



**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH PASIRAN OLEH
PUKUP BIOPELET DARI KOMBINASI BIOCHAR BLOTONG TEBU,
KOTORAN AYAM DAN LIMBAH IKAN SERTA PENGARUHNYA
TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

Oleh

Indasah Kumalasari

NIM 151510501005

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH PASIRAN OLEH
PUKUP BIOPELET DARI KOMBINASI BIOCHAR BLOTONG TEBU,
KOTORAN AYAM DAN LIMBAH IKAN SERTA PENGARUHNYA
TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN KEDELAI
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

SKRIPSI

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

Oleh

Indasah Kumalasari

NIM 151510501005

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T karya tulis ilmiah ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta, Ibunda Mariyem dan Ayahanda Senu serta kakak saya Siswanto atas dukungan moral, dukungan materi, kasih sayang dan do'a yang diberikan sehingga menjadi sumber kekuatan bagi saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian.
2. Para Guru sejak TK, SD, SMP, sampai SMA dan Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan berbagai macam ilmu pengetahuan serta pelajaran hidup.
3. Dosen pembimbing skripsi saya Bapak Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si. yang selalu membimbing saya dalam menyusun skripsi.
4. Dosen pembimbing akademik saya Bapak Ir. Saifuddin Hasjim, MP yang sangat sabar dan juga selalu memotivasi saya untuk segera menyelesaikan pendidikan ini.
5. Sahabat saya di kampung halaman mbak Riska, Leny, dan Lia serta teman kost Jawa 7 Nanda Faraz, Nanda Tiara, Anis Sulistiowati, Riska Ayu, dan Yuli Fatmasari yang telah menemani saya dalam suka maupun duka.
6. Teman – teman seperjuangan agroteknologi 2015.
7. Almamater tercinta Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan terapkan cara meningkatkan iman dan taqwa kepada Allah, supaya kamu beruntung”

(Q.S. Ali ‘Imran: 200)

“Belajarlah bersyukur dari hal-hal yang baik di hidupmu dan belajarlah menjadi kuat dari hal-hal yang buruk di hidupmu”

(BJ Habibie)

“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu”

(Hadis Riwayat Muslim)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada dalam diri mereka”

(Q.S. Al-Ra’d: 11)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Indasah Kumalasari

NIM : 151510501005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah Pasiran oleh Pupuk Biopellet dari Kombinasi Biochar Blotong Tebu, Kotoran Ayam dan Limbah Ikan Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill)”** adalah benar - benar hasil karya penulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya tulis plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Januari 2020

Yang menyatakan,

Indasah Kumalasari
NIM. 151510501005

SKRIPSI

**PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH PASIRAN OLEH
PUPUK BIOPELET DARI KOMBINASI BIOCHAR BLOTONG TEBU,
KOTORAN AYAM DAN LIMBAH IKAN SERTA PENGARUHNYA
TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN KEDELAI**

(Glycine max (L.) Merrill)

Oleh :

Indasah Kumalasari

NIM 151510501005

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi

: Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si

NIP. 196403221989031001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Perbaikan Sifat Kimia Tanah Pasiran oleh Pupuk Biopellet dari Kombinasi Biochar Blotong Tebu, Kotoran Ayam dan Limbah Ikan Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L.) Merrill*)**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 23 Desember 2019
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

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

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Ir. Miswar M.Si
NIP. 196410191990021002

Ir. Saifuddin Hasjim, MP
NIP. 196208251989021001

Mengesahkan,
Dekan,

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.
NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Perbaikan Sifat Kimia Tanah Pasiran oleh Pupuk Biopelet dari Kombinasi Biochar Blotong Tebu, Kotoran Ayam dan Limbah Ikan serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill); Indasah Kumalasari; 151510501005; 2019; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tanah pasiran merupakan tanah yang kurang produktif untuk kegiatan pertanian karena kesuburan tanahnya rendah. Penambahan pupuk biopelet dari kombinasi biochar blotong tebu, kotoran ayam dan limbah ikan bertujuan untuk memperbaiki sifat kimia tanah pasiran sehingga dapat menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Manfaat biochar sebagai pembenah tanah terletak pada dua sifat utamanya yaitu mempunyai afinitas yang tinggi terhadap hara dan persisten dalam tanah. Biochar memiliki kekurangan yaitu kandungan haranya rendah sehingga perlu dikombinasikan dengan kotoran ayam dan limbah ikan. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama (B): Komposisi biopelet 3 taraf yaitu: 1. 70% biochar, 15% kotoran ayam, 15% limbah ikan (B1), 2. 50% biochar, 25% kotoran ayam, 25% limbah ikan (B2), 3. 20% biochar, 40% kotoran ayam, 40% limbah ikan dan faktor kedua (D): Dosis pupuk biopelet yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Kontrol (D0), 2. 2,5ton/ha (D1), 3. 5ton/ha (D2), 4. 10ton/ha (D3).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biopelet berpengaruh terhadap pH, N-total tanah, berat segar dan berat kering tanaman, panjang akar, berat bintil dan jumlah bintil akar. Faktor tunggal dosis berpengaruh terhadap P-tersedia dan KTK tanah. Faktor tunggal komposisi dan dosis berpengaruh terhadap K-tersedia tanah. Berdasarkan perbaikan sifat-sifat tanah, kombinasi perlakuan terbaik untuk sifat kimia tanah adalah perlakuan B2D3 (50% biochar, 5ton/ha), sedangkan untuk pertumbuhan tanaman kombinasi perlakuan terbaik adalah perlakuan B1D2 (70% biochar; 2,5ton/ha).

SUMMARY

Enhancing Chemical Properties of Sandy Soil by Biopellet Fertilizer from Combination of Biochar Sugarcane Filter Cake, Chicken Manure and Fish Waste include the Effect on Vegetative Growth of Soybean Plant (*Glycine max* (L.) Merrill); Indasah Kumalasari; 151510501005; 2019; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Sandy soil is less productive land for agricultural because its low fertility. The application of biopellet fertilizer from a combination of biocharf sugar cane, chicken manure, and fish waste aims to improve the chemical properties of sandy soil so it can provide nutrients for the growth of soybean plant. The advantages of biochar as a soil remover in two main properties, there is high affinity for nutrients and persistent in the soil. Beside that, biochar has disadvantage of having low nutrients so it needs to combined with chicken manure and fish waste. This study used a Factorial Randomized Completely Block Design (RCBD) consisting of two factors, The first factor (B): Biochar composition consisting of three levels, namely: 1. 70% biochar, 15% chicken manure, 15% fish waste (B1), 2. 50% biochar, 25% chicken manure, 25% fish waste (B2), 3. 20% biochar, 40% chicken manure, 40% fish waste and the second factor is (D): The dosage consists of four levels, 1. Control (D0), 2. 2.5 tons / ha (D1), 3. 5ton / ha (D2), 4. 10ton / ha (D3).

The results showed that the addition of biopellet fertilizer was able to increase N and plant wet weight, plant dry weight, root length, nodular weight and number of soybean root nodules. Based on the improvement of soil properties, the best treatment combination for soil chemical properties is B2D3 (50% biochar, 5ton / ha), while for plant growth the best treatment combination is B1D2 treatment (70% biochar; 2.5ton / ha).

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan karunianya, dan sholawat serta salam untuk Rasulullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wa Sallam sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan Judul **“Perbaikan Sifat Kimia Tanah Pasiran oleh Pupuk Biopellet dari Kombinasi Biochar Blotong Tebu, Kotoran Ayam dan Limbah Ikan serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)”** dengan baik. Skripsi ini diajukan guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi Agroteknologi (S1) Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Saya haturkan ucapan terima kasih atas semua dukungan dan bantuannya untuk:

1. Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D, DIC. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Bapak Ir. Saifuddin Hasjim, MP selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
4. Bapak Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi (DPS) untuk waktu, arahan, bimbingan, motivasi dan kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Miswar M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini.
6. Ibunda Mariyem dan Ayahanda Senu, kakak tercinta Siswanto yang telah memberikan do'a, dukungan, kasih sayang serta semangat secara moral dan materi mulai dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Motivator pribadi saya Ryan Fineli Widjanarko yang selalu meluangkan waktu, tenaga, dan materi serta tanpa henti selalu memberikan dukungan, semangat, do'a hingga terselesainya skripsi ini.

8. BIDIKMISI yang telah memberikan dukungan materi dan motivasi-motivasi dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.
9. Teman penelitian saya Riche Agustina dan Anisa Haryanti atas kerjasama dan dukungannya selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Keluarga besar Agroteknologi angkatan 2015 atas kenangan, kebersamaan, suka duka selama masa perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis juga menyadari bahwa karya ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
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	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah Pasir.....	5
2.2 Pupuk Organik Pelet (Biopelet).....	6
2.3 Sumber Pupuk Organik Pelet (Biopelet).....	7
2.4 Sifat Kimia Tanah	10
2.5 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	13
2.6 Hipotesis	14
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15

3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Rancangan Percobaan	15
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.5 Variabel Pengamatan	20
3.6 Pengolahan Data	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Analisis Pendahuluan.....	24
4.2 Pengaruh Pupuk Biopellet Terhadap Sifat Kimia Tanah	25
4.3 Pengaruh Pupuk Biopellet Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai	32
4.4 Pembahasan	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.1	Luas Lahan Pertanian Indonesia Tahun 2012-2016.....	1
4.1	Analisis regresi pH tanah	26
4.2	Analisis regresi kapasitas tukar kation (KTK) tanah	27
4.3	Analisis regresi N-total tanah.....	28
4.4	Analisis regresi P-tersedia tanah	29
4.5	Analisis regresi K-dd tanah.....	30
4.6	Analisis regresi panjang akar setelah perlakuan	31
4.7	Analisis regresi berat segar tanaman setelah perlakuan	32
4.8	Analisis regresi berat kering tanaman setelah perlakuan	33
4.9	Analisis regresi jumlah bintil akar setelah perlakuan.....	33
4.10	Analisis regresi berat bintil akar setelah perlakuan.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Persyaratan teknis minimal pupuk organik pelet	6
2.2	Kandungan unsur hara berbagai jenis pupuk kandang.....	9
3.1	Metode analisis awal tanah dan biopelet yang digunakan	19
3.2	Variabel morfologi tanaman kedelai	20
3.3	Variabel sifat kimia tanah	21
4.1	Hasil analisis pendahuluan sifat kimia tanah	24
4.2	Sifat kimia pupuk biopelet	24
4.3	Sifat kimia tanah setelah perlakuan.....	25
4.4	Rangkuman F-hitung pengaruh pupuk biopelet terhadap sifat kimia tanah	25
4.5	Rangkuman hasil F-hitung pengaruh perlakuan perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman	30

