



**ANALISIS PENGARUH CAMPURAN BIOCHAR SEKAM PADI
DAN PUPUK KOMPOS TERHADAP NILAI RESISTIVITAS
TANAH KONFIGURASI WENNER**

SKRIPSI

Oleh

**Anggi Diana Pramudita
210210102054**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JEMBER
2025**



**ANALISIS PENGARUH CAMPURAN BIOCHAR SEKAM PADI
DAN PUPUK KOMPOS TERHADAP NILAI RESISTIVITAS
TANAH KONFIGURASI WENNER**

*Diajukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Pendidikan Fisika.*

SKRIPSI

Oleh

**Anggi Diana Pramudita
210210102054**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Saya mempersembahkan skripsi ini dengan rasa cinta dan kasih sayang kepada :

1. Orang tua tercinta, Ibu Rina Ernawati dan Bapak serta seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan dalam setiap proses untuk menunjang kesuksesan dan kebahagiaan Anggi Diana Pramudita ;
2. Seluruh Bapak/Ibu guru sejak Taman Kanak-kanak hingga Sekolah Menengah Atas, dan Bapak/Ibu dosen perguruan Tinggi yang telah membimbing dan memberikan bekal ilmu dengan penuh kesabaran dan keikhlasan ;
3. Almamater Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang saya banggakan.

MOTTO

“Jangan bersedih terhadap apa yang luput dari kamu dan tidak pula terlalu gembira terhadap apa yang diberikan-Nya kepadamu. Allah tidak menyukai setiap orang yang sombong lagi membanggakan diri”
(Terjemahan Q.S Al-Hadid Ayat 23)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia, 2022. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Gedung Bayt Al-Qur'an & Museum Istiqlal Jakarta Timur.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anggi Diana Pramudita

NIM : 210210102054

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Pengaruh Campuran Biochar Sekam Padi Dan Pupuk Kompos Terhadap Nilai Resistivitas Tanah Konfigurasi Wenner* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. 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 mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 April 2025

Yang menyatakan,

Anggi Diana Pramudita

NIM : 210210102054

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Analisis Pengaruh Campuran Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos terhadap Nilai Resistivitas Tanah Konfigurasi Wenner* telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 25 April 2025

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing	Tanda Tangan
1. Pembimbing Utama Nama : Firdha Kusuma Ayu Anggraeni, S.Si., M.Si NIP : 199102112019032016	(.....)
2. Pembimbing Anggota Nama : Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. NIP : 196504201995121001	(.....)

Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama Nama : Dr. Trapsilo Prihandono, M.Si NIP : 196204011987021001	(.....)
2. Penguji Anggota 1 Nama : Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si NIP : 3509151803580002	(.....)

ABSTRACT

On agricultural land or plantations, plant growth is influenced by soil fertility. Soil fertility can be influenced by fertilization. To improve soil fertility in a sustainable manner, it can use good soil enhancers derived from organic materials such as biochar and compost. Soil resistivity is an indicator that can be used to measure soil fertility. The soil resistivity value can be influenced by water content, nutrient content, and soil chemical properties. The higher the soil resistivity value, the less water content in the soil. The purpose of this research is to analyze the resistivity value of soil that has been given a mixture of rice husk biochar and compost fertilizer. This research was conducted in the 2024/2025 academic year at the UPA Green House Agrotechnology Park, University of Jember using the Wenner configuration geoelectric method which was then processed using Res2Dinv software. The samples used were 6 polybags measuring 40 cm x 40 cm with a soil mass of 9 kg and the doses of biochar and compost consisted of: E1 150 g biochar + 300 g compost, E2 180 g biochar + 270 g compost, E3 210 g biochar + 240 g compost, E4 270 g biochar + 180 g compost, and E5 300 g biochar + 150 g compost. The results of this study indicate that the mixture of rice husk biochar and compost can reduce soil resistivity gradually according to the observation time using the Wenner configuration. On day 0 the resistivity is still influenced by the original nature of the media, but from week 1 to week 2 there is a decrease in resistivity so that the soil is ready for planting. The 210g biochar + 240g compost treatment is suitable for plants with high resistivity requirements, while the 240g biochar + 180g compost is suitable for plants that require low resistivity with a value of 7.82 Ωm in week 2.

Keywords: Geoelectric, Biochar and compost, Wenner configuration.

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Campuran Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos terhadap Nilai resistivitas Tanah Konfigurasi Wenner; Anggi Diana Pramudita; 210210102054; 2025; 33 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika; Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tanah merupakan komponen penting yang terdiri dari mineral, bahan organik, air, udara, dan organisme hidup. Kesuburan tanah dapat ditingkatkan secara berkelanjutan menggunakan bahan pembenah tanah yang baik yang berasal dari bahan organik seperti biochar dan pupuk kompos. Biochar adalah hasil dari proses pembakaran biomassa seperti sekam padi yang dibakar dengan keadaan oksigen yang terbatas. Pupuk kompos adalah pupuk yang berasal dari penguraian bahan organik alami seperti kotoran sapi. Resistivitas tanah merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mengukur kesuburan tanah, semakin tinggi nilai resistivitas tanah maka kandungan air pada tanah akan semakin berkurang, sehingga proses pertumbuhan tanaman akan terhambat. Pada penelitian ini pengukuran nilai resistivitas tanah menggunakan metode resistivitas konfigurasi wenner. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil pengaruh campuran biochar sekam padi dan pupuk kompos terhadap nilai resistivitas tanah selama periode waktu pengamatan.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan eksperimen pemberian campuran biochar sekam padi dan kompos pada tanah kemudian diukur menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *wenner*, dengan 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial, jarak setiap elektroda untuk n_1 yaitu 2 cm dan n_2 yaitu 4 cm. Data yang didapatkan akan diolah menggunakan software Res2Dinv. Terdapat 6 polybag yang digunakan ukuran 40 cm x 40 cm dengan massa tanah 9 kg yang berjenis lempung berpasir dan dosis biochar dan kompos terdiri dari : E1 150 g biochar + 300 g pupuk kompos, E2 180 g biochar + 270 g pupuk kompos, E3 210 g biochar + 240 g pupuk kompos, E4 270 g biochar + 180 g pupuk kompos, dan E5 300 g biochar + 150 g pupuk kompos.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke-0 perlakuan kontrol dengan resistivitas $359\Omega\text{m}$, biochar 180g+kompos 270g dengan resistivitas $132\Omega\text{m}$, biochar 300g+kompos 150g dengan resistivitas $105\Omega\text{m}$, biochar 270g+kompos 180g dengan resistivitas $103\Omega\text{m}$, biochar 210g+kompos 240g dengan resistivitas $95,5\Omega\text{m}$, dan yang paling rendah yaitu biochar 150g + 300g dengan resistivitas $69,4\Omega\text{m}$. Pada minggu ke-1 perlakuan biochar 210g+kompos240g dengan resistivitas $74,8\Omega\text{m}$, biochar 180g+kompos 270g dengan resistivitas $46\Omega\text{m}$, biochar 270g+kompos 180g dengan resistivitas $45,1\Omega\text{m}$, kontrol dengan resistivitas $44,8\Omega\text{m}$, biochar 150g+kompos 300g dengan resistivitas $34,2\Omega\text{m}$, dan yang paling rendah yaitu biochar 300g + 150g dengan resistivitas $30\Omega\text{m}$. Pada minggu ke-2 perlakuan kontrol dengan resistivitas $39,9\Omega\text{m}$, biochar 210g+kompos 240g dengan resistivitas $36,8\Omega\text{m}$, biochar 180g+kompos 270g dengan resistivitas $32,1\Omega\text{m}$, biochar 300g+kompos 150g dengan resistivitas $28,6\Omega\text{m}$, biochar 150g+kompos 300g dengan resistivitas $14,3\Omega\text{m}$, dan yang paling rendah yaitu biochar 270g + kompos 180g dengan resistivitas $7,82\Omega\text{m}$.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa analisis hasil pengaruh campuran biochar dan pupuk kompos selama waktu pengamatan dapat menurunkan nilai resistivitas tanah secara bertahap seiring waktu. Pada hari ke-0 nilai resistivitas dari setiap perlakuan dipengaruhi oleh sifat asli dari tanah, biochar, dan kompos sehingga belum dapat menunjukkan tanah mana yang memiliki kesuburan yang baik. Penurunan nilai resistivitas mulai terlihat pada minggu ke-1 dan minggu ke-2 karena biochar dan kompos yang semakin lama tertahan di dalam tanah dapat menurunkan nilai resistivitas tanah. Sehingga tanaman yang memerlukan resistivitas tinggi dapat ditanam setelah biochar dan kompos baru di aplikasikan, dan untuk tanaman yang memerlukan resistivitas tinggi dapat ditanam setelah beberapa waktu pengaplikasian biochar dan kompos pada tanah.

PRAKATA

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Campuran Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kompos terhadap Nilai Resistivitas Tanah Konfigurasi Wenner” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Mohammad Na'im, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan surat izin penelitian ;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd. selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah membantu proses administrasi selama penyusunan skripsi ini ;
3. Dr. Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember ;
4. Drs. Bambang Supriyadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menyelesaikan studi di Pendidikan Fisika Universitas Jember ;
5. Firdha Kusuma Ayu Anggraeni, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini.
6. Dr. Trapsilo Prihandono, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang memberikan saran, dukungan, dan masukan untuk memaksimalkan penyusunan skripsi ini ;
7. Tim geofisika dan teman-teman yang membantu berjalannya penelitian, serta semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, 25 April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Resistivitas Tanah	5
2.2 Konfigurasi Wenner	6
2.3 Kesuburan Tanah.....	8
2.4 Pupuk.....	8
2.5 Biochar	9
2.6 Pupuk Kompos	9
2.7 Kerangka Berpikir	10
2.8 Penelitian Relevan.....	11
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Sampel Penelitian.....	12
3.3 Jenis dan Desain Penelitian	13
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian	13
3.5 Alat Bahan.....	14

3.6	Prosedur Penelitian.....	14
3.7	Pengumpulan Data Penelitian	14
3.8	Metode Analisis Data	15
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1	Hasil	16
4.2	Pembahasan	23
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran.....	30
	DAFTAR PUSTAKA	31
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan Resistivitas berdasarkan jenis tanah (batuan) di bumi	6
Tabel 2. 2 Penelitian Relevan.....	11
Tabel 3. 1 Dosis perlakuan biochar dan pupuk kompos	12
Tabel 3. 2 Tabel Nilai Resistivitas	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Susunan Konfigurasi Wenner (Sumber : Salim, 2023).....	7
Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir	10
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	13
Gambar 3. 2 Ilustrasi alat geolistrik sederhana (Robbani & Supriyanto, 2021)... ..	14
Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian.....	14
Gambar 3. 4 Prosedur Penelitian.....	15
Gambar 4. 1 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f).....	17
Gambar 4. 2 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f)	18
Gambar 4. 3 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f)	20
Gambar 4. 4 Nilai Resistivitas maksimal hari ke-0.....	21
Gambar 4. 5 Nilai Resistivitas Maksimal Minggu ke-1	21
Gambar 4. 6 Nilai Resistivitas Maksimal Minggu ke-2.....	21
Gambar 4. 7 Nilai Resistivitas Minimal Hari ke-0	22
Gambar 4. 8 Nilai Resistivitas Minimal Minggu ke-1	22
Gambar 4. 9 Nilai Resistivitas Minimal Minggu ke-2.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Matriks Penelitian.....	34
Lampiran 2. 1 Surat Izin Penelitian.....	34
Lampiran 3. 1 Surat Keterangan Selesai Penelitian	34
Lampiran 4. 1 Data Hasil Penelitian	34
Lampiran 5. 1 Dokumentasi Penelitian.....	34

