna daun diukur setiap interval 4 hari	95
53. Data lebar daun diukur setiap interval 4 hari	96
54. Data Luas Kanopi diukur setiap interval 4 hari	97
55. Data penggunaan air tanaman pakcoy.....	98
56. Data brangkasan	99
57. Data produktivitas air dan pupuk tanaman.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sawi pakcoy	6
2. Segitiga tekstur.....	10
3. Biochar dari kulit kakao.....	13
4. Pohon kakao	15
5. Kulit buah kakao	16
6. Diagram <i>The Hunter Colors Solid</i>	18
7. Diagram CIELAB colors space.....	19
8. Diagram alir penelitian.....	24
9. Diagram pH tanah akhir	40
10. Diagram pengaruh dosis pupuk urea dan <i>biochar</i> kulit kakao terhadap tinggi tanaman pada 28 HST.....	41
11. Grafik pengaruh dosis <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap jumlah daun pada 34 HST.....	45
12. Grafik pengaruh dosis <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap warna daun pada 8 HST	49
13. Grafik pengaruh dosis <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap lebar daun.....	52
14. Grafik pengaruh dosis <i>biochar</i> dan pupuk urea terhadap luas kanopi.....	54
15. Grafik perkembangan konsumsi air tanaman sawi pakcoy.....	57
16. Grafik bobot brangkasan segar total tanaman sawi pakcoy.....	59
17. Diagram bobot brangkasan segar atas tanaman sawi pakcoy	62
18. Diagram bobot brangkasan bawah segar tanaman sawi pakcoy.	64
19. Diagram bobot brangkasan kering total tanaman sawi pakcoy	66
20. Diagram bobot brangkasan kering atas tanaman sawi pakcoy	69
21. Diagram bobot brangkasan kering bawah tanaman sawi pakcoy	71
22. Diagram Produktivitas air tanaman sawi pakcoy.....	74
23. Diagram Produktivitas Pupuk.	77
24. Pembuatan <i>biochar</i> kulit kakao.....	101

25. Persiapan media tanam.....	101
26. Penyemaian benih tanaman sawi pakcoy.....	102
27. Pengeringan udara tanah untuk memperoleh field capacity.	102
28. Pemberian pupuk pada tanaman berusia 14 HST.	103
29. Pindah tanaman pakcoy ke dalam pot saat sudah berumur 2 minggu.....	103
30. Penyiraman tanaman.	104
31. Pemanenan tanaman pakcoy.	104
32. Hasil panen pakcoy perlakuan B0.....	105
33. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B1.	105
34. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B2.	106
35. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B3.	106

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pakcoy (*Brassica chinensis L.*) adalah jenis sayuran yang termasuk dalam keluarga *Brassicaceae*. Di Indonesia, kebutuhan pasar sayuran terutama sawi pakcoy dari tahun ke tahun selalu meningkat. Sawi pakcoy merupakan sayuran yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini disebabkan karena kandungan gizi sawi pakcoy terdiri dari vitamin dan mineral sangat berguna untuk mempertahankan kesehatan dan mencegah penyakit.

Tanaman sayuran seperti sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*) ini di Indonesia, baik untuk dibudidayakan pada tempat yang berdataran tinggi maupun di dataran rendah baik itu musim dingin atau musim kemarau, tetapi paling baik tanaman sawi dibudidayakan pada dataran tinggi dengan ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter dpl. Namun biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 meter sampai 500 meter dpl dan tanah yang baik untuk budidaya tanaman sawi adalah tanah yang memiliki tekstur tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur, serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 -7. Tanaman sawi ini selain dapat ditanam pada areal persawahan yang luas juga

dapat dibudidayakan pada areal yang sempit dengan menggunakan pot atau polybag (Hariyadi dkk., 2017).

Di Indonesia tanah ultisol tersebar luas meliputi hampir 25 % dari total daratan di Indonesia, terutama di Lampung. Pada tanah ultisol memiliki beberapa kekurangan seperti kurangnya unsur hara yang terkandung pada tanah ultisol, daya simpan air terbatas dan pH rendah yang menyebabkan sulit melakukan budidaya pada tanah ultisol.

Penggunaan pupuk kimia pada tanah ultisol untuk budidaya tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*) sangat membantu dalam penyediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman pakcoy, namun penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang dapat merusak tanah. Solusi untuk hal ini yaitu salah satunya dengan cara menambahkan biochar dan mengurangi dosis penggunaan pupuk kimia.

Biochar adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomas pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (pyrolysis). Biochar memiliki karakteristik yaitu berpori – pori, memiliki luas permukaan dan kemampuannya dalam menyerap nutrisi anorganik mengakibatkan mikroorganisme mempunyai tempat yang baik untuk tumbuh dan berkembang biak di dalam tanah.

Kakao (*Theobroma cacao L.*) berasal dari famili *Malvaceae*. Kakao memiliki berbagai manfaat untuk manusia, bukan hanya konsumsi tapi juga farmasi. Kulit kakao belum dapat dimanfaatkan secara optimal bahkan sebagian besar masih merupakan limbah perkebunan kakao karena hanya dikumpulkan dalam lubang lalu ditimbun. Limbah tersebut menjadi suatu masalah yang serius yaitu menimbulkan penyakit inokulum yang signifikan bila digunakan sebagai pupuk kompos pada tanaman dan bersifat toksik bila digunakan sebagai pakan ternak. Untuk itu perlu dicari cara pemanfaatan kulit buah kakao yang lebih efisien dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh interaksi penggunaan *biochar* dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*).
2. Bagaimana pengaruh pemberian *biochar* kulit kakao dan pupuk urea terhadap efisiensi penggunaan pupuk urea pada pertumbuhan dan hasil produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*).
3. Berapa komposisi dosis *biochar* yang tepat untuk pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*).

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat efisiensi penggunaan pupuk urea setelah penambahan *biochar* kulit kakao terhadap pertumbuhan sawi (*Brassica chinensis L.*).
2. Mengetahui pengaruh interaksi penggunaan *biochar* kulit kakao dan pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica chinensis L.*).
3. Mengetahui dosis *biochar* kulit kakao yang tepat untuk pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica chinensis L.*).

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pelaksanaan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang tingkat efisiensi penggunaan pupuk urea dengan penambahan *biochar* kulit kakao.
2. Memberikan pengetahuan kepada peneliti tentang pengolahan limbah kulit kakao menjadi *biochar* beserta manfaatnya.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengaruh *biochar* dari kulit kakao terhadap produktivitas tanaman pakcoy (*Brassica chinensis L.*).

1.5. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah penambahan biochar kulit kakao memberikan pengaruh positif pada produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis* L.) sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea.

1.6. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pemberian dosis pupuk urea dan *biochar* menggunakan ton/ha dan kg/ha yang selanjutnya dikonversi menjadi g/tanaman.
2. Pembakaran *biochar* kulit kakao menggunakan wajan seng pada kompor kayu.
3. Lama pembakaran *biochar* adalah 1,4 jam.
4. Penanaman dilakukan di dalam pot tanpa lubang.
5. Kadar air yang digunakan untuk penyiraman yaitu pada keadaan 80-100% *field capacity*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Budidaya Sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*)

Sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*) (Gambar 1) merupakan tanaman jenis sayur-sayuran yang termasuk ke dalam keluarga Brassicaceae. Tumbuhan sawi pakcoy merupakan tanaman yang berasal dari China dan telah dibudidayakan secara luas setelah abad ke-5 di China Selatan dan China Pusat serta Taiwan. Sayuran ini merupakan introduksi baru di Jepang dan masih satu keluarga dengan *Chinesse Vegetable*. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Thailand dan Indonesia (Setiawan, 2014). Menurut Setiawan (2014), klasifikasi tanaman sawi pakcoy adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Rhoeadales*
Famili : *Brassicaceae*
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica rapa L.*
Subspesies : *chinensis.*

Daun pakcoy bertangkai, berbentuk agak oval, berwarna hijau muda sampai hijau tua, mengkilat, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun, berwarna putih atau hijau muda, besar dan berdaging, tinggi tanaman 15 – 30 cm. pakcoy mempunyai kecocokan terhadap iklim, cuaca dan tanah di Indonesia, sehingga cocok untuk dikembangkan ataupun dibudidayakan.



Gambar 1. Sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*).

Tanaman pakcoy (*Brassica chinensis L.*) termasuk ke dalam jenis sayur sawi yang mudah diperoleh dan ekonomis. Saat ini pakcoy dimanfaatkan oleh sebagian besar masyarakat dalam bentuk berbagai masakan. Hal ini cukup untuk membuat kebutuhan masyarakat akan tanaman pakcoy semakin meningkat. Tanaman pakcoy cukup mudah dibudidayakan. Perawatannya juga tidak terlalu sulit dibandingkan dengan budidaya tanaman lainnya. Budidaya sawi pakcoy dapat dilakukan oleh masyarakat secara mandiri dengan menggunakan media tanam dalam polybag. Media tanam dapat dibuat dari campuran tanah dan kompos dari sisa-sisa limbah makhluk hidup (Prasasti dkk., 2014).

Sawi pakcoy merupakan sayuran yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini disebabkan karena kandungan gizi sawi pakcoy terdiri dari vitamin dan mineral sangat berguna untuk mempertahankan kesehatan dan mencegah penyakit. Di Indonesia, kebutuhan pasar sayuran terutama sawi pakcoy dari tahun ke tahun selalu meningkat. Hal ini tercermin dari angka luas lahan panen pakcoy berturut-turut dari tahun 2015 hingga 2017 mengalami fluktuasi yang dapat dilihat secara berturut-turut yaitu 624,352 ha (2015), 637,345 ha (2016), dan 646,808 ha (2017) (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017).

Salah satu sumber N yang paling banyak digunakan ada urea dengan kandungan 45% N, sehingga baik untuk proses pertumbuhan sawi terutama untuk tumbuhan yang dipanen daunnya. Selain itu, pupuk urea mempunyai sifat higroskopis atau mudah larut dalam air dan dapat bereaksi dengan cepat sehingga akar tanaman dapat dengan cepat pula menyerap unsur yang terkandung pada urea. Dosis urea yang diaplikasikan pada tanaman akan menentukan pertumbuhan tanaman sawi (Lingga & Marsono, 2007).

Beberapa jenis sawi yang saat ini cukup populer dan banyak dikonsumsi masyarakat, antara lain sawi hijau, sawi putih, dan sawi pakcoy. Dari ketiga jenis sawi tersebut, sawi pakcoy termasuk jenis yang paling banyak dibudidayakan saat ini. Hal ini dikarenakan batang dan daun sawi pakcoy lebih gemuk dan lebar membuat sawi jenis ini lebih sering digunakan dalam berbagai olahan masakan. Kandungan gizi yang terdapat pada sawi pakcoy dalam 100 g yaitu 15 kal, protein 1,8 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 2,5 g, serat 0,6 g, fosfor 31 mg, kalium 225 mg, dan air 92,4 g (Purba, 2017).

Pemberian berbagai dosis pupuk urea memberikan peningkatan terhadap pertumbuhan tanaman sawi, hal ini menunjukkan bahwa dosis pupuk urea sebanyak 125 kg/ha bukan merupakan dosis maksimum yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi. Bahwa dosis pupuk urea 125 kg/ha mampu menyuplai kebutuhan unsur hara nitrogen dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi. Dengan demikian, tinggi tanaman sawi yang diberi perlakuan tersebut lebih baik. Hal ini disebabkan karena unsur nitrogen yang terkandung di dalamnya sangat berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman sawi (Erawan, 2013).

Pada dosis pupuk urea 200 kg/ha memberikan hasil pertumbuhan jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan dosis lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa dosis pupuk urea 200 kg/ha mampu menyuplai unsur nitrogen sesuai dengan dosis yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi, disebabkan karena unsur hara nitrogen yang terdapat di dalamnya sangat berperan

penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman. Pemberian nitrogen yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan sintesis protein, pembentukan klorofil yang menyebabkan warna daun menjadi lebih hijau dan meningkatkan rasio pucuk akar (Sarif dkk., 2015).

urea merupakan salah satu jenis pupuk kimia atau anorganik. Dimana urea termasuk pupuk yang higroskopis (mudah menarik uap). Pada kelembapan 73%, pupuk ini sudah mampu menarik uap air dan udara. Oleh karena itu, urea mudah larut dan mudah diserap oleh tanaman. urea dapat membuat tanaman hangus, terutama pada tanaman yang memiliki daun yang peka (Lingga & Marsono, 2007).

2.2. Tanah ultisol

ultisol adalah tanah yang memiliki tingkat perkembangan yang cukup lanjut, dicirikan oleh penampang tanah yang dalam, peningkatan fraksi lempung seiring dengan kedalaman tanah (horison argilik) atau adanya horison kandik, memiliki reaksi tanah masam (pH 3,10 – 5,00), dan kejenuhan basa tergolong rendah (< 35%) (Soil Survey Staff, 2010). Pada klasifikasi menurut Soepraptohardjo & Ismangun (1980), ultisol diklasifikasikan sebagai Podsolik Merah Kuning. Pada umumnya warna dari tanah ultisol itu adalah kuning hingga merah, pada umumnya warna tanah pada horison argilik sangat bervariasi dengan hue dari 10 YR – 10 R, nilai 3-6 dan kroma 4-8. Menurut penelitian yang dilakukan Harahap, (2021) rata-rata tanah ultisol memiliki nilai kerapatan tanah atau *bulk density* sebesar 1,02 – 1,1 gr/cm³.

ultisol merupakan tanah masam yang telah mengalami pelindian hebat (*highly leached*) sehingga memiliki tingkat kesuburan yang rendah dengan warna kelabu cerah hingga kekuningan. Kendala umum yang dihadapi ultisol ialah pH tanah rendah, kurangnya jumlah unsur N dan P dalam tanah ultisol, kekurangan unsur Ca, Mg, K, dan Mo, kandungan Mn dan Fe berlebih, serta memiliki tingkat

kelarutan Al yang cukup tinggi, hal ini merupakan penghambat utama dalam proses pertumbuhan tanaman (Darmawijaya & Isa, 1997).