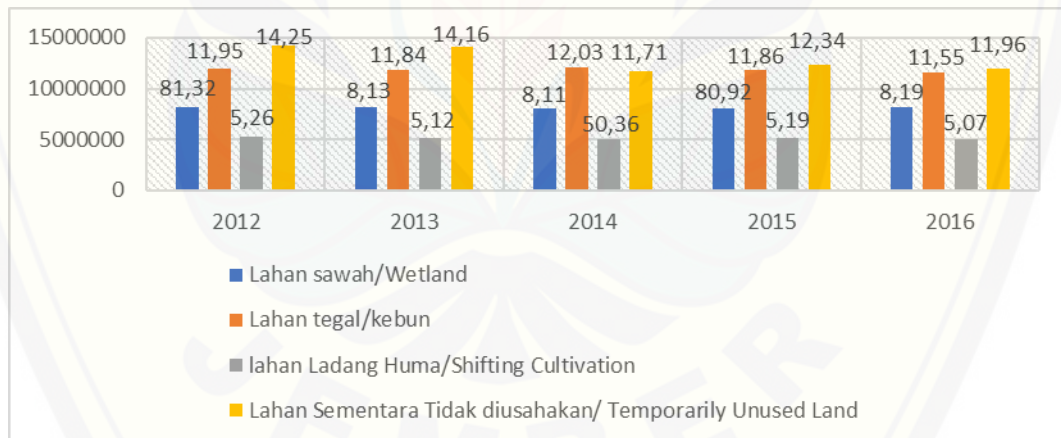
DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1	Kriteria Penilaian Hasil Analisis Tanah	49
2	Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik	50
3	Deskripsi Kedelai Varietas Anjasmoro	51
4	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	52
5	Korelasi pearson sifat kimia tanah dan morfologi tanaman...	55
6	Hasil Analisis pH Tanah	56
7	Hasil Analisis KTK Tanah	57
8	Hasil Analisis N-total Tanah	58
9	Hasil Analisis P-Tersedia Tanah	59
10	Hasil Analisis K-Tersedia Tanah	60
11	Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman	61
12	Hasil Pengamatan Jumlah Daun.....	62
13	Hasil Pengamatan Berat segar Tanaman	63
14	Hasil Pengamatan Berat Kering Tanaman	64
15	Hasil Pengamatan Panjang Akar	65
16	Hasil Pengamatan Berat Bintil Akar	66
17	Hasil Pengamatan Jumlah Bintil Akar	67

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan konsumen terhadap kedelai saat ini semakin tinggi dan tidak terpenuhi sehingga mengharuskan impor kedelai dari luar negeri. Kegiatan impor kedelai Indonesia telah bernilai besar yaitu mencapai 2,25 juta ton pada tahun 2015, naik menjadi 2,26 juta ton di tahun 2016 dan melonjak menjadi 2,67 juta ton pada tahun 2017 (Kementan, 2017). Besarnya nilai impor tersebut disebabkan oleh terbatasnya lahan produktif di Negara Indonesia. Berdasarkan data lahan pertanian dari kementerian pertanian (2017) telah dijelaskan bahwa luas lahan pertanian di Indonesia pada periode 2012-2016 cenderung stabil dan menurun. Jenis lahan sawah dan tegal kebun cenderung menurun sedangkan untuk jenis lahan ladang dan lahan sementara tidak diusahakan cenderung stabil. Luas lahan produktif Indonesia dari tahun 2012 hingga tahun 2016 dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 1.1 Luas Lahan Pertanian Indonesia Tahun 2012-2016 (Juta ha)

Seiring dengan berkembangnya sistem perekonomian dan meningkatnya jumlah penduduk maka kebutuhan akan produk pertanian akan semakin meningkat pula, sehingga diperlukan pemanfaatan lahan yang kurang produktif untuk pemenuhan permintaan produk pertanian. Negara Indonesia masih memiliki peluang untuk mewujudkan swasembada pangan mengingat daratan Indonesia yang masih sangat luas dan banyak yang belum termanfaatkan yang salah satunya adalah lahan pasir. Lahan pasir memiliki produktivitas rendah untuk kegiatan

pertanian karena adanya beberapa faktor pembatas yaitu kemampuan menyangga dan menyimpan air rendah, infiltrasi dan evaporasi tinggi, kesuburan dan bahan organik rendah dan efisiensi penggunaan air rendah. Menurut Septiningsih (2007) bahwa kemampuan menahan air yang rendah pada tanah pasiran menjadikan banyak unsur hara terlarut hilang akibat pencucian (*leaching*).

Tanah pasir merupakan tanah dengan fraksi pasir sebesar >70%, porositas total <40% yang tergolong miskin akan hara fosfor dan nitrogen. Nitrogen yang tersedia dalam tanah dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ seringkali hilang terlarut karena tidak terikat oleh struktur tanah. Lahan pasir adalah lahan marjinal yang sangat miskin hara, maka perlu dilakukan upaya meningkatkan kualitas lahan yaitu dengan penambahan bahan amandemen. Penambahan bahan amandemen perlu dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik tanah maupun sifat kimia tanah yaitu meningkatkan kapasitas tukar kation serta meningkatkan kandungan hara, sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Gaol dkk., 2014).

Pemberian bahan organik merupakan salah satu solusi untuk kegiatan pengelolaan lahan marjinal. Bahan organik segar jika diaplikasikan pada tanah akan mengalami proses dekomposisi secara cepat, selain itu juga sering mengalami mineralisasi menjadi karbondioksida (CO_2) dan menambah gas rumah kaca. Lahan pertanian termasuk salah satu media penghasil gas rumah kaca yang cukup besar. Biochar dapat menjadi opsi yang menarik untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Biochar adalah arang hitam hasil proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Salah satu manfaat biochar dalam bidang pertanian adalah sebagai pembenah tanah. Manfaat biochar sebagai pembenah tanah terletak pada dua sifat utamanya yaitu mempunyai afinitas yang tinggi terhadap hara dan persisten dalam tanah (Widiastuti, 2016). Biochar bersifat persisten di dalam tanah karena mengandung karbon (C) yang tinggi, lebih dari 50% dan tidak mengalami pelapukan lanjut sehingga stabil hingga puluhan tahun dalam tanah. Sifat afinitas biochar terletak pada permukaan yang luas dan mengandung banyak pori sehingga memiliki densitas yang tinggi. Sifat fisik demikian memungkinkan biochar memiliki kemampuan mengikat air dan

pupuk yang cukup tinggi. Biochar memiliki kekurangan yaitu tidak dapat dijadikan pupuk karena kandungan unsur haranya yang sangat rendah dan bahkan tidak ada sehingga perlu dikombinasikan. Biochar yang dikombinasikan dengan bahan organik lain lebih mampu menunjukkan hasil pada tingkat aplikasi yang rendah (Singh *et al.*, 2014).

Pengkombinasian biochar dapat dilakukan dengan berbagai sumber unsur hara baik organik maupun anorganik. Penggunaan bahan anorganik pada saat ini mulai dikurangi dan mengarah pada pertanian organik, sehingga pengkombinasian biochar dilakukan dengan bahan organik yang kaya unsur hara yaitu kotoran ayam dan limbah ikan. Menurut Wiryanta (2007) kotoran ayam merupakan pupuk kandang dengan kandungan hara yang paling tinggi daripada pupuk kandang lainnya baik makro maupun mikro. Menurut Lepongbulan dkk. (2017) secara umum limbah ikan mengandung banyak nutrient yaitu N (Nitrogen), P (Phosforus) dan K (Kalium) yang sangat diperlukan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Biochar blotong tebu, limbah ikan dan kotoran ayam dapat dibentuk menjadi suatu produk seperti biopelet untuk memudahkan dalam pengaplikasian. Berdasarkan pernyataan tersebut, perlu diteliti apakah pemberian pupuk biopelet dari kombinasi biochar blotong tebu, kotoran ayam, dan limbah ikan dapat memperbaiki sifat kimia tanah pasiran dan berapakah dosis biopelet yang paling baik dalam perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan tanaman kedelai.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi pupuk biopelet terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan dosis pupuk biopelet terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh perbedaan komposisi pupuk biopelet terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan dosis pupuk biopelet terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai?

1.4 Manfaat

Hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah sebagai alternatif pupuk ramah lingkungan serta rekomendasi mengenai dosis dan komposisi pengaplikasian yang paling baik dalam budidaya tanaman kedelai pada tanah pasiran. Hasil penelitian juga diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Pasir

Tanah pasir adalah tanah dengan tekstur fraksi pasir sebesar >70% sedangkan 30% lainnya terdiri dari fraksi debu dan *clay*, porositas total <40% dan kandungan pori-pori makro lebih banyak dengan sedikit pori-pori sedang dan pori-pori mikro, aerasi baik, dan daya hantar air cepat. Tanah pasir juga disebut sebagai tanah ringan dengan tekstur pasir berukuran 2mm-50 μ m. Tanah pasir umumnya juga belum membentuk agregat sehingga peka terhadap erosi. Tipe tanah yang seperti ini sangat sulit untuk menahan air, tetapi mempunyai aerasi dan drainase yang baik (Septiningsih, 2007). Lahan pasir memiliki produktivitas rendah untuk kegiatan pertanian karena adanya beberapa faktor pembatas yaitu struktur tanah berbutir tunggal, daya simpan lengasnya rendah, status kesuburan tanah rendah, evaporasi tinggi dan peka terhadap pencucian hara oleh drainase internal yang cepat (Yulipriyanto, 2010).

Tanah pasiran memiliki persebaran yang cukup luas di Indonesia. Tanah pasiran banyak tersebar di seluruh kepulauan Indonesia terutama Jawa, Sumatera, dan Nusa Tenggara dengan luas sekitar 3 juta hektar atau sekitar 2,1% dari keseluruhan luas lahan di Indonesia (Gaol dkk., 2014). Studi yang dilakukan Irwan dkk. (2015), tentang komponen teknologi budidaya jagung manis pada tanah pasir mengalami persoalan pada sifat-sifat tanah yaitu bertekstur lempung berpasir, memiliki reaksi tanah yang agak masam (pH H₂O 5,82 dan PH KCl 4,60), kandungan C-organik rendah (1,27%), N total rendah (0,14), KTK tergolong sedang (23,06). Keadaan tersebut mengindikasikan bahwa tanah pasir tersebut memiliki kadar C-organik yang rendah (1,27%) dan kadar N total rendah (0,14%) sehingga bermasalah untuk kegiatan budidaya tanaman. Tanah pasir dengan kandungan unsur hara yang rendah dan tahan terhadap pelapukan memerlukan pembenah tanah agar tercipta kondisi tanah yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman (Istiyanti dkk., 2015).

2.2 Pupuk Organik Pelet (Biopelet)

Pupuk organik sangat bermanfaat untuk berbagai kegiatan produksi pertanian. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan secara berkelanjutan. Bentuk alternatif pupuk organik adalah pelet. Pelet memiliki keunggulan yang sama dengan pupuk organik granul (POG) yaitu kemudahan dalam pengaplikasian, proses pembuatan yang mudah dan singkat, efektif dalam model transportasi jarak jauh dan penyimpanan (Murselindo, 2014).

Pupuk organik dalam bentuk pelet juga memiliki kelemahan yaitu mudah pecah dan hancur. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan perekat dalam pembuatan pelet. Fungsi dari perekat dalam pembuatan pelet adalah untuk meningkatkan sifat fisik pelet terutama kekompakan pelet. Perekat yang digunakan harus memiliki sifat rekat yang baik, tidak membahayakan tanaman dan harga terjangkau. Wardhana dkk. (2015) menggunakan tepung sagu, tepung kanji, dan molase sebagai perekat dalam pembuatan pelet pupuk organik. Langkah pembuatan biopelet adalah meliputi persiapan bahan baku yang berupa limbah berbentuk tepung, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan. Pengeringan pelet dilakukan dengan cara dijemur agar kadar air pada pelet berkurang dan pelet menjadi solid karena zat pengikat sudah kering (Junaidi dkk., 2017).