DAFTAR NOTASI

I	: Arus yang mengalir (A)
V	: Beda potensial (volt)
ρ	: Hambatan jenis (Ω m)
K	: Faktor geometri dari konfigurasi yang digunakan
L	: Panjang bahan (m)
A	: Luas penampang bahan (m^2)
a	: Jarak antar elektroda (cm)

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran fisika tidak hanya berfokus pada konsep teoritis yang abstrak, namun juga pada aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam bidang pertanian. Salah satu aplikasi fisika yang relevan dalam pertanian adalah pengukuran nilai resistivitas tanah sebagai indikator kesuburan tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Dalam konteks pertanian, resistivitas tanah digunakan untuk mengidentifikasi kandungan air dan ion-ion yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Zuhdi & Wachid, 2021). Dengan mengintegrasikan konsep resistivitas dalam pembelajaran, siswa dapat mempelajari bagaimana sifat fisik tanah dapat mempengaruhi kondisi kesuburan tanah.

Tanah merupakan komponen penting yang ada di permukaan bumi. Tanah sebagai lapisan tipis materi padat yang terdiri dari mineral, bahan organik, air, udara, dan organisme hidup (Efendi., *et al* 2023). Tanah dapat mengalami perubahan karena adanya beberapa faktor seperti batuan asal, iklim, organisme, topografi, dan waktu. Faktor tersebut dapat membentuk berbagai macam jenis tanah dengan sifat tanah dan karakteristik yang beragam. Jenis tanah dapat dibagi menjadi beberapa jenis, seperti liat, liat berpasir, lempung, debu, debu berpasir, liat berdebu, lempung berliat, tanah gambut, lumpur, dan lain lain (Pasaribu *et al.*, 2022).

Pada lahan pertanian atau perkebunan pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kesuburan tanah. Kesuburan tanah dapat dipengaruhi oleh adanya pemupukan. Pupuk anorganik dapat meningkatkan kesuburan tanah karena dapat menyediakan nutrisi tanah secara cepat, namun dalam jangka panjang mengakibatkan ketidakseimbangan hara, dan masalah kerusakan tanah (Mansyur *et al.*, 2021). Oleh karena itu untuk dapat meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan maka dapat menggunakan bahan pembenah tanah yang baik yang berasal dari bahan organik seperti biochar dan pupuk kompos. Pembenah tanah dari bahan organik dapat menciptakan keadaan lingkungan tanah yang baik.

Biochar adalah hasil dari proses pembakaran biomassa yang dibakar dengan keadaan oksigen yang terbatas. Biochar sekam padi memiliki kandungan C-organik sebanyak 30.76% yang dapat membuat biochar bertahan lama di dalam tanah, sehingga dapat memperbaiki kerusakan tanah dengan baik (Simanjuntak, 2019). Pupuk kompos adalah pupuk yang berasal dari penguraian bahan organik alami. Kotoran sapi merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk kompos. Kotoran sapi memiliki kadar serat atau selulosa yang tinggi, serta dapat menyimbang unsur hara makro ke dalam tanah seperti N 0,5%, P 0,25%, dan K 0,5% dengan kadar air 0,5% (Nuraini *et al.*, 2023). Mencampur biochar dengan kompos dapat meningkatkan porositas total tanah (Liu *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan ketika biochar dicampur dengan kompos dapat meningkatkan pembentukan agregat tanah yang stabil, dan menciptakan lebih banyak pori-pori makro, sehingga dapat menyerap air dan udara lebih banyak.

Resistivitas tanah merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mengukur kesuburan tanah. Resistivitas tanah memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung pada material penyusun lapisan tanah. Nilai resistivitas tanah dapat dipengaruhi oleh kandungan air, kandungan unsur hara, dan sifat kimiawi tanah. Semakin tinggi nilai resistivitas tanah maka kandungan air pada tanah akan semakin berkurang, sehingga proses pertumbuhan tanaman akan terhambat (Kadir *et al.*, 2023). Kandungan air dalam tanah dibutuhkan untuk proses kelarutan unsur hara mikro dan makro. Unsur hara tanah merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Mansyur *et al.*, 2021).

Terdapat beberapa variasi konfigurasi yang biasanya digunakan pada metode geolistrik resistivitas, seperti konfigurasi Wenner, Schlumberger, dipole-dipole, pole-pole (Hasan *et al.*, 2021). Pada penelitian ini pengukuran nilai resistivitas tanah menggunakan metode resistivitas konfigurasi Wenner. Metode ini memiliki pola penempatan elektroda yang simetris, serta distribusi arus yang sederhana. Keunggulan konfigurasi Wenner adalah dengan jarak elektroda yang besar maka dapat menghasilkan pengukuran yang sensitif, sehingga tidak memerlukan peralatan yang sensitif atau konfigurasi alat yang rumit (Ismail, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman & Rijanto (2018) menunjukkan bahwa pengaruh pemberian biochar setelah 2 bulan pada tanah dapat menurunkan nilai resistensi tanah. Hal ini dikarenakan biochar mampu meningkatkan ruang pori dalam tanah sehingga dapat menyerap dan menyimpan air lebih banyak. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kahfi & Pohan (2023) tentang klasifikasi kesuburan tanah menggunakan indikator resistivitas, kadar air, dan pH menunjukkan bahwa pada kedalaman 0,2 m tanah yang subur berada di rentang nilai resistivitas 4,49-9,23 Ω m. Berdasarkan nilai kadar air dan pH yang didapatkan, apabila nilai resistivitas tersebut meningkat atau berlebih maka tanah memiliki kadar air yang kurang dan pH yang sangat asam.

Berdasarkan hasil uraian di atas penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesuburan tanah berdasarkan parameter nilai resistivitas tanah. Maka diperlukan penelitian geofisika dengan metode resistivitas untuk mengidentifikasi kesuburan tanah dari hasil aplikasi pemberian campuran biochar-kompos sebagai media tanam dengan dosis yang berbeda. Oleh sebab itu penelitian ini mengambil judul “**Analisis Pengaruh Campuran Biochar Sekam Padi Dan Pupuk Kompos Terhadap Nilai Resistivitas Konfigurasi Wenner**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka beberapa rumusan masalah yang diteliti adalah sebagai berikut :

- 1.2.1 Bagaimana analisis hasil pengaruh campuran biochar sekam padi dan pupuk kompos terhadap nilai resistivitas tanah selama periode waktu pengamatan?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka batasan penelitian ini adalah :

- 1.3.1 Nilai suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban untuk setiap tanah di anggap sama
- 1.3.2 Jumlah air yang digunakan untuk proses penyiraman sama
- 1.3.3 Massa biochar yang digunakan yaitu 150 g, 180 g, 210 g, 270 g, dan 300 g
- 1.3.4 pupuk kompos yang digunakan yaitu 150 g, 180 g, 240 g, 270 g, dan 300 g

1.3.5 Pupuk kompos yang digunakan berbahan dasar kotoran sapi

1.3.6 Biochar yang digunakan berasal dari sekam padi

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka beberapa tujuan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1.4.1 Menganalisis nilai resistivitas tanah yang telah diberikan campuran biochar sekam padi dan pupuk kompos.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu untuk mendapatkan dosis pupuk biochar dan pupuk kompos yang sesuai untuk mengetahui kesuburan tanah dengan nilai resistivitas. Manfaat penelitian ini untuk pembelajaran adalah untuk memperdalam pengetahuan mengenai pengaruh pupuk organik terhadap nilai resistivitas sebagai parameter kesuburan tanah.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Resistivitas Tanah

Resistivitas tanah merupakan ukuran dari kemampuan tanah untuk dapat menghantarkan listrik (Kahfi & Pohan, 2023). Metode resistivitas dapat digunakan sebagai parameter untuk dapat mengetahui atau menentukan struktur bawah permukaan tanah, sifat batuan, dan adanya potensi sumber air dan minyak bumi (Wijayanto *et al.*, 2023). Metode geolistrik resistivitas biasanya menggunakan elektroda arus untuk mengirimkan arus listrik ke permukaan bumi, kemudian arus listrik akan merambat di bawah permukaan bumi.

Nilai resistivitas dapat meningkat ketika kadar air tanah menurun (Antarissubhi *et al.*, 2024). Arus listrik dalam tanah dapat dialirkan oleh air, tanah yang mengandung banyak air akan mengikat ion-ion pada pupuk yang diberikan ke tanah, kemudian ion-ion yang terlarut pada air tanah akan meningkatkan kemampuan tanah untuk menghantarkan listrik. Semakin tinggi nilai resistivitas tanah maka kandungan air pada tanah akan semakin berkurang, sehingga proses pertumbuhan tanaman akan terhambat (Kadir *et al.*, 2023). Untuk mendapatkan nilai resistivitas tanah dapat menggunakan persamaan dari penjabaran rumus hukum ohm yang kemudian di substitusikan hingga menjadi rumus resistivitas, yaitu :

$$\rho = \frac{V A}{I L} \quad (2.1)$$

Keterangan:

I = Arus yang mengalir (A)

V = Beda potensial (volt)

ρ = Hambatan jenis (Ω m)

L = Panjang bahan (m)

A = Luas penampang bahan (m^2)

(Ismail, 2022)

Tabel 2. 1 Hubungan Resistivitas berdasarkan jenis tanah (batuan) di bumi

Jenis tanah atau batuan	Resistivitas (Ωm)
Dasar	5-50
Gambut dan lempung	8-50
Lempung pasir dan lapiran kerikil	40-250
Napal bongkah	150-3000
Pasir dan kerikil jenuh	40-100
Pasir dan kerikil basah hingga kering	100-3000
Batu lempung, napal dan serpih	8-100
Batu pasir dan batu kapur	100-4000
Batuan kristalin	200->10000

(Sumber : Verhoef, 1994).