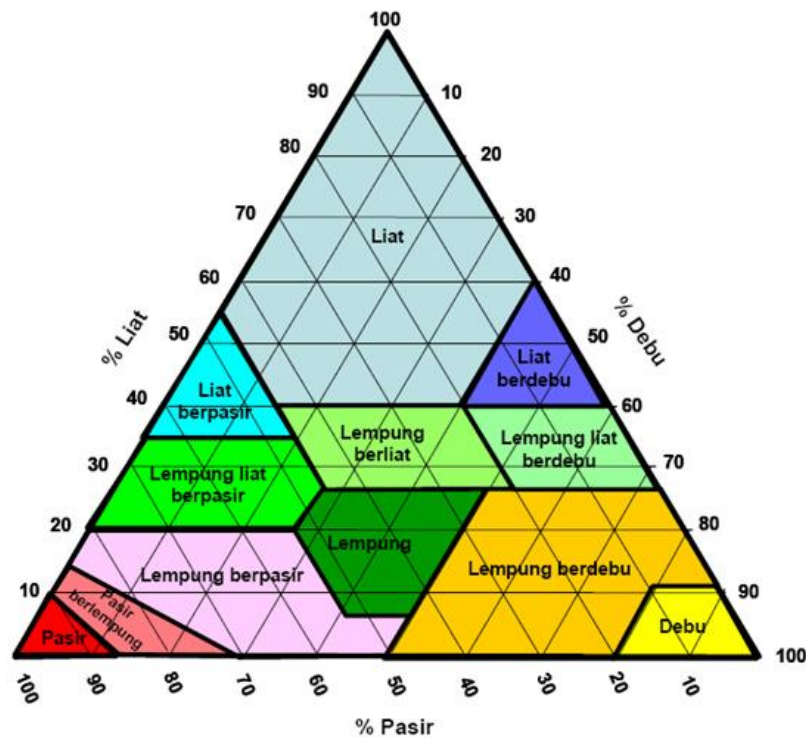
Menurut Herman dan Resigia (2018), tanah ordo ultisol memiliki nilai pH agak masam sehingga dapat berdampak langsung terhadap ketersediaan unsur hara dalam tanah seperti N-total dan Ca-dd dalam kriteria sedang serta K-dd dan Mg-dd dalam kriteria rendah. Untuk nilai P-total pada ordo ultisol ini tergolong tinggi. Analisis ini seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis tanah ordo ultisol

Parameter	Satuan	Nilai	Kriteria
pH		6,190	Agak Masam
N-total	%	0,420	Sedang
P-total	Ppm	275,781	Sangat Tinggi
K-dd	me/100 gr tanah	0,191	Rendah
Ca-dd	me/100 gr tanah	6,580	Sedang
Mg-dd	me/100 gr tanah	0,980	Rendah
S	me/100 gr tanah	0,122	

Sumber : (Herman and Resigia 2018).

Tanah ultisol yang berasal dari batu kapur, batuan andesit, dan tufa cenderung memiliki tekstur yang halus seperti liat dan liat halus. Tekstur tanah ultisol dapat dilihat pada segitiga tekstur pada Gambar 2 (Prasetyo dkk., 2005).



Gambar 2. Segitiga Tekstur

Penggunaan biochar sebagai amandemen, diharapkan mampu mengatasi permasalahan pada tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki sebaran yang luas dan banyak di bidang pertanian. Masalah tanah ultisol seperti pH tanah yang rendah, unsur hara seperti N, P, dan K rendah dan kemampuan agregat tanahnya yang lemah dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Notohadiprawiro, 1973).

Bahan organik merupakan sumber utama nitrogen dan phosphor. Humus dapat meningkatkan KTK pada sebagian tanah tropis termasuk pertukaran kation K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Humus juga berperan penting dalam menjaga struktur tanah dan kapasitas penyimpanan air dimana keduanya sangat penting untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Mackinnon et al., 1996).

Top soil atau tanah lapisan atas merupakan tanah yang berada di lapisan paling atas permukaan bumi. *Top soil* akan terbentuk apabila batuan telah melalui proses *geological* dan berubah menjadi serpihan-serpihan kecil yang kemudian terkumpul di atas bumi. Satu inci *top soil* mengambil waktu selama ribuan tahun

untuk terbentuk sempurna, *top soil* paling banyak ditemui di hutan belantara yang belum terjamah oleh manusia. Menurut Darmody (2009) *top soil* adalah lapisan tanah paling atas dan terluar, biasanya memiliki ketebalan 2 hingga 8 inci. Ini memiliki konsentrasi tertinggi bahan organik dan mikroorganisme dan di mana sebagian besar aktivitas tanah biologis bumi terjadi. Tanaman umumnya memusatkan akar mereka dan memperoleh sebagian besar nutrisi mereka dari lapisan ini.

Tanah merupakan unsur penting dalam proses budidaya tanaman. Selain berfungsi sebagai media tanam, tanah juga berfungsi sebagai penyedia unsur hara tanaman. Tanah yang baik akan memiliki unsur hara yang melimpah, sehingga tanaman mampu tumbuh dengan baik dan optimal. Berikut merupakan klasifikasi tentang sifat baku mutu tanah yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik sifat baku mutu tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-organik (%)	< 1,0	2,0	3,0	5,0	> 5,0
N Total (%)	< 0,1	0,2	0,5	0,75	> 0,75
P2O5.HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K2O.HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K (%)	< 0,1	0,2	0,5	1,0	> 1,0
Na (%)	< 0,1	0,4	0,7	1,0	> 1,0
Ca (%)	< 2	5	10	20	> 20
Mg (%)	< 0,4	1,0	2,0	8,0	> 8,0
Kejenuhan Basa (%)	< 20	35	50	70	> 70
Kejenuhan Al (%)	< 10	20	30	60	> 60
Cadangan Mineral (%)	< 5	10	20	40	> 40
pH sangat asam < 4,5	Asam 5,5	Agak asam 6,5	Netral 7,5	Agak basa 8,5	Basa > 8,5

Sumber: Departemen Pertanian, 1983

2.3. Biochar

Biochar merupakan substansi arang kayu yang berpori (*Porous*), atau sering disebut juga dengan *charcoal* atau *agrichar*. Karena bahan dasarnya berasal dari makhluk hidup, biochar sering disebut juga sebagai arang aktif. Dalam proses pembuatan produk biochar bahan yang sering digunakan adalah limbah pertanian atau kehutanan, termasuk potongan kayu, tempurung kelapa, sekam padi, kulit kakao, tandan kelapa sawit, sisa usaha perkayuan, tongkol jagung, dan bahan organik daur ulang yang lain (Gani & Anischan, 2009). *Biochar* pertama kali dibuat menggunakan metode pirolisis lambat dimana bahan baku berupa biomassa yang terbakar dalam keadaan oksigen terbatas dengan laju pemanasan dan suhu puncak yang relatif rendah (Lopez et al., 2009).

Biochar adalah bahan padat yang diperoleh dari konversi termokimia biomassa dalam lingkungan terbatas oksigen atau ruang pembakaran. Biochar dapat digunakan sebagai produk itu sendiri atau sebagai bahan dalam produk campuran, dengan berbagai aplikasi sebagai zat untuk perbaikan tanah, peningkatan efisiensi penggunaan pupuk, perbaikan atau perlindungan terhadap pencemaran lingkungan tertentu, dan sebagai jalan untuk mitigasi atau mengurangi efek dari gas rumah kaca (GRK). Biochar sebenarnya adalah spektrum material dengan karakteristik tertentu tergantung pada cara produksinya dan bahan baku yang digunakan, seperti kayu, limbah tanaman, dan kotoran hewan (Laufer & Tomlinson, 2013).

Biochar merupakan arang yang diberikan ke sistem tanah dan tanaman sebagai bahan pembenah tanah seperti yang tertera pada Gambar 3. Proses pembuatan *biochar* sedikit berbeda dengan proses pembuatan arang pada umumnya yang biasa dipakai sebagai bahan bakar. *Biochar* dihasilkan dari proses pirolisis atau bisa disebut juga sebagai proses pembakaran bahan organik dengan kondisi oksigen yang terbatas. Berbeda dengan bahan organik, *biochar* tersusun dari cincin karbon aromatis sehingga lebih stabil dan mampu bertahan lama di dalam tanah (Maguire & Agblevor, 2010).



Gambar 3. Biochar dari kulit kakao.

Biochar adalah produk kaya akan kandungan karbon (C) yang diperoleh dari proses dekomposisi termal dari biomassa pada suhu relatif dibawah 700° dan dengan sedikit kandungan oksigen pada proses pembuatannya atau yang biasa disebut pirolisis. Selama proses pembuatan gas – gas yang mudah terbakar dan cairan yang diproduksi berbarengan dengan residu padatan. Proses pembuatan biochar bisa dilakukan secara tradisional, dimana hasilnya dapat digunakan sebagai amandemen tanah (Lehmann et al., 2009).

Kualitas biochar dapat ditentukan oleh proses pembuatan dan bahan bakunya. Biochar dapat diproduksi dari berbagai bahan yang mengandung ligniselulosa, seperti kayu, sisa tanaman (jerami padi, kulit kakao, tandan kosong kelapa sawit, dan limbah sagu) dan pupuk kandang (Maguire & Agblevor, 2010).

Lahan kering masam di daerah Lampung menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* dengan takaran 5 – 10 ton/ha memberikan hasil yang stabil sampai tiga musim

tanam berturut-turut tanpa penambahan *biochar* pada musim tanam kedua dan ketiga (Balai Penelitian Tanah, 2009).

Pemberian *biochar* dapat memberikan hasil yang lebih baik saat panen, seperti yang tertera pada Tabel 3 tentang respon pemberian *biochar* sekam padi terhadap hasil panen tanaman sawi pakcoy.

Tabel 3. Respon pemberian biochar sekam padi terhadap tanaman sawi pakcoy

Variabel	Hasil
Jumlah Daun (Helai)	7 – 11
Berat Kering pakcoy (gram/tanaman)	1,50 – 2,30
pH Tanah	6,35 – 6,71

Sumber : Akmal, 2019

2.4. Kulit Kakao

Tanaman coklat atau yang biasa disebut kakao (*Theobroma cacao* L.) berasal dari famili Malvaceae. Kakao memiliki berbagai manfaat untuk manusia, bukan hanya bisa dikonsumsi tapi bisa juga diolah menjadi sediaan farmasi. Banyak orang yang sudah membudidayakan tanaman kakao, yaitu untuk pemanfaatan pada buah dan juga bijinya. Kulit buah kakao belum dimanfaatkan secara optimal bahkan sebagian besar masih merupakan limbah perkebunan kakao karena hanya dikumpulkan pada lubang kemudian ditimbun. Limbah tersebut menjadi suatu masalah yang serius yaitu menimbulkan penyakit inokulum yang signifikan bila digunakan sebagai pupuk kompos pada tanaman dan bersifat toksik bila digunakan sebagai pakan ternak. Untuk itu perlu dicari cara pemanfaatan kulit buah kakao yang lebih efisien dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Puslitkoka, 2005).

Tanaman kakao memiliki nama latin *Theobroma cacao* L. atau biasa kita sebut dengan tanaman coklat. Kakao merupakan tanaman yang tumbuh banyak di dataran tropis (Roesmanto & Joko, 1991). Kakao secara umum adalah tumbuhan

menyerbuk silang dan memiliki inkompabilitas sendiri. Buah tumbuh dari bunga yang diserbuki. Ukuran buah juga jauh lebih besar dibandingkan dengan bunganya, dengan bentuk bulat memanjang ataupun oval. Warna buah berubah – ubah sesuai dengan tingkat kematangan. Sewaktu muda berwarna hijau hingga ungu (Gambar 4), apabila telah memasuki proses kematangan buah kulit luar pada buah kakao dapat berwarna kuning (Gambar 5). Berdasarkan data dari BPS mencatat bahwa pada periode Januari – Oktober 2019 tercatat volume impor biji kakao di Indonesia mencapai 207.131 ton, naik 0,43% dibandingkan periode yang sama pada tahun 2018 yang berjumlah 206.234 ton. Hal ini membuat Indonesia menjadi salah satu negara pengimpor biji kakao terbesar di dunia.



Gambar 4. Pohon Kakao

Buah kakao akan menghasilkan limbah kulit kakao sebesar 75%. Kandungan hara mineral kulit buah kakao cukup tinggi, khususnya hara Kalium dan Nitrogen. Dilaporkan bahwa 61% dari total nutrient buah kakao disimpan di dalam kulit buah. Penelitian yang dilakukan oleh Loppies (2016) menunjukkan bahwa untuk mendapatkan arang kulit buah kakao yang berkualitas adalah dengan suhu pembakaran sebesar 350°C selama 2 - 3 jam dari bobot bahan baku kulit seberat 4

– 5 kg. Arang yang dihasilkan dari proses pirolisis pada suhu 350°C memiliki nilai kalor optimum sebesar 6.500 – 7.600 kal/kg, total karbon (C) 42,57 – 45,53 %, volatile meter 30,14 – 32,98 %, kadar abu 16,21 – 16,22 %, dan kadar air 6,25 – 8,44%.



Gambar 5. Kulit Buah kakao

Berdasarkan hasil penelitian Nurida (2017) data menunjukkan bahwa tingkat persentase kandungan sifat kimia *biochar* berbahan dasar kulit kakao lebih besar dibandingkan *biochar* berbahan dasar sekam padi dapat dilihat pada Tabel 4. Alat yang digunakan untuk membuat *biochar* adalah *Adam Retort Kiln* (ARK) yang dirancang oleh Adam (2009) dengan suhu pembakaran sekitar 250–300°C (rata-rata 300°C).

Tabel 4. Kandungan sifat kimia biochar kulit buah kakao dan sekam padi

Parameter	Biochar	
	Kulit buah kakao	Sekam padi
pH H ₂ O	9,70	9,00
C (%)	35,14	33,07
N (%)	1,09	0,69
P ₂ O ₅ (%)	0,87	0,42
K ₂ O (%)	10,45	1,58
CaO (%)	4,08	5,47
MgO (%)	3,39	5,54
KTK cmol (+) kg ⁻¹	21,50	20,17
Fe (ppm)	2435,00	1611,00

Sumber : Nurida dkk., 2017

Kulit buah kakao sendiri memiliki banyak sekali kandungan unsur hara (Tabel 5) yang terkandung di dalamnya sehingga mampu membuat pertumbuhan tanaman semakin baik. Terdapat unsur N, P dan K yang terkandung di dalam kulit kakao sehingga sangat bagus apabila digunakan sebagai pengganti pupuk untuk tanaman sawi pakcoy.

