



**PENGARUH PEMBERIAN BIOGRANUL KOMBINASI BIOCHAR
SEKAM PADI, KOTORAN SAPI DAN LIMBAH IKAN
TERHADAP PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH
ENTISOL YANG DITANAMI SAWI
(*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

Oleh

**A.ARDIO PERDANA
NIM. 171510301046**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**



**PENGARUH PEMBERIAN BIOGRANUL KOMBINASI BIOCHAR
SEKAM PADI, KOTORAN SAPI DAN LIMBAH IKAN
TERHADAP PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH
ENTISOL YANG DITANAMI SAWI
(*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

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

Oleh

**A.ARDIO PERDANA
NIM. 171510301046**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**

PERSEMBAHAN

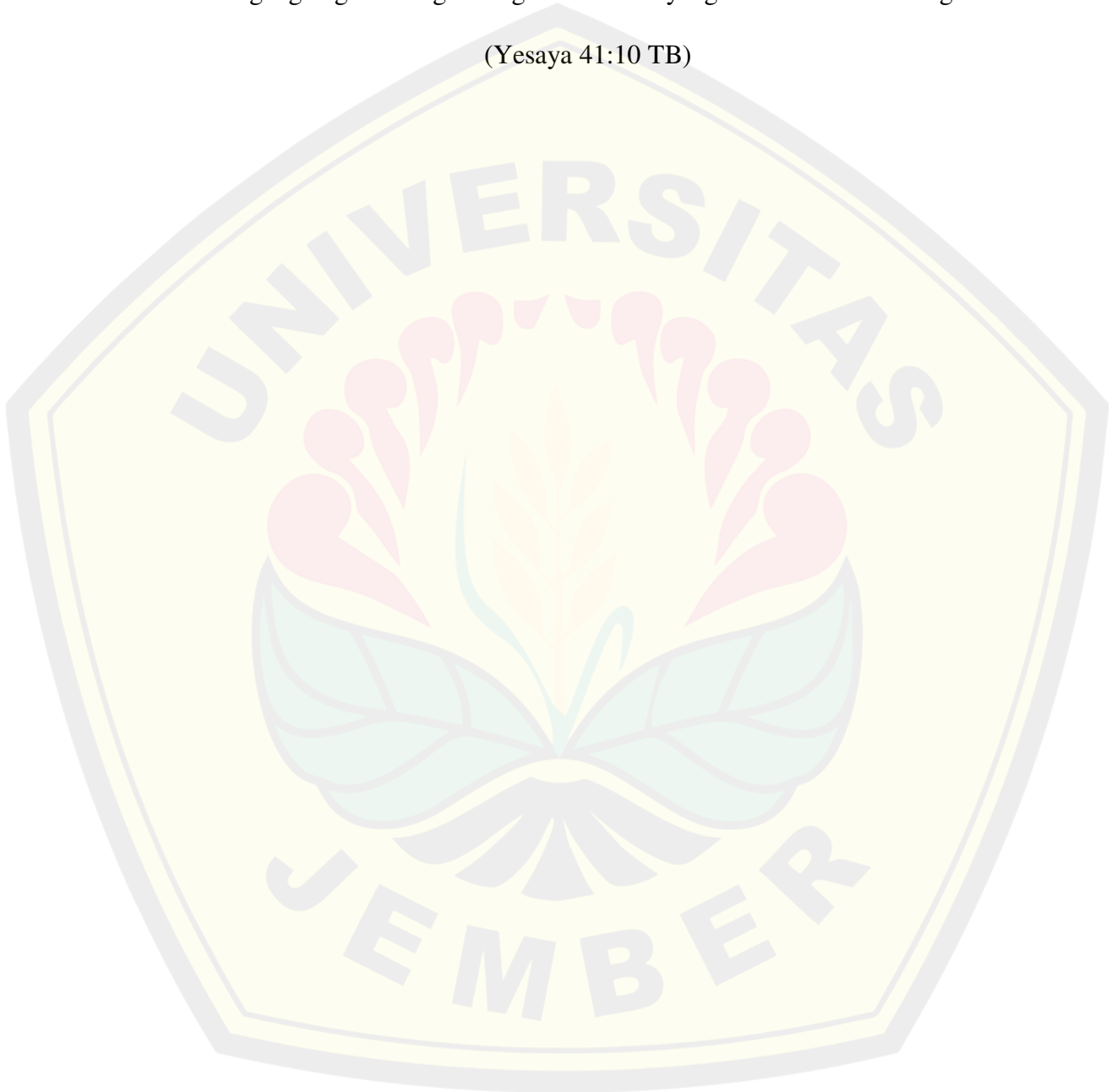
Dengan Puji Syukur atas Ketadirat Tuhan Yang Maha Esa, saya persembahkan karya tulis ilmiah ini kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus sangat baik.
2. Kedua orangtua saya Bapak Budi Arto dan Ibu C. Ary sasmita Nugrahani.
3. Adik kandung saya Blasius Arditya Dwi Candra yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa terhadap kakaknya dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Dosen pembimbing Skripsi Dr.Ir.Sugeng Winarso yang dengan sabar memberikan bimbingan dan ilmunya selama proses penyusunan tugas akhir.
5. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-ku yang membawa kemenangan”

(Yesaya 41:10 TB)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A.ARDIO PERDANA

Nim : 171510301046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh pemberian Biogranul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi dan Limbah Ikan terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Entisol yang Ditanami Sawi (*Brassica juncea* L.)”** adalah benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 06 Januari 2021

Yang menyatakan

A.ARDIO PERDANA
NIM. 171510301046

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN BIOGRANUL KOMBINASI BIOCHAR
SEKAM PADI, KOTORAN SAPI DAN LIMBAH IKAN
TERHADAP PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH
ENTISOL YANG DITANAMI SAWI
(*Brassica juncea* L.)**

Oleh

A.ARDIO PERDANA
NIM. 171510301046

Dosen Pembimbing Skripsi :

Pembimbing
Dr. Ir.Sugeng Winarso, M.Si.
NIP 196403221989031001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh pemberian Biogranul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi dan Limbah Ikan terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Entisol yang Ditanami Sawi (*Brassica juncea* L.)**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Januari 2022

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

Dr. Ir. Sugeng winarso
NIP. 196403221989031001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Basuki, S.P., M.Sc.
NIP. 198508022019031000

Dr. Ir. Bambang Hermivanto, MP.
NIP. 196111101988021001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P.
NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Bio Granul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi Dan Limbah Ikan Terhadap Perbaikan Sifat Tanah Entisol Yang Ditanami Sawi (*Brassica juncea* L.); A.ARDIO PERDANA, 171510301046; 2021: 62 Halaman; Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Entisol merupakan jenis tanah yang tinggi akan terjadinya erosi dan rendahakan kandungan unsur hara tersedia bagi tanaman. Permasalahan lain yang membuat tanah entisol yang menjadi kurang produktif yaitu memiliki pH masam, tingkat agregasi rendah, daya menyimpan air rendah dan minim akan kandungan hara yang ada untuk tanaman. Agar memaksimalkan sifat kimia pada tanah diperlukan penambahan bahan organik, salah satunya adalah biochar. Biochar merupakan bahan organik dari proses pembakaran tidak sempurna pada biomassa dengan kadar oksigen sebesar <2% dan pada suhu pembakaran 300-400°C. Biochar memiliki sifat mampu menyimpan kandungan air yang baik, sehingga mampu menunjang kekurangan dari tanah entisol yang tidak mudah dalam menyimpan air. Kekurangan lain yang dimiliki oleh biochar yaitu mengandung unsur hara yang rendah.

Penambahan bahan organik yang dapat menyempurnakan kandungan hara serta menunjang perbaikan sifat kimia pada tanah. Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan adalah kotoran sapi dan limbah ikan. Tujuan penelitian ini agar melihat pengaruh biogranul hasil kombinasi biochar, kotoran sapi, dan limbah ikan terhadap perbaikan sifat kimia tanah entisol. Penelitian berlangsung mulai Januari 2021 s.d July 2021. Tanah yang dipakai ialah jenis entisol dari Dusun menampu, Desa gumukmas, Kecamatan puger, Kabupaten Jember. Untuk Pelaksanaan penanaman dilaksanakan di green house ilmu tanah, Fakultas pertanian Universitas Jember. Sedangkan untuk analisis sifat kimia pada tanah di Laboratorium kesuburan tanah Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penelitian ini mempergunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi dosis pupuk bio granul berbahan dasar kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan perlakuan sejumlah 5 yang terdiri dari S1 (Kontrol), S2 (10 Ton/ha), S3 (20 Ton/ha), S4 (30 Ton/ha) dan S5 (40 ton/ha). Penelitian dilaksanakan dengan tahap analisis pendahuluan pada tanah dan pupuk dengan variabel pH, Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-organik. Tujuan dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui unsur hara tanah dan pupuk. Tahap selanjutnya adalah pencampuran tanah dan pupuk yang selanjutnya diinkubasi selama 30 hari dan dilanjut dengan penanaman, pemanenan tanaman sawi dan analisis akhir pada tanah dengan variabel pengamatan seperti pH, Nitrogen, Fosfor, Kalium dan C-organik. Sedangkan untuk variabel pengamatan pada tanaman mencakup panjang daun, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat kering pada tanaman dan berat basah tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan berpengaruh dalam meningkatkan kandungan Nitrogen tanah dari (0,13%) menjadi (0,22%), kandungan Fosfor tanah dari (19,98 ppm P₂O₅) menjadi (48,48 ppm P₂O₅), Kalium dari (0,77 me/100 gram) menjadi (0,81 me/100 gram) dan kandungan C-organik dari (0,85%) menjadi (1,40%). perlakuan dosis 40 ton/ha sebagai dosis paling Optimum untuk perbaikan sifat kimia tanah yang berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium dan C-organik pada tanah. Sedangkan pengaruh perbaikan sifat kimia tanah Entisol terhadap pertumbuhan tanaman sawi yaitu pada dosis 40 ton/ha mampu meningkatkan Jumlah daun (6.40 helai cm) dari dosis kontrol, panjang daun (11.90 cm) dari dosis kontrol, berat basah tanaman (34,01 gram) dari dosis kontrol dan berat kering (3,35 gram) dari dosis kontrol. Perlakuan yang memberikan pertumbuhan sawi terbaik yaitu pada dosis 40 ton/ha.

Kata Kunci : *Tanah Entisol, Bio granul, Tanaman sawi*

SUMMARY

The Effect of Giving Bio Granules Combination of Rice Husk Biochar, Cow Manure and Fish Waste on Improving Soil Properties of Entisol Planted with Mustard Greens (*Brassica juncea* L.); A. ARDIO PERDANA, 171510301046; 2021: 62 Pages; Soil Science Study Program, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Entisol is a type of soil that is high in erosion and low in nutrients available to plants. Other problems that make entisol soils less productive are having an acidic pH, low aggregation rate, low water holding capacity and minimal nutrient content for plants. In order to maximize the chemical properties of the soil, it is necessary to add organic matter, one of which is biochar. Biochar is an organic material from the incomplete combustion process in biomass with an oxygen content of <2% and at a combustion temperature of 300-400°C. Biochar has the property of being able to store good water content, so that it is able to support the deficiency of entisol soil which is not easy to store water. Another disadvantage of biochar is that it contains low nutrients.

The addition of organic matter that can improve the nutrient content and support the improvement of the chemical properties of the soil. One of the materials that can be used is cow dung and fish waste. The purpose of this study was to see the effect of biogranules from the combination of biochar, cow dung, and fish waste on the improvement of the chemical properties of the entisol soil. The research took place from January 2021 to July 2021. The soil used was entisol from Menampu, Gumukmas Village, Puger District, Jember Regency. For the implementation of planting carried out in the green house of soil science, Faculty of Agriculture, University of Jember. As for the analysis of the chemical properties of the soil at the Laboratory of Soil Faculty, Soil Science Study Program, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Keywords: *Entisol soil, Bio granule, mustard plant*

This study used a completely randomized design (CRD) with varying doses of bio-granular fertilizer based on a combination of rice husk biochar, cow dung and fish waste with 5 treatments consisting of S1 (Control), S2 (10 tons/ha), S3 (20 Tons/ha), S4 (30 Tons/ha) and S5 (40 tons/ha). The research was carried out with a preliminary analysis stage on soil and fertilizer with variables of pH, Nitrogen, Phosphorus, Potassium and C-organic. The purpose of conducting a preliminary analysis to determine soil nutrients and fertilizers. The next stage is mixing soil and fertilizer which is then incubated for 30 days and followed by planting, harvesting mustard plants and final analysis of the soil with observed variables such as pH, Nitrogen, Phosphorus, Potassium and C-organic. Meanwhile, the observation variables on plants included leaf length, plant height, number of leaves, root length, plant dry weight and plant wet weight.

The results showed that the application of bio-granular fertilizer with a combination of rice husk biochar, cow dung and fish waste was able to increase the nitrogen nutrient content from (0.15%) to (0.22%), soil phosphorus content from (19.98 ppm) to (0.15%) to 48.48 ppm), and increased the C-organic nutrient content of the soil from (0.85%) to (1.40%) and the potassium content from (0.77 me/100 gram) to (0.81 me/100 gram). The effect of improving the chemical properties of Entisol on the growth of mustard greens is that at a dose of 40 tons/ha it was able to increase the number of leaves (6.40 cm) from the control dose, leaf length (11.90 cm) from the control dose, and plant wet weight (34.01 grams) from the control dose. control dose and dry weight (3.35 grams) of the control dose. The treatment that gave the best mustard growth was at a dose of 40 tons/ha.

Keywords: *Entisol soil, Bio granule, mustard plant*

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Pemberian Bio Granul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi Dan Limbah Ikan Terhadap Perbaikan Sifat Tanah Entisol Yang Ditanami Sawi (*Brassica juncea* L.)”** dengan baik.

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

1. Tuhan Yesus Kristus Yang Maha Kudus, terima kasih atas berkat dan kebaikan yang telah dilimpahkan kepada saya
2. Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Cahyoadi Bowo, selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.
4. Dr. Ir. Sugeng winarso selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Basuki, S.P., M.Sc. selaku Dosen Penguji Utama, dan Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP. Selaku Dosen Penguji Anggota dan dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memberikan perhatian, memberikan motivasi dan memberikan masukan yang baik dalam penulisan skripsi ini.
5. Kedua orang tua tercinta saya, Bapak Budi Arto dan Ibu Ary Sasmita. Terima kasih sudah membesarkan dan mendidik saya hingga sampai saat ini. Selesainya penulisan skripsi ini bukan karena kekuatan saya, tapi karena kekuatan doa orang tua saya. Semoga Yesus kristus memberkati dan melindungi bapak dan ibu saya sampai selama-lamanya.
6. Adik saya, B. Arditya Dwi Candra, yang telah memberikan semangat dan doa kepada saya sampai terselesaikannya penulisan skripsi ini.