2.2 Konfigurasi Wenner

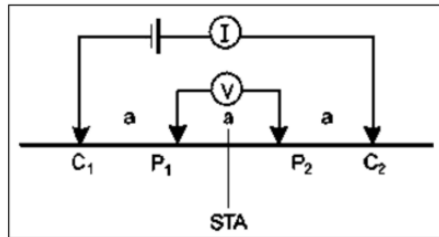
Konfigurasi wenner merupakan konfigurasi yang sering digunakan untuk mengetahui kondisi permukaan bawah menggunakan metode geolistrik. Dalam pengukuran menggunakan konfigurasi ini susunan jarak antar elektrodanya sama yaitu sebesar a (Robbani & Supriyanto, 2021). Elektroda penyusunnya terdiri dari dua elektroda arus yang ditempatkan dibagian luar dan dua elektroda potensial yang diletakkan di bagian dalam. Konfigurasi wenner memiliki kelebihan tidak perlu menggunakan peralatan yang sensitif dalam melakukan pengukuran karena dengan spasi yang digunakan sudah mampu menghasilkan pengukuran yang sensitif (Ismail, 2022). Penggunaan konfigurasi wenner dapat mempermudah untuk proses akuisisi data dengan menggunakan metode single channel, memiliki resolusi vertikal yang baik, dan sensitifitas perubahan lateral yang baik.

Dalam geolistrik, arus yang diinjeksikan ke tanah akan menyebar secara radial, atau arus listrik dari elektroda akan menyebar ke segala arah, sehingga panjang (L) dan penampang (A) tidak tetap, karena dalam tanah tidak ada bentuk panjang dan luas penampang yang tetap, sehingga untuk menggantikan $\frac{L}{A}$ secara geometri di tanah maka dapat menggunakan konstanta geometri (K) yang dapat

mencerminkan penyebaran arus untuk konfigurasi tertentu seperti konfigurasi wenner :

$$\rho = K \cdot R \quad (2.2)$$

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.3)$$



Gambar 2. 1 Susunan Konfigurasi Wenner (Sumber : Salim, 2023)

Berdasarkan susunan elektroda konfigurasi wenner dapat diketahui bahwa untuk C_1 dan C_2 merupakan sumber dan penyalur arus, karena potensial mutlak di dalam tanah tidak dapat diukur sehingga beda potensial bisa didapatkan antara dua titik P_1 P_2 sehingga dapat ditulis ΔV . Faktor geometri konfigurasi wenner dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Kw = 2\pi \left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2} \right)^{-1} \quad (2.4)$$

$$Kw = 2\pi \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{a} \right)^{-1} \quad (2.5)$$

$$Kw = 2\pi a \quad (2.6)$$

Sehingga untuk resistivitas semu menggunakan konfigurasi wenner berlaku hubungan :

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2.7)$$

Keterangan:

I = Arus yang mengalir (A)

ΔV = Beda potensial pada titik P_1 P_2 (volt)

ρ = Hambatan jenis (Ω m)

a = Jarak antar elektroda

K = Faktor geometri dari konfigurasi yang digunakan

(Ismail, 2022)

2.3 Kesuburan Tanah

Tanah merupakan komponen penting yang ada di permukaan bumi yang terdiri dari berbagai partikel seperti mineral, bahan organik, air, udara, dan organisme hidup (Efendi *et al.* 2023). Tanah merupakan media utama sebagai tempat tumbuh dan bereproduksi tumbuhan maupun hewan yang hidup di dalam tanah. Tanah yang subur mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan baik, karena memiliki kandungan hara yang seimbang dan mencukupi untuk pertumbuhan tanaman. Unsur hara tersebut meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta mengandung unsur hara mikro seperti kalsium, magnesium, belerang, besi, dan seng. Tanah yang subur atau tidak dapat diidentifikasi melalui beberapa cara seperti pengamatan pertumbuhan pada tanaman, analisis tanaman, mengukur nilai resistivitas, dll.

2.4 Pupuk

Pupuk merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi pertumbuhan tumbuhan dan keberlangsungan hidup tumbuhan karena mengandung berbagai macam unsur hara yang diperlukan untuk tanah dan tanaman, baik untuk mengganti maupun meningkatkan unsur hara tanah agar tanaman dapat berproduksi dengan baik (Mansyur *et al.*, 2021). Pupuk terdiri dari anorganik dan organik, jenis dari pupuk organik adalah biochar dan pupuk kompos. Pemberian biochar-kompos mampu meningkatkan derajat agregasi tanah, porositas total tanah dan biomassa mikroba tanah (Liu *et al.*, 2021). Peningkatan tersebut dapat membangun tanah yang lebih subur dan mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Qian *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa aplikasi biochar-kompos secara signifikan meningkatkan hasil panen di sebagian besar tanah tropis, karena biochar dapat menetralkan keasaman dan kompos dapat menyediakan kandungan bahan organik bagi tanah.

2.5 Biochar

Biochar merupakan limbah organik yang diproses melalui pembakaran biomasa yang tidak sempurna (pyrolysis) atau dengan oksigen yang rendah pada suhu yang tinggi (Simanjuntak, 2019). Biochar merupakan sisa karbon yang tidak terbakar, berbentuk serbuk atau arang dengan pori-pori kecil yang dapat menyerap dan menyimpan nutrisi serta air. Biochar yang diaplikasikan pada tanah dapat mempengaruhi sifat fisika (meningkatkan porositas, kapasitas memegang air, agresivitas tanah), kimia (ketersediaan hara, meningkatkan pH), dan biologi (mikroba dan cacing tanah), sehingga dapat berpengaruh terhadap penampilan agronomis tanaman (pertumbuhan dan produksi tanaman) (Puspita *et al.*, 2021).

Sekam padi dapat digunakan sebagai bahan dasar biochar, karena mampu memperbaiki struktur hara dan porositas pada tanah. Sekam padi merupakan limbah pertanian yang didapatkan dari hasil samping ketika proses penggilingan padi. Sekam padi per kilonya memiliki kandungan C 55,4%, H 20,1%, N 11,3%, O 13,2%, CH₄ 1,8%, dan Konversi karbon 62% (Al-afifi *et al.*, 2021).

Massa biochar yang diberikan pada setiap tanaman berbeda-beda tergantung kebutuhan. Pada penelitian oleh Agviolita *et al.*, (2021) biochar dapat meningkatkan retensi tanah karena biochar dapat menambah ukuran pori-pori tanah untuk memaksimalkan penyerapan air. Pada penelitian yang dilakukan oleh Septiana *et al.*, (2023) menunjukkan biochar sekam padi dapat meningkatkan laju respirasi tanah, sehingga mempengaruhi peningkatan ion-ion terlarut dan senyawa organik, hal ini cenderung dapat menurunkan resistivitas tanah. Pada penelitian pengaruh temperatur pirolisis biochar terhadap daya hantar listrik oleh Puspita *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa biochar sekam padi pada suhu 800⁰C yaitu 1,07 mS/cm lebih besar dari suhu 400⁰C yaitu 0,87 mS/cm, hal ini dikarenakan daya hantar listrik dipengaruhi oleh bahan baku dan suhu pembakaran.

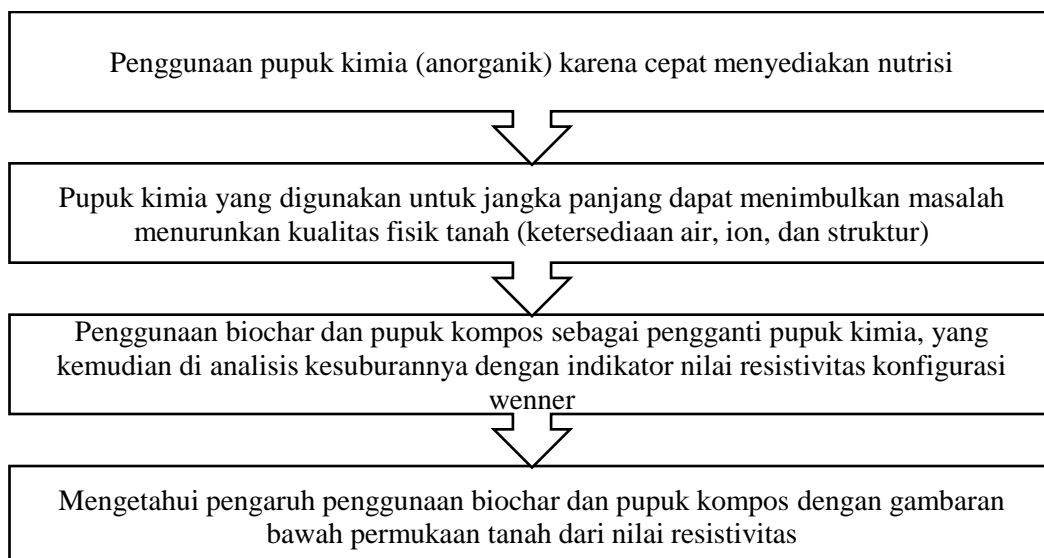
2.6 Pupuk Kompos

Pupuk kompos merupakan pupuk organik yang terbentuk karena adanya penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme (Farisil dan Jasmi, 2023).

Pupuk kompos dapat meningkatkan kesuburan tanah, sumber hara untuk tanah, dan dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian dalam jangka panjang. Pupuk kompos dapat terbuat dari limbah organik seperti kotoran sapi. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan unsur hara Nitrogen (N) 2,33%, P_2O_5 0,61%, K_2O 1,58 %, Ca 1,04%, Mg 0,33%, Mn 179 ppm dan Zn 70, ppm (Nuraini *et al.*, 2023).

Massa pupuk kompos yang diberikan pada setiap tanaman berbeda-beda tergantung kebutuhan. Pupuk kompos yang diaplikasikan pada tanah dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik tanah sehingga menunjukkan banyaknya ion yang terlarut yang dapat mendukung aktivitas mikroorganisme tanah. Pada penelitian Yüksel & Kavdır, (2020) menunjukkan kompos dengan dosis 200 t/ha memiliki peningkatan nilai konduktivitas dari 0.068 dS/m menjadi 0.361 dS/m, dan untuk dosis 16 t/ha dari 0.039 dS/m menjadi 0.095 dS/m, hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis kompos juga berpengaruh terhadap nilai konduktivitas tanah.