Tabel 5. Kandungan hara kulit kakao

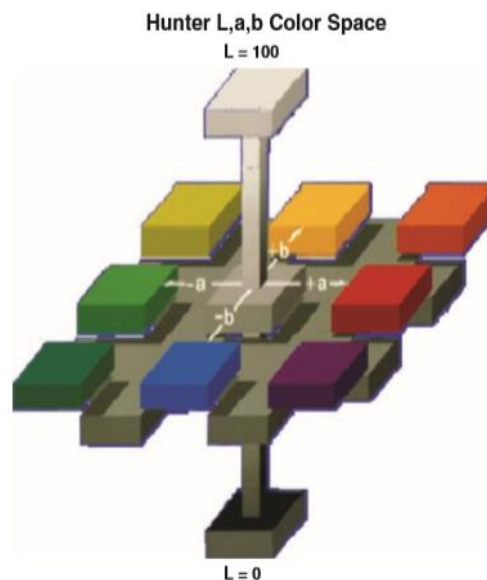
Variabel	kulit kakao
C (%)	33,710
N (%)	1,300
P (%)	0,186
K (%)	5,500
CaO (%)	0,230
MgO (%)	0,590
C/N	25,930
C/P	181,230

Sumber : Sudirja, 2005

2.5. Pengukuran Warna

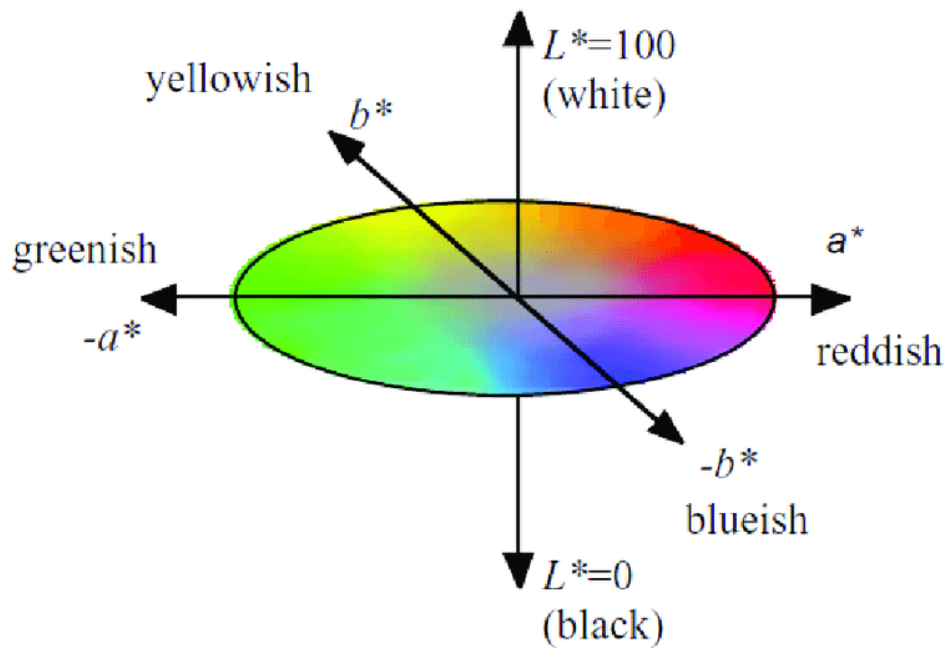
CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) merupakan komisi internasional tentang penerangan yang berhubungan dengan warna dan pengukuran warna. Standar pengukuran warna pertama kali ditetapkan oleh CIE pada tahun 1931. Pada tahun pada tahun 1940 Richard S. Hunter, Deane B. Judd, dan Henry, mengembangkan instrumen pengukuran warna untuk mempermudah membandingkan nilai warna yang disebut dengan *The hunter color solid* (Gambar 6). The hunter color solid pertama kali diperkenalkan pada tahun 1942, dimana :

- L : Menunjukkan kecerahan
- a : Warna merah menunjukkan nilai a(+), sedangkan warna hijau adalah nilai a(-)
- b : Warna kuning menunjukkan nilai b(+), sedangkan warna hijau adalah nilai b(-)



Gambar 6. Diagram The Hunter Colors Solid

Kemudian pada tahun 1976 sistem Lab dikembangkan untuk memberikan jarak warna yang lebih seragam, yang dinamakan dengan CIE $L^* a^* b^*$ atau CIELAB, diagram CIE LAB dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram CIELAB colors space

Pada skala warna CIELAB terdapat nilai delta yang menunjukkan seberapa besar perbedaan standar dan sampel satu sama lain dalam L^* , a^* , dan b^* . Nilai delta digunakan untuk menentukan kualitas warna yang sesuai dengan standart yang diinginkan. Toleransi diatur pada penentuan nilai delta, nilai delta yang berada diluar toleransi menunjukkan bahwa terdapat banyak perbedaan antara sample dan standar yang telah ditentukan. Perbedaan warna total atau ΔE^* merupakan nilai yang menunjukkan perbedaan antara L^* , a^* , dan b^* sample dari standar yang telah ditentukan. Untuk mencari ΔL^* , Δa^* , dan Δb^* dapat digunakan persamaan, sebagai berikut:

$$\Delta L^* = L^*_{\text{sample}} - L^*_{\text{standar}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{sample}} - a^*_{\text{standar}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{sample}} - b^*_{\text{standar}}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Dengan keterangan :

L^* : merupakan kecerahan dengan nilai (0-100), 0 menunjukkan hitam dan 100 menunjukkan putih.

a^* : (+80, -80) nilai $a^*(+)$ menunjukkan warna merah dan $a^*(-)$ warna hijau.

b^* : (+80, -80) nilai $b^*(+)$ menunjukkan warna kuning dan $b^*(-)$ warna biru (S. Suzanne, 2017).

Untuk menentukan perbedaan warna pada ΔE^* dari sampel berdasarkan standar yang ditetapkan, dapat menggunakan lima tingkatan perbedaan yang dapat dilihat oleh mata manusia, yaitu :

- a. Jika $0 < \Delta E^* < 0,5$, maka perbedaan warna tidak dapat dilihat.
- b. Jika $1,5 < \Delta E^* < 3,0$, maka perbedaan warna hampir tidak terlihat.
- c. Jika $3,0 < \Delta E^* < 6,0$, maka perbedaan warna hampir terlihat.
- d. Jika $6,0 < \Delta E^* < 12,0$, maka perbedaan warna terlihat.

Jika $\Delta E^* > 12,0$, maka perbedaan warna sangat terlihat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember sampai Februari 2020 di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tong, pot dengan diameter atas 20 cm, tinggi 17 cm, dan diameter bawah 15 cm, timbangan duduk, timbangan analitik, mistar, colorimeter, gelas ukur, oven, sekop, kamera (handphone), alat tulis dan buku catatan. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah ultisol, arang sekam, limbah kulit kakao, biochar kulit kakao, bibit sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*), pupuk urea dan air.

3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor pertama yaitu dosis biochar yang akan digunakan, terdiri dari :

1. B0 tanpa menggunakan biocha.
2. B1 menggunakan biochar kulit kakao 62 g/tanaman (2,08 %)
3. B2 menggunakan biochar kulit kakao 125 g/tanaman (4,16 %).
4. B3 menggunakan biochar kulit kakao 187 g/tanaman (6,23 %).

Faktor kedua yaitu dosis pupuk urea yang akan digunakan, terdiri dari :

1. P0 tanpa menggunakan pupuk urea.
2. P1 menggunakan pupuk urea 0,46 g/tanaman (0,015 %)
3. P2 menggunakan pupuk urea 0,93 g/tanaman (0,031 %)
4. P3 menggunakan pupuk urea 1,40 g/tanaman (0,046 %)

Pada faktor di atas, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga terdapat 48 sampel percobaan. Kadar air tanah yang digunakan dalam keadaan 80 - 100% field capacity.

Pengambilan dosis biochar ini mengacu pada penelitian Campos et al (2021) yang menggunakan dosis *biochar* dari 2 %w/w (rendah), 5 %w/w (sedang) dan 10 %w/w (tinggi). Sedangkan, penambahan pupuk urea ini mengacu pada penelitian Kurniawan (2021) dengan menggunakan dosis 0,6 g/tanaman (0,02 %) – 1,8 g/tanaman (0,06 %) dapat meningkatkan hasil dari produksi pada tanaman sawi pakcoy.

Tabel 6. Kombinasi RAL Faktorial

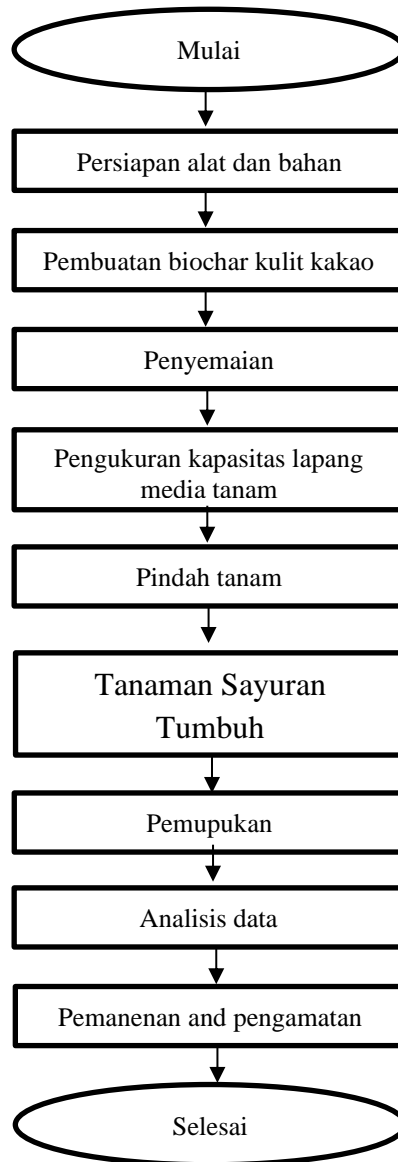
Perlakuan <i>biochar</i>	Perlakuan pupuk urea			
	P0	P1	P2	P3
B0	B0P0	B0P1	B0P2	B0P3
B1	B1P0	B1P1	B1P2	B1P3
B2	B2P0	B2P1	B2P2	B2P3
B3	B3P0	B3P1	B3P2	B3P3

Tabel 7. Tata Letak Percobaan Dengan Tambahannya Ulangan Pada Perlakuan

1	B3P1U2	B0P1U3	B3P3U3
2	B1P3U2	B3P0U2	B0P0U1
3	B2P2U3	B0P2U1	B3P3U2
4	B2P1U2	B0P0U3	B3P1U1
5	B2P3U2	B2P1U1	B0P0U2
6	B0P3U3	B1P0U1	B0P3U1
7	B1P2U1	B0P1U2	B2P2U1
8	B1P2U2	B3P3U1	B2P0U1
9	B3P2U1	B1P1U2	B2P3U1
10	B1P1U3	B1P0U2	B1P1U1
11	B2P1U3	B2P0U2	B3P0U3
12	B1P3U1	B3P1U3	B0P3U2
13	B1P3U3	B3P2U3	B2P2U2
14	B2P0U3	B2P3U3	B3P0U1
15	B1P0U3	B0P1U1	B3P2U2
16	B0P2U2	B1P2U3	B0P2U3

3.4. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan berurutan sesuai yang tertera pada diagram alir penelitian (Gambar 8), lalu penjelasan tentang pelaksanaan penelitian secara terperinci dijelaskan pada sub-sub bab setelah diagram alir penelitian.



Gambar 8. Diagram alir penelitian.

3.4.1. Penentuan Dosis *Biochar* kulit kakao dan Pupuk urea

Penentuan dosis *biochar* dan pupuk urea dilakukan dengan cara menentukan dosis yang ingin digunakan, langkah selanjutnya adalah menentukan bobot top soil tanah yang selanjutnya digunakan untuk mencari nilai persentase dosis *biochar* dan pupuk urea yang ingin digunakan pada lahan berskala luas. Langkah awal yang dilakukan adalah mengukur volume solum tanah dengan cara mengalikan luas lahan dengan ketebalan *top soil* tanah dengan asumsi nilai ketebalan *top soil* tanah adalah 8 inci, nilai ketebalan top soil tanah ini sesuai dengan pendapat Darmody, (2009) yang menyatakan bahwa *top soil* adalah lapisan tanah paling atas dan terluar, biasanya memiliki ketebalan 2 hingga 8 inci. Selanjutnya adalah mengukur bobot top soil tanah dengan cara mengalikan volume solum tanah dengan *bulk density* tanah dengan asumsi nilai *bulk density* sebesar $1,1 \text{ g/cm}^3$, nilai *bulk density* yang digunakan didapat dari penelitian yg dilakukan oleh Harahap, (2021) yang menyatakan bahwa nilai *bulk density* pada tanah ultisol sebesar $1,02 - 1,1 \text{ gr/cm}^3$.

Setelah mendapatkan bobot *top soil*, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai persentase dosis *biochar* dan pupuk urea yang ingin digunakan pada lahan berskala luas. Hal ini bisa dilakukan dengan cara membagi dosis rekomendasi *biochar* kulit kakao atau dosis rekomendasi pupuk urea dengan bobot *top soil* lalu dikalikan 100% sehingga memiliki hasil dengan satuan %. Hasil dari perhitungan ini yaitu untuk dosis pupuk urea pada P1 sebesar 0,015 %, P2 sebesar 0,031 %, dan P3 0,046 %. Sedangkan pada dosis *biochar* untuk B1 sebesar 2,08 %, B2 sebesar 4,16 %, dan B3 sebesar 6,23 %. Hasil perhitungan ini tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh Martinsen (2015) yang menyatakan bahwa dosis *biochar* 1 %/ha setara dengan dosis *biochar* 139,25 ton/ha. Perbedaan bisa terjadi karena perbedaan kecil pada asumsi ketebalan top soil dan nilai *bulk density*.

3.4.2. Pembuatan *Biochar* kulit kakao

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan cara mengecilkan ukuran kulit kakao yang selanjutnya dibakar di dalam wajan tertutup (Lampiran Gambar 24) selama 1,4 jam untuk 3 kg kulit kakao. Setelah itu *biochar* ditumbuk dan diayak pada mesh 20.

3.4.3. Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan adalah jenis ultisol yang mengandung unsur hara rendah, hal ini bertujuan untuk melihat efek yang diberikan dari perlakuan dosis *biochar* dan dosis pupuk. Tanah dijemur selama 5 - 7 hari, tanah lalu diayak untuk memisahkan dari batuan dan gulma yang masih menempel pada tanah.

Selanjutnya tanah dimasukkan kedalam pot dengan diameter atas 20 cm, tinggi 17 cm, dan diameter bawah 15 cm sebanyak 3kg (Lampiran Gambar 25), lalu dicampur *biochar* kulit kakao sesuai dengan dosis perlakuan yang ingin digunakan yaitu tanpa penambahan *biochar* (B0), penambahan 62 g/tanaman (B1), penambahan 93 g/tanaman (B2) dan penambahan 125 g/tanaman (B3).