7. Ibu dan Bapak Guru Sekolah mulai dari TK, SD, SMP, SMA serta Ibu dan Bapak Dosen selama perkuliahan, Dosen Pembimbing, dan Dosen Penguji yang telah menuntun, membimbing, dan memberikan ilmu dengan penuh kesabaran.
8. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.
9. Keluarga Bapak Paulus Nugroho Sasmita yang telah memberikan tempat tinggal selama penelitian.
10. Teman-teman Ilmu Tanah angkatan 2017 (Aisyah valentine Sonia, Arizona rambi, Ulil amri, Putri, Ismi, dan Ganes) yang banyak sekali memberikan informasi terkait alur birokrasi penelitian.
11. Kakak-kakak tingkat saya Mas Feri, Mbak ruroh dan Mbak Siti zulyana atas Ilmu, Saran dan masukan yang telah diberikan kepada saya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
12. Teknisi Laboratorium Bapak Jimmy, Bapak Ilham, Bapak Yono, Bapak Helly yang banyak membantu, memberikan ilmu dan masukan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Jember, 6 januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iv |
| HALAMAN PEMBIMBING | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN..... | vii |
| SUMMARY | viii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Tanah entisol..... | 4 |
| 2.2 Pupuk biogranul | 5 |
| 2.3 Bahan-bahan pupuk biogranul | 6 |
| 2.3.1 Biochar | 6 |
| 2.3.2 Kotoran sapi | 7 |
| 2.3.3 Limbah ikan | 8 |
| 2.4 Unsur kimia tanah | 9 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.4.1 | pH / Kemasaman tanah | 9 |
| 2.4.2 | N-total tanah..... | 9 |
| 2.4.3 | P-tersedia tanah | 10 |
| 2.4.4 | Kalium tanah | 11 |
| 2.4.5 | C-Organik tanah | 11 |
| 2.5 | Tujuan umum tanaman | 12 |
| 2.6 | Hipotesis | 13 |
| BAB 3. | Metode Penelitian | 14 |
| 3.1 | Waktu dan tempat penelitian | 14 |
| 3.2 | Instrumen penelitian | 15 |
| 3.3 | Rancangan percobaan..... | 16 |
| 3.4 | Alur pelaksanaan..... | 16 |
| 3.4.1 | Pembuatan pupuk biogranul..... | 16 |
| 3.4.2 | Analisis unsur hara pupuk..... | 16 |
| 3.4.3 | Persiapan media tanam | 17 |
| 3.4.4 | Persemaian benih sawi..... | 17 |
| 3.4.5 | Pemindahan bibit | 18 |
| 3.4.6 | Perawatan | 18 |
| 3.4.7 | Pengendalian hama | 18 |
| 3.4.8 | Pemanenan | 18 |
| 3.5 | Analisis pendahuluan | 19 |
| 3.5.1 | Analisis pendahuluan tanah entisol | 20 |
| 3.5.2 | Analisis akhir tanah entisol | 20 |
| 3.5.3 | Pengamatan tanaman | 21 |
| 3.5.4 | Analisis data..... | 21 |
| BAB 4. | PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 | Analisis pendahuluan | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Pengaruh pupuk terhadap sifat kimia tanah..... | 23 |
| 4.2.1 pH tanah | 24 |
| 4.2.1 Kandungan N-total tanah entisol..... | 26 |
| 4.2.1 Kandungan P-tersedia tanah entisol | 27 |
| 4.2.1 Kandungan Kalium tanah entisol | 28 |
| 4.2.1 Kandungan C-organik tanah entisol | 30 |
| 4.3 Pengaruh pengaplikasian pupuk terhadap parameter tanaman | 31 |
| 4.3.1 Tinggi tanaman..... | 32 |
| 4.3.2 Jumlah daun | 33 |
| 4.3.3 Panjang daun | 34 |
| 4.3.4 Panjang akar | 35 |
| 4.3.5 Berat basah tanaman..... | 36 |
| 4.3.6 Berat kering tanaman..... | 37 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 38 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 38 |
| 5.2 Saran..... | 38 |
| Daftar pustaka..... | 39 |
| Daftar lampiran | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| Daftar gambar | Judul | Halaman |
|----------------------|---|----------------|
| Gambar 4.1 | Hasil analisis pH tanah..... | 33 |
| Gambar 4.2 | Hasil analisis Nitrogen-total tanah | 35 |
| Gambar 4.3 | Hasil analisis P-tersedia tanah..... | 36 |
| Gambar 4.4 | Hasil analisis Kalium tanah..... | 37 |
| Gambar 4.5 | Hasil analisis C-Organik tanah..... | 39 |
| Gambar 4.6 | Tinggi tanaman sawi..... | 41 |
| Gambar 4.7 | Panjang daun tanaman sawi | 42 |
| Gambar 4.8 | Panjang akar tanaman sawi | 44 |
| Gambar 4.9 | Berat kering tanaman sawi | 45 |
| Gambar 4.10 | Berat kering tanaman sawi | 46 |

DAFTAR TABEL

| Daftar Tabel | Judul | Halaman |
|---------------------|---|----------------|
| Tabel 3.1 | Analisis pendahuluan tanah entisol..... | 30 |
| Tabel 3.2 | Unsur kimia pupuk biogranul | 30 |
| Tabel 3.3 | Pengamatan tanaman sawi | 31 |
| Tabel 3.4 | Analisis data..... | 41 |
| Tabel 4.1 | Hasil Analisis pendahuluan tanah entisol..... | 32 |
| Tabel 4.2 | Hasil analisis unsur kimia pupuk biogranul | 33 |
| Tabel 4.3 | Rangkuman F-hitung parameter sifat kimia tanah..... | 34 |
| Tabel 4.4 | Rangkuman F-hitung parameter tanaman sawi..... | 42 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Daftar Lampiran | Judul | Halaman |
|------------------------|---|----------------|
| Lampiran 1 | Kriteria penilaian hasil analisis tanah | 59 |
| Lampiran 2 | Persyaratan teknis minimal pupuk organik | 60 |
| Lampiran 3 | Denah percobaan..... | 61 |
| Lampiran 4 | Dokumentasi penelitian..... | 62 |
| Lampiran 5 | Hasil analisis pH tanah..... | 63 |
| Lampiran 6 | Hasil analisis N-total tanah..... | 67 |
| Lampiran 7 | Hasil analisis Fosfor tanah..... | 68 |
| Lampiran 8 | Hasil analisis Kalium tanah..... | 69 |
| Lampiran 9 | Hasil analisis C-organik | 70 |
| Lampiran 10 | Hasil analisis Hasil analisis parameter tinggi tanaman | 71 |
| Lampiran 11 | Hasil analisis Hasil analisis parameter panjang daun | 72 |
| Lampiran 12 | Hasil analisis Hasil analisis parameter panjang akar | 73 |
| Lampiran 13 | Hasil analisis Hasil analisis parameter tinggi tanaman | 74 |
| Lampiran 14 | Hasil analisis Hasil analisis parameter berat segar tanaman | 75 |
| Lampiran 15 | Hasil analisis Hasil analisis parameter berat kering tanaman.... | 76 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk kedalam kawasan negara tropis dengan keanekaragaman cadangan bahan pangan cukup melimpah serta tinggi akan keanekaragaman hayati seperti sayuran yang menjadi suatu kekayaan yang abnyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Sayuran menjadi suatu bahan makanan yang asalnya dari bagian tumbuhan yang dapat dikonsumsi sehari hari dengan khasiat yang cukup melimpah untuk kesehatan. Secara garis besar sawi termasuk kedalam sayuran yang dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Permintaan pasar akan tanaman sawi berbanding terbalik dengan kondisi lahan pertanian yang semakin sempit dan tingkat produktifitas tanaman sawi yang masih relative kurang, sehingga diperlukan pemanfaatan tanah yang kurang produktif untuk memenuhi permintaan pasar akan tanaman sawi. Badan pusat statistic (2020), produksi sawi diprovinsi jawa timur pada tahun 2020 sebanyak 39,289,00 ton/ha. BPS (2020) untuk produksi sawi di kabupaten jember pada tahun 2020 sejumlah 44,65 ton/ha dengan luas lahan 236 ha.

Tingkat produksi yang rendah diakibatkan oleh luas lahan tanam untuk tanaman sawi kian menimpis, maka diperlukan pemanfaatan lahan yang dinilai kurang produktif untuk kegiatan budidaya tanaman yang salah satunya merupakan tanah entisol. Tanah entisol termasuk jenis tanah yang kurang produktif untuk kegiatan budidaya pertanian dengan adanya berbagai masalah seperti memiliki ph masam, daya menyimpan air rendah serta rendah akan kandungan hara yang tersedia bagi tanaman (Sari,2015). Menambahkan kandungan unsur hara organik berupa limbah peternakan maupun limbah pertanian pada tanah entisol yang diolah menjadi pupuk dapat dilakukan untuk menanggulangi kekurangan hara, menyongkong proses pertumbuhan vegetatif pada tanaman.

Penambahan kandungan unsur hara akan memberikan dampak terhadap peningkatan kesuburan tanah. Kandungan kalium, fosfor dan nitrogen tergolong kedalam unsur hara makro berperan penting pada kebutuhan pertumbuhan tanaman. Menurut Lon & ruhnyat, (2016) apabila unsur hara tersebut minim didalam tanah akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman yang kurang optimal serta menyebabkan tanaman kurang produktif, sehingga diperlukan penambahan kandungan organik pada tanah. Penambahan kandungan bahan organik didalam tanah memiliki fungsi dalam meningkatkan sifat kimia tanah dengan meningkatkan kandungan nitrogen dan C-Organik serta kandungan unsur hara didalam tanah sehingga dapat menunjang pertumbuhan pada tanaman. Sekam padi tergolong kedalam limbah pertanian yang dapat diolah menjadi biochar untuk diaplikasikan guna menunjang kekurangan hara pada tanah. Namun biochar tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk organik, sehingga diperlukan bahan tambahan untuk menyempurnakan kandungan hara yang diperlukan oleh tanaman (Kurniawan *et al*,2016).

Sumber hara organik lainnya yang kaya akan kandungan nutrisi yang dibutuhkan tanaman seperti limbah peternakan sapi dan limbah perikanan. Kotoran sapi merupakan sisa hasil pencernaan sapi dengan beragam warna, mulai dari kuning hingga kehitaman yang bergantung akan pakan yang diberikan. Unsur hara yang kompleks pada kotoran sapi mampu dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga pemanfaatan pupuk berbahan kotoran sapi mampu dalam meningkatkan produktivitas pada tanaman. Sedangkan limbah ikan merupakan limbah perikanan yang dapat mencemari lingkungan, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut. Kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan serta bahan perekat tambahan membentuk produk pupuk organik "Biogranul" untuk diaplikasikan kedalam tanah, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kandungan hara yang minim didalam tanah menjadi produktif untuk kegiatan budidaya pertanian.

1.1 Rumusan masalah

1. Bagaimana respon pupuk organik biogranul terhadap perbaikan sifat kimia tanah entisol ?
2. Bagaimana respon perbaikan sifat kimia tanah entisol terhadap pertumbuhan tanaman sawi ?

1.2 Tujuan

1. Memahami respon biogranul terhadap perbaikan sifat kimia tanah entisol.
2. Memahami respon perbaikan sifat kimia tanah entisol terhadap pertumbuhan tanaman sawi.

1.3 Manfaat penelitian

Menjadi acuan dan rekomendasi bagi petani untuk memanfaatkan kotoran sapi dan limbah sisa pengelolaan penggilingan beras untuk diolah menjadi pupuk organik sebagai bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah entisol

Entisol ialah tanah muda yang rendah akan kandungan unsur hara, tingkat kejenuhan basa, pH yang beragam dimulai dari asam hingga alkalis serta mempunyai kandungan C/N ratio kurang dari 20. Kandungan unsur hara yang minim menjadikan kurang optimal untuk pertumbuhan tanaman maka diperlukan penambahan bahan organik untuk meningkatkan nilai kandungan hara pada tanah. Kurang stabilnya kemantapan agregat mengakibatkan struktur yang lepas sehingga tanah dengan jenis entisol mempunyai drainase yang relative laju. entisol termasuk kedalam jenis tanah dengan tingkat evapotranspirasi yang tinggi sehingga diperlukan tambahan bahan organik untuk menunjang lahan menjadi produktif dan meningkatkan kesuburan pada tanah (Karnilawati *et al*,2018). Berdasarkan studi Kalay *et al.* (2020), mengenai efek aplikasi pemupukan terhadap ketersediaan hara pada tanah entisol mengalami beberapa keterbatasan dengan kandungan hara yang rendah.

Tanah mengandung nitrogen sebesar 0,11%, fosfor 50 ppm dengan kategori tinggo, kalium 28 ppm dan memiliki pH dengan kategori agak masam dengan nilai 6,1. Rendahnya kandungan unsur hara nitrogen dan nilai pH yang tergolong agak masam, akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang optimal. Untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman pada tanag dengan kategori rendah akan kandungan organik, maka diperlukan pengaplikasian pupuk organik untuk memaksimalkan produktifitas tanaman. Penggunaan pupuk organik kandang bias menaikkan kandungan C-Organik (1,43%), Nitrogen total didalam tanag sebesar (1,4%), dan meningkatkan kemantapan agregat didalam tanah (Zulkarnain *et al*, 2013). Sehingga pengaplikasian pupuk kandang dapat direkomendasikan untuk meningkatkan unsur hara didalam tanah.

2.2 Pupuk biogranul

Pupuk Biogranul merupakan pupuk organik yang sebagian besar berasal dari bahan organik berupa sisa tanaman maupun limbah peternakan yang telah melalui proses granul. Menurut Adamy *et al.* (2011) Penggunaan pupuk organik dalam bentuk granul mampu mengurangi pemberian pupuk NPK sebesar 25% dari dosis yang telah direkomendasikan. Pemanfaatan pupuk biogranul menjadi salah satu alternatif dalam mengubah bentuk pupuk curah menjadi bentuk granul maupun pelet untuk mencukupi kebutuhan nutrisi bagi tanaman yang diimplementasikan ke dalam tanah yang rendah akan kandungan unsur hara. Menurut hasil penelitian Fadilla *et al.* (2021) pemanfaatan pupuk granul dengan tambahan perekat tanah liat pada dosis 15 ton/ha mampu meningkatkan kandungan nitrogen sebesar 23,78%, fosfor 0,7%, kalium 1,87%, C/N rasio 16,99 dan memiliki derajat kemasam 7,93.

Pupuk granul memiliki kelemahan dengan rentan pecah dan hancur apabila tidak diimplementasikan secara langsung. Hasil penelitian menjelaskan bahwa kian tingginya intensitas bahan perekat yang diberikan maka durabilitas, nilai daya serap dan waktu pupuk untuk hancur akan kian tinggi. Penggunaan bahan perekat menjadi solusi untuk mencegah kecenderungan pupuk menjadi pecah sebelum diaplikasikan ke dalam tanah. Menurut Utari (2015), bahan perekat yang dinilai efektif dalam pembuatan pupuk granul adalah tanah liat dengan prosentase 11%, molase dan tepung tapioka 89%. Menurut Sastrawan, (2016) pemanfaatan bahan perekat bertujuan untuk mencegah terjadinya segregasi, mengurangi debu dan mencegah terjadinya penyerapan berlebih oleh tanaman akibat proses pelepasan nutrisi yang secara mendadak didalam tanah.

2.3 Bahan-bahan pupuk biogranul

2.3.1 Biochar

Menurut Sukmawati, (2020) biochar merupakan bahan organik dari proses pembakaran tidak sempurna pada biomassa dengan kadar oksigen sebesar <2% dan pada suhu 300 - 400°C. Bahan baku untuk pembuatan biochar berasal dari limbah pertanian yang tidak mudah terdekomposisi dengan jumlah yang melimpah seperti tempurung kelapa, tonkol jagung, sekam padi dan serbuk kayu. Sekam padi menjadi salah satu bahan organik sia hasil penggulungan padi yang memiliki jumlah yang cukup melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pelengkap pembuatan biochar. Sekam padi mengandung komposisi kimia yang mencakup 25-30% lignin, 15-20% silica dan 50% selulosa. Berdasarkan hasil penelitian Muhammad *et al.* (2017) pemanfaatan biochar dapat menaikkan nilai Ph dan K-dd dalam tanah entisol, sehngga biovhar dapat dimanfaatkan menjadi bahan pembuatan pupuk organik. Pengaplikasian biochar kedalam tanah mampu meningkatkan kandungan C-Organik didalam tanah sebesar 3,14% yang semula 2,50%, peningkatan ini menandakan bahwa pengaplikasian biochar cukiup efektif untuk meningkatkan kandungan C-Organik didalam tanah.

Menurut Penelitian Laird *et al.* (2010) pengaplikasian biochar kedalam tanah selain berpengaruh meningkatkan C-Organik tanah juga memberikan pengaruh terhadap terhambatnya proses mineralisasi N-organik dan nitrifikasi NH₄⁺, sehingga menurunkan pencucian nitrogen sebesar 11%. Dengan berbagai kelebihan yang dimiliki biochar dalam meningkatkan sifat kimia tanah, masih terdapat unsur hara yang masih tergolong rendah yaitu seperti kandungan fosfor. Kandungan fosfor didalam biochar masih tergolong rendah, berkisar antara 0,80 – 1,14% (Muharam *et al*, 2016). Kandungan fosfor yang rendah mengakibatkan biochar tidak dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan dasar untuk meningkatkan kandungan unsur hara didalam tanah, sehingga diperlukan pengolahan menjadi pupuk organik dan dikombinasikan dengan bahan organik lainnya.

2.3.2 Kotoran Ternak

Kotoran sapi merupakan sisa hasil pencernaan sapi yang tergolong kedalam limbah peternakan yang memiliki jumlah yang cukup melimpah. Sapi mampu menghasilkan 8-10 kg/ekor dalam setiap harinya. Dengan jumlah yang melimpah, apabila tidak dimanfaatkan maka akan mencemaru dan merusak lingkungan. Kotoran sapi banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk organik. Kandungan unsur hara mikro dan makro pada kotoran sapi mampu untuk meningkatkan kandungan unsur hara didalam tanah (Rakhmawati *et al*, 2019). Namun kotoran sapi tidak dapat diaplikasikan secara langsung pada tanah atau sebagai bahan dasar pupuk organik, sehingga terlebih dahulu harus dikomposkajn untuk mengurangi kadar metana yang terkandung didalamnya. Menurut hasil penelitian Fikdalillah *et al*. (2016) kotoran sapi yang telah melalui proses dekomposisi mampu menghasilkan kandungan C-Organik dengan nilai 13,85%, C/N rasio 9,55, Fosfor 0,09%, nitrogen 1,45% dan kalium 11,43 %. Berdasarkan hasil analisis tersebut sekamin meningkat pemberian dosis pupuk berbahan dasar kotoran sapi mampu meningkatkan produksi tanaman sawi dan menaikkan C-Organik tanah, pH tanah dan P-Tersedia pada tanag entisol. Sehingga dengan tingginya kandungan unsur hara pada kotoran sapi bias direkomendasikan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk organik agar meningkatkan kandungan kimia didalam tanah dan meningkatkan produktifitas tanaman sawi.