2.7 Kerangka Berpikir



Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir

2.8 Penelitian Relevan

Tabel 2. 2 Penelitian Relevan

Author	Hasil
Kahfi, M., & Pohan, A. F. 2023.	Berdasarkan hasil penelitian pada lintasan 1 dengan kedalaman tanah 0,2 m, klasifikasi tanah yang subur berada di rentang nilai resistivitas 4,49-9,23 Ω m dengan pH tanah 5,3-6,5, dan kadar air yaitu 30-40%. Sehingga bagus untuk pertumbuhan tanaman, karena jika pada kedalaman tanah 0,2 memiliki kadar air yang kurang dan pH tanah yang sangat asam dapat menyebabkan proses kecambah menjadi lambat bahkan kematian pada tanaman.
Robbani, M. N., Supriyanto. 2021	Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan metode geolistrik konfigurasi wenner didapatkan hasil bahwa nilai resistivitas tanah mengalami penurunan pada hari ke 5-7 setelah perlakuan pemupukan pada tanah.
Doni, Ivansyah, & Muhardi. 2021	pada Lintasan 2 sebelum pemupukan yaitu (0,374 – 269 Ω m), sesudah pemupukan menjadi (0,968 – 697) Ω m. Sedangkan pengaruh pemupukan pada tanah berdasarkan nilai resistivitas, sesudah pemupukan nilai resistivitas terjadi peningkatan diduga karena pupuk kandang memiliki kemampuan menyerap air pada tanah, sehingga material tanah menjadi resistif
Liu, D., Ding, Z., Ali, E., Kheir, A. M. S., Eissa, M. A., & Ibrahim, O. H. M. 2021	Pada massa tanah 10 kg dengan pemberian biochar-kompos (1:1) mampu meningkatkan derajat agregasi tanah, porositas total tanah dan biomassa mikroba tanah.
Nursia, A., Fikrinda, W., & Widowati. 2024	Pemberian kombinasi biochar-kompos dengan total dosis 500g/polybag dengan ukuran 45x45 dan bobot tanah 10 kg. Pada dosis BC 20%-KP80% atau BC 100 g-KP400 g menunjukkan jumlah daun terbanyak dan tinggi tanaman yang baik. pada dosis biochar 60% kompos 40% tanaman memiliki tinggi yang baik yaitu 51,52 cm.
Wahyuningsih, R., Purwoharjono, M. I. Arsyad. 2021.	Pemberian arang sekam dengan ketebalan 90 cm pada tanah sebnayak 30cm memiliki nilai resistivitas yang rendah yaitu 8,25 Ω m-4,19 Ω m, dibandingkan dengan pemberian arang sekam dengan ketebalan 30 cm ke tanah dengan ketebalan 90cm yaitu 10,11 Ω m-4,40 Ω m.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tahun ajaran 2024/2025 yang bertempat di Green House UPA Taman Agroteknologi Universitas Jember.

3.2 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pertanian yang diambil di suatu lahan pertanian dengan jenis lempung pasir dengan campuran sedikit kerikil. Sampel diletakkan pada polybag ukuran 40 cm x 40 cm dengan massa tanah 9 kg sebanyak 6 polybag. Berikut merupakan perlakuan yang dilakukan dapat dilihat dari tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Dosis perlakuan biochar dan pupuk kompos

Kode	Perlakuan	Kebutuhan
K	Kontrol	Sampel tanpa perlakuan biochar dan pupuk kompos
E_1	Eksperimen 1	150 g biochar + 300 g pupuk kompos
E_2	Eksperimen 2	180 g biochar + 270 g pupuk kompos
E_3	Eksperimen 3	210 g biochar + 240 g pupuk kompos
E_4	Eksperimen 4	270 g biochar + 180 g pupuk kompos
E_5	Eksperimen 5	300 g biochar + 150 g pupuk kompos

Penentuan dosis untuk eksperimen 1 dan 5 memiliki perbandingan yang sama yaitu 1:2, untuk dosis pada eksperimen 2 dan 4 perbandingannya adalah 40% : 60%, pengambilan sampel ini berdasarkan literatur dari Nursia, *et al* (2024), dan penentuan dosis pada eksperimen 3 memiliki rasio yang berbeda dari eksperimen lain karena dosis yang akan dipakai memiliki rasio 30g dan jumlah seluruh dosis adalah 450g pada setiap eksperimen. Penggunaan jumlah dosis ini berdasarkan penelitian dari Nursia, *et al* (2024) yang menggunakan jumlah dosis 5% dari massa tanah yang digunakan

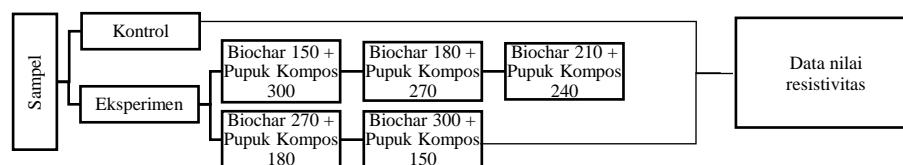
3.3 Jenis dan Desain Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan eksperimen pemberian campuran biochar sekam padi dan kompos pada tanah kemudian diukur menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *wenner*. Data yang didapatkan akan diolah menggunakan software Res2Dinv.

3.3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada penelitian ini terdapat kelompok kontrol yang tidak diberikan perlakuan dan kelompok eksperimen yang diberikan variasi komposisi biochar dan pupuk kompos. Berikut merupakan desain penelitian yang digunakan :



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang memberikan pengaruh pada penelitian ini, yaitu biochar yang berasal dari limbah sekam padi yang dibakar dengan cara pirolisis. Pupuk kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berasal dari proses penguraian bahan-bahan organik secara alami.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, yaitu nilai resistivitas tanah yang membantu untuk menentukan kesuburan tanah.

3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dibuat tetap, pada penelitian ini yaitu jenis tanah yang berasal dari lahan yang sama, suhu, pH, intensitas, dan kelembaban.

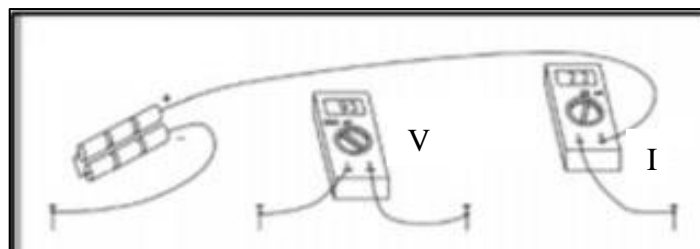
3.5 Alat Bahan

3.5.1 Alat

1. Multimeter
2. Aki kering
3. Kabel buaya
4. Elektroda
5. Polybag

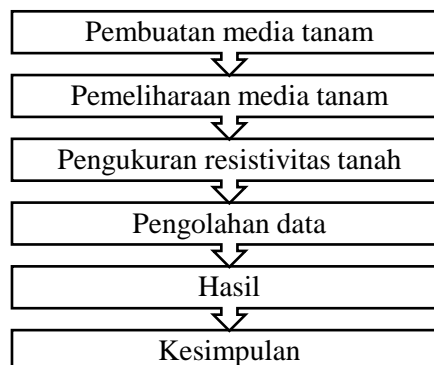
3.5.2 Bahan

1. Biochar sekam padi
2. Pupuk kompos
3. Tanah



Gambar 3. 2 Ilustrasi alat geolistrik sederhana (Robbani & Supriyanto, 2021).

3.6 Prosedur Penelitian



Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian

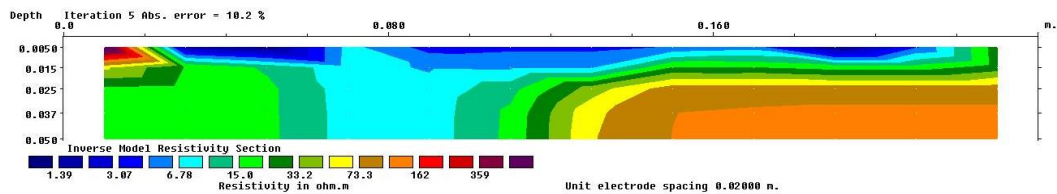
3.7 Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengukuran secara langsung di setiap sampel penelitian. Data sekunder didapatkan dari literatur yang memuat data relevan dengan penelitian. Penelitian ini menggunakan metode resistivitas konfigurasi *wenner* dengan 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial, jarak setiap elektroda untuk n_1 yaitu 2 cm dan n_2 yaitu 4 cm. Dari pengukuran tersebut akan mendapatkan nilai arus (I) dan nilai beda potensial (V) yang kemudian diolah

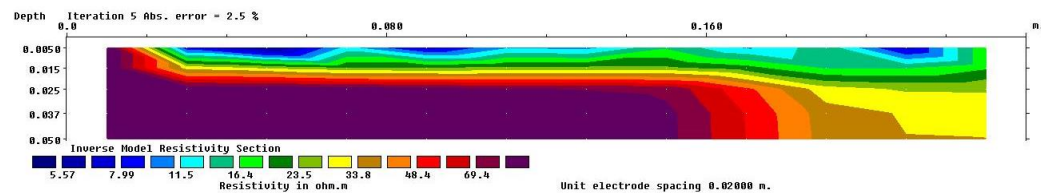
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

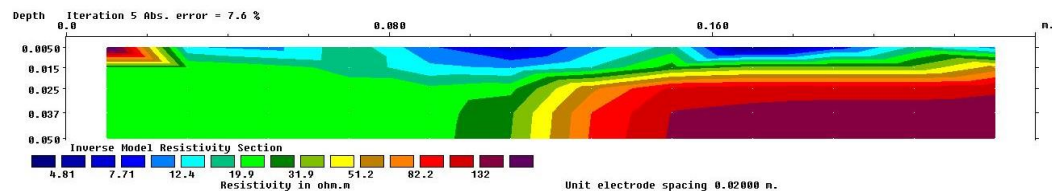
Penelitian dilakukan di UPA Taman Agroteknologi Universitas Jember. Banyak polybag yang digunakan adalah sebanyak 6 dengan masing-masing perlakuan yaitu kontrol, biochar 150 g + kompos 300 g, biochar 180 g + kompos 270 g, biochar 210 g + kompos 240 g, biochar 270 g + kompos 180 g, dan biochar 300g + kompos 150g. Biochar dan kompos yang digunakan dengan dosis yang berbeda tersebut akan di campurkan dengan tanah dengan massa 9 kg pada setiap polybagnya. Pengambilan data dilakukan selama 2 minggu dengan data pertama pada hari ke-0, data kedua pada minggu ke-1, dan data ketiga pada minggu ke-2. Data yang diperoleh dari setiap lintasan diolah menggunakan *Microsoft Excel*, sehingga menghasilkan nilai datum *point*, faktor geometri (k), dan nilai resistivitas semu (ρ_a). Hasil yang didapatkan akan diinversi menggunakan *software RES2DINV* sehingga menghasilkan pola gradasi warna.