Pupuk organik yang dihasilkan sebagian besar komponennya telah memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik padat (Permentan, 2009).

Tabel 2.2 Persyaratan teknis minimal pupuk organik pelet

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1.	C-Organik	%	>12
2.	C/N rasio		15-25
3.	Bahan ikutan	%	<2
4.	Kadar air	%	4-15
5.	Logam berat		
	As	Ppm	<10
	Hg	Ppm	<1
	Pb	Ppm	<50
	Cd	Ppm	<10
6.	pH		4-8
7.	Total		
	N	%	<6

	P ₂ O ₅	%	<6
	K ₂ O	%	<6
8.	Mikroba kontaminan	cfu/g cfu/ml	-
9.	Mikroba fungsional	cfu/g cfu/ml	<10 ²
10.	Ukuran butir	Mm	-
11.	Unsur mikro		
	Fe	Ppm	0-8000
	Mn	Ppm	0-5000
	Cu	Ppm	0-5000
	Zn	Ppm	0-5000
	B	Ppm	0-2500
	Co	Ppm	0-20
	Mo	Ppm	0-10

2.3 Sumber Pupuk Organik Pelet (Biopelet)

2.3.1 Biochar

Biochar merupakan arang yang dihasilkan dari proses *pyrolysis* atau pembakaran bahan organik dalam kondisi oksigen yang terbatas. Biochar dapat dibuat dari berbagai limbah organik khususnya limbah pertanian. Potensi bahan baku biochar tergolong melimpah yaitu limbah yang sulit terdekomposisi atau dengan rasio C/N tinggi seperti tempurung kelapa, sekam padi, kulit kopi, kulit kakao, tongkol jagung dan lain sebagainya. Blotong tebu memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik dan bahan pembenah tanah secara langsung maupun dalam bentuk lain seperti kompos ataupun biochar. Blotong merupakan limbah padat produk stasiun pemurnian nira. Komposisi blotong terdiri dari serat, wax dan fat kasar, protein kasar, gula, total abu, SiO₂, CaO, P₂O₅ dan MgO (Muhsin, 2011).

Bentuk arang yang dihasilkan dari proses pirolisis menyerupai bentuk biomassa asli yang berwarna hitam dan mengkerut. Penyusun biomassa seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa berubah menjadi banyak struktur karbon. Senyawa karbon heksagonal menyatu dengan cincin karbon sebagai kerangka biochar. Kerapatan kerangka biochar yang terbentuk berkisar antara 1,34 g.cm⁻³ hingga 1,96 g.cm⁻³ dan dapat ditingkatkan melalui temperatur pirolisis (Brewer *et al.*, 2014).

Pembuatan biochar dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi sederhana seperti penggunaan drum bekas untuk proses pembakaran atau kawat ram sebagai pengganti pipa besi (Widiastuti, 2016). Pembakaran biochar dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran atau pirolasator dengan suhu sekitar 250-350°C selama 2-3,5 jam, sehingga memperoleh arang yang mengandung karbon tinggi dan dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah.

Biochar blotong tebu ketika ditambahkan kedalam tanah berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kualitas tanah melalui peningkatan pH tanah, peningkatan kapasitas menahan kelembaban, menarik jamur dan mikroba yang lebih menguntungkan, meningkatkan KTK (kapasitas tukar kation) dan mempertahankan nutrisi tanaman dalam tanah. Biochar memiliki kemampuan yang lebih besar dalam penyerapan dari pada bahan organik alami karena luas permukaan, muatan negatif, dan kerapatan muatan yang lebih besar yaitu -10 hingga -80mV. Penggunaan biochar telah terbukti efektif sebagai bahan amandemen tanah dan menyebabkan retensi hara yang tinggi di tanah (Zheng, 2011).

Menurut Irfan *et al.* (2017), biochar dapat memberikan pengaruh terhadap sifat kimia tanah yaitu peningkatan KTK tanah, penyerapan logam berat, immobilisasi senyawa beracun organik dan anorganik, penurunan Al, dan peningkatan pH. Aplikasi biochar pada tanah bisa mengurangi Al melalui adsorpsi pada permukaan biochar yang bermuatan negatif (Syuhada *et al.*, 2016). Biochar juga dapat berfungsi untuk menetralkan pH tanah yang rendah. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Siringoringo dan Siregar (2011) bahwa pemberian 5% biochar dapat menetralkan tanah.

Biochar mengandung P_2O_5 dan K_2O yang rendah yaitu hanya 0,90-1,14% sehingga menyebabkan pemberian dengan dosis yang rendah tidak mampu meningkatkan kandungan P dan K dalam tanah. Biochar yang rendah akan hara sehingga penting untuk mengkombinasikan biochar dengan bahan lain yang kaya akan hara. Pemberian formula pembenah tanah biochar dengan dosis 2,5 ton/ha belum mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total. Pemberian dengan

dosis 5 dan 10ton mampu meningkatkan kandungan P tersedia dan K total tanah (Muharram dan Saefudin, 2016).

2.3.2 Kotoran Ayam

Kotoran ayam merupakan salah satu limbah yang dihasilkan baik dari ayam petelur maupun ayam pedaging yang berpotensi sebagai pupuk organik. Kotoran ayam adalah salah satu sumber unsur-unsur hara lengkap baik makro maupun mikro dan mampu meningkatkan kesuburan tanah serta menjadi substrat bagi mikroorganisme tanah dan meningkatkan aktivitas mikroba sehingga lebih cepat terdekomposisi. Kotoran ayam sebelum diaplikasikan ke tanah harus dikomposkan terlebih dahulu karena termasuk dalam pupuk panas. Proses dekomposisi kotoran ayam oleh mikroba berlangsung cepat hingga terbentuknya banyak gas yang menimbulkan panas. Kotoran ayam yang diaplikasikan secara langsung akan menyebabkan tanaman sangat terganggu karena panas tersebut.

Berdasarkan penelitian mrselindo (2014) mengenai aplikasi pupuk pelet dari 46% kotoran ayam, 2% Urea, 14% SP36, KCl 8%, dan *filler* 30% terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, bahwa pemupukan dengan NPK pelet kotoran ayam dapat menggantikan pupuk rekomendasi sekaligus mensubstitusi Urea sebanyak 80% SP-36 53,3% dan KCl 60% dalam budidaya kedelai pada tanah Regosol dan dosis 500 kg/h pupuk NPK pelet kotoran ayam lebih efektif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pupuk kandang kotoran ayam juga memiliki kandungan hara yang lebih tinggi daripada pupuk kandang lainnya. Kandungan hara berbagai jenis pupuk kandang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan unsur hara berbagai jenis pupuk kandang

Jenis pupuk kandang	Kandungan Unsur Hara							
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	B
	(%)					(Mg/Kg)		
Sapi	2,33	0,61	1,58	1,040	0,38	1792,0	70,5	3,69
Kuda	1,57	0,68	0,77	1,640	0,49	2478,5	109,5	3,60
Domba	2,46	0,76	2,03	1,990	0,70	3773,0	111,0	8,67
Ayam	3,21	3,21	1,57	9,625	1,44	2506,0	315,0	11,43

(Wiryanta, 2007)

2.3.3 Limbah Ikan

Pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan pupuk organik sudah banyak diterapkan. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan perikanan masih cukup tinggi yaitu sekitar 20-30%. Limbah ikan dapat berupa tulang ikan, ekor, jeroan, sisik ikan, kulit ikan, feses ikan, kepala ikan, dan ikan tidak konsumsi. Secara umum limbah ikan mengandung banyak nutrient yaitu N (Nitrogen), P (Phosforus) dan K (Kalium) yang sangat diperlukan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Lepongbulan dkk. 2017). Kandungan hara dari tepung limbah ikan yaitu memiliki kadar air sebesar 7,60%, kadar abu sebesar 22,34%, kadar lemak 16,69%, kadar protein 55,52%, C-organik 9,36%, total N 9,36%, Nilai rasio C/N 0,97%, total K sebesar 0,30%, dan total P sebesar 3,26% (Syukron, 2018). Tulang memiliki kandungan fosfor yang tinggi sehingga menjadi sumber utama fosfor dalam bentuk kalsium fosfat $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ yang sukar larut dalam air sehingga perlu proses penguraian agar fosfor lebih tersedia bagi tanaman.

Menurut Hepsibha *and* Geetha (2017) bahwa hasil fermentasi limbah ikan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi tanaman, panjang akar dan nodulasi jika dibandingkan dengan pupuk kimia. Pengolahan limbah ikan akan mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah padat serta dapat menjadi alternatif yang murah untuk pengganti bahan kimia pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan kacang-kacangan. Berdasarkan hasil penelitian Ibrahim dkk. (2013), menjelaskan bahwa limbah ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik dengan formulasi 60% limbah ikan mampu meningkatkan kandungan hara tanah terutama K, C-organik, dan rasio C/N yang paling mendekati nilai standar SNI 19-7030-2004.

2.4 Sifat Kimia Tanah

2.4.1 Kemasaman Tanah (pH)

Kemasaman tanah (pH) dapat didefinisikan sebagai kemasaman atau kebebasan relatif suatu bahan. Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ dalam larutan tanah yang dinyatakan sebagai $-\log [\text{H}^+]$. Skala pH mencakup dari nilai 0

(nol) hingga 14. Nilai pH 7 dikatakan netral, nilai diatas 7 dikatakan basa, sedangkan nilai pH dibawah 7 dikatakan asam. Penyerapan maksimum elemen hara ditemukan pada pH 5.5 sampai 6.5, pH atau derajat keasaman yang berada dibawah kisaran tersebut maka banyak unsur makro (N, P, K, dll) memiliki ketersediaan yang kurang dan penyerapan unsur mikro dapat mencapai tingkat beracun (Herwibowo, 2014).

Kemasaman tanah yang netral memudahkan unsur hara untuk larut dalam air, pada pH yang terlalu masam menyebabkan unsur P tidak dapat diserap oleh tanaman karena difiksasi oleh Al, sedangkan pada pH alkalis unsur P difiksasi oleh Ca. pH tanah juga menunjukkan adanya unsur beracun seperti Al, Fe, dan Mn. Apabila pH tanah rendah maka apabila pH rendah akan menyebabkan adanya unsur Al, Fe, dan Mn menjadi sangat larut sehingga menjadi racun bagi tanaman. Sebaliknya apabila pH naik hingga netral atau lebih tinggi, dan diikuti hujan, maka jumlah ion-ion tersebut akan berkurang dalam larutan tanah, sehingga menyebabkan tanaman tertentu kekurangan Fe dan Mn. Jika pH tanah dapat di pertahankan antara 6 dan 7 kemungkinan keracunan Al, Fe dan Mn tidak akan terjadi (Nofelman dkk., 2012).

2.4.2 Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation (KTK) adalah kemampuan atau kapasitas koloid tanah untuk memegang kation. Kapasitas ini secara langsung tergantung pada jumlah muatan negatif dari koloid tanah dan sangat ditentukan oleh tipe koloid yang terdapat di dalam tanah (Novizan, 2002). Kapasitas tukar kation diukur dengan satuan miliequivalen per 100gram tanah (meq/100 g tanah). KTK tanah sangat dipengaruhi oleh fraksi liat dan kandungan bahan organik. Muatan negatif dalam bahan organik mampu mempertukarkan kation dalam tanah sehingga mampu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (Sembiring dkk., 2015).