3.4.4. Penyemaian

Penyemaian sawi pakcoy dilakukan di nampan yang berisi arang sekam (Lampiran Gambar 26). Penyemaian dilakukan dengan cara menaburkan benih sawi pakcoy pada arang sekam, lalu dilakukan penyemprotan sebanyak 2 kali sehari. Penyemaian dilakukan selama 2 minggu hingga muncul 3 - 5 daun sejati.

3.4.5. Pengukuran Kapasitas Lapang Media Tanam

Pengukuran kapasitas lapang ini dilakukan dengan cara memberikan air pada tanah yang sudah kering udara dalam pot sampai kondisi jenuh lalu didiamkan selama 24 jam dengan tujuan untuk melihat kemampuan tanah dalam menahan

air. Tanah ditimbang berat awal sebelum dan sesudah dikeringkan lalu ditimbang lagi berat jenuhnya setelah diairi selama 24 jam. Berat jenuh tanah akan dijadikan sebagai patokan atau batasan untuk pemberian air pada tanaman. Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengukur berat awal tanah kering udara, dioven selama 24 jam menggunakan suhu 105°C selanjutnya diukur berat akhir tanah yang sudah dioven (Lampiran Gambar 27).

3.4.6. Pemupukan

Pemupukan dilakukan dalam empat perlakuan yaitu tanpa pemberian pupuk (P0), pemberian pupuk sebanyak 0,31 g/tanaman (P1), 0,78 g/tanaman (P2) dan 1,25 g/tanaman (P3). Pemberian pupuk ini dilakukan dengan cara membagi dosis pupuk dan diberikan sebanyak 2 kali (Lampiran Gambar 28), yaitu pada saat 14 HST dan 21 HST.

3.4.7. Pindah Tanam

Bibit pakcoy yang sudah berumur 2 minggu dipindahkan ke dalam pot pada sore hari pukul 17.00 WIB. Penanaman pakcoy dilakukan pada lahan dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm, dalam satu pot berdiameter 20 cm ditanami 1 tanaman sawi pakcoy (Lampiran Gambar 29). Tata letak tanaman disesuaikan dengan tata letak percobaan.

3.4.8. Pemeliharaan Tanaman

Kegiatan pemeliharaan meliputi :

1) Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali dalam sehari (Gambar 30), yaitu pagi sejak pukul 07.00 – 09.00 WIB dan sore pukul 16.00 – 17.00 WIB. Diairi sesuai dengan kehilangan air pada tanaman atau dikembalikan sesuai dengan kapasitas lapang tanah (Lampiran Tabel 48).

2) Pengendalian OPT

Pengendalian OPT dilakukan setiap hari dengan cara manual yaitu OPT yang ada pada tanaman dan sekitar tanaman diambil lalu di buang, jika tidak dapat ditangani secara manual maka langkah selanjutnya menggunakan pestisida yang mudah terurai seperti pestisida nabati.

3.4.9. Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 30 – 42 hari setelah tanam (Lampiran Gambar 31). Waktu panen yang baik adalah pagi hari agar tanaman tidak mengalami kelayuan akibat suhu udara yang panas.

3.5. Variabel Pengamatan

Penelitian ini mencakup beberapa variabel pengamatan seperti parameter biochar, parameter tanah dan parameter pertumbuhan. Pada parameter pertumbuhan di bagi menjadi 3 bagian yaitu pengamatan harian, pengamatan mingguan dan pengamatan saat panen.

3.5.1. Parameter Biochar

Analisis *biochar* dilakukan dengan mengacu pada literatur – literatur tentang biochar, kulit kakao dan *biochar* kulit kakao yang selanjutnya dianalisis dengan hasil produksi tanaman sawi pakcoy.

3.5.2. Parameter Tanah

Kondisi tanah tentunya akan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Analisis yang dilakukan pada parameter tanah meliputi pH, tekstur, kandungan N-total, P-total, K-dd, C-organik, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Analisis tanah akan dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.5.3. Parameter Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan dibagi menjadi 3, sesuai dengan pembagian pengamatan yaitu pengamatan harian, pengamatan mingguan dan pengamatan setelah panen. Dari setiap pengamatan memiliki parameter yang berbeda beda.

A. Pengamatan Harian

Pengamatan harian yang dilakukan yaitu mengukur kehilangan air pada tanaman dengan cara menimbang menimbang media tanam, lalu media tanam akan diairi sesuai dengan jumlah kehilangan air atau dikembalikan ke kondisi 80-100% *field capacity* (Lampiran Tabel 48).

B. Pengamatan Mingguan

Adapun pengamatan mingguan yang dilakukan meliputi :

a) Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dengan cara mengukur dari batas permukaan tanah sampai di bagian ujung daun yang paling tinggi menggunakan penggaris.

b) Jumlah daun per tanaman (helai)

Jumlah daun yang dihitung adalah daun yang sudah terbuka sempurna.

c) Lebar daun per tanaman (cm)

Lebar daun dihitung pada sampel daun terlebar pada setiap tanaman menggunakan penggaris.

d). Warna daun

Perubahan warna pada daun dianalisis setiap minggu menggunakan metode kolorimetri. Pengukuran dilakukan menggunakan colorimeter (AMT 507, China). Analisis perubahan warna daun dihitung dari nilai ΔE .

e). Luas *canopy* (cm²)

Pengamatan diameter *canopy* dilakukan dengan cara mengukur lebar kanopi dari yang paling ujung kanan sampai sebelah kiri dengan menggunakan penggaris siku sebagai pembatas yang diletakkan disamping tanaman dan difoto dari atas menggunakan aplikasi *Canopy Cover Free* pada *smartphone*.

C. Pengamatan Saat Panen

Adapun pengamatan yang dilakukan saat panen yaitu :

a) Bobot total segar per pot (gram)

Bobot total tanaman per pot yang diukur dengan cara menimbang seluruh tanaman sawi pakcoy yang dalam pot.

b) Bobot brangkasan atas segar (gram)

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

c) Bobot brangkasan bawah segar (gram)

Bobot akar yang diukur dengan cara menimbang akar saat panen.

d) Bobot brangkasan atas kering (gram)

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

e) Brangkasan bawah kering (gram)

Bobot akar kering yang diukur dengan cara menimbang akar setelah dikeringkan.

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

Produktivitas air tanaman adalah perbandingan antara produk yang dihasilkan dengan jumlah air yang diberikan pada tanaman, dengan satuan kg hasil per m^3 .

g) Produktivitas pupuk (%)

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

3.6. Analisa Data

Dalam memudahkan pembaca memahami penelitian yang dilakukan, data yang diperoleh seperti tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, lebar daun per tanaman, warna daun, diameter canopy, kadar air tanah jenuh, bobot total segar per polybag, bobot brangkasan atas segar, bobot brangkasan bawah segar, bobot brangkasan atas kering, bobot brangkasan bawah kering, produktivitas air tanaman dan produktivitas pupuk, kemudian dianalisa dengan metode analisis

ragam menggunakan program aplikasi (SAS) dan apabila terdapat perbedaan rata-rata antar perlakuan pada uji *analysis of variance* (ANOVA), maka akan dilanjutkan ke uji beda nyata terkecil (BNT) untuk menentukan apakah rata-rata antar perlakuan berbeda secara statistik atau tidak.

3.6.1. Analisis Sidik Ragam

Perlakuan dikatakan berpengaruh nyata apabila nilai F-hitungnya lebih besar dari F-tabel 5% ; dan dikatakan berpengaruh sangat nyata apabila nilai F-hitungnya lebih besar dari nilai F-tabel 1%, sedangkan dikatakan tidak berpengaruh apabila nilai F- hitungnya lebih kecil dari F-tabel 5%. Pada penelitian ini apabila dari hasil uji menunjukkan ada pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNT pada taraf 5% menggunakan aplikasi SAS.

3.6.2. Perhitungan dan Pengukuran

Perhitungan dan pengukuran ini diperlukan untuk mencari hasil dari parameter yang ingin diamati. Terdapat beberapa hal yang diukur menggunakan rumus dalam penelitian ini seperti produktivitas air tanaman, produktivitas pupuk tanaman dan kadar air tanah dengan basis tanah kering.

a) Produktivitas Air Tanaman

Produktivitas air tanaman dapat dihitung dengan :

$$\text{Produktivitas Air} = \frac{\text{Hasil Produksi (kg)}}{\text{Jumlah air yang diberikan (m}^3\text{)}} \dots\dots\dots(1)$$

b) Produktivitas Pupuk Tanaman

Produktivitas pupuk tanaman dapat dihitung dengan :

$$\text{Produktivitas Pupuk} = \frac{\text{Hasil Produksi (g)}}{\text{Jumlah pupuk yang diberikan (g)}} \dots\dots\dots(2)$$

c) Kadar Air Tanah Dengan Basis Tanah Kering

Kadar air tanah dengan basis tanah kering dapat dihitung dengan :

$$w = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

w = Kadar air (%)

w₁ = BB Tanah + cawan (gr)

w₂ = BK Tanah + cawan (gr)

w₃ = berat cawan (gr)

(w₁-w₂) = berat air (gr)

(w₂-w₃) = berat tanah kering (gr)

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian *biochar* menunjukkan perbedaan signifikan terhadap parameter pH tanah, tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, luas kanopi, warna daun, konsumsi air, bobot segar, brangkasan atas segar, brangkasan bawah segar, brangkasan bawah kering, brangkasan atas kering, produktivitas air, dan produktivitas pupuk.
2. Dosis pupuk urea menunjukkan perbedaan signifikan pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, lebar daun, luas kanopi, produktivitas air, produktivitas pupuk, bobot segar, bobot brangkasan atas segar, bobot brangkasan bawah segar, bobot brangkasan kering total dan bobot brangkasan atas kering.
3. Interaksi faktor dosis *biochar* dengan dosis pupuk urea menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap parameter warna daun, luas kanopi, konsumsi air, produktivitas pupuk, bobot segar dan brangkasan atas segar.
4. Berdasarkan pertumbuhan vegetatif tanaman dan hasil panen tanaman sawi pakcoy, interaksi terhadap faktor dosis *biochar* kulit kakao dengan dosis pupuk urea yang paling optimal adalah *biochar* dengan dosis 46,49 ton/ha atau 62 g/tanaman dengan dosis pupuk urea 1,02 ton/ha atau 1,40 g/tanaman.

5. Pemberian *biochar* kulit kakao dengan dosis 46,49 ton/ha atau 40 g/tanaman dapat mengurangi pemberian dosis pupuk urea yaitu 1,02 ton/ha menjadi 0,692 ton/ha.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, *biochar* kulit kakao yang digunakan berukuran < 2 mm yang diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman dan hasil produksi sawi pakcoy. Selanjutnya, disarankan untuk menggunakan berbagai macam ukuran partikel *biochar* untuk pengaplikasian *biochar* pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S. (2020). *Pengaruh Aplikasi Biochar Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Efisiensi Penggunaan Pupuk urea Pada Produksi Tanaman Sawi Hijau (Brassica rappa var. parachinesis L.)*. Universitas Lampung.
- Akmal, S., & Simanjuntak, B.H. (2019). Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *Chinensis*). *Jurnal Ilmu Pertanian AGRILAND*, 7(2), 168–174.
- Asmara, A.A.G.P.A., Atmaja, I.W.D., Suwastika, A.A.N.G., & Kesumadewi, A. A.I. (2021). Pengaruh Ukuran Biochar Bambu dan Dosis Pupuk urea terhadap Efisiensi Pupuk dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 11(2), 157. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2021.v11i02.p05>
- Asyifa, D., Gani, A., & Rahmayani, I.F.R. (2019). Karakteristik Biochar hasil Pirolisis Ampas Tebu (*Sacharum Officinarum*, Linn) dan Aplikasinya Pada Tanaman Seledri (*Apium Graveolens* L. *Jurnal IPA Dan Pembelajaran IPA*, 3(1), 15–20.
- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Laporan Akhir Penelitian Formulasi Pembenahan Tanah Berbahasan Baku Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah, Retensi Air, dan Produktivitas Tanaman >25% pada Lahan Kering Terdegradasi*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Cahyono, B. (2003). *Teknik dan Strategi Sawi Hijau (Pat-Tsai)*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Campos, P. Knicker, H. Lopez, R. (2021). Application of Biochar Produced from Crop Residues on Trace Elements Contaminated Soils: Effects on Soil Properties, Enzymatic Activities and *Brassica rapa* Growth. *Agronomy*, 11(7), 1394.
- Darmawijaya, & Isa, M. (1997). *Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*. Universitas Gajah Mada.
- Darmody, R.G., Daniels, W.L., Marlin, J.C., & Cremeens, D.L. (2009). Topsoil: What Is It And Who Cares. *Journal American Society of Mining and Reclamation*, 2009(1), 237–269. <https://doi.org/10.21000/JASMR09010237>

- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2017). *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Hortikultura*. Kementerian Pertanian.
- Domingues, R.R., Trugilho, P.F., Silva, C.A., Melo, I.C.N.A. de, Melo, L.C.A., Magriotis, Z.M., & Sánchez-Monedero, M.A. (2017). Properties of biochar derived from wood and high-nutrient biomasses with the aim of agronomic and environmental benefits. *PLOS ONE*, 12(5).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176884>
- Endriani, Sunarti, & Ajidiman. (2013). Pemanfaatan Biochar Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Soil Amendment ultisol Ssungai Bahar-Jambi. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 15(1), 39–45.
- Erawan. (2013). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk urea. *Agroteknos*, 3(1).
- Gani dan Anischan. (2009). Potensi Arang Hayati (Biochar) Sebagai Bahan Pembentuk Tanah. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), 33–44.
- Gardner. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Indonesia University Press.
- Harahap, F.S., Oesman, R., Fadhillah, W., dan Nasution, A.P. (2021). Penentuan Bulk Density ultisol Di Lahan Praktek Terbuka Universitas Labuhanbatu. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 56.
<https://doi.org/10.35329/agrovital.v6i2.1913>
- Hardjowigeno, S. (2003). *Ilmu Tanah*. PT. Mediatama Sarana Perkasa.
- Hariyadi, B.W., Ali, M., & Nurlina, N. (2017). Damage Status Assessment Of Agricultural Land As A Result Of Biomass Production In Probolinggo Regency East Java. *ADRI International Journal Of Agriculture*, 1(1).
- Haryanto, E., Sunarjono, H., & Rahayu, E. (2006). *Sawi dan Selada* (9th ed.). Penebar Swadaya.
- 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*, 15(1), 42–50.
- Jumin, H.B. (2002). *Dasar-Dasar Agronomi*. Raja Grafindo Persada.
- Kimetu, J.M., Lehmann, J., Ngoze, S.O., Mugendi, D.N., Kinyangi, J.M., Riha, S., Verchot, L., Recha, J.W., & Pell, A.N. (2008). Reversibility of Soil Productivity Decline with Organic Matter of Differing Quality Along a Degradation Gradient. *Ecosystems*, 11(5), 726–739.
<https://doi.org/10.1007/s10021-008-9154-z>
- Kurniawan, D. (2021). *Pengaruh Penambahan biochar tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan variasi suhu pembakaran terhadap efisiensi penggunaan pupuk urea pada budidaya tanaman pakcoy (brassica rappa L)*. Universitas Lampung.
- Laufer, J., & Tomlinson, T. (2013). *Biochar Field Studies: An IBI Research Summary*. International Biochar Initiative.