2.3.3 Tepung ikan / limbah Ikan

Tepung ikan merupakan bahan yang berasal dari limbah ikan yang tidak memiliki nilai jual dan tidak dimanfaatkan kembali oleh pelaku usaha perikanan seperti tulang, kulit, sisik dan feses. Menurut Atma (2016) limbah dalam pengolahan ikan menjadi salah satu permasalahan dalam industri pengolahan ikan yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, sehingga limbah ini dilakukan pengolahan menjadi tepung ikan sebagai bahan pelengkap pembuatan pupuk organik. Menurut Ridhuan, (2019) kandungan didalam tepung ikan sangat bervariasi diantaranya mengandung C-Organik sebesar 9,30%, Nitrogen total 9,63%, Kalium sebesar 0,30% dan C/N rasio dengan nilai 0,97. Dengan kandungan nitrogen sebesar 9,36% dan fosfor 3,36% yang dihasilkan dari tepung ikan, mampu dalam mencukupi kebutuhan kandungan unsur hara makro didalam pupuk.

Menurut Samad *et al* (2021) pengaplikasian tepung ikan berpengaruh nyata terhadap tanaman pada parameter tinggi tanaman dengan rentan umur 15 HST sampai 45 HST. Pengolahan limbah ikan menjadi produk tepung ikan menjadi alternatif dalam mengurangi tingkat pencemaran lingkungan akibat limbah dari pengolahan ikan dan pengolahan tepung ikan menjadi pupuk organik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan produksi tanaman menjadi meningkat. Menurut Sundari *et al*. (2014) pengaplikasian pupuk organik berbahan tepung ikan mampu memberikan pengaruh terhadap kandungan unsur hara Nitrogen sebesar 4,66%, fosfor dengan nilai 0,34 % kalium sebesar 0,57 % dan memiliki pH dengan nilai 5,5.

2.4 Unsur Kimia Tanah

2.4.1 pH (Kemasaman tanah)

Derajat kemasaman tanah atau pH merupakan sifat asam maupun basa dalam suatu bahan yang dapat diuji oleh laboratorium. Tanah dapat diklasifikasikan tanah masam apabila memiliki pH H₂O kurang dari 4,5-5,5 dan dapat dikatakan netral memiliki pH 6,6-7,5. Menurut Nofelman *et al*, (2012) pH pada tanah mengandung unsur yang beracun seperti Al, Mn dan Fe. Nilai pH di dalam tanah yang rendah mengakibatkan unsur Al, Fe dan Mn menjadi terlarut maka bisa menjadi racun bagi tanaman. Namun apabila nilai pH di dalam tanah menunjukkan harkat netral atau tinggi yang beriringan dengan intensitas hujan yang cukup tinggi, maka AL, Fe dan Mn berkurang dan larut di dalam air sehingga menyebabkan tanaman menjadi kekurangan unsur Fe dan Mn. Untuk mengurangi dampak keracunan ion tersebut pada tanaman, pH tanah dapat dipertahankan dengan menjadi pH 6-7. Kemasaman tanah juga mempengaruhi sifat kimia di dalam tanah. Hasil analisis Bakri *et al*, (2016) rendahnya nilai pH pada tanah diakibatkan oleh penggunaan pupuk anorganik berlebih sehingga menyebabkan ion OH⁻ menjadi meningkat dan menurunkan kandungan pH di dalam tanah, penurunan pH di dalam tanah mempengaruhi akan ketersediaan unsur hara fosfor menjadi tidak tersedia.

2.4.2 Nitrogen tanah

Kandungan nitrogen merupakan kandungan unsur hara yang mempunyai peran dalam proses pertumbuhan tanaman terutama menunjang perumbuhan vegetatif pada tanaman, meningkatkan jumlah bulir, meningkatkan jumlah anakan pada tanaman serta meningkatkan ukuran gabah pada padi (Ratriyanto *et al*, 2017). Kandungan nitrogen terbagi kedalam dua unsur yaitu nitrogen dalam bentuk anorganik dan organik. Kandungan nitrogen dalam bentuk organik tercipta dari protein ataupun asam amino, sementara kandungan nitrogen dalam bentuk anorganik terbentuk dari kandungan NH₄ ammonium, NH₃ gas ammonia, NO₂ Nitrit, NO₃ Nitrat serta dalam bentuk molekul dalam bentuk gas (N₂) yang terdapat pada proses denitrifikasi yang hilang menjadi gas.

Tanaman menyerap kandungan Nitrogen yang terkandung pada tanah dalam bentuk NO_3^- atau NH_4^+ . Dari hasil penelitian Hepriyani *et al.* (2016) pengaplikasian pupuk nitrogen dengan dosis 100 kg N ha⁻¹, mampu menaikkan pertumbuhan tanaman dan produksi padi pada varietas gogo. Tanaman juga menyerap kandungan nitrogen dalam bentuk nitrat, namun lebih memungkinkan apabila tanaman memanfaatkan kandungan nitrogen dalam bentuk ammonium dibandingkan dalam bentuk nitrat, ini disebabkan oleh kandungan nitrat di dalam tanah mudah tercuci dan dalam proses denitrifikasi terbentuk N_2O .

2.4.3 Fosfor tanah

Kandungan hara fosfor sebagai unsur hara yang memiliki peranan dalam perkembangan dan fotosintesis pada jaringan tanaman. Tanaman menyerap kandungan fosfor berupa ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} dan anion ortofosfat primer H_2PO_4^- . Menurut Kaya (2018) Tanaman secara umum menyerap kandungan fosfor berupa H_2PO_4^- pada tanah dengan pH masam dan kandungan ion HPO_4^{2-} pada tanah dengan kategori pH alkalin. Ketersediaan kandungan hara fosfor terbagi kedalam dua bentuk yaitu dalam bentuk organik dan anorganik. Pada umumnya kandungan hara fosfor terkandung di dalam bahan organik maupun pada tanah yang mengandung mineral. Hasil penelitian Hadriantni dan Syakiroh (2008) penambahan pupuk dengan dosis 108 kg/ha P_2O_5 dapat memaksimalkan jumlah daun, tinggi tanaman, berat biji dan jumlah polong isi pada hasil tanaman kedelai. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penambahan dosis yang bertambah mampu menunjang pertumbuhan dan produktifitas pada tanaman. Menurut Wijayanti *et al.* 2019, tanaman memerlukan unsur hara fosfor yang cukup untuk dapat tumbuh dengan optimal, apabila tanaman kekurangan akan fosfor akan menyebabkan pertumbuhan akar yang kurang optimal.

2.4.4 Kalium Tanah

Menurut Dona *et al.* (2010) peran unsur hara kalium sangat dibutuhkan tanaman dalam memaksimalkan pertumbuhan akar, pembentukan selulosa dan aktivitas enzim yang terjadi di dalam tanaman. Kalium juga berperan dalam menyusun beberapa komponen di dalam tanaman seperti protoplasma dan selulosa. Selain itu unsur hara kalium juga memiliki peranan dalam translokasi karbohidrat, sintesis protein dan fotosintesis pada tanaman (Hanafia, 2012). Hasil penelitian Ramadhan *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa pemupukan kalium dengan perlakuan sebanyak 3 kali pada dosis 50 KCL/ha pada tanah mampu meningkatkan prosentase gabar bernas pada padi dan menghasilkan beras merah wangi dengan kualitas terbaik. Tanaman menyerap kandungan kalium dalam bentuk K⁺ yang umumnya berasal dari kandungan mineral primer pada tanah maupun pada kandungan pupuk buatan. Unsur hara kalium ditemukan pada beberapa mineral yang mengalami pelapukan dengan melepas ion-ion kalium sehingga mudah untuk diserap oleh tanaman.

2.4.5 C-Organik Tanah

Bahan organik berperan untuk meningkatkan kandungan sumber hara esensial mikro dan makro (Gusmini, 2008). Bahan organik memiliki peranan dalam menyediakan energi bagi mikroorganisme sehingga proses dekomposisi di dalam ranag dapat berjalan dengan optimal. Organisme membutuhkan bahan organik terutama karbon sebagai asupan nutrisi dalam bentuk organik maupun anorganik. Pada tahap dekomposisi, organisme melepaskan kandungan mineral pada bahan organik dan juga melepaskan sejumlah unsur fosfor, kalsium dan nitrogen yang berguna untuk tanaman. Menurut Dibia *et al.* (2017) bahan organik berperan dalam produktifitas tanaman, meningkatkan unsur kimia di dalam tanah, namun perlu diperhatikan bahwa bahan organik yang terkandung di dalam pupuk yang akan dimanfaatkan harus sesuai dengan kebutuhan untuk meningkatkan kandungan unsur hara C-Organik di dalam tanah.

2.5 Tinjauan Umum Tanaman

Sawi termasuk kedalam tanaman kelompok Brassica yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat berupa daun maupun bunganya sebagai bahan pangan dengan kandungan vitamin yang baik bagi kesehatan. Tanaman sawi umumnya dikonsumsi secara langsung maupun diolah menjadi berbagai jenis hidangan. Menurut Sebayang (2020) tanaman sawi memiliki klasifikasi sebagai berikut :

| | |
|-----------|----------------------------|
| Devisi | : <i>Spermato pHyta</i> |
| Subdivisi | : <i>Angiospermae</i> |
| Kelas | : <i>Dicotyledonae</i> |
| Ordo | : <i>Rhoeadales</i> |
| Family | : <i>Cruciferae</i> |
| Genus | : <i>Brassica</i> |
| Spesies | : <i>Brassica Juncea L</i> |

Tanaman sawi yang nama lainnya (*Brassica juncea L.*) dengan jenis yang beragam seperti sawi putih, sawi hijau dan pakhcoy dengan ciri yang berbeda tergantung dengan varietas yang digunakan oleh petani sebagai bibit. Namun secara umum tanaman sawi memiliki batang pendek, bentuk daun yang cenderung lonjong, tidak berbulu dan memiliki struktur yang halus. Dengan meningkatnya permintaan oasar akan kebutuhan tanaman sawi sebagai bahan pangan untuk masyarakat, maka diperlukan pemanfaatan lahan kurang produktif untuk dilakukan proses bercocok tanam, sehingga diperlukan bahan tambahan untuk membantu dalam proses pertumbuhan pada tanaman.

2.6 Hipotesis

1. Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan mampu meningkatkan sifat kimia tanah entisol.
2. Pada pengaplikasian dosis 40 ton/ha pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan berpengaruh terhadap perubahan sifat kimia terhadap pertumbuhan pada tanaman sawi.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung di *greenhouse* jurusan tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember dan proses analisis dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini berlangsung pada bulan januari hingga juli 2021.

3.2 Instrumen penelitian

3.2.1 Peralatan

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1. Ember | 5. AAS |
| 2. Plastik Clip | 6. Alat titrasi |
| 3. pH meter | 7. Alat destruksi |
| 4. Spektrofotometer | 8. Alat destilasi |

3.2.2 Bahan

1. Media tanah entisol
2. Biji Tanaman sawi
3. Biochar (sekam padi)
4. Limbah ikan
5. Kotoran sapi
6. Molase

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi dosis pupuk biogranul dengan perlakuan sejumlah 5 diulang sebanyak 5, sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Berikut merupakan 5 perlakuan pada pengaplikasian pupuk biogranul:

S1 : 0 ton/ha / Kontrol

S2 : 10 ton/ha

S3 : 20 ton/ha

S4 : 30 ton/ha

S5 : 40 ton/ha

Percobaan disusun berdasarkan Rancangan Acak lengkap dengan denah percobaan sebagai berikut:



| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| S2U2 | S1U5 | S5U2 | S5U4 | S4U2 |
| S2U5 | S2U4 | S5U1 | S5U5 | S3U4 |
| S3U2 | S4U1 | S4U5 | S4U4 | S1U1 |
| S3U5 | S2U1 | S1U3 | S3U1 | S2U3 |
| S1U2 | S3U3 | S1U4 | S4U3 | S5U3 |

3.4 Alur Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu pembuatan pupuk biogranul hasil kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan, analisis unsur hara pupuk biogranul, persiapan media tanam, persiapan media semai, persiapan benih sawi, pemindahan bibit, pemeliharaan perawatan tanaman, pengendalian hama dan pemanenan.

3.4.1 Pembuatan pupuk biogranul

Proses pembuatan pupuk dimulai dengan mengeringkan Biochar, Kotoran sapi, limbah ikan dengan menggunakan panas matahari hingga kadar air berkurang. Masing masing bahan yang sudah kering, dihaluskan hingga menjadi berbentuk partikel kecil agar memudahkan dalam membentuk menjadi bentuk granul. Selanjutnya ketiga bahan tersebut dicampur hingga homogen dengan komposisi 25 % Kotoran sapi, 25 % Limbah ikan dan 50% Biochar yang kemudian letakkan diatas nampan plastik. Kemudian berikan molase dengan alat semprot untuk mempermudah pembentukan menjadi granul, penyemprotan dilakukan secara bertahap sembari nampan diputar dengan tujuan seluruh bahan membentuk granul. Tahapan yang terakhir adalah menjemur pupuk pada panas matahari untuk mengoptimalkan perekat yang digunakan.

3.4.2 Analisis unsur hara pupuk

Tujuan analisis unsur hara pada pupuk untuk mengetahui unsur hara yang terkandung didalamnya. Analisis unsur hara makro diantaranya kandungan pH, Nitrogen, fosfor, kalium dan C-Organik tahapan awal dalam analisis pupuk yaitu dengan mengeringanginkan pupuk yang telah dibentuk kemudian dipreparasi menjadi partikel yang seragam untuk mempermudah proses analisis sesuai dengan metode yang telah ditetapkan.

3.4.3 Persiapan Media Tanam

Penanaman dilakukan di didalam polybag yang mampiu menampung 5-15 kg tanah. Persiapan media tanam dilaksanakan dengan mengeringanginkan tanah uyang berasa; dari lahan milik warga desa menampu kecamatan gumumas kabupaten jember. Tanah yang sudah melalui proses kering angin ditimbang sejumlah 9 kg dan ditambahkan ke masing masing media polybag. Kemudian pupuk yang telag terbentuk dicampurkan kedalam media tanam sesuai dengan perlakuan. Proses pengaplikasian pupuk dilakukan satu kali pada saat awal tanam berlangsung. Menurut Dwiratna & suryadi (2017), setelah proses pencampuran tanah dengan pupuk dilakukan masa inkubasi untuk memberikan jarak waktu pada saat pengaplikasian pupuk dan penananamn untuk mengurangi dampak buruk ketika penguraian bahan organik berlangsung oleh mikroorganisme.

3.4.4 Pembuatan Media Semai

Tahapan dalam pembuatan media semai yaitu dengan menimbah tanah dan pupuk dengan perbandingan 1:1 kemudian seluruh bahan diaduk dengan rata untuk mengoptimalkan media persemaian. Campuran tanah dengan pupuk diletakkan dalam nampan plastic untuk mempermudah dalam proses peenyiraman dan pemeliharaan tanaman maupun tanah.

3.4.5 Persemaian Benih sawi

Benih sawi sebelum dipindahkan pada media semai direndam selama 10 menit untuk mengoptimalkan pertumbuhan pada benih dan mematahkan masa dormasi pada tanaman sawi. Perawatan terus dilakukan pada benih sawi dengan menjaga kadar air pada media tanamn sebelum dipindah tanam pada media polybag. Menurut Ali *et al.* (2017), proses pemindahan benih sawi kedalam media sawi setelah benih mengalami proses pecah lembaga yang berkisar dengan rentan umur kurang lebih 8-10 hari.