Besarnya nilai KTK ditentukan oleh pH tanah, tekstur tanah atau kadar liat, jenis mineral liat, kandungan bahan organik dan pemupukan. Menurut Pinatih dkk. (2015), tingginya nilai KTK sangat dipengaruhi oleh pH tanah yang netral yaitu antara 6,9-7 dengan tektur yang didominasi liat. Tekstur tanah yang semakin

halus dan semakin tinggi jumlah liatnya maka semakin tinggi KTK tanah. Kation tertukarkan yang terpenting adalah Ca, Mg, K, Na, H, Al, yang relatif lebih rendah adalah NH_4 dan Fe, dan dalam jumlah sedikit Mn, Cu, dan Zn. Ion yang berpotensi meracun yang ada dalam larutan tanah dan dapat dijerap oleh koloid lempung adalah Pb (timbal), Cd (Cadmium), Hg (air raksa), Cr (Kromium), dan Sr (Strontium). Ion H dan Al menyebabkan terjadinya keasaman tanah sedangkan kation Ca, Mg, K, dan Na tidak menyebabkan keasaman tanah (Sutanto, 2005).

2.4.3 Nitrogen, Fosfor, dan Kalium

Nitrogen, Fosfor, dan Kalium merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar. Nitrogen merupakan unsur hara penting dalam pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat. Nitrogen secara umum dibagi menjadi dua yaitu nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen organik berbentuk protein atau asam amino sedangkan nitrogen anorganik berbentuk NH_4^+ , NO_3^- , N_2 atau NO yang hilang sebagai gas akibat proses denitrifikasi. Nitrogen pada umumnya diserap tanaman dalam bentuk NH_4^+ atau NO_3^- yang dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman dan tahapan dalam pertumbuhan tanaman. N adalah unsur yang mobile, mudah sekali terlindi dan mudah menguap, sehingga tanaman seringkali mengalami defisiensi. Kandungan N pada tanah juga seringkali rendah karena N dalam tanah dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu pencucian bersama air drainase, penguapan, dan diserap oleh tanaman (Patti dkk., 2013).

Tanaman menyerap P dalam bentuk ortofosfat primer (H_2PO_4^-) dan sebagian kecil dalam bentuk ortofosfat sekunder (HPO_4^-). Bentuk P dalam tanah ada dua yaitu organik dan anorganik. Bentuk fosfor anorganik umumnya berasal dari pelapukan mineral primer, pemupukan, dan mineralisasi P-organik, sedangkan bentuk fosfor organik berada dalam bentuk senyawa organik kompleks yang berasal dari sisa tanaman, hewan dan organisme tanah. Fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk ion anorganik cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik hanya dalam waktu beberapa menit (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur hara fosfor mudah bergerak/mobil antar jaringan tanaman. Kadar optimal

forsfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0,3%-0,5% dari berat kering tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Zat hara kalium (K) merupakan salah satu hara penting yang berfungsi meningkatkan pembentukan bunga dan klorofil, meningkatkan pembentukan zat gula, meningkatkan pembentukan karbohidrat, meningkatkan pembesaran daun, meningkatkan kekuatan daun, dan meningkatkan daya tahan terhadap penyakit. Kekurangan kalium menyebabkan tanaman tumbuh kerdil, daun berwarna hijau kebiru-biruan dan mati sebelum waktunya (Juanda dan Cahyono, 2000). Kalium bukan bagian yang penting dari jaringan tanaman tetapi berada dalam keadaan larut pada cairan sel. Bahan kering dari tanaman biasanya mengandung sekitar 0,5%-4% kalium. Unsur kalium biasanya dinyatakan dengan K₂O (Winangun, 2005).

2.5 Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Tanaman kedelai merupakan salah satu jenis tanaman pangan utama di Indonesia setelah padi dan jagung. Menurut Warisno dan Dahana (2010), klasifikasi tanaman kedelai adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Tinggi tanaman kedelai dapat mencapai 30-100cm dan beruas-ruas. Tipe pertumbuhan tanaman kedelai dapat dibedakan atas tiga macam yaitu tipe determinate (ujung batang hampir sama dengan batang bagian tengah), semi determinate, dan indeterminate (ujung tanaman lebih kecil dibandingkan dengan batang bagian tengah). Daun kedelai berbentuk oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (*trifoliolatus*). Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna (*hermaphrodite*) dengan penyerbukan sendiri. Buah

kedelai berbentuk bulat atau bulat pipih sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat atau hitam. Umur panen kedelai tergantung dari jenis varietasnya yaitu dari 70-90 hari (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Stadia pertumbuhan kedelai sangat penting diketahui bagi para petani kedelai untuk menentukan penganganan pemeliharaan. Stadia pertumbuhan kedelai ada 2 yaitu stadia pertumbuhan vegetatif dan stadia pertumbuhan reproduktif. Stadia pertumbuhan vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul ke permukaan tanah sampai saat mulai berbunga (Pitojo, 2003). Tanaman kedelai yang sudah ditanam umumnya membutuhkan pemeliharaan yang intensif. Kegiatan pemeliharaan tanaman kedelai secara garis besar terdiri dari pemupukan, pengairan, pengendalian gulma, dan pengendalian hama dan penyakit terpadu. Setiap lahan atau tanah mempunyai tingkat keragaman yang cukup besar yang selanjutnya menyebabkan keragaman produktivitas untuk setiap individu tanaman kedelai. Kombinasi pengelolaan sumberdaya lahan dan aplikasi pupuk harus dilakukan secara efektif dan efisien agar manfaatnya dapat dinikmati secara berkelanjutan tanpa menimbulkan efek samping yang merusak lingkungan (Adisarwanto, 2014).

2.6 Hipotesis

1. Pupuk biopelet dari komposisi biochar blotong tebu, kotoran ayam, dan limbah ikan dapat memperbaiki sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai
2. Pada dosis tertentu pupuk biopelet dapat memberikan pengaruh terbaik terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasiran dan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian “Perbaikan Sifat Kimia Tanah Pasiran oleh Pupuk Biopelet dari Kombinasi Biochar Blotong Tebu, Kotoran Ayam dan Limbah Ikan serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)” dilaksanakan pada bulan Juli-September 2019 bertempat di *greenhouse* dan Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Peralatan laboratorium
2. Alat-alat pertanian
3. Alat penggiling daging

3.2.2 Bahan

1. Tanah Pasiran (media tanam)
2. Benih kedelai
3. Blotong tebu
4. Kotoran ayam
5. Limbah ikan
6. Polybag

3.3 Rancangan Percobaan

Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama (B): Komposisi biopelet 3 taraf yaitu: 1. 70% biochar, 15% kotoran ayam, 15% limbah ikan (B1), 2. 50% biochar, 25% kotoran ayam, 25% limbah ikan (B2), 3. 20% biochar, 40% kotoran ayam, 40% limbah ikan dan faktor kedua (D): Dosis pupuk biopelet yang terdiri dari empat taraf yaitu: 1. Kontrol (D0), 2. 2,5ton/ha (D1), 3. 5ton/ha (D2), 4.

10ton/ha (D3). Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali. Berikut denah percobaan yang dilakukan:

Blok 1	Blok 2	Blok 3
B2D3	B2D0	B3D0
B1D3	B3D3	B3D1
B2D1	B1D1	B1D3
B1D1	B2D1	B3D2
B2D2	B1D3	B3D3
B3D2	B2D3	B2D0
B3D1	B2D2	B1D0
B3D0	B1D0	B1D1
B1D2	B3D0	B2D3
B3D3	B3D1	B1D2
B2D0	B3D2	B2D1
B1D0	B1D2	B2D2

Model Linier Aditif RAK Faktorial

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

$$i = 1,2,3 \quad j = 1,2,3,4 \quad k = 1,2,3$$

Keterangan:

- Y_{ij} = pengamatan pada satuan percobaan pada blok ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor B dan taraf ke-j dari faktor D
- μ = rata-rata umum (rata-rata populasi)
- α_i = pengaruh taraf ke-i dari faktor B
- β_j = pengaruh taraf ke-j dari faktor D
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh taraf ke-i dari faktor B dengan taraf ke-j dari faktor D
- ρ_k = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij. $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.
- ε_{ijk} = Pengaruh error yang bekerja pada satuan percobaan pada blok ke-k yang mendapat perlakuan faktor B taraf ke-i dengan faktor D taraf ke-j.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Biochar

Pembuatan biochar diawali dengan menyiapkan alat pirolisis yaitu drum besi dan juga penutupnya. Bahan biochar blotong tebu disiapkan dalam keadaan kering untuk mempermudah pembakaran. Masukkan blotong tebu yang telah kering ke dalam drum sebanyak $\frac{3}{4}$ volume drum dan kemudian padatkan hingga tidak ada rongga udara pada tumpukan biomassa. Nyalakan api dengan cara sulutkan ke dalam tumpukan blotong tebu hingga api sudah benar-benar menyala. Segera tutup tong sampai rapat, namun pastikan terlebih dahulu dan perkirakan api tidak akan padam. Proses pembakaran membutuhkan waktu yang cukup lama dengan suhu tinggi 500-700, kurang lebih 4-5 jam (Widiastuti, 2017). Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari celah penutup menipis. Lepas penutupnya dan segera keluarkan arang, selanjutnya siram dengan air supaya pembakaran tidak berlangsung terus yang dapat berpotensi menjadi abu (Widiastuti, 2017). Arang yang sudah dingin diayak menggunakan ayakan ukuran 2mm.

3.4.2 Pembuatan Biopellet

Pupuk biopellet dibuat dari kombinasi biochar blotong tebu, kotoran ayam dan limbah ikan. Limbah ikan yang digunakan adalah limbah tulang ikan, ikan yang tidak dikonsumsi, dan kepala ikan. Limbah ikan dan kotoran ayam dikeringkan hingga kadar airnya berkurang. Limbah kering kemudian ditepungkan atau dihaluskan menjadi partikel-partikel kecil sehingga mudah dibentuk menjadi pellet. Demikian halnya dengan biochar, biochar dihaluskan hingga menjadi tepung. Tepung biochar, limbah ikan dan kotoran ayam dicampur hingga homogen sesuai dengan konsentrasi perlakuan dan ditambahkan dengan bahan perekat molase. Kombinasi perlakuan konsentrasi biochar, kotoran ayam dan limbah ikan untuk menghasilkan 600 g biopellet adalah sebagai berikut:

Komposisi Biopelet	Berat yang di Timbang
70% biochar, 15% kotoran ayam dan 15% limbah ikan	Biochar 420 g, kotoran ayam 90 g, limbah ikan 90 g
50% biochar, 25% kotoran ayam dan 25% limbah ikan	Biochar 300 g, kotoran ayam 150 g, limbah ikan 150 g
20% biochar, 40% kotoran ayam dan 40% limbah ikan	Biochar 120 g, kotoran ayam 240 g, limbah ikan 240 g

Perekat molase 4% ditambahkan hingga tepung bahan bisa direkatkan dan dicetak berbentuk pelet. Pupuk biopelet dicetak pada cetakan pelet yaitu alat penggiling daging hingga pelet terbentuk dengan ukuran 5mm. Pupuk biopelet yang telah tercetak sempurna kemudian dikeringkan di oven selama 4 jam pada suhu 60-70°C (Lamanda dkk., 2015). Kandungan yang terdapat pada molase antara lain 20% air, 3,5% protein, 58% karbohidrat, 0,8% Ca, 0,1% fosfor dan 10,5% bahan mineral lain. Kandungan pati yang cukup banyak mendukung penggunaan molase sebagai bahan perekat pada proses pembuatan pellet (Ismi dkk., 2017).