- Lehmann, Czimczic, C., Laird, D., Sohi, & Saran. (2009). Stability of biochar in soil. *Biochar For Environmental Management Science And Technology*, 11(1), 183–206.
- Lingga, P., & Marsono. (2007). *Petunjuk Penggunaan Pupuk (Revisi)*. Penebar Swadaya.
- Lopez, C., Krull, E., & Bol, R. (2009). *Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Biochar dari Sludge Biogas pada Proses Aktivasi*. Universitas Brawijaya.
- Loppies, J.E. (2016). *Karakteristik Arang Kulit Buah kakao Yang Dihasilkan Dari Berbagai Kondisi Pirolisis*. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan.
- Mackinnon, K., Hatta, G.M., Halim, H., & Mangalik, A. (1996). *The Ecology of Kalimantan. Indonesian Borneo* (Periplus, Vol. 3). Delhousie University.
- Maguire, R.O., & Agblevor, F. (2010). *Biochar in Agricultural Systems. College of Agriculture and Life Science*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Martinsen, V., Alling, V., Nurida, N., Mulder, J., Hale, S., Ritz, C., Rutherford, D., Heikens, A., Breedveld, G., & Cornelissen, G. (2015). PH effects of the addition of three biochars to acidic Indonesian mineral soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(5), 821–834.
<https://doi.org/10.1080/00380768.2015.1052985>
- Mateus, R., Kantur, D., & Moy, D.L.M. (2017). *Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pembenh Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering*. 10.
- Mukome, F.N.D., Zhang, X., Silva, L.C.R., Six, J., & Parikh, S.J. (2013). Use of chemical and physical characteristics to investigate trends in biochar feedstocks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(9), 2196–2204.
- Munawar, A. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press.
- Notohadiprawiro, T. (1973). The Relationships of Consistency Indices to Some Other Properties o Red-yellow Podzlic Soil of Indonesia. *Proceeding of the Second Asean Soil Conference*, 2(1), 1–17.
- Novak, J.M., Lima, I.M., Xing, B., Gaskin, J.W., Steiner, C., Das, K.C., Ahmedna, M., Rehrh, D., Watts, D.W., Busscher, W.J., & Schomberg, H. (2009). Charcaterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of Environmental Science*, 3, 195–206.
- Nur, S., & Thohari. (2005). *Tanggap Dosis Nitrogen dan Pemberian Berbagai Macam Bentuk Bolus Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (Allium Ascalonicum L)*. Dinas Pertanian Kabupaten Brebes.
- Nurida, N.L. (2017). *Pemanfaatan Biochar Kulit Buah kakao Dan Sekam Padi Untuk Meningkatkan Produktivitas Padi Sawah Di ultisol Lampung*.

- Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 69.
<https://doi.org/10.21082/jpftp.v20n1.2017.p69-80>
- Nurida, N.L., Dariah, A., & Rachman, A. (2008). *Kualitas Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Pembuat Biochar untuk Rehabilitasi Lahan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Prasasti, D., Prihasanti, E., & Izzati, M. (2014). *Perbaikan Kesuburan Tanah Liat Dan Pasir Dengan Penambahan Kompos Limbah Sagu Untuk Produktivitas Tanaman Sawi pakcoy (Brassica Rapa Subsp. Chinensis L.)*. Universitas Diponegoro.
- Prasetyo, B.H., Subardja, D., & Kaslan, B. (2005). ultisol dari Bahan Volkan dan Exitic di Lereng Bawah Gunung Ungaran. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 23, 1–12.
- Purba, D.W. (2017). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi pakcoy (brassic rapa subsp. Chinensis L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik DOFOSF G-21 dan Air Kelapa Tua. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 21(1), 8–19.
- Puslitkoka. (2005). *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Agromedia Pustaka.
- Rawat, J., Saxena, J., & Sanwal, P. (2019). Biochar: A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties. In V. Abrol & P. Sharma (Eds.), *Biochar—An Imperative Amendment for Soil and the Environment*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82151>
- Rizqiani, F.N., Ambarwati, E., & Yuwono, N.W. (2007). Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*) Dataran Rendah. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 7(1), 43–53.
- Roesmanto, & Joko. (1991). *Kakao Kajian Sosial Ekonomi*. Aditya Media.
- Santi. (2016). *Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Kapur pada Tanah ultisol dan Efeknya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai*. Universitas Sumatera Utara.
- Sarif, P., Hadid, A., & Wahyudi, I. (2015). Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk urea. *Agrotekbis*, 3(5), 585–591.
- Sarwono, R. (2016). Biochar Sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Sifat Tanah, dan Mencegah Pemanasan Global: Tinjauan. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(1), 79–90.
- Semita, I.K., Sujana, I.P., & Suryana, I.M. (2017). Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) Pada Lahan Yang Tercemar Limbah Cair Di Subak Cuculan Desa Kepaon. *Agrimeta*, 7(14), 5.
- Septiyani, E. (2019). *Pengaruh Karakteristik Fisika dan Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Sawi di Desa Bahway Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat*. UIN Raden Intan.

- Setiawan, A. (2014). *Budidaya pakcoy*. Institut Pertanian Bogor.
- Soepraptohardjo, M., & Ismangun. (1980). *Classification of Red Soils in Indonesia by the Soil Research Institute*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Soil Survey Staff. (2010). *Keys To Soil Taxonomy: Eleventh Edition*. USDA and National Resource Conservation Services.
- Sudirja, R., Solihin, M.A., & Rosniawaty, S. (2005). *Pengaruh Kompos Kulit Buah kakao dan Kascing Terhadap Perbaikan Beberapa Sifat Kimia Fluventic Eutrudepts*. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran.
- Suwardji, Utomo, W.H., & Sukartono. (2012). Kemantapan Agregat Setelah Aplikasi Biochar Di Tanah Lempung Berpasir Pada Pertanaman Jagung Di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Buana Sains*, 12(1), 61–68.
- Tando, E. (2018). Review: Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen. *Buana Sains*, 18(2), 171–180.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarmo, L., & Fajar, M. (2016). Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. *Parachinensis* L.) Hidroponik di Dalam Greenhouse Terkontrol. *Jurnal AGRITECH*, 36(1), 104–110.
- Verheijen, F.S., A.C Jeffery, Bastos, Van der Velde, M., & Diafas, I. (2010). *Biochar Application to Soils: A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Function*. Office for the Official Publications of the European Communities.
- Wahyudi. (2010). *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agromedia Pustaka.

LAMPIRAN

Tabel 8. Data Field Capacity

Perlakuan	Berat Tanam (gr)	Berat Jenuh (gr)	Perlakuan	Berat Tanam (gr)	Berat Jenuh (gr)
B0P0U1	3000	3605	B2P0U1	3000	3772
B0P0U2	3000	3804	B2P0U2	3000	3737
B0P0U3	3000	3793	B2P0U3	3000	3738
B0P1U1	3000	3758	B2P1U1	3000	3800
B0P1U2	3000	3815	B2P1U2	3000	3795
B0P1U3	3000	3794	B2P1U3	3000	3776
B0P2U1	3000	3800	B2P2U1	3000	3763
B0P2U2	3000	3700	B2P2U2	3000	3789
B0P2U3	3000	3715	B2P2U3	3000	3750
B0P3U1	3000	3784	B2P3U1	3000	3780
B0P3U2	3000	3806	B2P3U2	3000	3784
B0P3U3	3000	3800	B2P3U3	3000	3680
B1P0U1	3000	3800	B3P0U1	3000	3842
B1P0U2	3000	3791	B3P0U2	3000	3795
B1P0U3	3000	3762	B3P0U3	3000	3785
B1P1U1	3000	3790	B3P1U1	3000	3780
B1P1U2	3000	3805	B3P1U2	3000	3747
B1P1U3	3000	3800	B3P1U3	3000	3782
B1P2U1	3000	3795	B3P2U1	3000	3763
B1P2U2	3000	3756	B3P2U2	3000	3851
B1P2U3	3000	3600	B3P2U3	3000	3807
B1P3U1	3000	3806	B3P3U1	3000	3789
B1P3U2	3000	3795	B3P3U2	3000	3793
B1P3U3	3000	3783	B3P3U3	3000	3788

Tabel 9. Nilai pH tanah

Perlakuan	pH Awal	pH Akhir	Perlakuan	pH Awal	pH Akhir
B0P0U1	5	6	B2P0U1	5	8
B0P0U2	5	5	B2P0U2	5	9
B0P0U3	5	6	B2P0U3	5	7
B0P1U1	5	6	B2P1U1	5	9
B0P1U2	5	6	B2P1U2	5	10
B0P1U3	5	7	B2P1U3	5	9
B0P2U1	5	6	B2P2U1	5	8
B0P2U2	5	8	B2P2U2	5	9
B0P2U3	5	9	B2P2U3	5	8
B0P3U1	5	6	B2P3U1	5	7
B0P3U2	5	5	B2P3U2	5	9
B0P3U3	5	6	B2P3U3	5	8
B1P0U1	5	8	B3P0U1	5	7
B1P0U2	5	6	B3P0U2	5	10
B1P0U3	5	7	B3P0U3	5	9
B1P1U1	5	7	B3P1U1	5	11
B1P1U2	5	6	B3P1U2	5	10
B1P1U3	5	6	B3P1U3	5	10
B1P2U1	5	5	B3P2U1	5	10
B1P2U2	5	7	B3P2U2	5	7
B1P2U3	5	6	B3P2U3	5	9
B1P3U1	5	6	B3P3U1	5	8
B1P3U2	5	7	B3P3U2	5	9
B1P3U3	5	7	B3P3U3	5	8

Tabel 10. Data tinggi tanaman pakcoy diukur setiap interval 4 hari

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (cm)										Nilai akhir
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	34	
B0P0U1	9,4	11,8	11,1	12,0	11,7	11,6	12,5	13,6	12,0	11,5	11,5
B0P0U2	6,6	8,2	10,1	12,0	12,7	15,5	15,2	14,0	15,6	15,7	15,7
B0P0U3	9,0	9,1	11,1	13,0	14,2	16,5	17,0	12,7	17,0	14,5	14,5
B0P1U1	7,5	8,6	11,0	11,5	12,5	14,1	12,6	12,5	12,4	12,5	12,5
B0P1U2	8,1	9,1	10,0	10,9	12,0	14,7	14,7	16,4	17,6	18,5	18,5
B0P1U3	8,6	11,7	14,6	16,1	17,1	19,5	20,3	18,0	19,2	18,3	18,3
B0P2U1	8,0	8,8	10,2	11,2	14,3	15,1	15,6	15,1	16,0	17,1	17,1
B0P2U2	8,5	10,5	11,5	10,3	11,8	12,7	12,6	13,8	15,0	15,5	15,5
B0P2U3	9,5	10,8	12,0	14,4	15,5	15,5	17,3	17,3	21,0	22,0	22,0
B0P3U1	7,7	8,6	10,3	10,6	12,0	13,5	15,3	17,5	14,7	17,5	17,5
B0P3U2	8,3	9,5	12,1	14,2	16,3	16,6	15,7	15,3	16,0	16,0	16,0
B0P3U3	6,0	6,3	7,0	7,3	9,6	11,5	12,6	12,5	15,0	15,7	15,7
B1P0U1	8,6	10,0	11,8	15,2	16,5	16,1	16,0	15,1	17,0	15,5	15,5
B1P0U2	7,1	9,1	11,6	15,5	18,7	17,7	17,0	17,8	17,6	18,0	18,0
B1P0U3	7,7	9,3	12,0	11,2	14,3	15,0	18,1	18,2	19,8	19,8	19,8
B1P1U1	6,4	7,2	11,7	14,0	17,4	20,1	21,2	10,8	23,1	23,3	23,3
B1P1U2	9,4	11,0	15,0	17,6	21,6	20,3	20,0	20,1	21,0	22,5	22,5
B1P1U3	7,5	9,5	12,0	16,4	17,5	19,5	20,3	20,8	21,5	22,5	22,5
B1P2U1	8,4	9,8	13,2	15,1	18,7	19,8	24,6	22,2	24,4	25,0	25,0
B1P2U2	6,1	7,3	10,3	13,8	15,7	19,6	20,8	24,2	23,6	26,0	26,0
B1P2U3	8,5	9,4	13,4	16,6	19,0	20,9	23,0	23,2	25,6	24,0	24,0
B1P3U1	9,2	11,1	14,7	17,1	21,2	22,3	26,0	27,1	28,0	28,3	28,3
B1P3U2	6,6	8,1	10,9	15,2	16,7	19,3	19,6	20,6	23,5	22,5	22,5
B1P3U3	6,7	8,7	12,0	15,1	17,2	22,0	24,1	24,1	25,6	27,2	27,2
B2P0U1	6,2	8,0	8,7	10,0	11,3	12,4	11,0	19,1	11,0	14,0	14,0
B2P0U2	6,3	8,5	11,6	14,3	17,1	17,5	16,6	18,2	18,5	16,5	16,5
B2P0U3	8,5	9,6	13,4	15,8	18,3	17,8	17,7	15,7	18,0	18,2	18,2
B2P1U1	7,3	7,8	7,8	7,5	8,8	11,0	10,5	12,5	11,0	11,0	11,0
B2P1U2	8,5	9,5	10,5	11,7	14,2	15,7	16,4	15,9	17,5	17,5	17,5
B2P1U3	8,3	10,1	12,8	14,9	17,0	18,0	17,5	19,3	20,5	18,5	18,5
B2P2U1	9,1	9,4	11,2	13,6	15,8	16,7	16,9	13,5	20,0	21,5	21,5
B2P2U2	8,3	8,6	8,1	9,4	12,2	12,8	12,0	18,7	18,4	18,2	18,2
B2P2U3	8,0	9,5	10,3	11,6	13,4	16,9	17,1	18,2	18,8	18,5	18,5
B2P3U1	8,5	10	11,5	14,7	16,0	17,1	18,7	21,2	18,5	21,1	21,1
B2P3U2	8,2	9,6	12,6	14,7	17,5	20,3	21,4	22,3	21,0	22,3	22,3
B2P3U3	8,5	8,6	11,0	11,6	14,0	15,2	16,1	17,2	18,5	18,5	18,5
B3P0U1	6,4	7,1	7,0	8,5	15,2	12,3	12,5	11,5	17,0	17,2	17,2
B3P0U2	7,3	8,7	8,8	10,3	10,6	11,0	11,6	12,7	12,6	11,0	11,0
B3P0U3	7,0	8,2	7,1	10,1	11,7	12,3	11,7	16,4	16,4	17,5	17,5
B3P1U1	6,5	7,3	9,0	11,0	13,0	14,1	14,4	16,6	15,0	15,0	15,0
B3P1U2	7,5	8,5	10,5	11,0	14,4	13,9	14,4	14,2	13,7	14,5	14,5
B3P1U3	7,6	8,2	9,8	10,0	12,4	13,0	12,1	12,6	13,0	13,3	13,3
B3P2U1	7,8	9,3	11,1	12	13,2	15,1	16,3	15,8	16,5	16,5	16,5
B3P2U2	6,8	7,0	7,3	9,0	11,6	12,1	10,3	16,1	15,4	13,0	13,0
B3P2U3	8,5	9,1	9,0	7,6	8,5	12	16,5	16,5	16,7	18,0	18,0
B3P3U1	7,4	8,7	9,6	10,1	10,5	12,3	15,0	15	14,7	15,5	15,5
B3P3U2	7,6	8,4	8,7	9,3	12,6	13,2	13,0	13,6	13,4	13,3	13,3
B3P3U3	8,1	8,5	10,0	11,2	11,5	11,3	13,2	12,3	12,0	10,2	10,2