3.4.6 Pemindahan Bibit

Pemindahan bibit dilakukan setelah bibit muncul 4 helai daun kemudian pindahkan dari media persemaian kedalam media penanaman dengan kedalaman lubang tanam 2-3 cm, kemudian ditutup dengan menggunakan tanah dengan ketebalan 1-3 cm. Bibit dimasukkan kedalam media polybag yang telah diisi pupuk dan tanah sesuai dengan perlakuan

3.4.7 Perawatan

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman media tanam, penyulaman tanaman dan penyiangan gulma. Tanaman sawi disiram pada saat pagi hari secara berkala untuk menjaga kebutuhan air tanaman pada media polybag tetap terjaga. Penyulaman dilakukan pada saat bibit tanaman sudah menginjak umur 12 HST dengan bibit tanaman tanaman yang memiliki umur yang sama sama. Proses pembasmian gulma yang tumbuh disekitar media tanam guna menjaga nutrisi pada tanaman sawi, sehingga tidak terjadi kompetisi penyerapan hara tanaman pada media tanam.

3.4.8 Pengendalian hama

Pengendalian hama pada tanaman sawi dilakukan dengan metode maual yaitu dengan membunuh hama yang menyerang pada media tanam maupun pada tanaman secara langsung. Pengendalian hama dengan metode manual untuk menjaga kandungan sifat kimia pada tanah entisol tetap terjaga sehingga tidak merusak kandungan unsur kimia didalamnya.

3.4.9 Pemanenan

Menurut Bustami (2019) pemanenan dilakukan di pagi hari guna menjaga tingkat kesegaran tanaman sawi. Tanaman sawi dapat dipanen apabila memiliki umur tanamn 30-35 hari. Menurut Hadid *et al.* (2015), tanaman sawi dapat dipanen apabila memiliki ciri pangkal batang tegak, daun berbentuk oval dan memiliki warna hijau cerah.

3.5 Analisis Pendahuluan

3.5.1 Analisis Pendahuluan tanah entisol

Tujuan dilaksanakannya analisis pendahuluan guna mengetahui kandungan unsur hara makro awal pada tanah yang akan dimanfaatkan untuk penelitian berlangsung. Berikut merupakan beberapa parameter pada pupuk maupun pada tanah yang hendak dianalisis :

Tabel 3 1 Tabel Analisis pendahuluan tanah entisol

| Analisis | Satuan | Metode |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| pH Tanah | - | Ekstrak aquades 1:5 |
| N total Tanah | % | Kjeldahl |
| P-tersedia Tanah | ppm P ₂ O ₅ | Olsen |
| K-tersedia Tanah | me/100 gr | Ekstrak NH ₄ OAc 1M pH 7,0 |
| C-Organik Tanah | % | Kurmis |

*) Kriteria Penilaian hasil Analisis Tanah, Balai Penelitian Tanah Bogor (2009)

3.5.2 Analisis akhir tanah entisol

Analisis akhir dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui dan menganalisis perubahan karakteristik sifat kimia tanah setelah dilakukan proses pemupukan dan penanaman berlangsung.

Tabel 3 2 Tabel Analisis Akhir Tanah Entisol

| Analisis | Satuan | Metode |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| pH Tanah | - | Ekstrak aquades 1:5 |
| N total Tanah | % | Kjeldahl |
| P-tersedia Tanah | ppm P ₂ O ₅ | Olsen |
| K-tersedia Tanah | me/100gram | Ekstrak NH ₄ OAc 1M pH 7,0 |
| C-Organik Tanah | % | Kurmis |

*) Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah, Balai Penelitian Tanah Bogor (2009)

3.5.3 Pengamatan tanaman

Pengamatan tanaman dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi Biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada setiap perlakuan yang telah ditentukan. Menurut Wahyuni & sofyadi (2019), terdapat beberapa parameter pengamatan pada tanaman sawi yang dapat diamati pada tabel 3.3:

Tabel 3 3 Pengamatan tanaman sawi

| Variabel Pengamatan | Metode | Waktu |
|----------------------|-------------|-----------------|
| Tinggi tanaman | Pengukuran | Setiap 1 Minggu |
| Jumlah daun | Pengukuran | Setiap 1 Minggu |
| Panjang daun | Pengukuran | Setiap 1 Minggu |
| Panjang Akar | Pengukuran | Panen |
| Berat Basah Tanaman | Penimbangan | Panen |
| Berat Kering tanaman | Penimbangan | Panen |

3.5.4 Analisis data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA yang disajikan pada tabel 3.4. Apabila terdapat berbeda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut SMRT pada taraf kepercayaan 5%.

Tabel 3.4 Analisis anova yang digunakan

| Sumber Keragaman (SK) | Jumlah Kuadrat (Jk) | Derajat Bebas (Db) | Kuadrat Tengah (Kt) | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------|------------|------------|
| Perlakuan | JKP | t-1 | JKP/DbP | KTP/KTG | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
| Error(Galat) | JKE | t(r-1) | JKE/DbE | | | |
| Total | JKT | tr-1 | | | | |

BAB 4. PEMBAHASAN

4.1 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan diperlukan dalam melihat sifat kimia tanah yang hendak dipakai. Analisis pendahuluan pada tanah entisol yang akan dipergunakan pada tabel (4.1) dan juga kandungan unsur hara pada pupuk biogranul (4.2) untuk mengetahui kandungan hara pada pupuk.

Tabel 4 1 Analisis pendahuluan tanah entisol

| Variabel | Satuan | Nilai | Harkat |
|------------------|-----------------------------------|-------|---------------|
| pH tanah | - | 5,62 | Agak Masam |
| N-total tanah | % | 0,11 | Rendah |
| P-tersedia tanah | ppm P ₂ O ₅ | 0,89 | Sangat rendah |
| K-tanah tanah | me/100 gram | 0,955 | Tinggi |
| C-Organik tanah | % | 1,60 | Rendah |

*) Penilaian Hasil Analisis Tanah, Balai Penelitian tanah Bogor (2009)

Berlandaskan hasil analisis pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa unsur kimia yang terkandung didalamnya cenderung rendah, sehingga diperlukan bahan organik tambahan guna menunjang kadar unsur kimia pada tanah. Berlandaskan hasil analisis pendahuluan pada tanah menunjukkan bahwa nilai pH pada tanah termasuk kedalam harkat Agak masam dengan nilai (5,62). Menurut Setyowati & Saidi. (2017), pertumbuhan pada tanaman Sawi dapat optimal apabila nilai pH pada tanah menunjukkan nilai 6 - 6,5.

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan tanah entisol Kandungan N total menunjukkan hasil rendah (0,11%) dan P-tersedia sangat rendah (0,89 ppm P₂O₅), Kalium menunjukkan hasil tinggi yaitu (0,955 me/100 gram) dan hasil C-organik pada tanah juga menunjukkan hasil harkat rendah dengan nilai (1,60%). Prasetyo dan suriadikarta (2006) memaparkan bahwa redahnya kandungan C-Organik pada tanah diakibatkan oleh tingginya erosi pada tanah, apabila lapisan tanah bagian atas mengalami erosi maka kandungan bahan unsur hara dan organik menjadi minim. Kandungan hara pada tanah entisol masih belum mengalami pelapukan, sehingga untuk mempercepat proses pelapukan diperlukan bahan organik dan pupuk kandang. Menurut Wijanarko *et al.*, (2012) Penambahan kandungan bahan organik berupa pupuk organik dapat meningkatkan kandungan fosfor dan nitrogen yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman.

Tabel 4 2 Unsur kimia pupuk biogranul

| No | Parameter | Satuan | Persyaratan | Hasil | *)Standart mutu |
|----|--|--------|-------------|-------|----------------------------|
| 1 | C-Organik | % | Minimum 15 | 17,67 | Memenuhi Persyaratan |
| 2 | C/N rasio | - | ≤ 25 | 14,98 | Memenuhi persyaratan |
| 3 | Unsur hara Makro (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O) | % | Minimum 2 | 0,14 | Tidak memenuhi persyaratan |
| 4 | pH | - | 4-9 | 4,89 | Memenuhi Persyaratan |

*) Berlandaskan persyaratan teknis minimal pupuk organik menurut keputusan menteri pertanian Republik Indonesia Nomor: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

Menurut permentan Nomor: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 menyatakan standart mutu C-Organik pupuk minimum 15% dan berdasarkan hasil penelitian kandungan C-organik pupuk memenuhi Persyaratan untuk diaplikasikan pada tanah.

Menurut Hasibuan, (2015) kandungan C-Organik memiliki peranan dalam struktur hara tanah dan penyeimbang unsur hara makro didalam tanah. Namun disisi lain kandungan Fosfor dan kalium tergolong rendah sehingga tidak lolos uji persyaratan pupuk yang telah ditetapkan oleh permentan Nomor: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Rendahnya kandungan fosfor dan kalium dalam pupuk disebabkan oleh prosesentase limbah ikan yang terlalu kecil. Menurut jung *et al*, (2015) limbah ikan mengandung kalsium sebesar 59,7% dan fosfor sebesar 35,8%, sehingga apabila komposisi limbah ikan ditingkatkan maka kandungan unsur hara kalium dan fosfor dalam pupuk menjadi meningkat.

4.2 Pengaruh Pupuk Biogranul terhadap Sifat Kimia Tanah

Menurut Mautuka *et al*. (2015), terdapat pengaruh pemberian bahan organik terhadap sifat fisik dan kimia didalam tanah. Berdasarkan hasil analisis, pengaplikasian pupuk biogranul gabungan dari biochar limbah ikan, sekam padi dan Kotoran sapi pada tanah entisol menyatakan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter uji kandungan unsur hara tanah. Berikut merupakan

Tabel 4.3 Rangkuman F-hitung parameter sifat kimia tanah

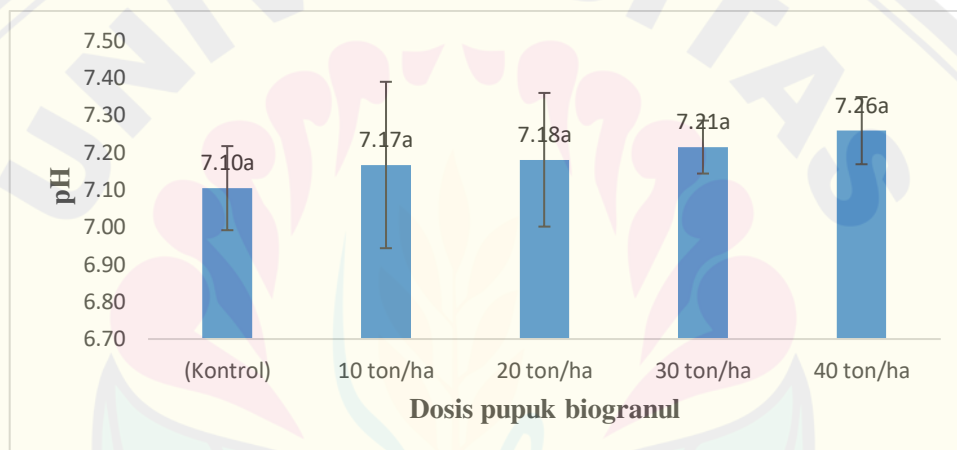
| NO | Parameter | F-Hitung | F-Tabel 5% | F-Hitung 1% |
|----|------------------|---------------------|------------|-------------|
| 1 | pH Tanah | 1,023 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 2 | N total Tanah | 0,068 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 3 | P-tersedia Tanah | 0,013 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 4 | K-tersedia Tanah | 0,557 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| 5 | C-Organik Tanah | 0,288 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |

***) Keterangan :

1. F-Hitung < F-Tabel 1% dan 5% = Berbeda tidak nyata (^{NS})
2. F-Hitung > F-Tabel 1% = Berbeda sangat nyata
3. F-Hitung > F-Tabel 5% = Berbeda nyata

4.2.1 pH Tanah

Berdasarkan hasil gambar 4.1 bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada variabel pH tanah terhadap perlakuan dosis pupuk biogranul. Pengaplikasian pupuk biogranul memberikan hasil berbeda tidak nyata terhadap pH tanah. Hal tersebut dapat diamati pada gambar 4.1, terlihat bahwa perlakuan (kontrol) memiliki pH terendah dengan nilai 7,10 sedangkan setelah pemberian pupuk biogranul mampu meningkatkan menjadi 7,17 pada perlakuan 10 ton/ha. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dengan seiring penambahan jumlah dosis pupuk biogranul, sejalan dengan nilai pH didalam tanah yang semakin meningkat. Perlakuan dengan nilai pH tertinggi pada dosis 40 ton/ha, sedangkan nilai pH terendah pada dosis kontrol.



Gambar 4 1 Hasil Analisis pH Tanah

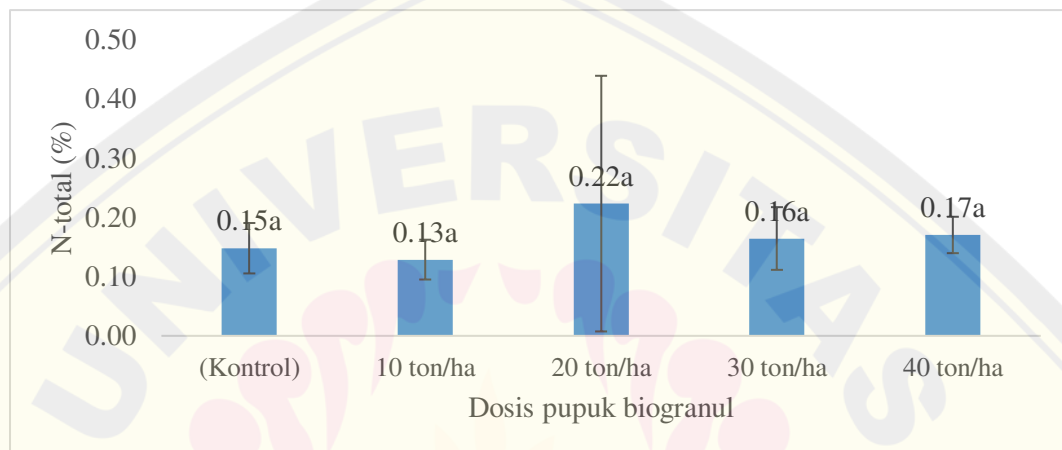
Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi Biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada perlakuan 40 ton/ha mampu meningkatkan nilai pH tanah 7,10 menjadi 7,18. Mikroorganismen mendekomposisi pupuk biogranul yang diaplikasikan ke dalam tanah, sehingga memberikan dampak pH tanah yang semula rendah menjadi meningkat. Menurut Berdasarkan Muzaiyanah dan Subandi (2018), sistematis penambahan pH tanah dari penambahan bahan organik ialah :

1. Asam organik yang teroksidasi akan memanfaatkan proton H^+ yang menghasilkan ion OH^-
2. Asam Organik terdekarboksilasi menggunakan proton serta melakukan pelepasan karbon dioksida melalui reaksi : $R-CO-COO^- + H^+$ menghasilkan $RCHO + CO_2$, H^+ yang digunakan akan berkurang sehingga akan menghasilkan PH yang meningkat
3. Amonifikasi N-Organik yang menghasilkan ion OH^- dengan reaksi: N- Organik $NH_4^+ + OH^-$, dari reaksi tersebut menghasilkan ion OH^- yang akan meningkatkan pH yang sifatnya sementara dikarenakan ion NH_4^+ akan mengalami proses nitrifikasi

Besarnya nilai PH tanah menjadi meningkat dikarenakan jumlah kation basa yang terkandung di dalam tanah meningkat, pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan dosis 40 ton/ha memiliki rerata nilai pH tanah yang tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan dosis pupuk lainnya.

4.2.2 Kandungan N-Total tanah Entisol

Perlakuan pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dapat memaksimalkan kandungan N-total tanah daripada kondisi awal pada tanah. Pengaruh pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dapat diamati pada gambar 4.2 berikut ini:



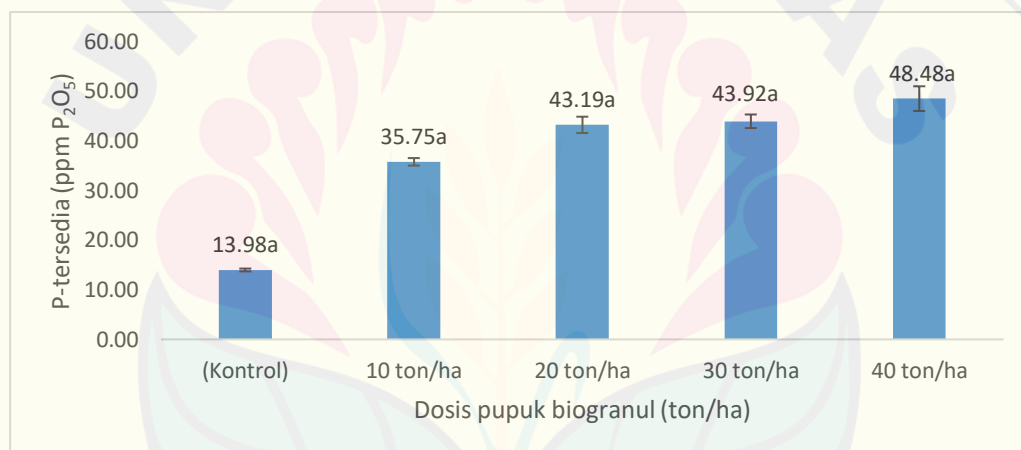
Gambar 4.2 Hasil analisis Nitrogen-total tanah

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 4.2 yang memuat mengenai pengaruh pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menunjukkan tidak terjadi perubahan kandungan nitrogen yang begitu nyata. Secara keseluruhan hasil analisis uji lanjut DMRT menunjukkan notasi yang sama yaitu a atau berbeda tidak nyata. Kandungan nitrogen setelah pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan hasil paling tinggi pada dosis 20 ton/ha dan pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan hasil terendah pada dosis 10 ton/ha. Hasil analisis gambar 4.2 kandungan nitrogen pada perlakuan 10 ton/ha pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menunjukkan nilai 0,13 persen yang tergolong rendah. Namun setelah pengaplikasian pupuk biogranul mengalami peningkatan 0,09% pada perlakuan 20 ton/ha.