2.4.3 Analisis Pendahuluan

Tanah yang digunakan untuk bahan penelitian dan pupuk biopelet yang telah dibuat terlebih dahulu dianalisis kandungan pH, N total, P tersedia, K-dd, KTK, serta melakukan analisis C-Organik. Metode analisis yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Metode analisis awal tanah dan biopelet yang digunakan

Variabel	Metode
Analisis pH tanah dan biopelet	Metode pH meter
Analisis kadar air tanah dan biopelet	Metode Gravimetri
Analisis N total tanah	Metode Kjeldahl
Analisis N total, P, K biopelet	Pengabuan Basah
Analisis P tersedia tanah	Bray 1
Analisis K-dd tanah	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Analisis KTK tanah dan biopelet	Pereaksi Ammonium Asetat 1M
Analisis C-Organik tanah	Kurmis
Analisis C-Organik biopelet	Pengabuan

2.4.4 Persiapan Media Tanam

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah pasiran dengan sifat kimia rendah. Contoh tanah dikeringanginkan, dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan ukuran 2 mm. Tanah ayakan lolos 2mm diukur kadar airnya untuk mengetahui bobot kering tanah pada saat penanaman. Tanah kering angin sebanyak 8 kg dimasukkan dalam polybag dan diaplikasikan pupuk biopelet sesuai takaran masing-masing perlakuan. Pupuk biopelet hanya diaplikasikan satu kali yakni pada saat awal masa tanam. Tanah kemudian disiram hingga kapasitas lapang. Inkubasi tanah dilakukan selama 4 minggu agar terjadi perubahan yang signifikan terhadap sifat kimia tanah akibat perlakuan.

3.4.5 Penanaman

Benih kedelai ditanam pada polybag masing-masing 3 butir dengan kedalaman lubang tanam 3,0 cm. Pada umur satu minggu setelah penanaman dilakukan penjarangan dengan menyisakan tanaman yang paling baik pertumbuhannya dari masing-masing polybag.

3.4.6 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman. Pengendalian gulma dilakukan secara manual, yaitu dengan cara mencabut gulma-gulma yang tumbuh di polybag. Pengendalian hama dan penyakit juga dilakukan secara manual dengan menangkap hama seperti hama ulat. Tanaman kedelai disiram setiap hari.

3.4.7 Pengamatan akhir

Pengamatan dilakukan pada saat tanaman memasuki fase vegetatif akhir yaitu pada hari ke-40. Pengamatan dilakukan dengan cara mencabut tanaman beserta akarnya secara hati-hati dari polybag agar akarnya tidak rusak. Menghitung jumlah bintil dan menimbang bobot basah, bobot kering tanaman, berat segar bintil akar dengan timbangan analitik.

3.4.7.1 Persiapan sampel tanah

Contoh tanah yang sudah diambil dipersiapkan dengan melakukan pengeringan. Contoh tanah dikering anginkan di atas tampah yang diberi alas serta diberi label. Contoh tanah kemudian dibersihkan dari kotoran, ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan ukuran <2 mm dan <0,5 mm. Contoh tanah yang telah diayak kemudian disimpan dalam plastik klip dan diberi label.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Pengamatan Morfologi Tanaman Kedelai

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui perkembangan morfologi tanaman kedelai selama fase vegetatif dan hasil akhir. Berikut adalah variabel analisis morfologi tanaman kedelai pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Variabel morfologi tanaman kedelai

Variabel	Metode	Waktu Pengamatan
Tinggi tanaman	Pengukuran	Setiap 1 minggu
Jumlah daun	Perhitungan	Setiap 1 minggu
Panjang akar	Pengukuran	Akhir
Berat segar tanaman	Penimbangan	Akhir
Berat kering tanaman	Penimbangan	Akhir
Berat segar bintil akar	Penimbangan	Akhir
Jumlah bintil akar	Perhitungan	Akhir

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur dengan menggunakan alat penggaris. Pengukuran dimulai dari pangkal batang hingga ujung batang tertinggi. Pengukuran dilakukan secara berkala setiap minggu sejak minggu pertama hingga akhir fase vegetatif.

2. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung dengan melakukan pengamatan terhadap daun tanaman yang sempurna. Pengamatan dilakukan secara berkala setiap minggu sejak minggu pertama hingga akhir fase vegetatif.

3. Panjang akar

Bagian akar tanaman dicuci dengan aquades untuk membersihkan dari debu dan kotoran lainnya yang masih menempel. Sampel yang sudah bersih

kemudian diukur dengan menggunakan alat penggaris. Pengukuran dimulai dari pangkal batang hingga ujung akar terpanjang.

4. Berat segar tanaman

Bagian tanaman dicuci dengan aquades untuk membersihkan dari debu dan kotoran lainnya yang masih menempel. Sampel yang sudah bersih kemudian ditimbang sebagai berat segar tanaman.

5. Berat kering tanaman

Bagian tanaman yang sudah diketahui berat segarnya kemudian di oven dengan suhu 70°C. Sampel yang sudah kering kemudian ditimbang beratnya sebagai berat akar kering.

6. Jumlah bintil akar

Pada saat panen bintil akar dipisah dengan akar dengan cara diambil dari akar kemudian dicuci dengan air bebas ion kemudian dihitung jumlahnya.

7. Berat segar bintil akar

Setelah dihitung, bintil akar ditimbang dengan timbangan analitik untuk mengetahui berat segarnya.

3.5.2 Pengamatan Sifat Kimia Tanah

Tanah dianalisis akhir untuk mengamati perubahan karakteristik sifat kimia tanah yaitu pH, C-organik, N, P, K, dan KTK.

Tabel 3.3 Variabel sifat kimia tanah

Variabel	Metode
pH H ₂ O	Metode pH meter
N total	Metode Kjeldahl
P tersedia tanah	Olsen
K-dd	Pereaksi Ammonium Asetat
KTK	Pereaksi Ammonium Asetat

1. pH H₂O tanah

Pengukuran pH H₂O tanah dilakukan berdasarkan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah tahun 2009. Contoh tanah (<2mm) ditimbang sebanyak 10gram kemudian dimasukkan ke dalam botol kocok. Contoh tanah ditambahkan air bebas ion sebanyak 50ml dengan perbandingan zat terlarut dan pelarut 1:5. Contoh tanah digojog dengan mesin

penggojog selama 30 menit kemudian didiamkan hingga tanah mengendap. Suspensi tanah kemudian diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan *larutan buffer* pH 7,0 dan 4,0.

2. N-total

Pengukuran N-total dilakukan berdasarkan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah tahun 2009. Contoh tanah (<0,5mm) ditimbang 0,5gram dan dimasukkan ke dalam tabung digest. Ditambahkan 1gram campuran selen dan 3ml asam sulfat pekat, didestruksi hingga 3-4jam pada suhu 350°C. Destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih. Tabung diangkat dan kemudian didinginkan, ekstrak diencerkan dengan air bebas ion hingga tepat 50ml. Kocok hingga homogen dan dibiarkan semalam. Keesokan harinya, pindahkan seluruh ekstrak kedalam tabung kjeldahl dan dibilas dengan air destilasi. Filtrat ditambahkan NaOH 40% sebanyak 20ml, kemudian didestilasi. Destilat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,05 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda.

3. P tersedia

Pengukuran fosfat tanah dilakukan berdasarkan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah tahun 2009. Contoh tanah (<2mm) ditimbang sebanyak 1gram kemudian dimasukkan ke dalam botol kocok. Contoh tanah ditambahkan 20ml pengeksrak Olsen, kemudian di gojog selama 30 menit. Larutan disaring hingga bening kemudian diambil sebanyak 2ml ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian bersama dengan standar ditambahkan 10ml pereaksi pewarna fosfat. Larutan di vortex hingga homogen kemudian didiamkan selama 30 menit. Larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 889nm.

4. K-dd

Pengukuran K-dd tanah dilakukan berdasarkan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah tahun 2009. Contoh tanah (>2mm) ditimbang sebanyak 2,5gram kemudian dimasukkan ke dalam botol gojok. Contoh tanah ditambahkan 50ml ammonium asetat pH 7,0 kemudian di gojog selama 30 menit. Contoh tanah diendapkan dan diambil ekstraknya

sebanyak 1ml. Ekstrak 1ml dimasukkan kedalam tabung reaksi dan diencerkan dengan air bebas ion sebanyak 9ml. Larutan diukur menggunakan AAS.

5. KTK

Pengukuran KTK tanah dilakukan berdasarkan buku petunjuk teknis Analisis Kimia Tanah, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah tahun 2009. Contoh tanah (>2mm) ditimbang sebanyak 2,5gram kemudian dimasukkan ke dalam botol gojok. Contoh tanah ditambahkan 50ml ammonium asetat pH 7,0 kemudian di gojog selama 30 menit. Contoh tanah diendapkan dan diambil ekstraknya. Endapan tanah dicuci dengan alkohol 96%, tahap ini diulangi hingga 4x pencucian. Endapan tanah diatambal 25ml KCl 10% untuk pencucian tanah kedua, tahap ini diulangi hingga 4x pencucian. Filtrat dimasukkan kedalam tabung kjeldahl dan dibilas dengan air destilasi. Filtrat ditambahkan NaOH 40% sebanyak 20ml, kemudian didestilasi. Destilat dititrasi dengan H_2SO_4 0,05 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda.

3.6 Pengolahan Data

Data hasil pengamatan akan dianalisis secara statistika dengan sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat perlakuan yang berbeda nyata perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 95%.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perbedaan komposisi pupuk biopelet berpengaruh terhadap N-total untuk sifat kimia tanah, dan jumlah bintil serta berat bintil akar untuk pertumbuhan tanaman.
2. Peningkatan dosis pupuk biopelet secara nyata mampu meningkatkan N-total, P-tersedia, K-dd, KTK, dan menurunkan pH tanah untuk sifat kimia tanah, sedangkan untuk pertumbuhan tanaman berpengaruh terhadap panjang akar, berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan menurunkan bintil akar.
3. Kombinasi perlakuan terbaik yang mampu memperbaiki sifat kimia tanah pasiran ditunjukkan pada perlakuan B2D3 (50% biochar, 25% kotoran ayam, 25% limbah ikan dengan dosis 10ton/ha), sedangkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai ditunjukkan pada perlakuan B1D2 (70% biochar, 15% kotoran ayam, 15% limbah ikan dengan dosis 2,5ton/ha).