Tabel 11. Data jumlah daun diukur setiap interval 4 hari

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (helai)										Nilai akhir
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	34	
B0P0U1	3	4	5	6	6	7	7	8	9	9	9
B0P0U2	3	4	5	5	7	8	9	11	12	14	14
B0P0U3	3	4	4	6	7	7	9	10	10	11	11
B0P1U1	3	3	4	5	6	6	7	9	9	11	11
B0P1U2	4	4	5	6	7	8	10	12	14	14	14
B0P1U3	3	4	6	7	7	10	11	12	13	13	13
B0P2U1	3	4	5	6	7	7	9	9	10	12	12
B0P2U2	3	4	5	5	6	6	6	8	10	10	10
B0P2U3	3	4	5	6	7	8	10	11	17	18	18
B0P3U1	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12	12
B0P3U2	3	4	5	7	8	10	10	11	13	14	14
B0P3U3	3	3	4	4	5	6	6	6	8	9	9
B1P0U1	3	4	5	7	8	10	10	12	13	15	15
B1P0U2	3	3	5	7	8	10	11	14	14	15	15
B1P0U3	3	4	5	6	8	9	12	15	15	17	17
B1P1U1	2	3	4	6	8	10	11	16	20	22	22
B1P1U2	3	4	5	7	9	12	14	19	21	22	22
B1P1U3	3	4	5	7	9	12	14	18	20	23	23
B1P2U1	4	4	5	7	10	12	14	16	20	21	21
B1P2U2	3	4	5	6	8	10	13	16	18	20	20
B1P2U3	3	4	6	7	9	10	14	17	21	22	22
B1P3U1	3	4	6	7	9	12	15	20	22	23	23
B1P3U2	3	4	4	7	9	11	14	16	18	22	22
B1P3U3	3	3	5	6	8	11	13	18	19	20	20
B2P0U1	3	4	4	6	6	7	8	9	10	11	11
B2P0U2	3	3	5	6	8	9	10	13	13	14	14
B2P0U3	3	4	5	7	9	11	11	12	13	15	15
B2P1U1	3	3	4	4	6	7	7	9	10	12	12
B2P1U2	3	3	4	6	7	8	9	12	12	13	13
B2P1U3	3	3	5	6	8	10	12	15	17	18	18
B2P2U1	3	4	5	6	8	10	11	14	17	18	18
B2P2U2	3	3	4	4	7	8	6	7	9	10	10
B2P2U3	3	4	5	6	8	10	11	12	20	18	18
B2P3U1	3	4	5	6	8	11	13	15	19	20	20
B2P3U2	3	4	5	7	9	9	12	16	17	20	20
B2P3U3	3	3	5	6	7	10	8	9	11	12	12
B3P0U1	3	3	3	6	7	6	4	9	12	12	12
B3P0U2	3	3	4	5	5	5	7	8	8	9	9
B3P0U3	3	3	4	4	4	4	5	6	7	7	7
B3P1U1	3	3	4	5	7	7	9	10	10	11	11
B3P1U2	3	4	5	6	7	9	8	8	8	8	8
B3P1U3	3	4	5	5	5	8	7	9	10	11	11
B3P2U1	3	4	4	6	7	7	9	10	11	12	12
B3P2U2	3	3	4	5	5	7	6	4	7	7	7
B3P2U3	3	4	5	4	6	7	9	10	11	13	13
B3P3U1	2	4	4	5	6	6	4	7	7	8	8
B3P3U2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	8	8
B3P3U3	3	3	4	6	6	7	5	5	8	8	8

Tabel 12. Data warna daun diukur setiap interval 4 hari

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (nilai -a pada diagram CIELAB)										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	34	Nilai akhir
B0P0U1	13,0	17,8	14,9	15,6	14,2	13,7	13,1	12,1	12,8	13,4	13,4
B0P0U2	11,6	13,6	16,3	14,8	15,2	13,7	13,2	12,4	12,4	13,1	13,1
B0P0U3	13,2	17,1	16,4	17,1	15,0	12,5	14,2	13,8	13,3	13,4	13,4
B0P1U1	6,8	12,8	15,5	12,8	14,2	13,7	13,3	12,3	12,1	12,4	12,4
B0P1U2	13,5	16,6	15,0	16,6	14,8	13,8	12,3	11,5	11,4	13,5	13,5
B0P1U3	14,2	18,1	15,4	18,1	15,0	13,3	12,9	12,9	10,7	12,0	12,0
B0P2U1	11,3	16,1	15,9	16,1	14,5	13,2	12,6	11,5	12,5	13,1	13,1
B0P2U2	11,7	16,3	15,1	12,3	13,4	13,5	12,2	11,7	13,0	12,0	12,0
B0P2U3	13,5	12,8	14,2	15,4	12,5	12,9	12,7	12,6	14,2	16,0	16,0
B0P3U1	9,3	17,0	14,0	15,5	15,0	14,7	10,2	11,7	12,6	11,7	11,7
B0P3U2	12,9	17,1	12,6	14,9	15,7	13,4	13,0	11,6	12,0	12,5	12,5
B0P3U3	9,9	15,2	13,4	14,6	15,8	13,9	12,5	12,8	12,5	13,2	13,2
B1P0U1	10,0	15,8	14,2	15,8	15,6	15,7	15,2	15,6	15,7	15,8	15,8
B1P0U2	12,4	17,4	16,2	17,4	16,3	15,3	12,3	12,9	15,3	16,0	16,0
B1P0U3	14,1	15,8	15,9	16,0	14,4	13,8	13,7	13,5	12,9	13,5	13,5
B1P1U1	13,3	14,7	14,6	14,6	15,2	13,7	13,5	12,5	13,5	14,5	14,5
B1P1U2	11,1	17,0	16,4	17,0	15,8	15,1	14,0	13,4	14,5	14,8	14,8
B1P1U3	13,4	16,3	15,4	15,5	14,9	14,3	12,2	13,2	13,5	13,8	13,8
B1P2U1	13,4	17,1	13,0	16,3	13,2	14,4	14,3	13,8	13,4	14,5	14,5
B1P2U2	11,9	14,5	14,3	15,2	15,2	13,9	14,4	13,7	12,4	14,0	14,0
B1P2U3	11,9	15,4	17,3	15,4	14,6	15,4	14,4	13,5	12,8	16,0	16,0
B1P3U1	9,6	19,1	13,9	16,0	14,2	15,7	11,8	13,3	12,5	13,8	13,8
B1P3U2	11,9	18,4	14,8	16,6	14,7	15,1	14,4	14,5	12,8	13,2	13,2
B1P3U3	12,2	16,2	16,8	16,8	12,8	13,9	12,7	13,4	13,5	16,0	16,0
B2P0U1	9,9	11,3	13,5	16,2	15,4	14,9	12,8	15,0	15,2	15,0	15,0
B2P0U2	12,3	14,0	16,8	14,0	16,2	14,0	13,7	15,7	16,1	15,2	15,2
B2P0U3	13,4	13,6	16,5	13,5	16,1	15,1	13,9	15,6	15,6	15,3	15,3
B2P1U1	12,9	12,2	16,2	12,2	13,5	14,4	13,9	13,6	10,9	13,1	13,1
B2P1U2	13,1	17,6	16,3	15,5	14,2	14,4	13,9	13,9	14,5	12,0	12,0
B2P1U3	12,7	13,1	15,9	15,5	13,4	14,2	13,9	12,3	15,2	14,2	14,2
B2P2U1	10,2	16,4	16,4	15,4	14,3	15,5	14,1	14,2	14,1	16,1	16,1
B2P2U2	11,6	14,7	16,8	13,5	13,8	15,8	11,7	13,2	13,0	14,0	14,0
B2P2U3	13,1	14,5	17,0	16,0	14,1	15,4	14,0	14,4	14,9	16,2	16,2
B2P3U1	12,9	16,4	16,1	15,1	14,1	14,7	13,3	14,7	14,9	16,0	16,0
B2P3U2	13,2	14,2	15,0	16,9	14,6	15,2	13,7	13,8	13,6	13,2	13,2
B2P3U3	13,0	15,8	16,6	15,8	13,8	10,4	13,7	10,9	12,6	13,0	13,0
B3P0U1	11,9	15,4	10,8	16,4	12,9	11,6	10,1	12,6	12,9	13,3	13,3
B3P0U2	9,5	16,6	9,4	16,6	17,0	16,3	13,5	11,8	13,7	15,8	15,8
B3P0U3	12,6	14,8	10,7	16,1	6,2	14,7	14,7	12,5	14,5	15,4	15,4
B3P1U1	9,2	15,9	15,9	16,4	15,0	14,5	14,4	13,8	14,2	15,1	15,1
B3P1U2	13,9	18,3	16,7	14,8	14,0	15,8	13,5	15,2	14,9	15,6	15,6
B3P1U3	14,0	12,2	16,8	12,2	14,5	13,5	12,5	13,7	16,3	16,1	16,1
B3P2U1	12,8	15,8	15,4	16,3	13,5	14,2	15,3	10,9	13,3	13,0	13,0
B3P2U2	10,4	14,7	11,9	15,4	14,9	13,5	14,4	9,1	15,0	16,1	16,1
B3P2U3	13,3	13,1	16,5	13,1	14,3	14,4	10,9	14,4	14,0	15,0	15,0
B3P3U1	10,5	15,2	16,0	15,2	13,3	13,3	16,0	15,0	14,3	13,5	13,5
B3P3U2	11,5	17,3	17,0	15,0	14,2	14,6	13,4	13,0	13,4	14,0	14,0
B3P3U3	6,6	15,9	14,2	14,9	15,3	14,0	12,7	8,9	14,5	16,1	16,1