Menurut Sembiring *et al.* (2015), Peningkatan kandungan nitrogen didalam tanah disebabkan oleh kandungan karbon dalam biochar sekam padi, karbon dalam biochar dimanfaatkan oleh mikroorganismenya untuk bahan makanan dalam proses dekomposisi. Dari proses dekomposisi menghasilkan asam amino dan protein yang terurai menjadi ammonium dan nitrat sebagai salah satu faktor dalam meningkatnya kandungan nitrogen didalam tanah.

4.2.3 Kandungan P-Tersedia tanah Entisol

Berdasarkan hasil analisis Pengaplikasian pupuk biogranul yang asalnya dari penggabungan biochar kotoran sapi, sekam padi dan limbah ikan pada tanah entisol menyatakan tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan P-tersedia didalam tanah. Berikut merupakan hasil analisis kandungan P-tersedia pada gambar 4.3 berikut ini :



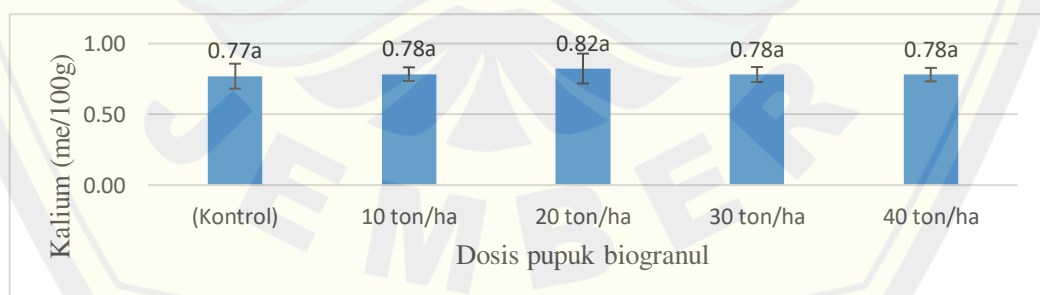
Gambar 4.3 Hasil analisis kandungan P-tersedia tanah

Berdasarkan gambar 4.3 diatas yang memuat mengenai grafik hasil analisis kandungan P-tersedia tanah dengan perlakuan dosis pupuk biogranul yang berbeda menunjukkan bahwa nilai terendah pada perlakuan kontrol atau tanpa perlakuan dengan hasil 13,98 ppm P₂O₅ yang bernotasi a. Kandungan P-tersedia tanah tertinggi yaitu 48,48 ppm P₂O₅ yang bertotasi a berasal dari perlakuan dosis pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan dosis 40 ton/ha.

Berdasarkan hasil analisis Anova membuktikan hasil F-hitung parameter p-tersedia tanah yang telah diaplikasikan pupuk biogranul di bawah F-tabel 5% dan F-tabel 1%. Pada tabel 4.1 kandungan P-tersedia didalam tanah yaitu 1,18 ppm dan setelah pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan dosis yang tidak sama di setiap perlakuannya menunjukkan peningkatan terhadap seluruh perlakuan. Peningkatan ini disebabkan oleh kandungan P dalam pupuk biogranul yang memiliki sifat mudah larut didalam tanah sehingga berdampak terhadap peningkatan kandungan P didalam tanah. Peningkatan P didalam tanah menurut Tensin (2016) dikarenakan oleh bahan biochar yang terkandung didalam pupuk biogranul, biochar mampu dalam meningkatkan nilai PH didalam tanah sehingga berdampak akan ketersediaan P lebih baik dari sebelum pengaplikasian pupuk biogranul. Selain itu biochar yang terkandung didalam pupuk mampu mengikat hidrogen fosfor yang memiliki muatan negatif sehingga dapat menurunkan dampak terikat atau hilangnya unsur P, sedangkan pada gugus kandungan karboksilat mampu mengikat logam Al atau Fe sehingga kandungan P didalam tanah menjadi meningkat.

4.2.4 Kandungan Kalium tanah Entisol

Berdasarkan hasil analisis pengaplikasian dosis pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menyatakan berbeda tidak nyata terhadap setiap perlakuan pada parameter kalium tanah. Berikut Berikut merupakan gambar 4.4 pengaruh pupuk biogranul terhadap kalium tanah:



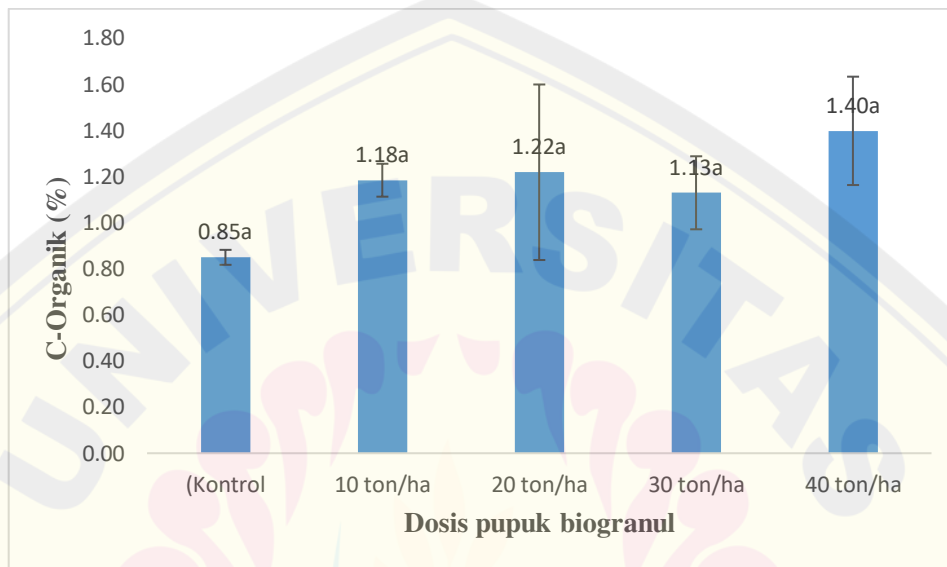
Gambar 4.4 Hasil analisis kalium tanah

Berdasarkan gambar 4.4 yang berisikan pengaruh pemberian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan terhadap parameter kalium tanah menunjukkan tidak ada perubahan hasil nilai kalium yang nyata pada tanah yang ditandai dengan notasi a pada seluruh perlakuan. kandungan kalium pada tanah tertinggi pada pengaplikasian pupuk biogranul hasil kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan nilai 0,82 me/100 g. Sedangkan hasil terendah pada pengaplikasian pupuk biogranul hasil kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan nilai 0,77 me/100 g.

Pada tabel 4.1 menyatakan analisis pendahuluan kandungan kalium didalam tanah menunjukkan hasil 0,955 me/100 gr. Setelah pengaplikasian dosis pupuk dengan perlakuan yang berbeda mengalami peningkatan terhadap beberapa perlakuan. Tanah dengan kandungan kalium yang tergolong rendah disebabkan oleh bahan induk dengan unsur hara kalium yang minim serta intensitas temperatur suhu dan curah hujan yang cukup tinggi. Beberapa faktor tersebut yang menyebabkan pelapukan mineral, pencucian kalium dan proses pelepasan didalam tanah menjadi lebih cepat (Winarso,2005). Namun setelah pengaplikasian pupuk biogranul menunjukkan hasil yang meningkat terhadap beberapa perlakuan. berkaitan dengan ketersediaan kalium didalam tanah Rostaman *et al* (2013), menjelaskan bahwa pengaplikasian bahan organik pada lahan mampu menambah kandungan kalium pada tanah melalui proses dekomposisi oleh mikroorganisme tanah, maka kandungan kalium di dalam tanah tidak mudah ikut tercuci. Dalam penelitian Widowati *et al.* (2012) menambahkan Pengaplikasian biochar sebagai bahan pelengkap dalam pembuatan pupuk organik mampu dalam menekan pencucian kalium di dalam tanah, sehingga kandungan kalium didalam tanah dari hasil dekomposisi mikroorganisme tidak mudah hilang dan menguap serta dapat diserap tanaman dengan maksimal.

4.2.5 Kandungan C-Organik tanah Entisol

Berdasarkan hasil analisis pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan tidak memberi pengaruh signifikan terhadap parameter C-Organik tanah. Peningkatan kandungan C-Organik dapat diamati pada Gambar 4.5 berikut ini



Gambar 4. 5 Hasil analisis C-Organik Tanah

Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan mampu menaikkan kandungan C-Organik. Pada tabel (4.1) hasil analisa tanah awal menunjukkan kandungan C-Organik tanah 1,60% dan setelah pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan meningkat menjadi 1,22%. Utami dan Handayani (2003), menerangkan bahwa aplikasi bahan organik pada tanah, bisa menaikkan kadar karbon yang terkandung didalam tanah dan kandungan asam-asam organik yang bersumber dari bahan organik yang lapuk juga ikut meningkat. Hasil penelitian biochar yang dikombinasikan dengan kotoran sapi mampu dalam meningkatkan C- organik tanah 0,04%% dari 1,18% perlakuan 10 ton/ha menjadi 1,22% pada perlakuan 10 ton/ha (S2). Surianti *et al.* (2021), juga mengatakan pengaplikasian biochar sekam padi dapat menyempurnakan sifat kimia pada tanah dengan kandungan unsur hara yang minim.

4.3 Pengaruh pengaplikasian pupuk terhadap parameter tanaman

Berdasarkan Hasil analisis diketahui bahwa pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran dan limbah ikan berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap seluruh variabel pengamatan tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, panjang akar, berat kering tanaman dan panjang akar. Berikut merupakan Tabel 4.4 mengenai rangkuman nilai F-hitung pada taraf 5% dengan variabel pengamatan tanaman sawi

Tabel 4 4 Rangkuman F-Hitung pengamatan tanaman sawi

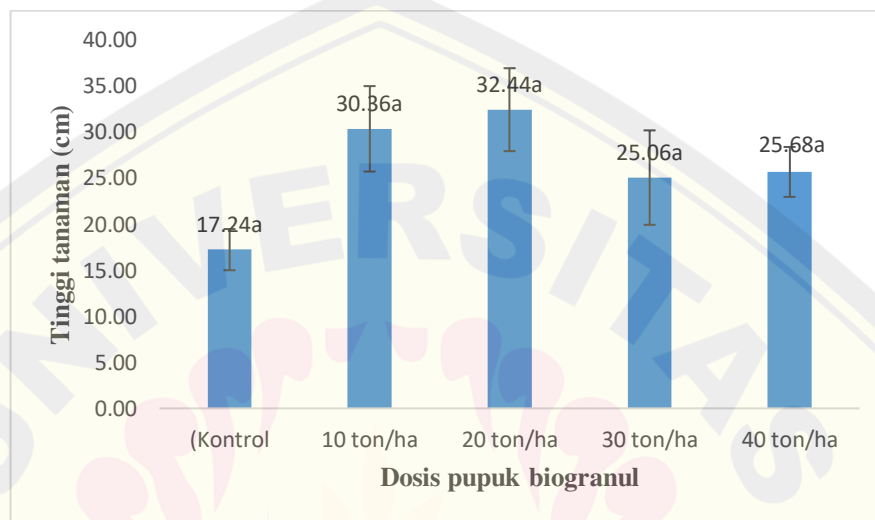
| NO | Parameter | F-Hitung | F-Tabel 5% | F-Hitung 1% |
|----|----------------------|---------------------|------------|-------------|
| 1 | Tinggi tanaman | 0,279 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 2 | Jumlah daun | 1,870 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 3 | Panjang daun | 0,053 ^{ns} | 2,866 | 4,431 |
| 4 | Panjang Akar | 0.096 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| 5 | Berat segar tanaman | 2,027 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| 6 | Berat kering tanaman | 0,673 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |

***) Keterangan :

1. $F\text{-Hitung} < F\text{-Tabel } 1\% \text{ dan } 5\% = \text{Berbeda tidak nyata (NS)}$
2. $F\text{-Hitung} > F\text{-Tabel } 1\% = \text{Berbeda sangat nyata (**)}$
3. $F\text{-Hitung} > F\text{-Tabel } 5\% = \text{Berbeda nyata (*)}$

4.3.1 Tinggi Tanaman

Berlandaskan hasil analisis pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan memberi pengaruh tidak nyata terhadap parameter tinggi tanaman sawi. Hal demikian bila diamati pada gambar 4.6 berikut

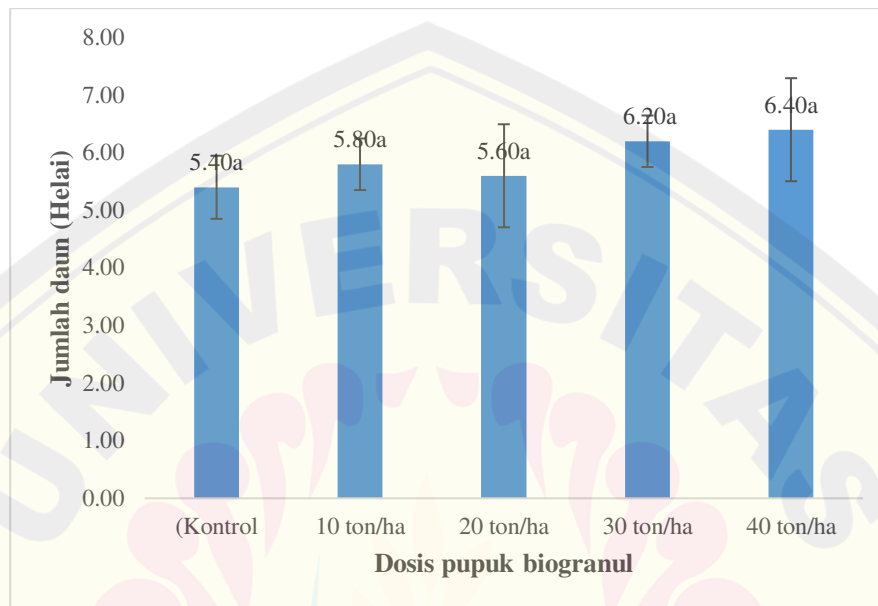


Gambar 4.6 Tinggi tanaman sawi

Pada gambar 4.6 pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi kotoran sapi dan limbah ikan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Berlandaskan hasil uji lanjut Anova menunjukkan bahwa perlakuan pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis 20 ton/ha menunjukkan hasil maksimum yakni 32,44 cm. Sedangkan untuk hasil rata-rata terendah pengaplikasain pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi kotoran sapi dan limbah ikan pada perlakuan kontrol. Menurut penelitian Semita *et al.* (2017), pengaplikasian pupuk berbahan biochar yang mengandung hara dominan nitrogen memberi pengaruh berbeda nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Dhani *et al.* (2014), pun menambahkan bahwa tanaman mmebutuhkan kandungan hara nitrogen dalam sintesa protein dan asam amino yang berada pada titik tumbuh tanaman maka mempercepat proses pertumbuhan pada tanaman seperti memperpanjang sel pada tanaman yang berdampak terhadap meningkatnya tinggi pada tanaman.