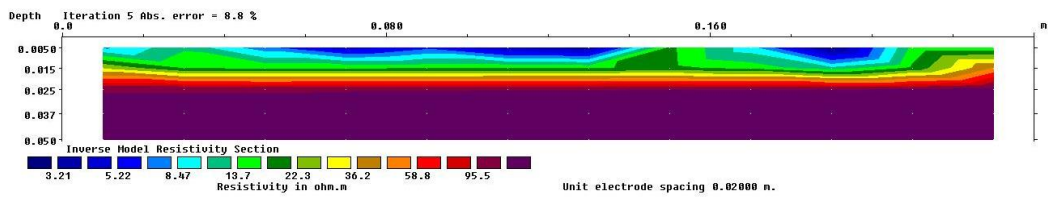
(a)



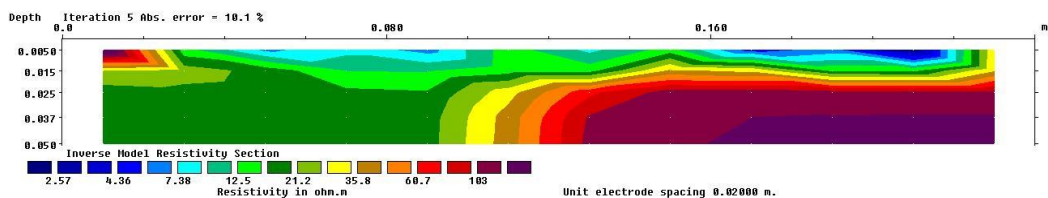
(b)



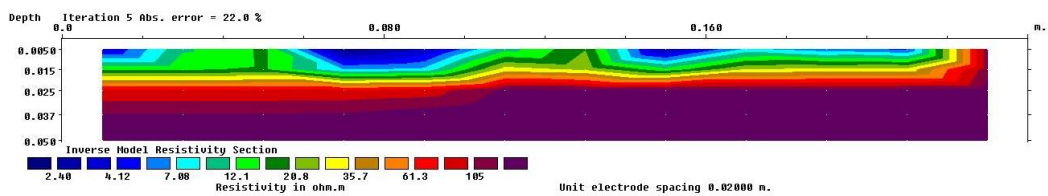
(c)



(d)



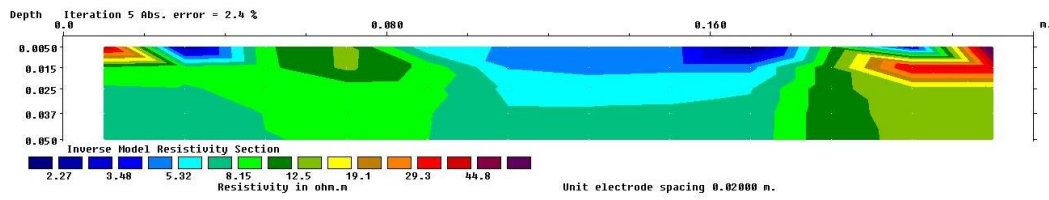
(e)



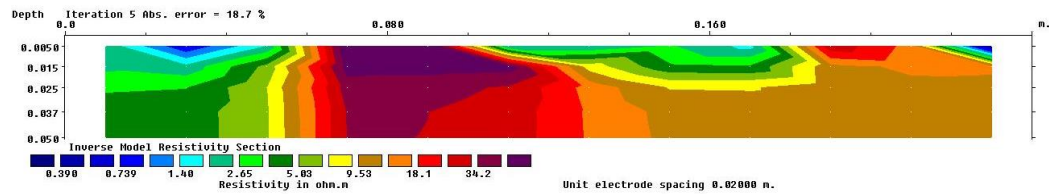
(f)

Gambar 4. 1 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f)

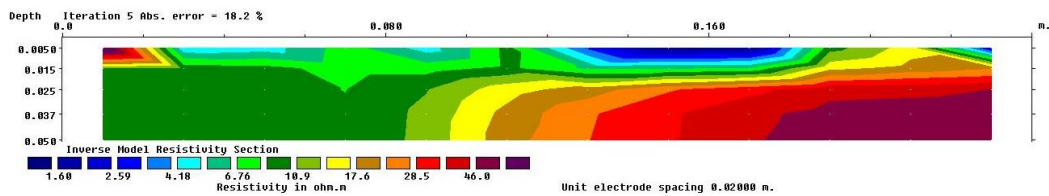
Pengambilan data hari ke-0 dilakukan setelah pemberian biochar dan kompos pada polybag yang telah dicampur dengan tanah. Gambar 4.1 menunjukkan hasil citra resistivitas pada hari ke-0 untuk setiap perlakuan. Pada polybag pertama tanpa perlakuan atau kontrol (a) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,39 Ωm - 359 Ωm , pada perlakuan biochar 150 g +kompos300 g (b) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 5,57 Ωm - 69,4 Ωm , pada perlakuan biochar 180 g + kompos 270 g (c) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 4,01 Ωm - 132 Ωm , pada perlakuan biochar 210 g + kompos 240 g (d) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 3,21 Ωm - 95,5 Ωm , pada perlakuan biochar 270 g + kompos 180 g (e) memiliki nilai resistivitas dari rentang mulai 2,57 Ωm -103 Ωm , pada perlakuan biochar 300 g + kompos 150 g (f) memiliki nilai resistivitas mulai dari rentang 2,40 Ωm - 105 Ωm .



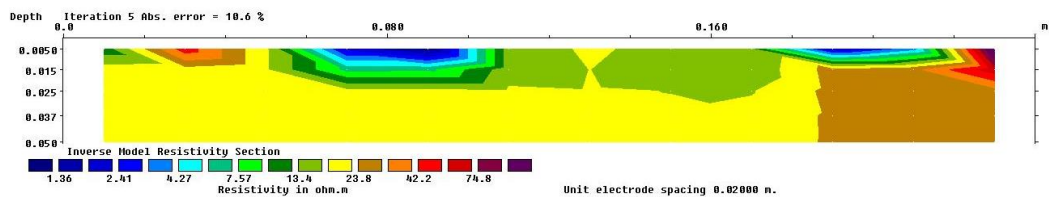
(a)



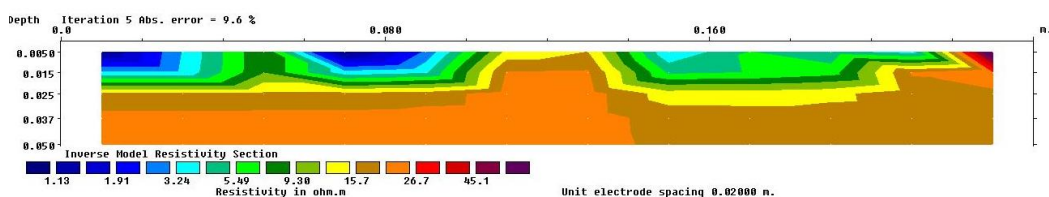
(b)



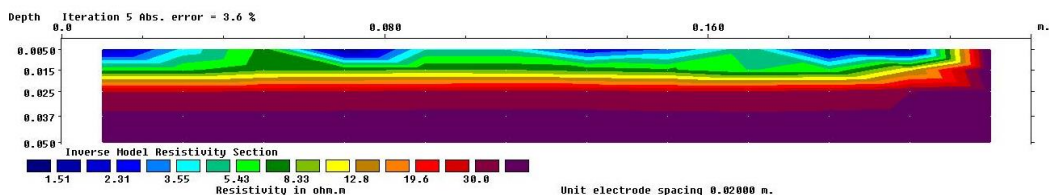
(c)



(d)



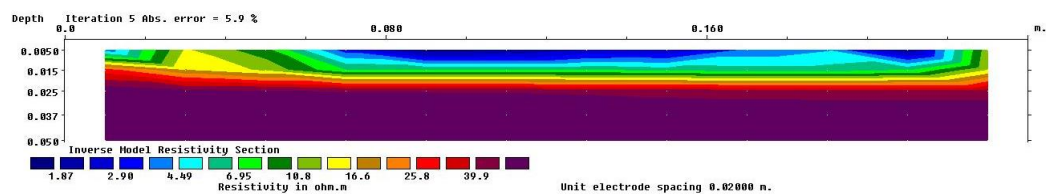
(e)



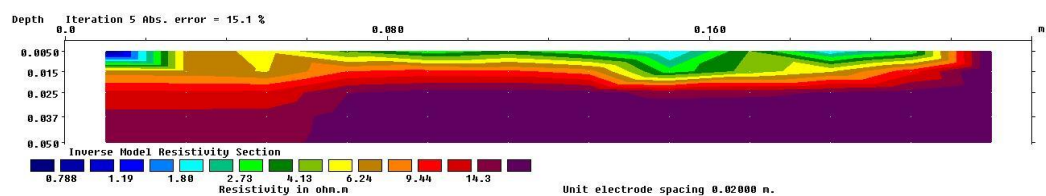
(f)

Gambar 4. 2 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f)

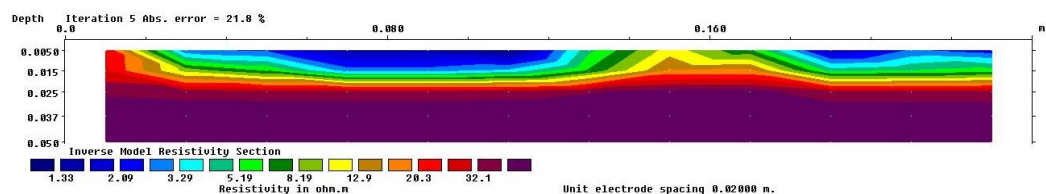
Pengambilan data kedua diambil pada minggu ke-1 atau hari ke-7 dilakukan setelah penyiraman pada polybag. Gambar 4.2 menunjukkan hasil citra resistivitas pada minggu ke-1 untuk setiap perlakuan. Pada polybag pertama tanpa perlakuan atau kontrol (a) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 2,27 Ωm - 44,8 Ωm , pada perlakuan biochar 150 g + kompos 300 g (b) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 0,390 Ωm - 342 Ωm , pada perlakuan biochar 180 g + kompos 270 g (c) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,60 Ωm - 46,0 Ωm , pada perlakuan biochar 210 g + kompos 240 g (d) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,36 Ωm - 74,8 Ωm , pada perlakuan biochar 270 g + kompos 180g (e) memiliki nilai resistivitas dari rentang mulai 1,13 Ωm - 45,1 Ωm , pada perlakuan biochar 300 g + kompos 150 g (f) memiliki nilai resistivitas mulai dari rentang 1,51 Ωm - 30,0 Ωm .



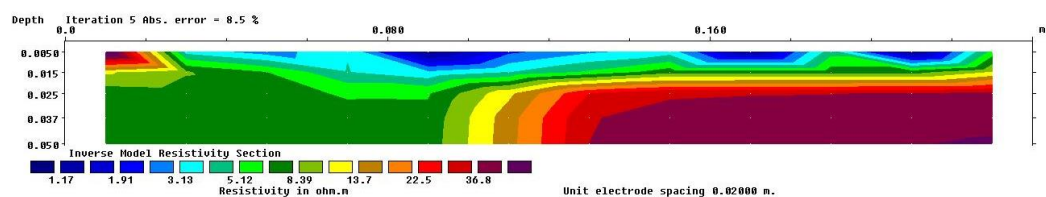
(a)



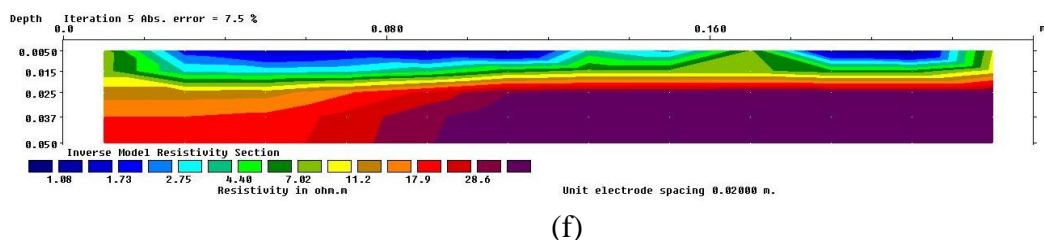
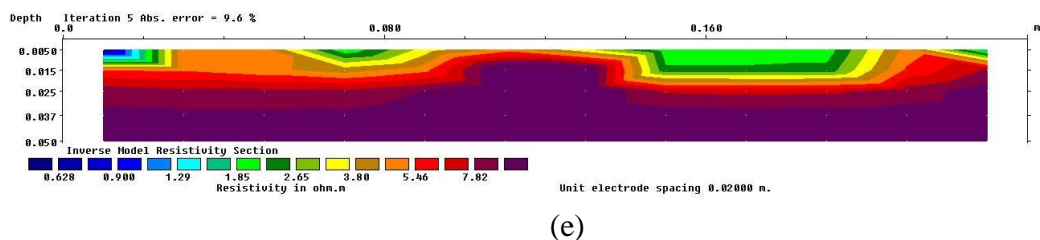
(b)