Tabel 13. Data lebar daun diukur setiap interval 4 hari

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (cm)										Nilai akhir
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	34	
B0P0U1	1,5	1,9	2,6	2,8	3,0	3,2	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2
B0P0U2	1,4	2,2	2,3	3,1	3,6	4,2	4,5	4,3	4,6	4,6	4,6
B0P0U3	1,5	1,8	2,6	3,5	3,8	4,1	4,4	5,0	4,1	4,3	4,3
B0P1U1	1,2	1,7	2,4	3,0	3,3	3,4	4,0	3,7	3,7	3,9	3,9
B0P1U2	1,7	1,9	2,7	2,8	3,1	3,7	4,4	5,2	6,3	6,3	6,3
B0P1U3	1,8	2,6	3,6	4,2	4,9	5,0	5,5	5,1	5,6	5,4	5,4
B0P2U1	1,1	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	4,3	4,6	4,6	4,6	4,6
B0P2U2	1,5	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,4	3,3	3,3
B0P2U3	2,2	2,6	3,0	3,8	4,1	4,1	4,1	4,6	7,2	7,2	7,2
B0P3U1	1,4	1,6	2,4	2,6	3,2	3,7	4,3	4,3	4,2	4,5	4,5
B0P3U2	1,4	2,0	3,2	3,9	4,2	4,5	4,3	5,2	5,0	5,8	5,8
B0P3U3	0,8	1,3	1,1	1,5	2,4	3,0	3,8	4,3	4,1	4,6	4,6
B1P0U1	1,8	2,1	3,2	4,8	5,8	5,8	6,1	6,0	6,5	6,5	6,5
B1P0U2	1,2	2,0	3,1	4,1	5,4	5,6	5,8	5,7	5,6	5,9	5,9
B1P0U3	1,6	2,2	3,0	3,6	6,6	4,4	5,5	6,3	7,1	7,6	7,6
B1P1U1	0,8	1,4	2,5	4,0	5,2	6,6	7,3	7,6	9,0	8,7	8,7
B1P1U2	1,6	2,2	4,0	4,6	6,2	6,5	7,1	8,8	8,7	9,0	9,0
B1P1U3	1,4	2,1	3,4	4,9	6,3	6,7	6,7	8,6	8,9	8,7	8,7
B1P2U1	1,6	2,3	3,4	4,5	5,4	6,8	7,5	8,6	8,8	8,9	8,9
B1P2U2	1,1	1,2	2,5	3,7	5,2	6,1	7,3	7,6	8,6	8,9	8,9
B1P2U3	1,5	2,4	3,4	4,3	5,6	7,0	7,8	8,4	9,1	9,2	9,2
B1P3U1	1,6	2,1	3,8	5,1	6,4	6,5	8,5	8,4	8,5	8,6	8,6
B1P3U2	1,3	2,1	3,2	4,2	5,5	6,6	7,3	7,4	8,9	10,3	10,3
B1P3U3	1,4	2,0	3,0	4,3	5,6	6,9	8,0	8,5	9,1	10,9	10,9
B2P0U1	1,2	1,8	2,0	2,5	3,0	3,9	4,1	4,2	4,3	4,3	4,3
B2P0U2	1,3	1,8	2,8	4,2	5,3	5,9	5,7	5,7	6,0	6,0	6,0
B2P0U3	1,6	2,5	3,2	5,0	5,8	5,6	5,7	6,2	6,0	6,3	6,3
B2P1U1	1,5	2,7	1,6	1,7	2,4	2,9	3,1	3,1	3,6	4,0	4,0
B2P1U2	1,8	1,8	2,0	2,8	3,7	4,1	5,1	5,6	5,8	6,0	6,0
B2P1U3	1,3	2,0	3,0	4,0	4,8	5,9	6,9	6,4	7,8	7,4	7,4
B2P2U1	1,4	1,6	2,4	3,4	4,0	5,5	6,2	7,2	7,7	7,7	7,7
B2P2U2	1,8	1,8	2,0	2,1	3,6	3,7	3,8	3,6	4,8	4,8	4,8
B2P2U3	1,7	2,0	2,5	3,0	4,2	5,1	6,1	6,6	7,8	6,1	6,1
B2P3U1	1,3	1,8	2,7	4,2	4,8	5,0	6,8	6,9	7,3	8,1	8,1
B2P3U2	1,6	2,0	3,1	4,1	5,2	5,3	5,5	6,6	7,6	6,5	6,5
B2P3U3	1,3	1,7	2,0	3,0	5,6	6,2	5,2	5,0	6,0	5,7	5,7
B3P0U1	1,2	1,5	1,5	2,3	4,9	5,1	5,0	5,5	4,9	4,8	4,8
B3P0U2	1,3	1,4	1,3	2,2	2,3	2,2	3,4	3,1	2,7	3,4	3,4
B3P0U3	1,2	1,4	1,6	2,1	2,0	3,0	3,0	2,1	4,0	4,0	4,0
B3P1U1	1,3	1,5	1,9	2,9	3,2	4,3	4,7	5,3	5,1	5,9	5,9
B3P1U2	1,6	1,9	2,7	3,1	3,8	4,0	4,2	4,3	4,0	4,0	4,0
B3P1U3	1,5	1,6	2,2	2,6	4,2	4,1	4,3	4,9	5,4	5,1	5,1
B3P2U1	1,2	1,9	2,2	3,0	3,2	3,6	5,1	5,0	5,1	5,1	5,1
B3P2U2	1,3	1,4	1,4	2,5	4,0	4,0	3,7	5,2	3,4	3,4	3,4
B3P2U3	1,5	1,5	1,5	1,8	2,5	2,8	6,0	6,0	6,1	6,5	6,5
B3P3U1	0,9	1,5	2,0	2,5	3,5	3,4	3,7	3,6	3,8	3,8	3,8
B3P3U2	1,5	1,7	2,8	2,9	3,6	3,6	4,0	4,0	4,3	4,3	4,3
B3P3U3	1,7	2,0	1,8	3,2	3,0	3,1	4,7	4,5	3,1	3,1	3,1

Tabel 14. Data Luas Kanopi diukur setiap interval 4 hari

Perlakuan	Hari Setelah Tanam (cm ²)										Nilai akhir (cm ²)
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	34	
B0P0U1	7,2	18,0	32,4	39,6	46,8	54,0	54,0	57,6	57,6	64,8	43,20
B0P0U2	7,2	14,4	25,2	36,0	50,4	97,2	136,8	198,0	201,6	226,8	99,36
B0P0U3	10,8	18,0	32,4	54,0	82,8	86,4	108,0	154,8	158,4	158,4	86,40
B0P1U1	7,2	10,8	25,2	36,0	43,2	57,6	86,4	115,2	108,0	118,8	60,84
B0P1U2	10,8	18,0	32,4	43,2	50,4	86,4	140,4	219,6	302,4	284,4	118,80
B0P1U3	10,8	21,6	61,2	136,8	176,4	216,0	234,0	280,8	270,0	252,0	165,96
B0P2U1	7,2	10,8	21,6	32,4	46,8	64,8	86,4	151,2	169,2	176,4	76,68
B0P2U2	7,2	14,4	21,6	25,2	28,8	39,6	54,0	86,4	79,2	118,8	47,52
B0P2U3	14,4	21,6	46,8	72,0	90,0	126,0	270,0	586,8	673,2	633,6	253,44
B0P3U1	10,8	14,4	25,2	36,0	32,4	75,6	86,4	118,8	158,4	205,2	76,32
B0P3U2	7,2	18,0	32,4	82,8	108,0	151,2	176,4	280,8	219,6	266,4	134,28
B0P3U3	3,6	7,2	10,8	10,8	21,6	39,6	57,6	79,2	104,4	129,6	46,44
B1P0U1	10,8	18,0	36,0	108,0	154,8	201,6	255,6	356,4	288,0	277,2	170,64
B1P0U2	7,2	18,0	43,2	97,2	147,6	219,6	255,6	360,0	302,4	316,8	176,76
B1P0U3	7,2	18,0	39,6	72,0	100,8	158,4	284,4	453,6	385,2	525,6	204,48
B1P1U1	10,8	10,8	25,2	54,0	133,2	273,6	450,0	914,4	990,0	856,8	371,88
B1P1U2	10,8	21,6	61,2	126,0	219,6	352,8	590,4	799,2	694,8	806,4	368,28
B1P1U3	7,2	18,0	43,2	100,8	162,0	324,0	500,4	784,8	680,4	813,6	343,44
B1P2U1	7,2	21,6	50,4	133,2	158,4	356,4	464,4	633,6	964,8	1076,4	386,64
B1P2U2	7,2	10,8	28,8	61,2	100,8	244,8	378,0	640,8	921,6	918,0	331,20
B1P2U3	7,2	18,0	50,4	104,4	201,6	331,2	453,6	892,8	864,0	1051,2	397,44
B1P3U1	10,8	21,6	64,8	154,8	255,6	511,2	792,0	946,8	1137,6	1260,0	515,52
B1P3U2	7,2	14,4	39,6	93,6	140,4	320,4	428,4	676,8	856,8	939,6	351,72
B1P3U3	3,6	14,4	39,6	100,8	136,8	327,6	352,8	658,8	1051,2	1191,6	387,72
B2P0U1	7,2	10,8	18,0	28,8	46,8	50,4	97,2	129,6	126,0	129,6	64,44
B2P0U2	10,8	14,4	36,0	79,2	144,0	180,0	259,2	298,8	273,6	302,4	159,84
B2P0U3	7,2	18,0	50,4	111,6	180,0	248,4	302,4	360,0	309,6	385,2	197,28
B2P1U1	10,8	10,8	25,2	18,0	25,2	43,2	68,4	75,6	75,6	75,6	42,84
B2P1U2	10,8	14,4	21,6	32,4	43,2	97,2	158,4	252,0	270,0	356,4	125,64
B2P1U3	7,2	18,0	39,6	75,6	111,6	187,2	324,0	464,4	543,6	608,4	237,96
B2P2U1	10,8	14,4	28,8	54,0	82,8	162,0	237,6	468,0	651,6	756,0	246,60
B2P2U2	10,8	10,8	14,4	14,4	68,4	82,8	54,0	108,0	140,4	180,0	68,40
B2P2U3	10,8	18,0	28,8	54,0	72,0	144,0	226,8	406,8	478,8	568,8	200,88
B2P3U1	10,8	14,4	36,0	68,4	100,8	208,8	338,4	475,2	482,4	633,6	236,88
B2P3U2	7,2	21,6	64,8	104,4	198,0	259,2	331,2	442,8	561,6	583,2	257,40
B2P3U3	7,2	14,4	25,2	43,2	126,0	165,6	162,0	190,8	187,2	230,4	115,20
B3P0U1	7,2	7,2	10,8	21,6	111,6	90,0	50,4	151,2	201,6	230,4	88,20
B3P0U2	7,2	10,8	14,4	18,0	25,2	36,0	61,2	68,4	61,2	57,6	36,00
B3P0U3	10,8	7,2	10,8	21,6	21,6	43,2	36,0	46,8	61,2	86,4	34,56
B3P1U1	7,2	10,8	18,0	32,4	43,2	72,0	111,6	147,6	169,2	201,6	81,36
B3P1U2	7,2	14,4	28,8	50,4	68,4	108,0	100,8	104,4	50,4	64,8	59,76
B3P1U3	10,8	10,8	25,2	25,2	93,6	129,6	115,2	154,8	183,6	162,0	91,08
B3P2U1	7,2	14,4	25,2	46,8	50,4	93,6	86,4	129,6	183,6	219,6	85,68
B3P2U2	10,8	7,2	10,8	32,4	54,0	79,2	61,2	64,8	57,6	86,4	46,44
B3P2U3	10,8	10,8	18,0	14,4	21,6	32,4	194,4	198,0	201,6	216,0	91,80
B3P3U1	7,2	7,2	18,0	21,6	57,6	68,4	61,2	54,0	82,8	93,6	47,16
B3P3U2	10,8	14,4	14,4	25,2	54,0	90,0	90,0	111,6	104,4	82,8	59,76
B3P3U3	7,2	10,8	18,0	36,0	43,2	36,0	64,8	68,4	61,2	57,6	40,32

Tabel 15. Data penggunaan air tanaman pakcoy

Perlakuan	Minggu ke (ml)					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
B0P0U1	341	490	436	489	373	2129	62,62
B0P0U2	362	489	507	337	679	2374	69,82
B0P0U3	356	502	483	369	489	2199	64,68
B0P1U1	304	400	477	157	417	1755	51,62
B0P1U2	361	496	516	376	585	2334	68,65
B0P1U3	383	612	571	352	573	2491	73,26
B0P2U1	312	425	457	307	442	1943	57,15
B0P2U2	379	466	461	1242	367	2915	85,74
B0P2U3	320	477	531	323	777	2428	71,41
B0P3U1	425	549	514	356	584	2428	71,41
B0P3U2	384	535	563	380	485	2347	69,03
B0P3U3	307	489	450	175	464	1885	55,44
B1P0U1	344	487	557	468	580	2436	71,65
B1P0U2	314	510	561	443	582	2410	70,88
B1P0U3	347	426	326	274	408	1781	52,38
B1P1U1	371	548	605	669	1783	3976	116,94
B1P1U2	392	587	734	775	1096	3584	105,41
B1P1U3	347	522	599	681	1072	3221	94,74
B1P2U1	334	528	677	743	1198	3480	102,35
B1P2U2	368	534	609	570	1169	3250	95,59
B1P2U3	316	508	594	389	818	2625	77,21
B1P3U1	357	501	717	862	1131	3568	104,94
B1P3U2	352	515	573	588	1109	3137	92,26
B1P3U3	310	457	565	516	1130	2978	87,59
B2P0U1	359	518	484	344	513	2218	65,24
B2P0U2	388	521	600	466	494	2469	72,62
B2P0U3	395	509	632	89	529	2154	63,35
B2P1U1	327	404	413	183	371	1698	49,94
B2P1U2	383	561	530	412	617	2503	73,62
B2P1U3	395	509	588	500	767	2759	81,15
B2P2U1	403	532	555	550	854	2894	85,12
B2P2U2	393	487	280	307	520	1987	58,44
B2P2U3	335	468	505	464	747	2519	74,09
B2P3U1	370	540	588	416	855	2769	81,44
B2P3U2	417	518	642	615	1360	3552	104,47
B2P3U3	298	434	1355	2761	2132	6980	205,29
B3P0U1	374	291	827	2080	1093	4665	137,21
B3P0U2	388	429	414	195	1203	2629	77,32
B3P0U3	428	437	450	194	422	1931	56,79
B3P1U1	372	535	501	350	535	2293	67,44
B3P1U2	362	510	475	328	357	2032	59,76
B3P1U3	384	449	274	127	102	1336	39,29
B3P2U1	385	487	485	714	505	2576	75,76
B3P2U2	343	359	589	649	544	2484	73,06
B3P2U3	387	464	473	287	367	1978	58,18
B3P3U1	381	520	127	598	423	2049	60,26
B3P3U2	373	477	414	339	473	2076	61,06
B3P3U3	296	377	311	518	323	1825	53,68

Tabel 16. Data brangkasan

Perlakuan	Brangkasan Segar (gr)		Brangkasan Kering (gr)		Total Brangkasan Kering (gr)	Total Brangkasan Segar (gr)
	Atas	Bawah	Atas	Bawah		
B0P0U1	2,96	0,64	0,46	0,18	0,64	3,58
B0P0U2	13,6	1,44	1,39	0,58	1,97	15,0
B0P0U3	10,33	1,65	1,12	0,71	1,83	12,04
B0P1U1	7,14	1,09	0,68	0,18	0,86	8,20
B0P1U2	19,89	1,85	1,75	0,82	2,57	21,72
B0P1U3	19,04	8,29	2,85	1,71	4,56	27,36
B0P2U1	12,17	1,88	1,07	0,58	1,65	14,05
B0P2U2	4,90	0,70	0,50	0,27	0,77	5,53
B0P2U3	47,93	4,79	4,74	1,57	6,31	52,78
B0P3U1	10,16	1,22	0,93	0,36	1,29	11,35
B0P3U2	17,56	2,92	1,53	0,70	2,23	20,51
B0P3U3	6,61	1,65	0,60	0,50	1,10	8,27
B1P0U1	27,79	1,75	3,00	0,38	3,38	29,55
B1P0U2	26,64	2,10	2,80	0,56	3,36	28,8
B1P0U3	30,46	1,70	2,37	0,63	3,00	32,29
B1P1U1	85,41	5,35	5,62	2,10	7,72	90,9
B1P1U2	90,55	4,88	6,83	1,95	8,78	95,44
B1P1U3	86,76	3,28	6,18	1,03	7,21	90,16
B1P2U1	112,87	4,69	6,71	1,31	8,02	117,58
B1P2U2	79,62	3,69	5,13	1,19	6,32	83,36
B1P2U3	91,78	4,24	5,81	1,31	7,12	96,11
B1P3U1	124,72	5,32	7,36	1,33	8,69	130,35
B1P3U2	105,94	4,60	5,80	1,56	7,36	110,52
B1P3U3	104,82	5,33	5,95	1,50	7,45	110,49
B2P0U1	9,69	0,48	1,11	0,06	1,17	10,10
B2P0U2	23,86	2,16	2,56	0,70	3,26	26,05
B2P0U3	26,98	4,01	2,78	1,56	4,34	30,89
B2P1U1	7,00	0,37	0,59	0,10	0,69	7,35
B2P1U2	18,19	0,95	1,92	0,21	2,13	19,16
B2P1U3	44,88	5,42	3,60	2,01	5,61	50,37
B2P2U1	58,97	2,50	4,00	0,62	4,62	61,42
B2P2U2	7,19	0,63	0,63	0,27	0,90	7,86
B2P2U3	48,43	1,48	3,50	0,29	3,79	49,97
B2P3U1	63,76	4,20	4,32	1,07	5,39	67,96
B2P3U2	49,21	3,19	3,46	1,22	4,68	52,41
B2P3U3	13,80	2,52	1,32	0,80	2,12	16,39
B3P0U1	2,31	0,09	0,22	0,02	0,24	2,42
B3P0U2	3,78	0,37	0,54	0,12	0,66	4,12
B3P0U3	3,04	0,13	0,24	0,05	0,29	3,19
B3P1U1	14,03	1,44	1,36	0,24	1,60	15,68
B3P1U2	3,84	0,32	0,69	0,04	0,73	4,23
B3P1U3	10,97	1,60	1,05	0,20	1,25	12,70
B3P2U1	12,61	0,80	1,24	0,30	1,54	13,40
B3P2U2	13,50	0,80	1,36	0,23	1,59	14,28
B3P2U3	12,70	1,02	1,20	0,31	1,51	13,74
B3P3U1	3,45	0,25	0,35	0,15	0,50	3,70
B3P3U2	4,96	0,40	0,84	0,07	0,91	5,39
B3P3U3	2,23	0,66	0,26	0,21	0,47	2,86