5.2 Saran

Penelitian sebaiknya lebih memperhatikan lokasi pengaplikasian pupuk biopelet agar tidak terlalu dekat dengan perakaran yang kemungkinan menyebabkan terhambatnya pembentukan bintil akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2014. *Kedelai Tropika Produksi 3 ton/ha*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Amir, L., A. P. Sari., St. F. Hiola., O. Jumadi. 2012. Ketersediaan Nitrogen Tanah dan Pertumbuhan Bayam (*Amarantus tricolor* L.) yang Diperlakukan dengan Pemberian Pupuk Kompos Azolla. *Sainsmat*, 1(2): 167-180.
- Anastasia, I., Munifatul, W. A. Sri. 2014. Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Padat dan Organik Cair Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amarantus tricolor* L.) melalui Pemberian Nano Silika. *Pangan*, 23(1): 1-10.
- Balai penelitian tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Barker, A.V. and D. J. Pilbeam. 2007. *Hand Book of Plant Nutrition*. New York: CRC Press.
- Brewer, C. E., V. J. Chuang., C. A. Maiello, H. Gonnermann., X. Gao., B. Dugan., L. E. Driver., P. Panzacchi., K. Zygourakis., C. A. Davies. 2014. New Approaces to Measuring Biochar Density and Porosity. *Biomass and Bioenergy*, 1(1): 1-10.
- Devianti, O. K. A., I. T. D. Tjahjaningrum. 2017. Studi Laju Dekomposisi Seresah Pada Hutan Pinus di Kawasan Wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur. *Sains dan Seni ITS*, 6(2): 87-91.
- Foth, D. H. 1990. *Fundamentals of Soil Sciences – 8E*. USA: Malloy Lithographing, Inc.
- Gaol, S. K. L., H. Hanum, dan G. Sitanggang. 2014. Pemberian Zeolit dan Pupuk Kalium untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara K dan Pertumbuhan Kedelai di Entisol. *Agroekoteknologi*, 2(3): 1151-1159.
- Hanafiah, K. A. 2014. *Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hayati, E., Sabaruddin, dan Rahmawati. 2012. Pengaruh Jumlah Mata Tunas dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.). *Agrista*, 16(3): 129-134.
- Haynes, R.J. and M.S. Mokolobate. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in Acid Soils by Additions of Organic Residues: A Critical

- Review of the Phenomenon and the Mechanisms Involved. *Nutr. Cycl. Agroecosyst*, 59(1):47-63.
- Hepsibha, B. T. and A. Geetha. 2017. Effect of Fermented Fish Waste (Gunapaselam) Application on the Soil Fertility with Spesial Reference to Trace Elements and the Growth Characteristics of *Vigna radiata*. *Agriculture Innovations and Research*, 5(4): 607-613.
- Herwibowo, K dan N.S, Budiana. 2014. *Hidroponik Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hutahaean, M. U., Balonggu, S., L. Mawarni. 2013. Respons Pertumbuhan Bibit Kakao Terhadap Pemberian Kompos Sampah Kota dan Pupuk P. *Agroteknologi*, 1(4): 1203-1215.
- Ibrahim, B., P. Suptijah, dan Y. Aktinida. 2013. Proses Pengayaan Nutrien Limbah Ikan Waduk Cirata dengan Aktivator *Gliocladium* sp. dan Media Kascing. *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(1): 33-41.
- Ilmiawan, N. M. 2017. Pengaruh Pemberian Biochar dari Jerami Padi, Limbah Kedelai, dan Kayu yang Diperkaya NPK terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Ultisol. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Irfan, M., Rafiullah., F. N. Kaleri., M. Rizwan., I. Mehmood. 2017. Potential Value of Biochar as a Amandement: A Review. *Pure and Applied Biology*, 6(4): 1494-1502.
- Irwan, H., I. Wahyudi, dan Isrun. 2015. Pengaruh Beberapa Jenis Bokashi terhadap Serapan Nitrogen Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata*) pada Entisols Sidera. *Agrotekbis*, 3(2): 141-148.
- Ismi, R. S., R. I. Pujaningsih., S. Sumarsih. 2017. Pengaruh Penambahan Level Molases Terhadap Kualitas Fisik dan Organoleptik Pellet Pakan Kambing Periode Penggemukan. *Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(3): 58-62.
- Istarofah dan S. Zuchrotus. 2017. Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea* L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*). *Bio-site*, 3(1): 39-46.
- Istiyanti, E., U. Khasanah, dan A. Anjarwati. 2015. Pengembangan Usahatani Cabai Merah di Lahan Pasir Kecamatan Temon Kabupaten Kulonprogo. *Agraris*, 1(1): 6-11.

- Iyamuremye, F., R.P. Dick, and J. Baham. 1996. Organic Amendments and Phosphorus Dynamics: Phosphorus Chemistry and Sorption. *Soil Science*, 161(1):426-435.
- Juanda, D dan B. Cahyono. 2000. *Ubi Jalar: Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Kanisius: Yogyakarta.
- Junaidi., Ariefin, dan I. Mawardi. 2017. Pengaruh Persentase Perekat Terhadap Karakteristik *Pellet* Kayu dari Kayu Sisa Gergajian. *Mesin Sains Terapan*, 1(1): 13-17.
- Karowa, V., Setyono., N. Rochman. 2015. Simulasi Pengaruh Serangan Hama pada Daun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill. *Pertanian*, 6(1): 56-63.
- Kementerian Pertanian. 2017. *Buku Statistik Data Lahan 2012-2016*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Lahadassy, J., A. M. Mulyati., A.H. Sanaba. 2007. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Padat Daun Gamal Terhadap Tanaman Sawi. *Agrisistem*, 3(2):80-90.
- Lamanda, D.D., D. Setyawari., Nurhaida., F. Diba., E. Roslinda. 2015. Karakteristik Biopellet Berdasarkan Komposisi Serbuk Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban dengan Jenis Perekat yang Berbeda sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Hutan Lestari*, 3(2): 313-321.
- Lepongbulan, W., V. M. A. Tiwow, dan A. W. M. Diah. 2017. Analisis Unsur Hara Pupuk Organik Cair dari Limbah Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*) Danau Lindu dengan Variasi Volume Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang. *Akademi Kimia*, 6(2): 92-97.
- Malik, N. 2014. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata*. Ness) Hasil Pemberian Pupuk dan Intensitas Cahaya Matahari yang Berbeda. *Agroteknos*, 4(3): 189-193.
- Muharam dan A. Saefudin. 2016. Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas Dendang di Tanah Salin Sawah Bukaan Baru. *Agrotek Indonesia*, 1(2): 141-150.
- Muhsin, A. 2011. Pemanfaatan Limbah Hasil Pengolahan Pabrik Tebu Blotong Menjadi Pupuk Organik. *Industrial Engineering Conference*, 1(1):1-9.

- Murselindo, A. A. 2014. Pengaruh Pupuk NPK Pelet dari Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* l.) di Tanah Regosol. *Planta Tropika*, 2(2): 74-80.
- Ni'am, A. M., S. H. Bintari. 2017. Pengaruh Pemberian Inokulan Legin dan Mulsa Terhadap Jumlah Bakteri Bintil Akar dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Grobogan. *MIPA*, 40(2): 80-86.
- Nofelman, T., A. Karim., A. Anhar. 2012. Analisis Kesesuaian Lahan Kakao di Kabupaten Simeulue. *Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1(1):62-71.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Nugroho, P.A. 2015. Dinamika Hara Kalium dan Pengelolaannya di Perkebunan Karet. *Warta Perkaratan*, 34(2): 89-102.
- Nurmegawati, Afrizon, dan D. Sugandi. 2014. Kajian Kesuburan Tanah Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Bengkulu. *Litri Puslitbang Perkebunan*, 20(1): 17-26.
- Pamungkas, M. A., Supijatno. 2017. Pengaruh Pemupukan Nitrogen Terhadap Tinggi dan Percabangan Tanaman Teh (*Camelia sinensis* (L.) O. Kuntze) untuk Pembentukan Bidang Petik. *Buletin Agronomi*, 5(2), 234-241.
- Patti, P. S., E. Kaya, dan C. Silahooy. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*, 2(1): 51-58.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28/Permentan/SR.130/5/2009. Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah. Jakarta.
- Pinatih, I. D. A. S. P., T. Kusmiyarti, dan K. D. Susila. 2015. Evaluasi Status Kesuburan Tanah pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *Agroekoteknologi Tropika*, 4(4): 282-292.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rosmarkam, A dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai: Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius: Yogyakarta.
- Sari, M. N. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Tanah dan Lahan*, 1(1): 65-71.

- Sari, R. M. P., M. D. Maghfoer., Koesriharti. 2016. Pengaruh Frekuensi Penyiraman dan Dosis Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* L. var. *chinensis*). 4(5): 342-351.
- Sembiring, I. S., Wawan, dan M. A. Khoiri. 2015. Sifat Tanah Dystrudepts dan Pertumbuhan Akar Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang di Aplikasikan Mulsa Organik *Mucuna bracteate*. *JOM Faperta*, 2(2): 1-11.
- Septiningsih, E. 2007. Peningkatan Produktivitas Tanah Pasir untuk Pertumbuhan Tanaman Kedelai dengan Inokulasi Mikorhiza dan Rhizobium. *BIOMA*, 9(2): 58-61.
- Setyanti, Y. H., S. Anwar., W. Slamet. 2013. Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago Sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda. *Animal Agriculture*, 2(1): 86-96.
- Singh, B., L. M. Macdonald., R. S. Kookana., L. V. Zwieten., G. Butler., S. Joseph., A. Weatherley., B. B. Kaudal., A. Regan., J. Cattle., F. Dijkstra., M. Boersma., S. Kimber., A. Keith., M. Estandbod. 2014. Opportunities and Constraint for Biochar Technology in Australian Agriculture: Looking Beyond Carbon Sequestration. *Soil Research*, 1(1): 1-12.
- Siregar, P., Fauzi, dan Supriadi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Agroekoteknologi*, 5(2): 256-264.
- Siringoringo, H. H. dan C.A, Siregar. 2011. Pengaruh Aplikasi Arang terhadap Pertumbuhan Awal *Michelia montana* Blume dan Perubahan Sifat Kesuburan Tanah pada Tipe Tanah Latosol. *Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(1): 65-85.
- SK Mentan no. 28/Permentan/SR.130/B/2009.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutanto. 2017. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyono, A. D., A. Citraresmini. 2010. Komposisi Kandungan Fosfor pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.) Berasal dari Pupuk P dan Bahan Organik. *Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, 12(3): 126-135.

- Syuhada, A.B., J. Shamsuddin., C. I. Fauziyah., A. Arifin. 2016. Biochar as Soil Amandement: Impact on Chemical Properties and Corn Nutrient Uptake in a Podzol. *Soil Science*, 96(1):400-412.
- Syukron, F. 2018. Pembuatan Pupuk Organik Bokashi dari Tepung Ikan Limbah Perikanan Waduk Cirata. *Sungkai*, 6(1): 1-16.
- Tambunan, S., B. Siswanto, dan E. Handayanto. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Orgaanik Segar dan Biochar terhadap Ketersediaan P dalam Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1): 85-92.
- Wardhana, K. A., R. S. Soetopo., Saepulloh., P. B. Asthary., M. N. Aini. 2015. Perekat Untuk Pembuatan Pelet Pupuk Organik dari Residu Proses Digestasi Anaerobik Lumpur Biologi Industri Kertas. *Selulosa*, 4(2): 69-78.
- Warisno dan K. Dahana. 2010. *Meraup Untung dari Olahan Kedelai*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Widiastuti, M. M. D. 2016. Analisis Manfaat Biaya *Biochar* di Lahan Pertanian untuk Meningkatkan Pendapatan Petani di Kabupaten Merauke. *Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 13(2): 135-143.
- Widiastuti, M. M. D. dan B. Lantang. 2017. Pelatihan Pembuatan Biochar dari Limbah Sekam Padi Menggunakan Metode *Resort Kiln*. *Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2): 129-135.
- Widowati, L.R., S. Widati, U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati Terhadap Sifat-Sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. *Balai Penelitian Tanah*, 11(2): 1-23.
- Winangun, W. 2005. *Membangun Karakter Petani Organik Sukses dalam Era Globalisasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wiryanta, B. T. W. 2007. *Media Tanam untuk Tanaman Hias*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Yuliana, E., Rahmadani, dan I. Permasari. 2015. Aplikasi Pupuk Kandang Sapi dan Ayam terhadap pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di Media Gambut. *Agroteknologi*, 5(2): 37-42.
- Yulipriyanto, M. 2010. *Biologi Tanah dan Penerapannya*. Jakarta: Graha Ilmu.