4.3.2 Jumlah daun

Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan tidak memberi pengaruh nyata kepada parameter jumlah daun. Hal tersebut dapat diamati pada gambar 4.7 berikut ini :

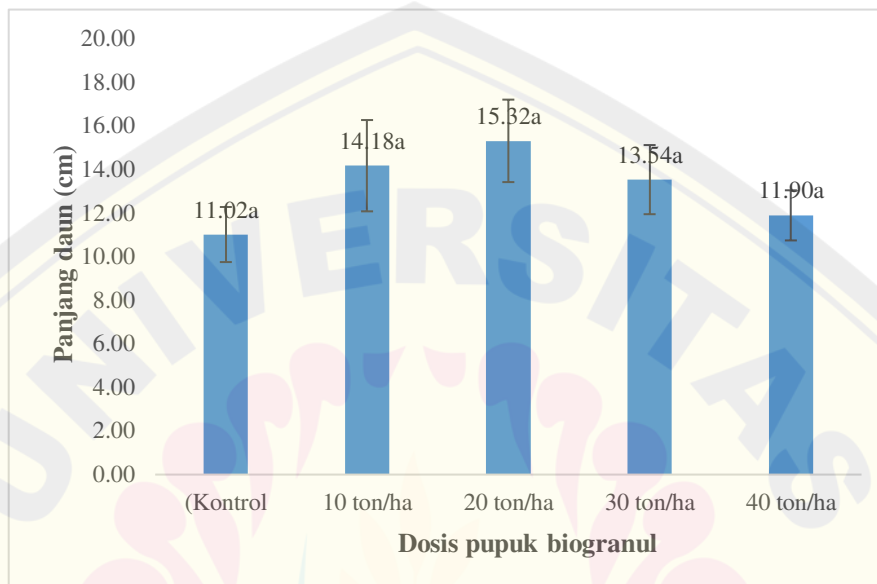


Gambar 4. 7 Jumlah daun tanaman sawi

Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menyatakan berpengaruh tidak nyata terhadap parameter jumlah daun yang ditandai dengan notasi a pada seluruh perlakuan. Jumlah daun pada tanaman tertinggi pada pengaplikasian pupuk biogranul hasil kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis 40 ton/ha dengan nilai 6,40 helai. Sedangkan hasil terendah pada pengaplikasian pupuk biogranul hasil kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis kontrol dengan nilai 5,40 helai. Daun pada tanaman sawi merupakan bagian penting pada tanaman yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Semakin meningkatnya jumlah daun tanaman maka semakin meningkat terjadinya fotosintesis (Simanjuntak dan Kurniawan, 2018) Kandungan nitrogen dan fosfor tersedia bagi tanaman memiliki peran dalam pembentukan sel baru dan menjadi penyusun utama senyawa organik dalam tanaman yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, secara khusus terhadap jumlah daun.

4.3.3 Panjang daun

Perlakuan dosis pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada tanah berpengaruh tidak nyata pada parameter panjang daun pada tanaman, hal tersebut bisa diamati pada gambar 4.8 berikut ini :

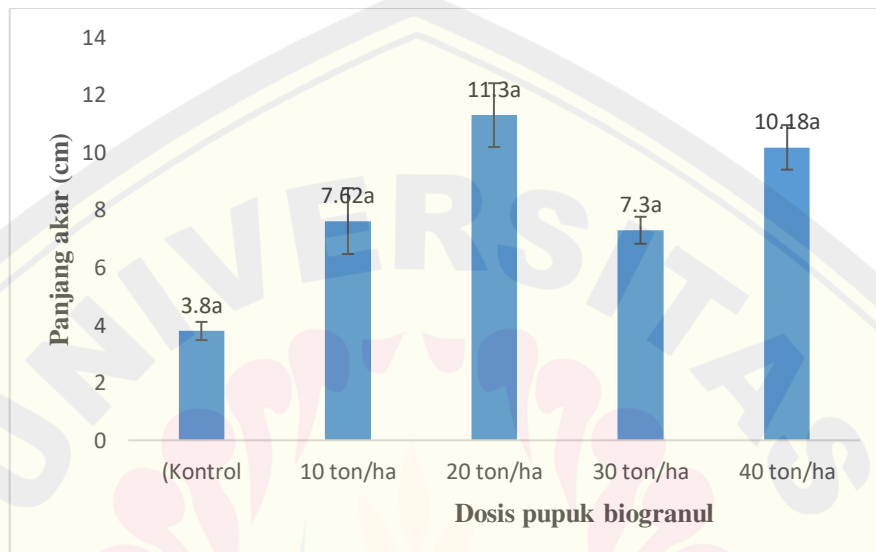


Gambar 4.8 Panjang daun tanaman sawi

Berdasarkan uji lanjut Anova terhadap perhitungan parameter panjang daun tanaman sawi, pada dosis 20 ton/ha dengan rerata maksimum yakni 15,32 cm. Sedangkan untuk hasil rata-rata terendah pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi kotoran sapi dan limbah ikan terhadap parameter panjang daun pada perlakuan kontrol. Unsur hara nitrogen mempengaruhi panjang daun pada tanaman yang akan mendorong pertumbuhan daun pada tanaman. Sejalan dengan penelitian Wijaya (2010), penambahan pupuk biogranul yang mengandung nitrogen, mampu mendorong akan organ-organ dalam tumbuhan yang terkait dengan fotosintesis seperti daun. Tanah dengan kandungan hara nitrogen yang cukup akan terbantu daun dengan panjangnya yang lebih mempunyai kandungan klorofil yang meningkat, maka tanaman dapat memperoleh karbohidrat dengan jumlah yang cukup tinggi guna menunjang pertumbuhan vegetatif pada tanaman.

4.3.4 Panjang akar

Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada tanah terhadap panjang akar berpengaruh sangat nyata dengan hasil notasi yang berbeda dalam setiap perlakuannya. Berikut merupakan gambar 4.9 hasil pengamatan parameter panjang akar pada tanaman sawi:

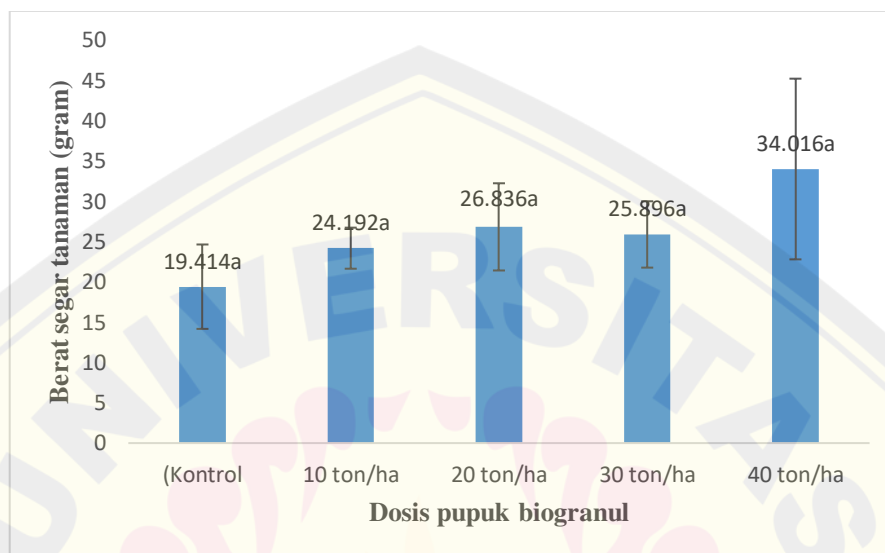


Gambar 4. 9 Panjang akar tanaman sawi

Berdasarkan hasil analisis anova membuktikan bahwa perlakuan pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis 20 ton/ha memiliki rerata panjang akar terbaik yakni 11,30 cm. Sedangkan untuk hasil rata-rata panjang akar dengan dosis kontrol memberikan hasil rata-rata paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 3,80 cm. Menurut Kamara *et al.* (2015), menjelaskan bahwa pengaplikasian pupuk berbahan biochar dengan dosis 75 gram bermanfaat dalam mempermudah proses pemanjangan akar pada tanaman jagung. Dengan pengaplikasian pupuk, maka kandungan unsur hara didalam tanah menjadi tercukupi sehingga sistem perakaran pada tanaman dapat menyerap nutrisi dengan baik, perihal tersebut dapat dibuktikan dengan pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis 20 ton/ha mampu menghasilkan rata-rata tertinggi terhadap parameter panjang akar.

4.3.5 Berat segar tanaman

Perlakuan yang berbeda pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menyatakan Berbeda tidak nyata terhadap parameter berat segar tanaman, ini bisa diamati pada gambar 4.10:

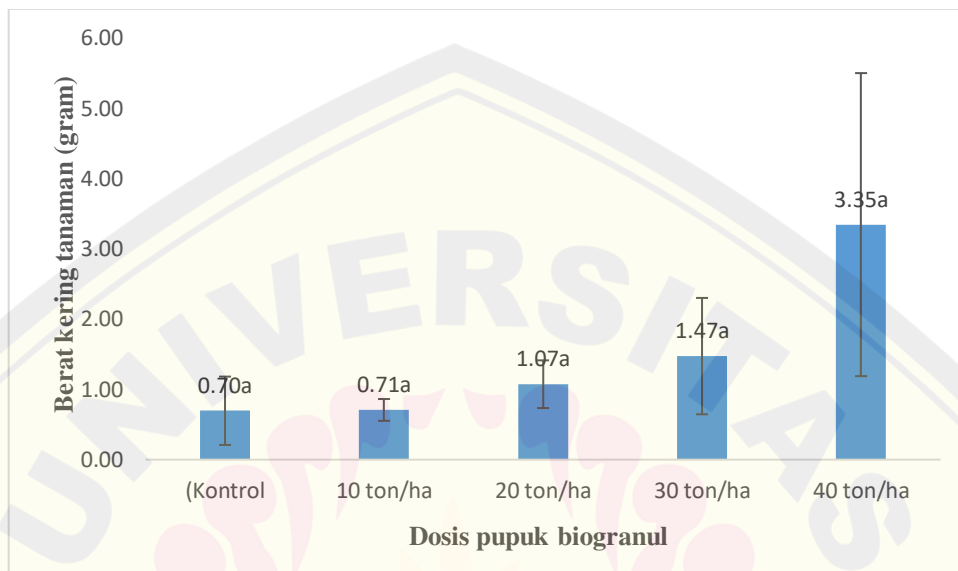


Gambar 4.10 Berat segar tanaman Sawi

Berdasarkan gambar 4.10 pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan rata-rata tertinggi pada perlakuan dosis 40 ton/ha dengan hasil 34,01 gram. Sedangkan hasil pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan dengan rata-rata terendah pada perlakuan kontrol. Berdasarkan uji lanjut anova mampu meningkatkan berat segar tanaman sebesar 4,78 gram pada perlakuan 10 ton/ha dari perlakuan kontrol. Peningkatan berat segar pada tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan kandungan air yang diserap oleh tanaman. Dalam Arinong dan Lasiwua (2011), juga menambahkan bahwa meningkatnya berat segar pada tanaman diakibatkan penyerapan kandungan hara oleh tanaman, sehingga meningkatkan ukuran sel yang mencapai optimal dan peningkatan kandungan air didalam tanah menjadi optimal.

4.3.6 Berat kering tanaman

Pengaplikasian pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan menyatakan berpengaruh tidak nyata pada parameter berat kering tanaman, ini dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut ini:



Gambar 4.11 Berat kering tanaman sawi

Hasil uji lanjut anova menunjukkan bahwa perlakuan pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi kotoran sapi dan limbah ikan pada dosis 40 ton/ha membuktikan hasil maksimum pada parameter berat kering tanaman sawi yakni 3,35 gram. Sementara untuk hasil rerata minimum pada perlakuan kontrol. Gardner *et al.* (1991) mengungkapkan bahwa berat kering tanaman dipengaruhi oleh keseimbangan antara pengambilan karbon dioksida dalam proses respirasi dan fotosintesis pada tanaman, bila perbandingan respirasi melebihi proses fotosintesis maka tanaman akan berkurang berat keringnya. kandungan hara yang cukup untuk pertumbuhan tanaman berdampak terhadap pembelahan dan perbesaran pada tanaman yang optimal maka tanaman bisa tumbuh dengan baik dan mempengaruhi berat kering pada tanaman.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh pupuk biogranul kombinasi biochar sekam padi, kotoran sapi dan limbah ikan berpengaruh dalam meningkatkan kandungan Nitrogen tanah dari (0,13%) menjadi (0,22%), kandungan P-tersedia tanah dari (19,98 ppm P_2O_5) menjadi (48,48 ppm P_2O_5 , Kalium dari (0,77 me/100 gram) menjadi (0,81 me/100 gram) dan kandungan C-Organik dari (0,85%) menjadi (1,40%). Perlakuan dosis 40 ton/ha sebagai dosis optimum untuk memperbaiki sifat kimia tanah yang berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium dan C-Organik pada tanah.
2. Perbaikan sifat kimia tanah entisol berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi yaitu pada dosis 40 ton/ha mampu meningkatkan jumlah daun (6,40 helai), panjang daun (11,90 cm), berat basah/berat segar tanaman (34,01 gram) dan berat kering tanaman (3,35 gram). Perlakuan yang memberikan pertumbuhan sawi terbaik yaitu pada dosis 40 ton/ha

5.2 Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk biogranul berpengaruh terhadap perbaikan sifat kimia tanah yang terus meningkat, sehingga penulis menyarankan untuk pemberian pupuk secara berkala untuk meningkatkan sifat kimia pada tanah entisol.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinong, A. R., dan Lasiwua, C. D. 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Agrisistem*. 7(1): 47-54.
- Atma, Y. 2016. Pemanfaatan Limbah Ikan sebagai Sumber Alternative Produksi Gelatin dan Peptide Bioaktif: *Prosiding semnastek*. 3(2): 1-6.
- Badan Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Badan Pusat Statistika Republik Indonesia. 2020. Luasan Panen, Rata-rata Produksi dan Total Produksi Sayuran Menurut Jenis Sayuran di Kabupaten Jember. <http://www.bps.go.id> [Diakses 12 Januari 2022].
- Badan Pusat Statistika Republik Indonesia. 2020. Total Produksi Sayuran Indonesia. <http://www.bps.go.id> [Diakses 12 Januari 2022].
- Balai Penelitian tanah. 2011. Pengaruh Pupuk Organik dari Berbagai Sumber Bahan Baku terhadap Pertumbuhan Jagung (*Zea Mays L.*). Bogor: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*. [Diakses 12 Januari 2022].
- Bakri, I., Thaha, A. R., dan Isrun. 2016. Status Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Das Poboya Kecamatan Palu Selatan. E-J. Agrotekbis: *E-Jurnal ilmu pertanian*. 4(5): 512–520.
- Bustami, Y., Syafruddin, D., Iyus, M., dan Lisa, Y. 2019. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sawi Hijau melalui Pemberian Campuran Media Tanam Berbahan Apu-apu. *Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*. 6(1): 7–12.
- Dhani, H., Wardati, dan Rosmimi, R. 2014. Pengaruh Pupuk Vermikompos pada Tanah Inceptisol Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 18(2): 1412-2391.
- Dibia, I. N., dan Atmaja, I. W. D. 2017. Peran Bahan Organik Dalam Peningkatan Efisiensi Pupuk Anorganik dan Produksi Kedelai Edamame (*glycine max L. Merll*) pada Tanah Subgroup Vertc Epiaquepts Pegok Denpasar. *Agrotrop: on agriculture science*. 7(2): 167-179.
- Dwiratna, S., dan Suryadi, E. 2017. Pengaruh Lama Waktu Inkubasi dan Dosis Pupuk Organik terhadap Perubahan Sifat Fisik Tanah Inceptisol di Jatinangor. *Agrotek Indonesia (Indonesia of Agrotech)*. 2(2): 110–116.
- Dona, P. J. dan Guntoro, D. 2008. Pengaruh kalium terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas jagung manis (*Zea mays L.*). *agronomi dan hortikultura Fakultas pertanian Institut pertanian bogor*. 2(1): 22-34
- Fadilla, U., Gusnidar, S. Y. 2021. Pengaruh Aplikasi Kompos Granul Dengan

- Perekat Liat terhadap Sifat Kimia Regosol. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(1): 83–90.
- Fikdalillah, F., Basir, M., dan Wahyudi, L. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*) pada Entisols Sidera. *Ilmu pertanian*. 4(5): 491–499.
- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Horison Profil Tanah Masam. *Agroekoteknologi*. 10(1): 45-52.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Gusmini, G., Yulnafatmawita, Y., dan Daulay, A. F. 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Terhadap Peningkatan Kandungan Hara N, P, K Ultisol Jebun Percobaan Faperta Unand Padang. *Solum*. 5(2): 57-65.
- Hepriyani, A. D., Hidayat, K. F., dan Utomo, M. 2016. Pengaruh Pemupukan Nitrogen dan Sistem Olah Tanah Jangka Panjang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo (*Oryza Sativa L.*) Tahun Ke-27 di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Agrotek Tropika*. 4(1): 36–42.
- Hadriatni, A. dan J. Syakiroh. 2008. Peningkatan Produksi Baby Buncis dengan Pemberian Pupuk Foafita dan Pengaturan Jarak Tanam. Fakultas Pertanian, Universitas Pekalongan. *J. Ilmiah Pertanian*. 4: 27-37
- Hanafiah, K. A. 2012. *Dasar–Dasar Ilmu Tanah Cetakan Ke-5*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada Jakarta.
- Jung, W. K., Park, P. J., Byun, H. G., Moon, S. H., dan Kim S. K. 2005. Preparation Of Hoki (*Johnius Belengerii*) Bone Oligo pHos pHopeptide With A High Affinity To Calcium By Carnivorous Intestine Crude Proteinase. *Food Chem*. 91(2): 333-340.
- Kalay, A. M., Sesa, A., Siregar, A., dan Talahaturuson, A. 2020. Efek Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Populasi Mikroba dan Ketersediaan Unsur Hara Makro pada Tanah Entisol. *Agrologia*. 8(2): 63–70.
- Karnilawati, K., Yusnizar, Y., dan Zuraida, Z. 2018. Pengaruh Jenis dan Dosis Bahan Organik pada Entisol Terhadap pH Tanah dan P-Tersedia Tanah. *Prosiding Seminar Nasioal Biotik*. 3(1): 313-318.
- Irfan, M., R., Kaleri, F. N., Rizwan, M., dan Mehmood, L. 2017. Potential Value Of Biochar As A Amandement: A Review. *Pure And Applied Biology*. 6(4): 1494-1502.
- Sari, I. Y. S. 2015. Perbandingan Jenis Media Tanam Tanah Entisol yang Terpapar Satu dan Dua Kali oleh Limbah Cair Nanas terhadap Pertumbuhan Seledri (*Apium Graveolens L.*) sebagai Sumber Belajar Biologi. *Bioedukasi (Pendidikan Biologi)*. 6(1): 63-70.