Tabel 17. Data produktivitas air dan pupuk tanaman

Perlakuan	Total air (m ³)	Berat total (kg)	Produktivitas Air (kg/m ³)	Jumlah pupuk (gr)	Berat total (gr)	Produktivitas pupuk (gr/gr)
B0P0U1	0,00358	0,002129	1,68	-	3,58	-
B0P0U2	0,015	0,002374	6,32	-	15	-
B0P0U3	0,01204	0,002199	5,48	-	12,04	-
B0P1U1	0,0082	0,001755	4,67	0,46	8,2	17,83
B0P1U2	0,02172	0,002334	9,31	0,46	21,72	47,22
B0P1U3	0,02736	0,002491	10,98	0,46	27,36	59,48
B0P2U1	0,01405	0,001943	7,23	0,93	14,05	15,11
B0P2U2	0,00553	0,002915	1,90	0,93	5,53	5,95
B0P2U3	0,05278	0,002428	21,74	0,93	52,78	56,75
B0P3U1	0,01135	0,002428	4,67	1,4	11,35	8,11
B0P3U2	0,02051	0,002347	8,74	1,4	20,51	14,65
B0P3U3	0,00827	0,001885	4,39	1,4	8,27	5,91
B1P0U1	0,02955	0,002436	12,13	-	29,55	-
B1P0U2	0,0288	0,00241	11,95	-	28,8	-
B1P0U3	0,03229	0,001781	18,13	-	32,29	-
B1P1U1	0,0909	0,003976	22,86	0,46	90,9	197,61
B1P1U2	0,09544	0,003584	26,63	0,46	95,44	207,48
B1P1U3	0,09016	0,003221	27,99	0,46	90,16	196,00
B1P2U1	0,11758	0,00348	33,79	0,93	117,58	126,43
B1P2U2	0,08336	0,00325	25,65	0,93	83,36	89,63
B1P2U3	0,09611	0,002625	36,61	0,93	96,11	103,34
B1P3U1	0,13035	0,003568	36,53	1,4	130,35	93,11
B1P3U2	0,11052	0,003137	35,23	1,4	110,52	78,94
B1P3U3	0,11049	0,002978	37,10	1,4	110,49	78,92
B2P0U1	0,0101	0,002218	4,55	-	10,1	-
B2P0U2	0,02605	0,002469	10,55	-	26,05	-
B2P0U3	0,03089	0,002154	14,34	-	30,89	-
B2P1U1	0,00735	0,001698	4,33	0,46	7,35	15,98
B2P1U2	0,01916	0,002503	7,65	0,46	19,16	41,65
B2P1U3	0,05037	0,002759	18,26	0,46	50,37	109,50
B2P2U1	0,06142	0,002894	21,22	0,93	61,42	66,04
B2P2U2	0,00786	0,001987	3,96	0,93	7,86	8,45
B2P2U3	0,04997	0,002519	19,84	0,93	49,97	53,73
B2P3U1	0,06796	0,002769	24,54	1,4	67,96	48,54
B2P3U2	0,05241	0,003552	14,76	1,4	52,41	37,44
B2P3U3	0,01639	0,00698	2,35	1,4	16,39	11,71
B3P0U1	0,00242	0,004665	0,52	-	2,42	-
B3P0U2	0,00412	0,002629	1,57	-	4,12	-
B3P0U3	0,00319	0,001931	1,65	-	3,19	-
B3P1U1	0,01568	0,002293	6,84	0,46	15,68	34,09
B3P1U2	0,00423	0,002032	2,08	0,46	4,23	9,20
B3P1U3	0,0127	0,001336	9,51	0,46	12,7	27,61
B3P2U1	0,0134	0,002576	5,20	0,93	13,4	14,41
B3P2U2	0,01428	0,002484	5,75	0,93	14,28	15,35
B3P2U3	0,01374	0,001978	6,95	0,93	13,74	14,77
B3P3U1	0,0037	0,002049	1,81	1,4	3,7	2,64
B3P3U2	0,00539	0,002076	2,60	1,4	5,39	3,85
B3P3U3	0,00286	0,001825	1,57	1,4	2,86	2,04



Gambar 9. Pembuatan biochar kulit kakao.



Gambar 10. Persiapan media tanam.



Gambar 11. Penyemaian benih tanaman sawi pakcoy.



Gambar 12. Pengeringan udara tanah untuk memperoleh field capacity.



Gambar 13. Pemberian pupuk pada tanaman berusia 14 HST.



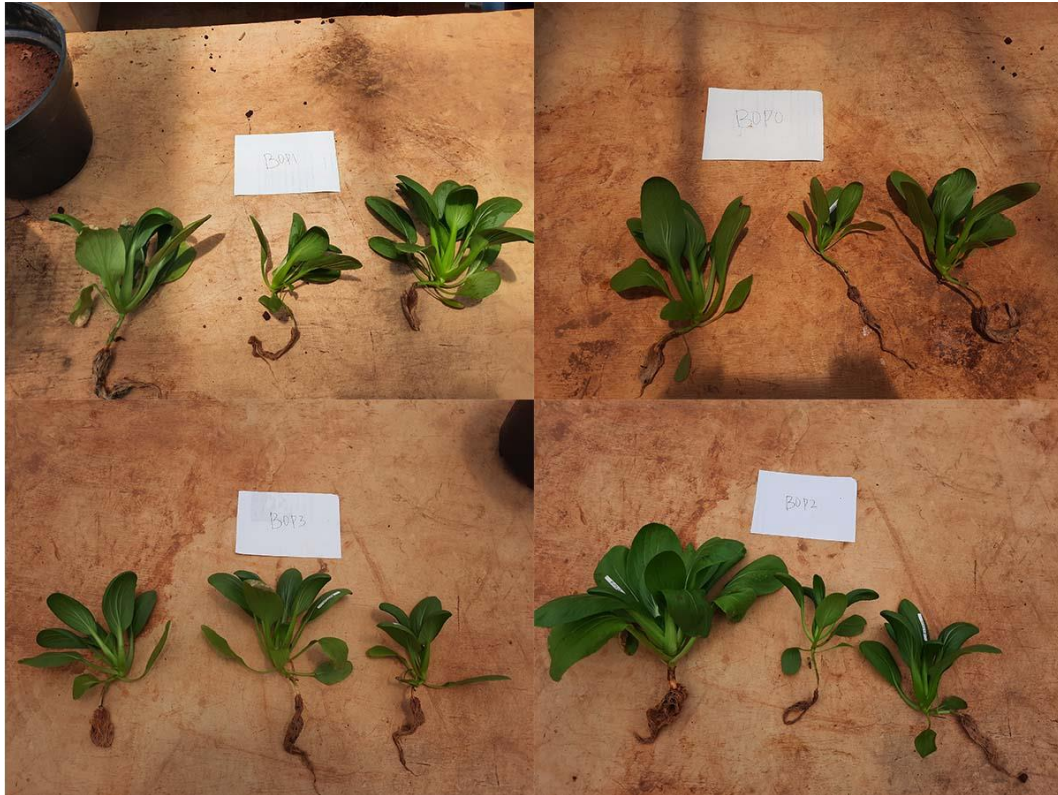
Gambar 14. Pindah tanaman pakcoy ke dalam pot saat sudah berumur 2 minggu.



Gambar 15. Penyiraman tanaman.



Gambar 16. Pemanenan tanaman pakcoy.



Gambar 17. Hasil panen pakcoy perlakuan B0.



Gambar 18. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B1.



Gambar 19. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B2.



Gambar 20. Hasil panen tanaman pakcoy perlakuan B3.

PERHITUNGAN

VOLUME SOLUM TANAH dan BOBOT *TOP SOIL*

1. Volume Solum Tanah

$$\begin{aligned}
 V_s &= \text{Luas tanah} \times \text{Ketebalan } \textit{top soil} \text{ (8 inci)} \\
 &= 1 \text{ ha} \times 20,32 \text{ cm} \\
 &= 100.000.000 \text{ cm}^2 \times 20,32 \text{ cm} \\
 &= 2.032.000.000 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

2. Bobot *top soil*

$$\begin{aligned}
 W_{tp} &= \text{Solum} \times \text{Bulk Density (asumsi BD } 1,1 \text{ g/cm}^3\text{)} \\
 &= 2.032.000.000 \text{ cm}^3 \times 1,1 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2.235.200.000 \text{ g} \\
 &= 2.235.200 \text{ kg} \\
 &= 2.235,2 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

DOSIS *BIOCHAR* KULIT KAKAO

Dosis *biochar* :

$$\begin{aligned}
 \text{B1} &= 46,49 \text{ ton/ha.} \\
 &= \frac{46,49 \text{ ton}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 2,08 \% \\
 \text{B2} &= 92,98 \text{ ton/ha} \\
 &= \frac{92,98 \text{ ton}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 4,16 \% \\
 \text{B3} &= 139,25 \text{ ton/ha} \\
 &= \frac{139,25 \text{ ton}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 6,23 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan dosis biochar per tanaman :

$$\begin{aligned} \text{Dosis B1} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 2,08 \% = 62,5 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis B2} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 4,16 \% = 125 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis B3} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 6,23 \% = 187 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

DOSIS PUPUK UREA

Dosis pupuk urea :

$$\begin{aligned} \text{P1} &= 0,335 \text{ ton/ha} \\ &= \frac{0,335 \text{ ton}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 0,015 \%/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P2} &= 0,692 \text{ ton/ha} \\ &= \frac{150 \text{ kg}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 0,031 \%/\text{ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P3} &= 1,02 \text{ ton/ha} \\ &= \frac{225 \text{ kg}}{2.235,2 \text{ ton}} \times 100 \% = 0,046 \%/\text{ha} \end{aligned}$$

Persentase penggunaan pupuk urea per pot :

$$\begin{aligned} \text{P1} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 0,015 \% = 0,46 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P2} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 0,031 \% = 0,93 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P3} &= \text{Bobot tanah per pot} * \text{Persentase dosis per hektar} \\ &= 3000 \text{ gr} * 0,046 \% = 1,4 \text{ gr/pot} \end{aligned}$$

KADAR ABU dan KADAR AIR BIOCHAR KULIT KAKAO

a. Kadar Air Biochar

Bobot awal :

Cawan 1 = 3,1 gr

Cawan 1 + BB *biochar* 1 = 8,9 gr

Cawan 2 = 1,8 gr

Cawan 2 + BB *biochar* 2 = 7,8 gr

Cawan 1 + BK *biochar* 1 = 8,2 gr

Cawan 2 + BK *biochar* 2 = 7,2 gr

$$w_{(a)} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100 \% = \frac{8,9 - 8,2}{8,2 - 3,1} \times 100 \% = 13,72 \%$$

$$w_{(b)} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100 \% = \frac{7,8 - 7,2}{7,2 - 1,8} \times 100 \% = 11,1 \%$$

$$\bar{w} = \frac{w_{(a)} + w_{(b)}}{n} = \frac{13,72 \% + 11,1 \%}{2} = 12,41 \%$$

b. Kadar Abu

Oven 24 jam :

Cawan 1 + Isi = 36,0358

Cawan 2 + Isi = 43,4241

1. (Cawan 1 + Isi oven) – Cawan 1 = 4,2686

2. (Cawan 2 + Isi oven) – Cawan 2 = 4,3926

Rata-rata selisih cawan = 4,3306 (Berat sampel)

Tanur 4 jam :

Cawan 1 + Isi = 33,2777

Cawan 2 + Isi = 40,5772

1. (Cawan 1 + Isi oven) – Cawan 1 = 1,5105

2. (Cawan 2 + Isi oven) – Cawan 2 = 1,5457

Rata-rata selisih cawan = 1,5281 (Berat abu)

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\% = \frac{1,5281}{4,3306} \times 100\% = 35,3 \%$$

KADAR AIR TANAH

a. Kadar Air

Bobot awal :

Cawan 1 = 2,6 gr

Cawan 1 + BB tanah 1 = 2,6 gr

Cawan 2 = 2,7 gr

Cawan 2 + BB tanah 2 = 7,7 gr

Cawan 3 = 3,8 gr

Cawan 3 + BB tanah 3 = 8,8 gr

Cawan 1 + BK tanah 1 = 6,9 gr

Cawan 2 + BK tanah 2 = 7,1 gr

Cawan 3 + BK tanah 3 = 8 gr

$$w_{(a)} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% = \frac{7,6 - 6,9}{6,9 - 2,6} \times 100\% = 16,27 \%$$

$$w_{(b)} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% = \frac{7,7 - 7,1}{7,1 - 2,7} \times 100\% = 13,64 \%$$

$$w_{(c)} = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% = \frac{8,8 - 8}{8 - 3,8} \times 100\% = 19,05 \%$$

$$\bar{w} = \frac{w_{(a)} + w_{(b)} + w_{(c)}}{n} = \frac{16,27\% + 13,64\% + 19,05\%}{3} = 16,32 \%$$