- Yuniarti. A., Y. Machfud, dan Mita. 2012. Aplikasi Pupuk Organik, Npk dan Bpf Pada Ultisols untuk Meningkatkan C-Organik, N-Total, Serapan N dan Hasil Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt.). *Agroekotek*, 6 (1): 21–30.
- Zheng, W. 2011. Using Biochar as a Soil Amandement for Sustainable Agriculture. *Illinois Sustainable Technology Center*, 1(1):1-36.



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	8-10	11-15	>15
P ₂ O ₅ Olsen (ppm)	<5	5-10	11-15	16-20	>20
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	0,4-1,0	1,1-2,0	2,1-8,0	>8
Ca (me/100 g)	<0,2	2-5	6-10	11-20	>20
Kejenuhan Basa (%)	<20	20-40	41-60	61-80	>80
Aluminium (%)	<5	5-10	11-20	20-40	>40

	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH H ₂ O	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009)

Lampiran 2. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

Parameter	Satuan	Persyaratan				
		Granul		Cair	Remah/Curah	
		Murni	Diperkaya		Murni	Diperkaya
C-Organik	%	>12	>12	>4	>12	>12
C/N Rasio		15-25	15-25		15-25	15-25
Bahan Ikutan	%	<2	<2	<2	<2	<2
Kadar Air	%	4-15	10-20		15-25	15-25
Logam Berat						
-As	ppm	<10	<10	<2,5	<10	<10
-Hg	ppm	<1	<1	<0,25	<1	<1
-Pb	ppm	<50	<50	<12,5	<50	<50
-Cd	ppm	<10	<10	<2,5	<10	<10
pH		4-8	4-8	4-8	4-8	4-8
N	%	<6***	<6***	<2	<6***	<6***
P ₂ O ₅	%	<6**	<6**	<2	<6**	<6**
K ₂ O	%	<6**	<6**	<2	<6**	<6**
Mikroba	cfu/g	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ²
Kontaminan	cfu/ml					
Mikroba	cfu/g	-	< 10 ³			
Fungsional	cfu/ml					
Ukuran Butir	Mm	2-5 min 80%	2-5 min 80%			
Unsur Mikro						
-Fe	ppm	0-8000	0-8000	0-800	0-8000	0-8000
-Mn	ppm	0-5000	0-5000	0-1000	0-5000	0-5000
-Cu	ppm	0-5000	0-5000	0-1000	0-5000	0-5000
-Zn	ppm	0-5000	0-5000	0-1000	0-5000	0-5000
-B	ppm	0-2500	0-2500	0-500	0-2500	0-2500
-Co	ppm	0-20	0-20	0-5	0-20	0-20
-Mo	ppm	0-10	0-10	0-1	0-10	0-10

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2009)

Keterangan:

*) Kadar air berdasarkan bobot asal

***) Bahan-bahan tertentu yang berasal dari bahan organik alami diperbolehkan mengandung kadar P₂O₅ dan K₂O > 6% (dibuktikan dengan hasil laboratorium)

****) N-total = N-organik + N-NH₄ + N-NO₃

N kjeldahl = N-organik + N-NH₄ ; C/N N=N-total

Lampiran 3. Deskripsi Kedelai Varietas Anjasmoro

VARIETAS ANJASMORO	
Nama	: ANJASMORO
Dilepas Tanggal	: 22 Oktober 2001
SK Mentan	: 537/Kpts/TP.240/10/2001
Asal	: Seleksi massa dari populasi galur murni Mansuria
Daya hasil	: 2,03-2,25 ton/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Ungu
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Putih
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna polong masak	: Coklat muda
Warna hilum	: Kuning kecoklatan
Bentuk daun	: Oval
Ukuran daun	: Lebar
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35,7-39,4 hari
Umur polong masak	: 82,5-92,5 hari
Tinggi tanaman	: 64-68 cm

Sumber: Balitkabi (2016)

Lampiran 4. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Mengeringkan tanah



Menimbang Tanah



Aplikasi biopellet



Inkubasi tanah dan biopellet



Penanaman



Pemeliharaan tanaman kedelai



Pengukuran tinggi tanaman



Pengamatan akhir



Menimbang berat tanaman



Pengukuran pH



Mengukur N-total tanah



Mengukur P-tersedia

The screenshot shows a software window titled "Wizara (System Administrator)" with a menu bar (File, Edit, View, Window, Help) and a toolbar. Below the toolbar is a data table with the following columns: "Actions", "Parameter ID", "Graph", "X", "Y", "Error Value (mmHg)", "Code (mmHg)", "Abs.", "SP", "SP", "SP", "SP", "SP", "Actual Value", and "Unit". The table contains multiple rows of numerical data.

Pengukuran K-dd tanah



Pengukuran KTK tanah



Lampiran 5. Korelasi pearson sifat kimia tanah dan morfologi tanaman

	N-total (%)	P-terse dia (ppm)	K-dd (me/100g)	KTK (me/100g)	pH	TT (cm)	JD	PA (cm)	BB (g)	BK (g)	Bbntl (g)
N-total (%)											
P-terse dia (ppm)	,615										
K-dd (me/100g)	,288	,719									
KTK (me/100g)	,607	,940	,710								
pH	-,734	-,856	-,763	-,904							
TT (cm)	-,219	-,183	,032	-,116	,080						
JD	,098	-,296	-,043	-,135	,003	,671					
PA (cm)	,371	,345	,110	,180	-,173	-,094	-,044				
BB (g)	,355	,358	,298	,278	-,353	,490	,314	,668			
BK (g)	,365	,372	,290	,292	-,357	,473	,324	,645	,992		
Bbntl (g)	-,772	-,749	-,341	-,778	,756	,233	,047	-,220	-,208	-,213	
JB	-,782	-,688	-,331	-,745	,722	,246	-,051	-,032	-,053	-,082	,948
N= 36											

Terdapat korelasi r-tabel 1% (0,424)
 Terdapat korelasi r-tabel 5% (0,329)

Lampiran 6. Hasil Analisis pH Tanah

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap pH tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	7,32	7,42	7,3	22,04	7,35
B1D1	7,1	7,2	7,08	21,38	7,13
B1D2	7,04	7,16	7,19	21,39	7,13
B1D3	7,01	7,08	7,22	21,31	7,10
B2D0	7,33	7,38	7,29	22	7,33
B2D1	7,11	7,27	7,19	21,57	7,19
B2D2	7,1	7,16	7,03	21,29	7,10
B2D3	7,12	7,2	7,02	21,34	7,11
B3D0	7,25	7,37	7,27	21,89	7,30
B3D1	7,01	7,08	7,2	21,29	7,10
B3D2	7,07	7,15	7,06	21,28	7,09
B3D3	7,12	7,2	7,04	21,36	7,12
Jumlah	85,58	86,67	85,89	258,14	7,17
Rata-rata	7,13	7,22	7,16		

2. Anova pH Tanah

SK	db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,05	0,03	6,77	**	3,44	5,72
Perlakuan	11	0,31	0,03	7,35	**	2,26	3,18
Komposisi	2	0,01	0,00	0,86	ns	3,44	5,72
Dosis	3	0,29	0,10	25,17	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	0,01	0,00	0,59	ns	2,55	3,76
Eror	22	0,09	0,00				
Total	35	0,45					
KK	0,87						

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 7. Hasil Analisis KTK Tanah

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap KTK tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	10,8	10,8	11,6	33,20	11,07
B1D1	17,2	14,4	18,4	50,00	16,67
B1D2	12,4	16,4	16,4	45,20	15,07
B1D3	17,2	18	14,8	50,00	16,67
B2D0	12	9,2	11,6	32,80	10,93
B2D1	13,6	12	14,8	40,40	13,47
B2D2	14,8	13,2	15,2	43,20	14,40
B2D3	14,8	16,8	20,8	52,40	17,47
B3D0	12	11,2	13,2	36,40	12,13
B3D1	18	14	15,2	47,20	15,73
B3D2	16	21,2	17,6	54,80	18,27
B3D3	18	17,2	15,6	50,80	16,93
Jumlah	176,80	174,40	185,20		
Rata-rata	14,73	14,53	15,43	536,4	14,9

2. Anova KTK Tanah

SK	db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	5,36	2,68	0,77	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	208,23	18,93	5,42	**	2,26	3,18
Komposisi	2	17,36	8,68	2,49	ns	3,44	5,72
Dosis	3	162,75	54,25	15,55	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	28,12	4,69	1,34	ns	2,55	3,76
Eror	22	76,77	3,49				
Total	35	290,36					

KK 12,54

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 8. Hasil Analisis N-total Tanah

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap N-total tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	0,10	0,13	0,14	0,37	0,12
B1D1	0,19	0,28	0,30	0,77	0,26
B1D2	0,15	0,22	0,32	0,69	0,23
B1D3	0,17	0,28	0,29	0,74	0,25
B2D0	0,08	0,13	0,11	0,32	0,11
B2D1	0,31	0,26	0,20	0,77	0,26
B2D2	0,40	0,40	0,53	1,33	0,44
B2D3	0,40	0,31	0,35	1,06	0,35
B3D0	0,11	0,11	0,13	0,35	0,12
B3D1	0,19	0,17	0,15	0,51	0,17
B3D2	0,25	0,24	0,28	0,77	0,26
B3D3	0,34	0,34	0,35	1,03	0,34
Jumlah	2,70	2,87	3,15		
Rata-rata	0,22	0,24	0,26	8,71	0,24

2. Anova N-total Tanah

SK	db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,01	0,00	2,12	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	0,35	0,03	15,27	**	2,26	3,18
Komposisi	2	0,04	0,02	10,60	**	3,44	5,72
Dosis	3	0,24	0,08	37,77	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	0,07	0,01	5,57	**	2,55	3,76
Eror	22	0,05	0,00				
Total	35	0,41					

KK 18,89

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 9. Hasil Analisis P-tersedia Tanah

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap P-tersedia tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	16,25	13,66	13,76	43,67	14,56
B1D1	19,71	21,34	17,12	58,17	19,39
B1D2	16,49	21,1	15,34	52,93	17,64
B1D3	18,6	15,2	22,06	55,86	18,62
B2D0	13,18	13,37	12,32	38,87	12,96
B2D1	17,02	12,51	20,38	49,91	16,64
B2D2	17,74	14,91	18,22	50,87	16,96
B2D3	17,69	20,09	27,77	65,55	21,85
B3D0	14,14	15,92	14,76	44,82	14,94
B3D1	16,97	15,53	23,88	56,38	18,79
B3D2	19,28	19,71	19,32	58,31	19,44
B3D3	16,54	18,7	20,52	55,76	18,59
Jumlah	203,61	202,04	225,45	631,1	17,53
Rata-rata	16,97	16,84	18,79		