(c)



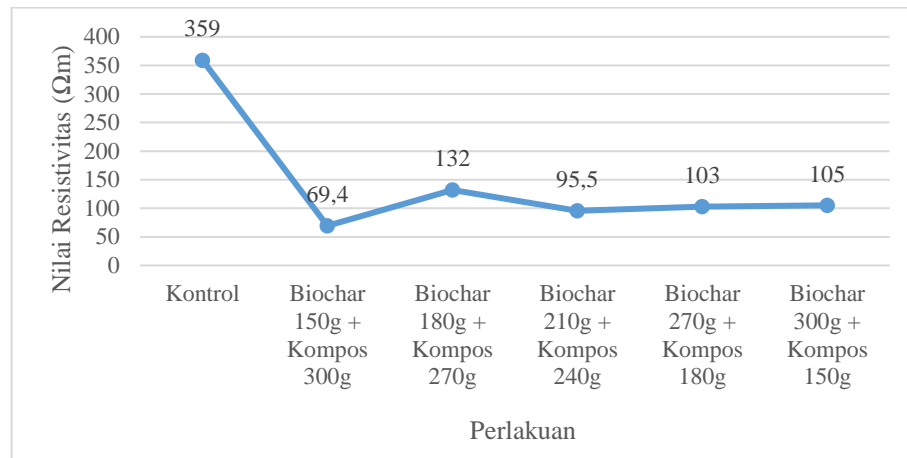
(d)



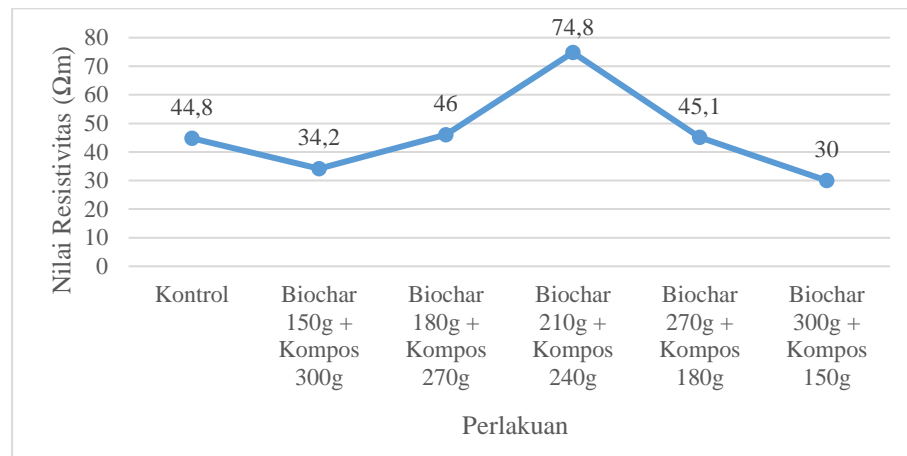
Gambar 4. 3 kontrol (a), biochar 150 g + kompos 300 g (b), biochar 180 g + kompos 270 g (c), biochar 210 g + kompos 240 g (d), biochar 270 g + kompos 180 g (e), dan biochar 300 g + kompos 150 g (f)

Pengambilan data kedua diambil pada minggu ke-2 atau hari ke-14 dilakukan setelah penyiraman pada polybag. Gambar 4.3 menunjukkan hasil citra resistivitas pada minggu ke-1 untuk setiap perlakuan. Pada polybag pertama tanpa perlakuan atau kontrol (a) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,87 Ωm - 39,9 Ωm , pada perlakuan biochar 150 g + kompos 300 g (b) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 0,788 Ωm - 14,3 Ωm , pada perlakuan biochar 180 g + kompos 270 g (c) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,33 Ωm - 32,1 Ωm , pada perlakuan biochar 210 g + kompos 240 g (d) nilai resistivitas memiliki rentang mulai dari 1,17 Ωm - 36,8 Ωm , pada perlakuan biochar 270 g + kompos 180 g (e) memiliki nilai resistivitas dari rentang mulai 0,628 Ωm - 7,82 Ωm , pada perlakuan biochar 300 g + kompos 150g (f) memiliki nilai resistivitas mulai dari rentang 1,08 Ωm - 28,6 Ωm .

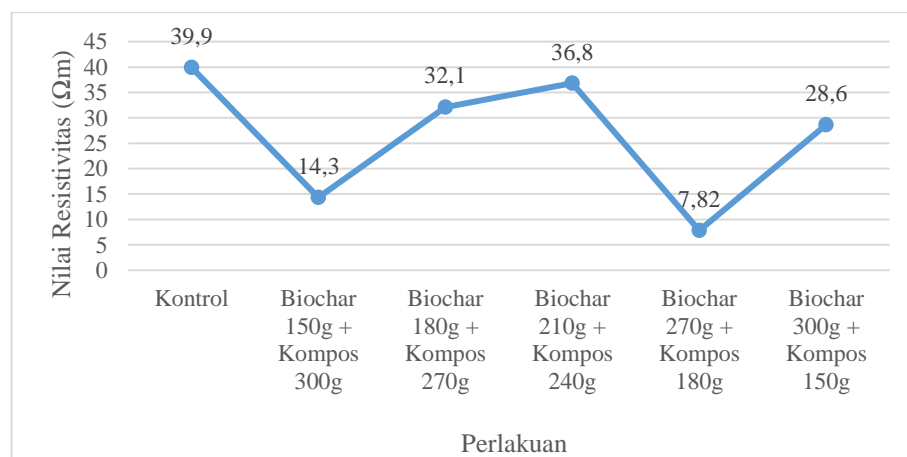
Data nilai resistivitas yang didapatkan dari hasil inversi software Res2Dinv dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



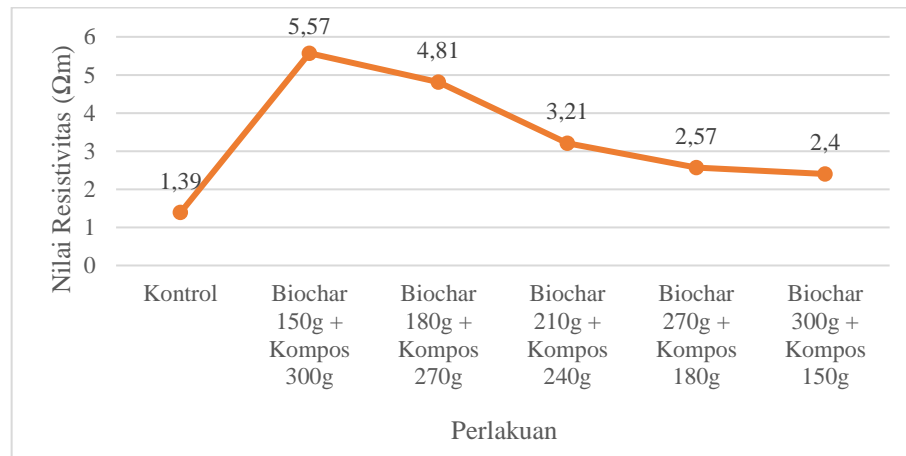
Gambar 4. 4 Nilai Resistivitas maksimal hari ke-0



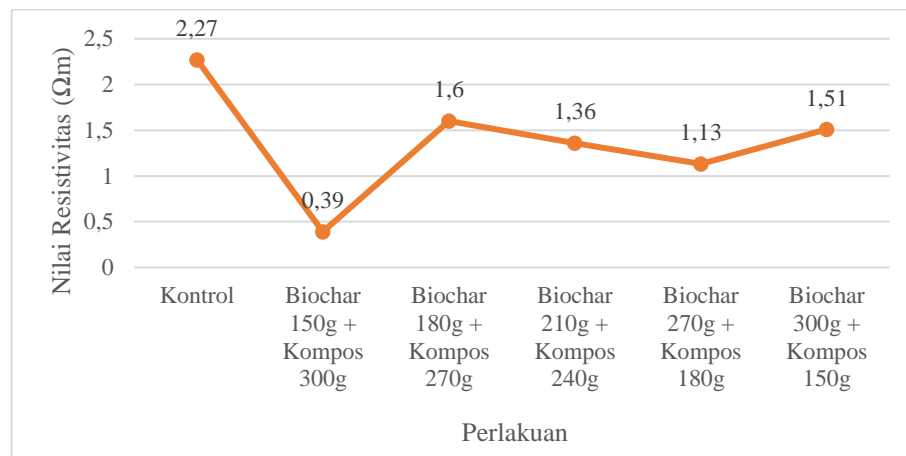
Gambar 4. 5 Nilai Resistivitas Maksimal Minggu ke-1



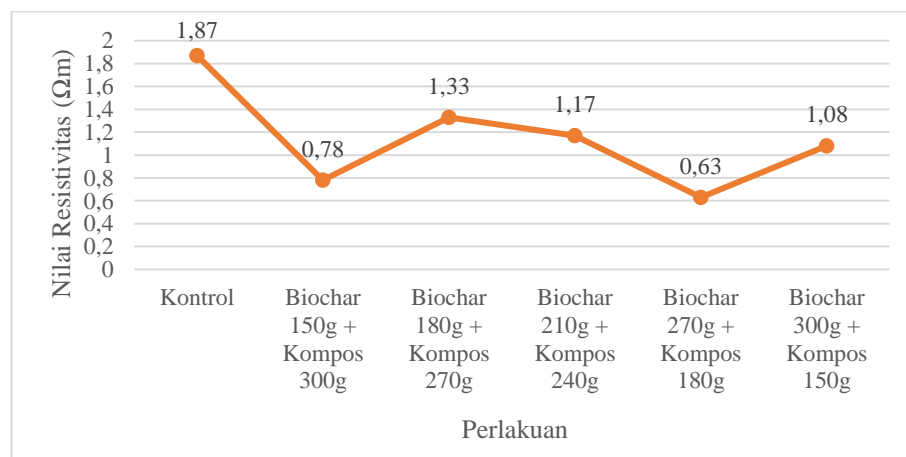
Gambar 4. 6 Nilai Resistivitas Maksimal Minggu ke-2



Gambar 4. 7 Nilai Resistivitas Minimal Hari ke-0



Gambar 4. 8 Nilai Resistivitas Minimal Minggu ke-1



Gambar 4. 9 Nilai Resistivitas Minimal Minggu ke-2

4.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan biochar yang berbahan dasar sekam padi murni tanpa campuran apapun dan pupuk kompos yang berasal dari kotoran sapi yang telah difermentasi dengan aktivator EM4 dan larutan gula. Berdasarkan data yang diperoleh nilai resistivitas tanah yang diberikan perlakuan memiliki nilai rata-rata resistivitas yang menurun dari hari ke-0 sampai minggu ke-2. Nilai resistivitas bergantung pada arus listrik yang mengalir pada tanah, apabila listrik yang mengalir ke dalam tanah semakin besar maka nilai resistivitasnya akan semakin menurun. Tanah dapat menghantarkan arus listrik dengan baik karena mengandung ion. Biochar sekam padi memiliki sifat konduktivitas yang tinggi karena mengandung elektrolit yang dapat menghantarkan listrik dengan baik, sedangkan pupuk kompos yang baru diaplikasikan ke tanah memiliki sifat resistif yang tinggi (Doni *et al.*, 2021), yaitu daya hambat air yang tinggi, namun ketika sudah berinteraksi dengan tanah maka pupuk kompos dapat meningkatkan nitrat yang ada di dalam tanah, nitrat ini mampu meningkatkan ion hidrogen dan menurunkan pH tanah, sehingga aliran listrik di dalam tanah akan mengalir lebih baik (Robbani & Supriyanto, 2021).