- Kamara, A., M. M. Massaray and P. A. Sawyer. 2015. Effect Of Rice Straw Biochar On Soil Quality And The Early Growth And Biomass Yields Of Two Rice Varieties. *Agricultural Sciences*. 6(08): 798-806.
- Kaya, E. 2018. Pengaruh Pupuk Kalium dan Fosfat terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfat Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea L.*) pada Tanah Brunizem *Agrologia*. 1(2): 113–118.
- Kurniawati, A., Haryono, B., Baskara, M., dan Tyasmoro, S. Y. 2016. Pengaruh Penggunaan Biochar pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum L.*). *Produksi Tanaman*. 4(2): 153 -160.
- Laird, D.A., Fleming, P., Davis, D. D., Horton, R., Wang, B., dan Karlen, D. L. 2010. Impact of biochar Amendment On the Quality of Typical Midwestern Agricultural Soil. *Geoderma*. 158 (3-4): 443-449.
- Lon, N., dan Ruhnayat, P. K. 2016. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N.P.K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla Planifolia Andrews*). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 18(1): 49 – 59.
- Mautuka, Z. A., Maifa, A., dan Karbeka, M. 2022. Pemanfaatan Biochar Tongol Jagung guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(1): 201-208
- Muzaiyanah, S., dan Subandi, S. 2018. Peranan Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu pada Lahan Kering Masam. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): 149-159.
- Ngantung, J. A., Rondonuwu, J. J., dan Kawulusan, R. I. 2018. Respon Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) terhadap Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur. *Euginia*. 24(1): 44-52.
- Nofelman, T., Karim, A., dan Anhar. 2012. Analisis Kesesuaian Lahan Kakao. *Manajemen Sumberdaya Lahan*. 1(1): 62-71.
- Pertamawati, P. 2012. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*. 12(1): 31–37.
- Pramitasari, H. E., Wardiyati, T., dan Nawawi, M. (2016). Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen dan Tingkat Kepadatan Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae L.*). *Produksi Tanaman*. 4(1): 50-56.
- Prasetyo, B. H., dan Suriadikarta, D. A. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Litbang Pertanian*. 2(25): 39.

- Putra, I. A., dan Hanum, H. 2018. Kajian Antagonisme Hara K, Ca dan Mg pada Tanah Inceptisol yang Diaplikasi Pupuk Kandang, Dolomit dan Pupuk KCL terhadap Pertumbuhan Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata L.*). *Elkawnie: Islamic Science and Technology*. 4(1): 23–44.
- Rakhmawati, D. Y., Dangga, S. A., dan Laela, N. 2019. Pemanfaatan Kotoran Sapi menjadi Pupuk Organik. *Abdikarya : Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*. 3(1): 62–67.
- Setyowati, M., Putra, I., dan Saidi, B. 2018. Respon Tanaman Sawi di Tanah Gambut dengan Pemberian Abu Cangkang Kerang. *Agrotek Lestari*. 3(1): 1–6.
- Sundari, I., Maruf, W. F., dan Dewi, E. N. 2014. Pengaruh Penggunaan Bioaktivator EM4 Dan Penambahan (*Gracilaria SP*). *Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(3): 88–94.
- Hadid, A., Wahyudi, I., dan Sarif, P. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. *Agrotekbis*. 3(5): 585–591.
- Ramadhan, G. R., Usmadi, dan Fanata, W. I. D. 2020. Pengaruh Pemupukan Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beras Kepala pada Padi (*Oryza Sativa L.*) Varietas Merah Wangi. *Ilmu Dasar*. 21(1): 61–66.
- Ridhuan, K., Irawan, D., dan Inthifawzi, R. 2019. Proses Pembakaran Pirolisis Dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo : Program Studi Teknik Mesin*. 8(1): 69–78.
- Roidah, I. S. 2013 Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Bonorowo*. 1(1): 30–34
- Samad, S., Mahmud, S. A., Sabban, H., Haryanto, S., dan Abdullah, H. 2021. Pupuk Organik Cair Limbah Ikan (Pocli) dan Produksi Tanaman Selada (*Nasturtium Officinale R. Br.*). *Sosial Sains*. 1(10): 1–188.
- Sari, M. N. 2017. Effect of Organic Matter on pH_{os} pH_{or} Availability in Soils Rich Of Al And Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*. 1(1): 65–71.
- Sarwono, R. 2016. Biochar Sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Sifat Tanah, dan Mencegah Pemanasan Global. *Kimia Terapan Indonesia* 18(01): 79–90.
- Sastrawan, S., dan Erita, E. 2018. Analisis Kandungan pH, Ca dan Mg, Dengan Persentasi Penggunaan Perekat Tepung Kanji untuk Pembuatan Pupuk Organik. *Biram Samtani Sains*. 2(1): 1–20.

- Sembiring, I. S., Wawan, dan M. A. Khoiri. 2015. Sifat Tanah Dystrudepts dan Pertumbuhan Akar Tanaman Kelapa Sawi (*Elaeis Guineensis* Jacq.) yang di Aplikasikan Mulsa Organik *Mucuna Bracteate*. *Jom Faperta*. 2(2): 111.
- Supriyadi, S., Diana, N. E., dan Djumali, D. 2018. Pengaruh Pupuk Majemuk Berbentuk Granul dan Briket terhadap Pertumbuhan, Produktivitas, dan Rendemen Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industry*. 9(1): 34-41.
- Sukmawati, S. 2015. Analisis Ketersediaan C-Organik Di Lahan Kering setelah Diterapkan Berbagai Model Sistem Pertanian Hedgerow. *Galung Tropika*. 4 (2): 115-120.
- Hasibuan, A. S. Z. 2015. Pemanfaatan Bahan Organik Dalam Perbaikan Beberapa Sifat Tanah Pasir Pantai. *Planta Tropika: Agrosains*. 3(1): 31-40.
- Sebayang, N. S. 2020. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian POC terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*). *Biotik: Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*. 8(1): 48-59.
- Semita, I. K., Sujana, I. P., dan Suryana, I. M. 2017. Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) pada Lahan yang Tercemar Limbah Cair. *Agrimeta: Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem* 7(14): 26-30.
- Surianti, K., Darusman, D., dan Syakur, S. 2021. Pengaruh Biochar Sekam dan Jerami Padi terhadap Sifat Kimia Tanah pada Tanah Bekas Tambang Batubara. *Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(2): 97-103.
- Suryaningrum R., Purwanto, E., dan Sumiyanti, S. 2016. Analisis Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai pada Perbedaan Intensitas Cekaman Kekeringan. *Agrosains: Penelitian Agronomi*. 18(2): 33-37.
- Utami, S. N. H., dan Handayani, S. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik Chemical Properties In Organic And Conventional Farming System. *Ilmu Pertanian*. 10(2): 63 – 69.
- Utari, N. W. A. 2015. The Study Of pPhysical Characteristics Of Granular Organic Fertilizer With Two Adhesives. *Teknik Pertanian Lampung (Agricultural Engineering)*. 3(3): 267-274.
- Wahyuni, N., dan Sofyadi, E. 2019. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica Pekinensis L.*) Akibat pemberian Berbagai Dosis Pupuk Kandang Kambing. *Composite: Ilmu Pertanian*. 1(1): 41-48.
- Warganegara, G. R., Ginting, Y. C., dan Kushendarto, K. 2017. Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Plant Catalyst terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) secara Hidroponik. *Penelitian Pertanian Terapan*. 15(2): 100-106.

- Widowati, W., Asnah, A., dan Sutoyo, S. (2012). Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium pada Tanaman Jagung. *Buana Sains*. 12(1): 83-90.
- Wijanarko, A., Purwanto, B. H., Shiddieq, D., dan Indradewa, D. 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik dan Kesuburan Tanah terhadap Mineralisasi Nitrogen dan Serapan N oleh Tanaman Ubi Kayu di Ultisol. *Perkebunan & Lahan Tropika*. 2(2): 1-14
- Wijaya, K. 2010. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Hasil Perombakan Anaerob Limbah Makanan terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)
- Wijayanti, P., Hastuti, E. D., dan Haryanti, S. 2019. Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk dari Cusian Beras terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi (Bulletin Of Anatomy An pHysiology)*. 4(1): 21-28
- Rostaman, T., L. Angria, dan A. Kasno. 2013. Ketersediaan Hara P dan K pada Lahan Sawah dengan Penambahan Bahan Organik pada Inceptisols. *Prosiding Seminar Dan Kongres Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) X*: 116-124.
- Simanjuntak, A. J., dan K. P. Wicaksono. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik (*Lumbricus Rubellus*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*). *Produksi Tanaman*. 6(5): 708-715.
- Tesin, A. K. 2016. Biochar In Soil: Effect Of pHysical, Chemical and Hydrogical Properties in Differently Textured Soils. *Agro Environmental Management Aarhus University*.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Gravamedia
- Yuliani S, Daniel dan Achmad M. 2017. Analisis Kandungan Nitrogen Tanah Sawah menggunakan Spektrofotometer. *Agritechno*, 10(2): 188-202.
- Zulkarnain, M., Prasetya, B., dan Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah , Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *The Indonesian Green Technology*. 2(1): 45-52.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah

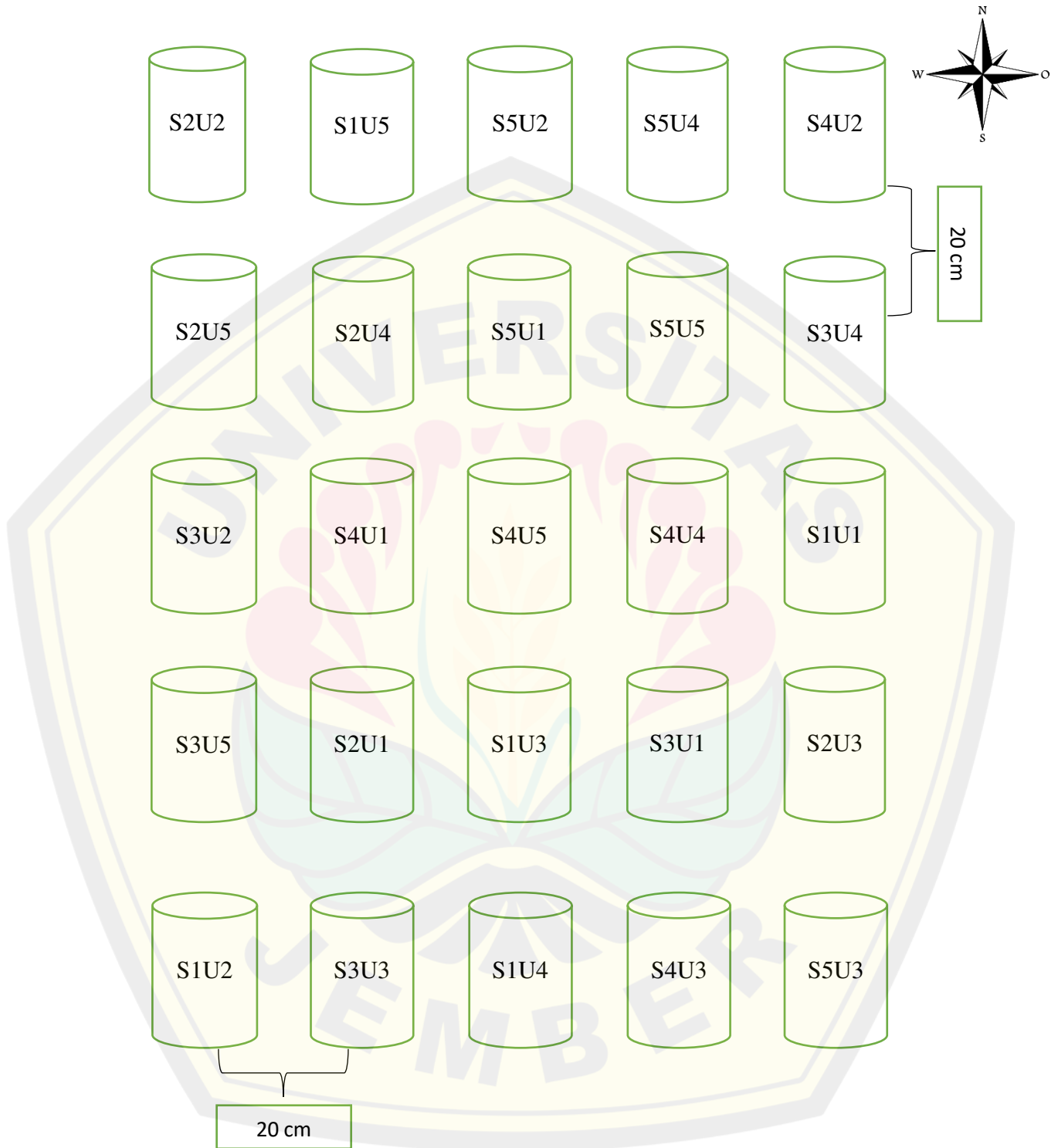
| Parameter Tanah | Nilai | | | | | |
|---|---------------------|--------------|-------------------|---------------|---------------------|----------------|
| | Sangat Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi | |
| C (%) | <1 | 1-2 | 2-3 | 3-5 | >5 | |
| N (%) | <0,1 | 0,1-0,2 | 0,21-0,5 | 0,51-0,75 | >0,75 | |
| C/N | <5 | 5-10 | 11-15 | 16-25 | >25 | |
| P ₂ O ₅ HCl (mg/100g) | <15 | 15-20 | 21-40 | 41-60 | >60 | |
| P ₂ O ₅ Bray-1 (ppm) | <4 | 5-7 | 16-25 | 26-35 | >35 | |
| P ₂ O ₅ Olsen (ppm) | <5 | 5-10 | 26-45 | 46-60 | >60 | |
| K ₂ O HCl 25% (mg/100g) | <10 | 10-20 | 21-40 | 41-60 | >60 | |
| KTK (me/100g) | <5 | 5-16 | 17-24 | 25-40 | >40 | |
| Susunan Kation : | | | | | | |
| K (me/100g) | <0,1 | 0,1-0,3 | 0,4-0,5 | 0,6-1,0 | >1 | |
| Na (me/100g) | <0,1 | 0,1-0,3 | 0,4-0,7 | 0,8-1,0 | >1 | |
| Mg (me/100 g) | <0,3 | 0,4-1 | 1,1-2,0 | 2,1-8,0 | >8 | |
| Ca (me/100 g) | <2 | 2-5 | 6-10 | 11-20 | >20 | |
| Kejenuhan Basa (%) | <20 | 20-40 | 41-60 | 61-80 | >80 | |
| Aluminium (%) | <5 | 5-10 | 10-20 | 20-40 | >40 | |
| | Sangat Masam | Masam | Agak Masam | Netral | Agak Alkalis | Alkalis |
| pH H ₂ O | <4,5 | 4,5-5,5 | 5,5-6,5 | 6,6-7,5 | 7,6-8,5 | >8,5 |

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009)