2. Anova P-tersedia Tanah

SK	db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	28,54	14,27	1,85	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	201,79	18,34	2,37	*	2,26	3,18
Komposisi	2	4,23	2,12	0,27	ns	3,44	5,72
Dosis	3	151,64	50,55	6,54	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	45,92	7,65	0,99	ns	2,55	3,76
Eror	22	170,13	7,73				
Total	35	400,46					

KK 15,86

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 10. Hasil Analisis K-tersedia Tanah

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap K-tersedia tanah

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	1,56	1,60	1,59	4,75	1,58
B1D1	1,84	1,67	1,94	5,45	1,82
B1D2	1,69	1,90	1,82	5,41	1,80
B1D3	1,84	2,02	1,70	5,56	1,85
B2D0	1,49	1,40	1,52	4,41	1,47
B2D1	1,52	1,74	1,80	5,06	1,69
B2D2	1,51	1,62	1,70	4,83	1,61
B2D3	1,72	1,99	1,44	5,15	1,72
B3D0	1,48	1,19	1,50	4,17	1,39
B3D1	1,79	1,80	2,03	5,62	1,87
B3D2	1,73	1,62	1,89	5,24	1,75
B3D3	1,48	1,60	1,80	4,88	1,63
Jumlah	19,65	20,15	20,73		
Rata-rata	1,64	1,68	1,73	60,53	1,68

2. Anova K-tersedia Tanah

SK	db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,05	0,02	1,14	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	0,76	0,07	3,22	**	2,26	3,18
Komposisi	2	0,13	0,07	3,09	ns	3,44	5,72
Dosis	3	0,51	0,17	7,92	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	0,12	0,02	0,91	ns	2,55	3,76
Eror	22	0,47	0,02				
Total	35	1,28					

KK 8,70

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 11. Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	62	49	37,5	148,5	49,50
B1D1	50,5	54,2	53,5	158,2	52,73
B1D2	58	49	63,8	170,8	56,93
B1D3	49	30	43	122	40,67
B2D0	51	48,6	54	153,6	51,20
B2D1	54	60	51,1	165,1	55,03
B2D2	54	33,6	51	138,6	46,20
B2D3	37	54	40,5	131,5	43,83
B3D0	51,5	49,5	45	146	48,67
B3D1	49	55	52,5	156,5	52,17
B3D2	59	53	44,4	156,4	52,13
B3D3	57	49,5	53,5	160	53,33
Jumlah	632	585,4	589,8	1807,2	50,20
Rata-rata	52,67	48,78	49,15		

2. Anova Tinggi Tanaman

SK	Db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	110,33	55,16	1,07	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	731,40	66,49	1,29	ns	2,26	3,18
Komposisi	2	38,80	19,40	0,38	ns	3,44	5,72
Dosis	3	273,40	91,13	1,77	ns	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	419,20	69,87	1,36	ns	2,55	3,76
Eror	22	1133,65	51,53				
Total	35	1975,38					

KK 14,30

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 12. Hasil Pengamatan Jumlah Daun

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Jumlah Daun

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	29	26	33	88	29,33
B1D1	38	23	26	87	29,00
B1D2	41	35	33	109	36,33
B1D3	38	20	26	84	28,00
B2D0	35	32	32	99	33,00
B2D1	26	32	38	96	32,00
B2D2	35	23	35	93	31,00
B2D3	29	20	29	78	26,00
B3D0	26	26	29	81	27,00
B3D1	32	29	23	84	28,00
B3D2	23	29	38	90	30,00
B3D3	32	35	35	102	34,00
Jumlah	384	330	377	1091	30,31
Rata-rata	32,00	27,50	31,42		

2. Anova Jumlah Daun

SK	Db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	143,72	71,86	2,61 ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	310,31	28,21	1,02 ns	2,26	3,18
Komposisi	2	5,72	2,86	0,10 ns	3,44	5,72
Dosis	3	55,86	18,62	0,68 ns	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	248,72	41,45	1,51 ns	2,55	3,76
Eror	22	605,61	27,53			
Total	35	1059,64				

KK 17,31

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 13. Hasil Pengamatan Berat Segar Tanaman

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Berat Segar Tanaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	24,19	15,01	10,31	49,51	16,50
B1D1	20,22	20,41	12,65	53,28	17,76
B1D2	20,17	26,11	17,23	63,51	21,17
B1D3	12,29	10,98	6,22	29,49	9,83
B2D0	16,37	7,23	5,82	29,42	9,81
B2D1	13,43	18,75	8,53	40,71	13,57
B2D2	19,25	16,41	15,22	50,88	16,96
B2D3	15,21	17,36	15,36	47,93	15,98
B3D0	16,74	14,27	9,23	40,24	13,41
B3D1	21,28	13,97	13,46	48,71	16,24
B3D2	17,02	16,54	10,93	44,49	14,83
B3D3	20,55	16,67	15,27	52,49	17,50
Jumlah	216,72	193,71	140,23	550,66	15,3
Rata-rata	18,06	16,14	11,69		

2. Anova Berat Segar Tanaman

SK	Db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	256,67	128,34	15,83	**	3,44	5,72
Perlakuan	11	353,23	32,11	3,96	**	2,26	3,18
Komposisi	2	30,74	15,37	1,90	ns	3,44	5,72
Dosis	3	97,51	32,50	4,01	*	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	224,97	37,50	4,63	**	2,55	3,76
Eror	22	178,31	8,11				
Total	35	788,22					

KK 18,61

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 14. Hasil Pengamatan Berat Kering Tanaman

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Berat Kering Tanaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	20,45	12,22	7,34	40,01	13,34
B1D1	17,02	17,23	10,13	44,38	14,79
B1D2	17,68	24,88	14,17	56,73	18,91
B1D3	9,56	8,42	4,16	22,14	7,38
B2D0	12,14	3,89	3,56	19,59	6,53
B2D1	10,64	15,21	7,03	32,88	10,96
B2D2	16,07	12,66	12,68	41,41	13,80
B2D3	13,33	14,26	12,46	40,05	13,35
B3D0	13,21	11,73	8,21	33,15	11,05
B3D1	16,67	9,8	11,35	37,82	12,61
B3D2	14,63	12,73	8,27	35,63	11,88
B3D3	18,46	13,16	12,52	44,14	14,71
Jumlah	179,86	156,19	111,88	447,93	37,33
Rata-rata	14,99	13,02	9,32		

2. Anova Berat Kering Tanaman

SK	Db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	198,47	99,24	12,86	**	3,44	5,72
Perlakuan	11	363,17	33,02	4,28	**	2,26	3,18
Komposisi	2	36,10	18,05	2,34	ns	3,44	5,72
Dosis	3	98,46	32,82	4,25	*	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	228,61	38,10	4,94	**	2,55	3,76
Eror	22	169,74	7,72				
Total	35	731,38					

KK 22,32

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 15. Hasil Pengamatan Panjang Akar

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Panjang Akar

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	50,5	60,2	35,1	145,80	48,60
B1D1	54,2	51,3	43,2	148,70	49,57
B1D2	60,5	46,5	40	147,00	49,00
B1D3	39,52	49,9	26,3	115,72	38,57
B2D0	38	40,9	43,98	122,88	40,96
B2D1	40,8	33,8	28	102,60	34,20
B2D2	56	37,7	53	146,70	48,90
B2D3	54,8	56	51,9	162,70	54,23
B3D0	39,9	43,3	38,2	121,40	40,47
B3D1	47,5	43,6	44,2	135,30	45,10
B3D2	36	37,4	38,2	111,60	37,20
B3D3	50,5	49	46,4	145,90	48,63
Jumlah	568,22	549,60	488,48	1606,3	44,62
Rata-rata	47,35	45,80	40,71		

2. Anova Panjang Akar

SK	Db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	290,02	145,01	3,43	ns	3,44	5,72
Perlakuan	11	1252,22	113,84	2,69	*	2,26	3,18
Komposisi	2	77,15	38,58	0,91	ns	3,44	5,72
Dosis	3	98,62	32,87	0,78	ns	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	1076,45	179,41	4,25	**	2,55	3,76
Eror	22	929,71	42,26				
Total	35	2471,96					

KK 14,57

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 16. Hasil Pengamatan Berat Bintil Akar

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Berat Bintil Akar

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	0,15	0,14	0,13	0,42	0,14
B1D1	0,14	0,12	0,12	0,38	0,13
B1D2	0,13	0,12	0,05	0,30	0,10
B1D3	0,1	0,08	0,04	0,22	0,07
B2D0	0,15	0,14	0,14	0,43	0,14
B2D1	0,1	0,1	0,09	0,29	0,10
B2D2	0,06	0,05	0,04	0,15	0,05
B2D3	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01
B3D0	0,15	0,14	0,1	0,39	0,13
B3D1	0,09	0,1	0,03	0,22	0,07
B3D2	0,04	0,03	0,03	0,10	0,03
B3D3	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01
Jumlah	1,15	1,04	0,79	2,98	0,08
Rata-rata	0,10	0,09	0,07		

2. Anova Berat Bintil Akar

SK	Db	JK	KT	F- Hitung		F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Replikasi	2	0,01	0,00	11,86	**	3,44	5,72
Perlakuan	11	0,07	0,01	28,43	**	2,26	3,18
Komposisi	2	0,01	0,01	30,12	**	3,44	5,72
Dosis	3	0,06	0,02	77,76	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	0,00	0,00	3,20	*	2,55	3,76
Eror	22	0,01	0,00				
Total	35	0,09					

KK 18,68

Keterangan:

KK = Koefesien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %

Lampiran 17. Hasil Pengamatan Jumlah Bintil Akar

1. Pengaruh Kombinasi Perlakuan Komposisi dan Dosis Pupuk Biopellet Terhadap Jumlah Bintil Akar

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
B1D0	13	12	11	36	12,00
B1D1	12	10	9	31	10,33
B1D2	10	9	4	23	7,67
B1D3	5	4	3	12	4,00
B2D0	12	11	9	32	10,67
B2D1	6	5	5	16	5,33
B2D2	5	4	4	13	4,33
B2D3	2	1	1	4	1,33
B3D0	12	12	9	33	11,00
B3D1	10	11	4	25	8,33
B3D2	3	2	2	7	2,33
B3D3	2	1	1	4	1,33
Jumlah	92	82	62	236	6,56
Rata-rata	7,67	6,83	5,17		

2. Anova Berat Bintil Akar

SK	Db	JK	KT	F- Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	
Replikasi	2	38,89	19,44	12,92	**	3,44	5,72
Perlakuan	11	510,89	46,44	30,86	**	2,26	3,18
Komposisi	2	68,72	34,36	22,83	**	3,44	5,72
Dosis	3	412,22	137,41	91,30	**	3,05	4,82
Komposisi X Dosis	6	29,94	4,99	3,32	*	2,55	3,76
Eror	22	33,11	1,51				
Total	35	582,89					

KK 18,71

Keterangan:

KK = Koefisien Keragaman

ns = Tidak nyata

* = Nyata pada taraf uji 5 %

** = Nyata pada taraf uji 1 %