Pada perlakuan kontrol menunjukkan adanya perbedaan resistivitas tanah yang meningkat. Dapat dilihat pada gambar 4.1 (a) yaitu hari ke-0 citra resistivitas menunjukkan nilai $1,39 \Omega\text{m} - 359 \Omega\text{m}$, sehingga berdasarkan tabel 2.1 dengan nilai resistivitas tersebut maka jenis tanah merupakan tanah lempung berpasir dengan sedikit campuran kerikil. Pada gambar 4.2 (a) minggu ke-1 citra resistivitas menunjukkan nilai $2,27 \Omega\text{m} - 44,8 \Omega\text{m}$ dengan kondisi tanah yang tidak jauh berbeda dengan sebelumnya, yaitu didominasi warna hijau dan biru. pada gambar 4.3 (a) minggu ke-2 citra resistivitas menunjukkan penurunan nilai yaitu $1,87 \Omega\text{m} - 39,9 \Omega\text{m}$. Tanah lempung berpasir memiliki kemampuan meloloskan air yang lambat, partikel tanah kecil, dan membentuk pori drainase lambat yang kurang atau sulit untuk dilalui air, serta tekstur yang agak kasar, sehingga kurang mendukung untuk pertumbuhan tanaman (Mansyur, *et al.*, 2023). Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan nilai resistivitas yang bisa disebabkan karena tanah secara alami masih melarutkan ion yang memiliki sifat konduktif, namun ion terlarut ini tidak

mengandung unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, karena ion yang dilepaskan oleh lempung berpasir adalah ion natrium, besi, atau aluminium. Drainase yang lambat pada lempung berpasir juga menahan air yang cukup lama sehingga resistivitas bisa rendah, namun air tidak disebarkan di sekitarnya sehingga akar tanaman bisa kekurangan oksigen (anaerob).

Pada gambar 4.1 (b) citra resistivitas perlakuan biochar 150 g + Kompos 300 g untuk hari ke-0 masih tinggi yaitu $5,57 \Omega\text{m} - 69,4 \Omega\text{m}$, diketahui pupuk kompos dapat ditandai dengan warna merah dan lebih dominan karena pupuk kompos yang digunakan berbahan dasar dari kotoran sapi sehingga pada hari pertama masih bersifat resistif dan mampu menghambat serapan air sehingga memiliki sifat menghambat listrik. Pada minggu ke-1 pada gambar 4.2 (b) terlihat tanah sudah mulai memiliki nilai resistivitas yang rendah yaitu $0,39 \Omega\text{m} - 34,2 \Omega\text{m}$, dengan ditandai biochar dan kompos sudah mulai berinteraksi. Pada gambar 4.3 (b) citra resistivitas menunjukkan nilai yang lebih rendah dari minggu ke-2 dan hari ke-0 yaitu $0,788 \Omega\text{m} - 14,3 \Omega\text{m}$, warna merah lebih mendominasi namun memiliki nilai resistivitas yang rendah, hal ini bisa disebabkan karena pupuk kompos sudah mengalami peningkatan reaksi nitrifikasi dalam tanah, serta reaksi antara tanah biochar dan kompos.

Pada perlakuan biochar 180 g + kompos 270 g pada gambar 4.1 (c) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi dengan warna merah dan hijau di bagian samping kanan dan kiri, dengan merah dianggap sebagai kompos, nilai resistivitasnya yaitu $4,81 \Omega\text{m} - 132 \Omega\text{m}$. Pada gambar 4.2 (c) citra resistivitas menunjukkan persebaran warna yang stabil seperti sebelumnya, media tanam didominasi warna hijau dengan sedikit warna merah, nilai resistivitas ini lebih kecil daripada hari ke-0 yaitu $1,6 \Omega\text{m} - 46,0 \Omega\text{m}$ hal ini bisa dikarenakan biochar sudah mulai berinteraksi dengan kompos dan melepaskan ion. Pada gambar 4.3 (c) media tanam di dominasi dengan warna merah namun memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada hari ke-0 dan minggu ke-1 yaitu $1,33 \Omega\text{m} - 32,1 \Omega\text{m}$. Penurunan resistivitas ini diakibatkan karena biochar sudah mulai aktif dan berfungsi optimal dalam tanah, serta aktivitas mikroba dalam kompos sudah meningkat dan dapat melepaskan banyak ion ke dalam tanah, sehingga proses

drainase tanah dan agregasi tanah bisa lebih baik, dan aliran listrik dapat mengalir lebih baik.

Pada perlakuan biochar 210 g + kompos 240 g pada gambar 4.1 (d) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi dengan warna merah dan sedikit hijau di bagian atasnya, nilai resistivitas yaitu $3,21 \Omega\text{m} - 95,5 \Omega\text{m}$. Pada gambar 4.2 (d) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi warna kuning dengan sedikit warna hijau di atasnya, dan memiliki nilai resistivitas lebih rendah daripada hari ke-0 yaitu $1,36 \Omega\text{m} - 74,8 \Omega\text{m}$ hal ini bisa dikarenakan tanah sudah mulai berinteraksi dengan biochar dan kompos sehingga mampu melepaskan ion. Pada gambar 4.3 (d) media tanam di dominasi dengan warna merah dan hijau di kanan kiri, namun memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada hari ke-0 dan minggu ke-1 yaitu $1,17 \Omega\text{m} - 36,8 \Omega\text{m}$. Citra resistivitas juga menunjukkan serapan air yang lebih luas daripada sebelumnya. Hal ini dikarenakan biochar dan kompos sudah mampu untuk menyimpan kandungan air lebih banyak di dalam tanah, sehingga agregasi tanah bisa lebih baik, dan aliran listrik dapat mengalir lebih baik.

Pada perlakuan biochar 270 g + kompos 180 g pada gambar 4.1 (e) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi dengan warna merah dan hijau di bagian kanan kiri, nilai resistivitasnya yaitu $2,57 \Omega\text{m} - 103 \Omega\text{m}$. Pada gambar 4.2 (e) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi warna oranye dengan sedikit warna hijau di atasnya dan biru yang menunjukkan serapan air, dan memiliki nilai resistivitas lebih rendah daripada hari ke-0 yaitu $1,13 \Omega\text{m} - 45,1 \Omega\text{m}$ hal ini bisa dikarenakan biochar sudah mulai berinteraksi dengan kompos dan melepaskan ion dan mampu menyimpan serapan air. Pada gambar 4.3 (e) media tanam di dominasi dengan warna merah dan sedikit warna hijau, namun memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada hari ke-0 dan minggu ke-1 yaitu $0,628\Omega\text{m} - 7,82\Omega\text{m}$. Namun citra resistivitas menunjukkan warna biru sebagai serapan air yang lebih sedikit daripada sebelumnya. Pada perlakuan ini diperkirakan ada redistribusi air yang lebih merata, sehingga kelembapan dalam tanah lebih stabil, karena air sudah tidak tersimpan di zona tertentu tapi sudah menyebar secara lateral di dalam tanah.

Pada perlakuan biochar 300 g + kompos 150 g pada gambar 4.1 (f) citra resistivitas menunjukkan media tanam didominasi dengan warna merah dan hijau di bagian atas, dan biru di bagian paling atas yang menunjukkan genangan air dan serapan air, nilai resistivitasnya yaitu $2,4 \Omega\text{m} - 105 \Omega\text{m}$. Pada gambar 4.2 (f) citra resistivitas menunjukkan sebaran warna yang sama seperti sebelumnya, dan memiliki nilai resistivitas lebih rendah daripada hari ke-0 yaitu $1,51 \Omega\text{m} - 30,0 \Omega\text{m}$. Pada minggu ini biochar dan kompos sudah mampu menahan air lebih lama sehingga tanah menjadi lebih lembap. Pada gambar 4.3 (f) media tanam sudah memiliki warna yang lebih banyak daripada sebelumnya, dengan warna biru yang cukup banyak sebagai serapan air, warna oranye di bagian kiri dan masih ada warna merah pekat di bagian kanan, dan memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah daripada hari ke-0 dan minggu ke-1 yaitu $1,08 \Omega\text{m} - 28,6 \Omega\text{m}$. Citra resistivitas menunjukkan serapan air lebih banyak daripada hari ke-0 dan minggu ke-1 serta nilai resistivitas yang lebih rendah, biochar dan kompos memiliki kemampuan untuk menyerap air, namun dalam perlakuan ini dosis kompos lebih kecil daripada biochar, sehingga biochar sudah mampu menyerap dan menahan air serta melepaskan Sebagian air ke tanah sekitarnya, namun masih terlihat air hanya terserap di beberapa zona saja.

Hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk grafik menunjukkan adanya nilai maksimum dan minimum pada periode penelitian dari hari ke-0 minggu ke-1 dan minggu ke-2. Pada gambar 4.4 menunjukkan grafik nilai maksimal pada hari ke-0. Nilai resistivitas dari yang tertinggi ke yang terendah yaitu perlakuan kontrol dengan resistivitas $359 \Omega\text{m}$, biochar 180g+kompos 270g dengan resistivitas $132 \Omega\text{m}$, biochar 300 g + kompos 150 g dengan resistivitas $105 \Omega\text{m}$, biochar 270 g + kompos 180 g dengan resistivitas $103 \Omega\text{m}$, biochar 210 g + kompos 240 g dengan resistivitas $95,5 \Omega\text{m}$, dan yang paling rendah yaitu biochar 150 g + 300 g dengan resistivitas $69,4 \Omega\text{m}$. Pada gambar 4.7 menunjukkan grafik nilai minimal pada hari ke-0, yaitu biochar 150g + Kompos 300g dengan resistivitas $5,57 \Omega\text{m}$, biochar 180g+ kompos 270g dengan nilai resistivitas $4,81 \Omega\text{m}$, biochar 210g+Kompos 240g dengan resistivitas $3,21 \Omega\text{m}$, biochar 270g+kompos 180g dengan resistivitas $2,57 \Omega\text{m}$, biochar 300g+kompos 150g dengan resistivitas $1,39 \Omega\text{m}$. Pada hari ke-0 nilai

resistivitas tanah dari setiap perlakuan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Tanah belum dapat diketahui mana yang paling subur karena tanah + biochar + kompos baru saja diaplikasikan sehingga interaksi bahan organik dengan tanah belum berinteraksi sepenuhnya walaupun pada hari ke-0 sudah memiliki variasi nilai resistivitas. Karena sifat tanah lempung berpasir yang kurang baik dalam proses drainasenya sehingga pada hari ke-0 resistivitas masih dipengaruhi oleh sifat dari tanah tersebut.