Lampiran 2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

| No | Parameter | Satuan | STANDART MUTU | |
|----|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | MURNI | DIPERKAYA MIROBA |
| 1 | C — organik | % | Minimum 15 | Minimum 15 |
| 2 | C/N | - | ≤ 25 | ≤ 25 |
| 3 | Kadar Air | % (w/w) | 8-20 | 10-25 |
| 4 | Hara makro (N + P2O5 + K2O) | % | Minimum 2 | |
| 5 | Hara mikro | | | |
| | Fe total | ppm | Maksimum 15.000 | Maksimum 15.000 |
| | Fe tersedia | ppm | Maksimum 500 | Maksimum 500 |
| | Zn | ppm | Maksimum 5000 | Maksimum 5000 |
| 6 | pH | - | 4-9 | 4-9 |
| 7 | E coli | Cfu/g Atau MPN/g | < 1 x 10 ² | < 1 x 10 ² |
| | SalmonelaZa sp | Cfu/g Atau MPN/g | < 1 x 10 ² | < 1 x 10 ² |
| 8 | Mikroba fungsional** | Cfu/g | - | ≥ 1 x 10 ⁵ |
| 9 | Logam berat | | | |
| | As | ppm | Maksimum 10 | Maksimum 10 |
| | Pb | ppm | Maksimum 1 | Maksimum 1 |
| | C | ppm | Maksimum 10 | Maksimum 10 |
| | D | ppm | Maksimum 50 | Maksimum 50 |
| | C | ppm | Maksimum 2 | Maksimum 2 |
| | Ni | ppm | Maksimum 180 | Maksimum 180 |
| 10 | Ukuran butir 2- 4,75mm*** | % | Minimum 75 | Minimum 75 |
| 11 | Bahan ikutan (plastic,kaca,kerikil) | % | Maksimum 2 | Maksimum 2 |
| 12 | Unsur/senyawa lain**** | | | |
| | Na | ppm | Maksimum | Maksimum 2.000 |
| | Cl | ppm | Maksimum 2 | Maksimum 2.000 |

Lampiran 3 Denah Percobaan



Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian



Preparasi Kotoran Sapi



Preparasi Biochar



Menimbang Biochar



Menimbang Limbah Ikan



Menimbang Kotoran Sapi



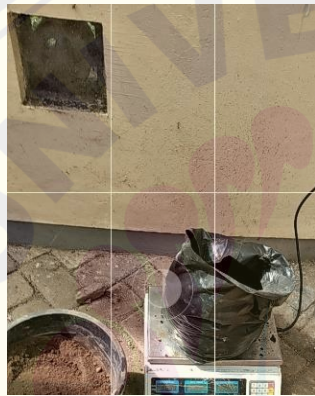
Menyiapkan Cairan Molase



Mencampur ke tiga bahan



Preparasi Biochar



Menimbang Tanah



Menata Polybag greenhouse



Menginkubasi Tanah + Pupuk



Menyiapkan semaian Tanaman



Memindahkan kedalam polybag 1



Memindahkan kedalam polybag 2



Menyiram Tanaman secara Berkala



Membasmi Hama Secara Manual



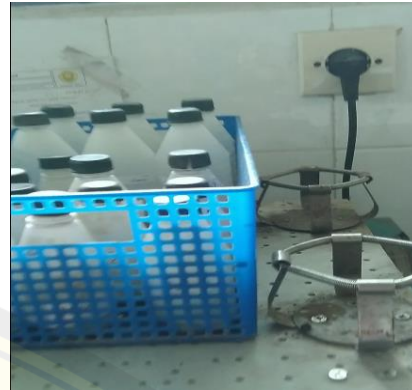
Membasmi Gulma Pada Media



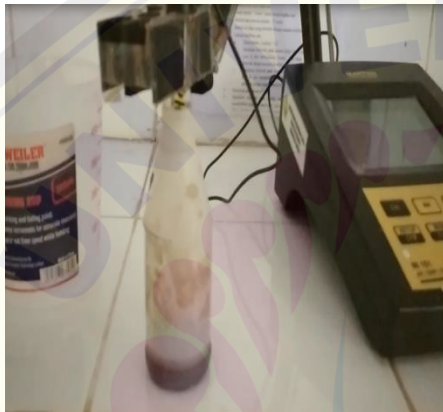
Mengeringkan Sampel Tanah



Memasukkan sampel kedalam Botol Kocok



Menggojok larutan sampel



Menganalisis Larutan pH tanah



Melakukan Analisis C-Organik



Mengukur berat kering tanaman

Lampiran 5 Hasil Analisis pH Tanah

1. Pengaruh Pemberian Bio Granul Terhadap pH Tanah.

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 7,01 | 7,20 | 7,22 | 7,30 | 7,10 | 35,52 | 7,10 |
| S2 | 7,13 | 7,09 | 7,20 | 7,05 | 7,6 | 35,83 | 7,17 |
| S3 | 7,13 | 7,50 | 7,04 | 7,30 | 7,32 | 35,90 | 7,18 |
| S4 | 7,10 | 7,05 | 7,17 | 7,02 | 7,18 | 36,07 | 7,21 |
| S5 | 7,21 | 7,30 | 7,17 | 7,05 | 7,17 | 36,29 | 7,26 |
| JUMLAH | 35,58 | 36,14 | 35,80 | 35,72 | 36,37 | | |
| RATA ² | 7,116 | 7,228 | 7,16 | 7,144 | 7,274 | | |

2. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 0.0842 | 4 | 0,0210 | 1,023 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 0.411 | 20 | 0.0206 | | | |
| Total | 0.50 | 24 | | | | |

Lampiran 6 Hasil Analisis N-total tanah

1. Pengaruh pemberian bio granul terhadap nitrogen tanah.

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | Jumlah | Rata-Rata |
|------------|---------|------|------|------|------|--------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 0,17 | 0,21 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,74 | 0,15 |
| S2 | 0,13 | 0,08 | 0,13 | 0,17 | 0,14 | 1,38 | 0,13 |
| S3 | 0,16 | 0,03 | 0,16 | 0,17 | 0,60 | 1,76 | 0,22 |
| S4 | 0,22 | 0,10 | 0,19 | 0,19 | 0,12 | 1,94 | 0,16 |
| S5 | 0,19 | 0,21 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 1,67 | 0,17 |
| Jumlah | 0,87 | 0,63 | 0,76 | 0,80 | 1,11 | | |
| Rata- Rata | 0,17 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,22 | | |

2. Tabel Anova N-total tanah

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 0,0258 | 4 | 0,0065 | 0.608 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 0,212 | 20 | 0,0106 | | | |
| Total | 0,24 | 24 | | | | |

Lampiran 7 Hasil Analisis Fosfor Tanah

1. Pengaruh pemberian bio granul terhadap fosfor tanah.

| PERLAKU N | ULANGAN | | | | | JUMLA H | RATA ² |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 14,17 | 14,37 | 13,77 | 13,69 | 13,89 | 69,88 | 13,98 |
| S2 | 36,73 | 34,83 | 35,20 | 36,08 | 35,93 | 178,77 | 35,75 |
| S3 | 45,96 | 41,91 | 42,36 | 43,41 | 42,30 | 215,95 | 43,19 |
| S4 | 44,54 | 44,81 | 42,59 | 45,32 | 42,21 | 219,58 | 43,92 |
| S5 | 46,80 | 45,09 | 50,02 | 51,20 | 49,26 | 242,38 | 48,48 |
| JUMLAH | 188,2 1 | 181,0 0 | 183,9 5 | 189,7 1 | 183,7 0 | | |
| RATA ² | 37,64 | 36,20 | 36,79 | 37,94 | 36,74 | | |

2. Tabel Anova Fosfor Tanah

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 10,1463 | 4 | 2,5366 | 0,013 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 3782,707 | 20 | 189,1354 | | | |
| Total | 3792,85 | 24 | | | | |

Lampiran 8 Hasil Analisis Parameter Kalium Tanah

1. Pengaruh Pemberian Bio Granul Terhadap Kalium Tanah

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 0,75 | 0,86 | 0,64 | 0,84 | 0,73 | 3,83 | 0,77 |
| S2 | 0,86 | 0,76 | 0,82 | 0,74 | 0,82 | 4,00 | 0,80 |
| S3 | 0,87 | 0,83 | 0,96 | 0,67 | 0,85 | 4,16 | 0,83 |
| S4 | 0,73 | 0,85 | 0,79 | 0,77 | | 3,86 | 0,77 |
| S5 | 0,69 | 0,82 | 0,76 | 0,79 | 0,75 | 3,81 | 0,76 |
| JUMLAH | 3,8968 | 4,125 | 3,966 | 3,799 | 3,868 | | |
| RATA² | 0,779 | 0,825 | 0,793 | 0,759 | 0,773 | | |

2. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 0.0123 | 4 | 0.0031 | 0,557 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 0.111 | 20 | 0.0055 | | | |
| Total | 0.12 | 24 | | | | |

Lampiran 9 Hasil Analisis C-Organik Tanah

1. Pengaruh pemberian biogranul terhadap c-organik.

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 0,86 | 0,81 | 0,90 | 0,86 | 0,83 | 4,25 | 0,85 |
| S2 | 1,23 | 1,14 | 1,24 | 1,08 | 1,23 | 5,92 | 1,18 |
| S3 | 1,14 | 1,16 | 0,92 | 0,99 | 1,87 | 6,09 | 1,22 |
| S4 | 1,33 | 1,24 | 1,05 | 1,10 | 0,93 | 5,65 | 1,13 |
| S5 | 1,70 | 1,29 | 1,30 | 1,58 | 1,12 | 6,99 | 1,40 |
| JUMLAH | 6,26 | 5,65 | 5,39 | 5,6 | 5,9 | | |
| RATA² | 1,25 | 1,13 | 1,07 | 1,12 | 1,19 | | |

2. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 0,0233 | 4 | 0,0233 | 0,288 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 0,0811 | 20 | 0.0811 | | | |
| Total | 0,1044 | 24 | | | | |

Lampiran 10. Hasil Analisis Parameter Tinggi Tanaman Tanaman

1. Pengaruh pemberian biogranul terhadap tinggi tanaman

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|--------|-------|------|-------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 16,8 | 15,2 | 15,2 | 18,7 | 20,3 | 86,2 | 17,24 |
| S2 | 29,8 | 29,5 | 23,8 | 32,1 | 36,6 | 151,8 | 30,36 |
| S3 | 38,9 | 27,6 | 34,3 | 28,9 | 32,5 | 162,2 | 32,44 |
| S4 | 26,6 | 32,12 | 25,3 | 18 | 23,3 | 125,32 | 25,064 |
| S5 | 25 | 30,3 | 24,3 | 23,3 | 25,5 | 128,4 | 25,68 |
| JUMLAH | 137,1 | 134,72 | 122,9 | 121 | 138,2 | | |
| RATA² | 27,42 | 26,944 | 24,58 | 24,2 | 27,64 | | |

2. Tabel anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|----------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 53,6530 | 4 | 13,4133 | 0,2799 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 958,567 | 20 | 47,9283 | | | |
| Total | 1012,22 | 24 | | | | |

Lampiran 5. Hasil Analisis Parameter Jumlah daun (Helai)

3. Pengaruh Pemberian Bio Granul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi Dan Limbah Ikan Terhadap Jumlah daun (Helai)

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|------|-----|------|------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 27 | 5,4 |
| S2 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 29 | 5,8 |
| S3 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 28 | 5,6 |
| S4 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 31 | 6,2 |
| S5 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 32 | 6,4 |
| JUMLAH | 24 | 23 | 22 | 23 | 23 | | |
| RATA² | 6 | 5,75 | 5,5 | 5,75 | 5,75 | | |

4. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 3.440 | 4 | 0.860 | 1.870 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 9.200 | 20 | 0.460 | | | |
| Total | 12.640 | 24 | | | | |

*) Hasil Menunjukkan Not Significan

Keterangan :

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5%

** = Nyata pada taraf uji 1%

Lampiran 5. Hasil Analisis Parameter Panjang Daun

1. Pengaruh Pemberian Bio Granul Terhadap Panjang daun

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|-------|------|-------|-------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 11,2 | 11,7 | 10,3 | 12,2 | 9 | 55,1 | 11,02 |
| S2 | 11,3 | 12,8 | 14,2 | 16,2 | 16 | 70,9 | 14,18 |
| S3 | 15,3 | 12,3 | 15,2 | 17,5 | 16 | 76,6 | 15,32 |
| S4 | 15,3 | 14,6 | 13,2 | 11,2 | 13 | 67,7 | 13,54 |
| S5 | 11,2 | 13,4 | 12,1 | 10,3 | 12 | 59,5 | 11,9 |
| JUMLAH | 64,3 | 64,8 | 65 | 67,4 | 68 | | |
| RATA² | 12,86 | 12,96 | 13 | 13,48 | 13,66 | | |

2. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 1,2080 | 4 | 0,3020 | 0,053 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 114,512 | 20 | 5,7256 | | | |
| Total | 115,72 | 24 | | | | |

Lampiran 5. Hasil Analisis Parameter Panjang Akar Tanaman Sawi

3. Pengaruh pemberian biogranul terhadap panjang akar tanaman sawi

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 3,9 | 4,3 | 3,6 | 3,50 | 3,70 | 19,00 | 3,80 |
| S2 | 7,20 | 8,5 | 6,00 | 8,90 | 7,50 | 38,10 | 7,62 |
| S3 | 13,20 | 10,80 | 11,3 | 10,80 | 10,40 | 56,50 | 11,30 |
| S4 | 8,00 | 7,00 | 6,8 | 7,20 | 7,50 | 36,50 | 7,30 |
| S5 | 10,30 | 11,00 | 10,40 | 10,30 | 8,90 | 50,90 | 10,18 |
| JUMLAH | 42,60 | 41,60 | 38,10 | 40,70 | 38,00 | | |
| RATA² | 8,52 | 8,32 | 7,62 | 8,14 | 7,60 | | |

4. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 3,4440 | 4 | 0,8610 | 0,096 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 179,916 | 20 | 8,9958 | | | |
| Total | 183,36 | 24 | | | | |

Lampiran 5. Hasil Analisis Parameter Berat Segar Tanaman

5. Pengaruh pemberian biogranul terhadap segar tanaman

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 13,85 | 20,76 | 15,03 | 20,50 | 26,93 | 97,07 | 19,414 |
| S2 | 25,15 | 23,43 | 20,19 | 25,32 | 26,87 | 120,96 | 24,192 |
| S3 | 29,13 | 30,52 | 19,08 | 32,00 | 23,45 | 134,18 | 26,836 |
| S4 | 25,60 | 28,45 | 23,01 | 31,34 | 21,08 | 129,48 | 25,896 |
| S5 | 29,09 | 35,45 | 23,45 | 52,58 | 29,51 | 170,08 | 34,016 |
| JUMLAH | 122,82 | 138,61 | 100,76 | 161,74 | 127,84 | | |
| RATA² | 24,56 | 27,72 | 20,15 | 32,35 | 25,57 | | |

6. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|
| Perlakuan | 398,4257 | 4 | 99,6064 | 2,027 ^{ns} | 2.866 | 4.431 |
| Error | 982,898 | 20 | 49,1449 | | | |
| Total | 1381,32 | 24 | | | | |

Lampiran 5. Hasil Analisis Parameter Berat Kering Tanaman

7. Pengaruh Pemberian Bio Granul Kombinasi Biochar Sekam Padi, Kotoran Sapi Dan Limbah Ikan Terhadap Berat Kering Tanaman

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | | JUMLAH | RATA ² |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|--------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| S1 | 1,46 | 0,32 | 0,89 | 0,32 | 0,49 | 3,48 | 0,70 |
| S2 | 0,63 | 0,48 | 0,81 | 0,87 | 0,75 | 4,31 | 0,86 |
| S3 | 1,23 | 0,98 | 1,10 | 1,49 | 0,57 | 4,87 | 0,97 |
| S4 | 0,67 | 2,34 | 2,34 | 1,30 | 0,72 | 4,17 | 0,83 |
| S5 | 1,16 | 5,37 | 5,64 | 1,23 | 3,33 | 10,40 | 2,08 |
| JUMLAH | 5,15 | 5,37 | 5,64 | 5,21 | 5,86 | | |
| RATA² | 1,03 | 1,07 | 1,13 | 1,94 | 1,17 | | |

8. Tabel Anova

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | dB | Kuadrat Tengah | F-Hitung | F-tabel 5% | F-tabel 1% | Sig. |
|------------------|----------------|----|----------------|---------------------|------------|------------|-------|
| Perlakuan | 5,5941 | 4 | 1,3985 | 0,673 ^{ns} | 2.866 | 4.431 | 0.003 |
| Error | 41,547 | 20 | 2,0774 | | | | |
| Total | 47,14 | 24 | | | | | |