Pada minggu ke-1 yang disajikan pada gambar 4.5 grafik nilai resistivitas maksimal dapat diketahui nilai resistivitas perlakuan biochar + kompos dari yang tertinggi ke yang terendah, yaitu perlakuan biochar 210 g + kompos 240 g dengan resistivitas 74,8 Ωm , biochar 180 g + kompos 270 g dengan resistivitas 46 Ωm , biochar 270 g + kompos 180 g dengan resistivitas 45,1 Ωm , kontrol dengan resistivitas 44,8 Ωm , biochar 150 g + kompos 300 g dengan resistivitas 34,2 Ωm , dan biochar 300 g + kompos 150 g dengan resistivitas 30 Ωm . Pada gambar 4.8 grafik nilai minimum minggu ke-1 menunjukkan nilai resistivitas dari setiap perlakuan, yaitu kontrol dengan nilai resistivitas 2,27 Ωm , biochar 180g + kompos 270g dengan resistivitas 1,6 Ωm , biochar 300g + kompos 150g dengan resistivitas 1,51 Ωm , biochar 210g + kompos 240g dengan resistivitas 1,36 Ωm , biochar 270g + kompos 180g dengan resistivitas 1,13 Ωm , dan biochar 150g+kompos 300g dengan resistivitas 0,39 Ωm . Nilai resistivitas bersifat dinamis dan berubah seiring waktu karena proses dekomposisi, pergerakan air, dan aktivitas mikroba. Pada minggu ke-1 resistivitas masih di pengaruhi oleh kondisi awal dan sifat dari masing-masing bahan. Sehingga biochar 210g+kompos240g memiliki nilai resistivitas maksimal, karena biochar dan kompos yang memiliki rasio mendekati seimbang sehingga koneksi antar partikel belum baik dan jalur konduktif belum stabil, dan biochar 150g + kompos 300g memiliki nilai resistivitas minimal karena kompos memiliki banyak ion yang dapat meningkatkan konduktivitas.

Pada minggu ke-2 yang disajikan pada gambar 4.6 grafik nilai resistivitas maksimal pada setiap perlakuan, yaitu perlakuan kontrol dengan resistivitas 39,9 Ωm , biochar 210 g + kompos 240 g dengan resistivitas 36,8 Ωm , biochar 180 g + kompos 270 g dengan resistivitas 32,1 Ωm , biochar 300 g + kompos 150 g dengan

resistivitas 28,6 Ωm , biochar 150 g + kompos 300 g dengan resistivitas 14,3 Ωm , dan yang paling rendah yaitu biochar 270 g + kompos 180 g dengan resistivitas 7,82 Ωm . Pada gambar 4.9 grafik nilai resistivitas minimal setiap perlakuan minggu ke-2, yaitu perlakuan kontrol dengan resistivitas 1,87 Ωm , biochar 180g + kompos 270 g dengan resistivitas 1,33 Ωm , biochar 210g + kompos 240g dengan resistivitas 1,17 Ωm , biochar 300g + kompos 150g dengan resistivitas 1,08 Ωm , biochar 150g + kompos 300g dengan resistivitas 0,78 Ωm , dan biochar 270 + kompos 180g dengan resistivitas 0,63 Ωm . Biochar 270 g + kompos 180 g atau dosis biochar 60% + kompos 40% menjadi perlakuan dengan nilai resistivitas terendah di minggu ke-2, artinya pada minggu ini perlakuan ini memiliki kemampuan mengurai bahan organik dan melarutkan ion lebih baik dari perlakuan sebelumnya, dan tanah yang diberikan perlakuan ini memiliki kesuburan yang paling baik. Hasil ini sama dengan hasil dari penelitian Nursia *et al.*, (2024) yaitu pada perlakuan biochar 60% + kompos 40% tanaman memiliki tinggi terbaik daripada yang lain, yang menunjukkan bahwa nutrisi yang didapatkan tanaman pada perlakuan tersebut lebih banyak dan lebih baik.

Pada setiap waktu pengamatan, setiap perlakuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Pada hari ke-0 nilai resistivitas dari setiap perlakuan dipengaruhi oleh sifat asli dari media tanam sehingga belum dapat menunjukkan tanah mana yang memiliki kesuburan baik. Pada minggu ke-1 setiap perlakuan mengalami penurunan nilai resistivitas. Berdasarkan grafik nilai resistivitas maksimal yang dimiliki oleh seluruh perlakuan, pada perlakuan biochar 150g + kompos 300g yang pada hari ke-0 pada gambar 4.4 memiliki nilai paling rendah namun pada gambar 4.5 biochar 300g + kompos 150 memiliki nilai resistivitas yang paling rendah, dan pada minggu ini perlakuan biochar+kompos mengalami peningkatan nilai resistivitas ketika dosis biochar naik dan dosis kompos turun, namun hanya sampai pada biochar 210 g + kompos 240g dengan nilai resistivitas paling tinggi, untuk biochar 270g+ kompos 180 dan biochar 300g + kompos 150 resistivitas mengalami penurunan. Pada minggu ke-2 setiap perlakuan mulai memasuki kesetimbangan baru dengan nilai resistivitas yang lebih rendah dari waktu sebelumnya. Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa terdapat perlakuan

dengan perubahan nilai resistivitas yang menurun cukup jauh daripada gambar 4.5, yaitu perlakuan biochar 270g+kompos 180g yang memiliki nilai resistivitas paling rendah, tanah kontrol memiliki resistivitas paling tinggi, dan untuk tanah dengan perlakuan yang memiliki resistivitas tinggi adalah biochar 210g + kompos240g.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, diketahui bahwa biochar dan kompos yang tertahan semakin lama di tanah dapat menurunkan nilai resistivitas. Penurunan nilai resistivitas dapat disebabkan karena biochar dan kompos yang di aplikasikan bersamaan pada tanah dapat meningkatkan derajat agregasi tanah dan porositas total tanah (Liu *et al.*, 2021). Biochar merupakan bahan yang mampu meningkatkan porositas tanah, serta pupuk kompos mampu meningkatkan kandungan bahan organik sehingga mampu meningkatkan kestabilan agregat. Tanah yang memiliki agregasi yang baik mampu meningkatkan porositas tanah yang stabil, sehingga air akan lebih banyak tertahan dalam tanah dan melarutkan ion-ion sehingga resistivitas tanah dapat turun karena aliran listrik mengalir dengan baik. Sehingga apabila tanaman membutuhkan resistivitas tinggi maka dapat ditanam ketika biochar dan kompos baru saja diaplikasikan, namun untuk tanaman yang membutuhkan resistivitas rendah dapat ditanam beberapa waktu kemudian setelah biochar dan kompos diaplikasikan ke tanah.

Tanah lempung berpasir merupakan tanah yang kurang mampu untuk memenuhi kebutuhan unsur hara untuk tanaman. Tekstur dari lempung berpasir sendiri agak kasar sehingga sistem aerasi tidak baik karena pori-pori tanah yang besar sehingga ketika diberikan air maka air akan mudah untuk lolos dan kurang mampu untuk menahan atau menyimpan tanah serta menyebarkannya (Mansyur, *et al.*, 2023). Tanah lempung berpasir perlu dikelola terlebih dahulu agar pertumbuhan tanaman tidak terhambat, seperti dengan pemberian pupuk organik untuk meningkatkan dan melindungi bahan organik tanah. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hanim *et al.*, (2021) bahwa tanah lempung berpasir yang diberikan kombinasi biochar dan kompos menunjukkan adanya perubahan yang baik dari kondisi awal tanah, yaitu terdapat peningkatan porositas tanah.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa analisis hasil pengaruh campuran biochar sekam padi dan pupuk kompos selama waktu pengamatan yang diukur dengan sifat kelistrikan konfigurasi wenner dapat menurunkan nilai resistivitas tanah secara bertahap seiring waktu.

Pada hari ke-0 nilai resistivitas dari setiap perlakuan dipengaruhi oleh sifat asli dari tanah, biochar, dan kompos sehingga belum dapat menunjukkan tanah mana yang memiliki kesuburan yang baik. Penurunan nilai resistivitas mulai terlihat pada minggu ke-1 dan minggu ke-2 karena biochar dan kompos yang semakin lama tertahan di dalam tanah dapat menurunkan nilai resistivitas tanah. Sehingga tanaman yang memerlukan resistivitas tinggi dapat ditanam setelah biochar dan kompos baru di aplikasikan, dan untuk tanaman yang memerlukan resistivitas tinggi dapat ditanam setelah beberapa waktu pengaplikasian biochar dan kompos pada tanah.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui perbedaan hasil nilai resistivitas dan keakuratan metode dapat melakukan penelitian dengan konfigurasi geolistrik lainnya.
- b. Untuk mengembangkan penelitian, dapat dilakukan studi lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh perubahan nilai resistivitas pada pertumbuhan tanaman akibat pemberian campuran biochar dan pupuk kompos.
- c. Untuk mengembangkan penelitian pengaruh biochar dan pupuk kompos terhadap tanah maka dapat dilakukan penelitian lanjut dengan menggunakan perlakuan dosis biochar tetap namun dosis pupuk kompos berubah-ubah, atau dosis pupuk kompos tetap, serta penggunaan tanah yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Agviolita, P., Yushardi, Y., & Anggraeni, F. K. A. (2021). Pengaruh Perbedaan Biochar terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2), 267–273. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.2.267-273.2021>
- Al-afifi, U. F., Erdin Syam, & Elvin Piter. (2021). Perhitungan Potensi Energi Listrik Pada Sekam Padi Melalui Metode Gasifikasi. *SainETIn*, 4(2), 48–56. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v4i2.4329>
- Antarissubhi, Salim, A. T. A., Leda, J., & Rauf, I. 2024. Korelasi Kadar Air tanah dan Nilai Geo-Resistivitas Metode Geolistrik. *Journal of Science and Engineering*. 7(1) : 12-18.
- Doni, D., Ivansyah, O., & Muhandi, M. (2021). Penggunaan Metode Geolistrik untuk Mengidentifikasi Pengaruh Pemupukan Terhadap Nilai Resistivitas Tanah. *Prisma Fisika*, 9(3), 263. <https://doi.org/10.26418/pf.v9i3.51245>
- Efendi, M., Ramadani, D., & Owen, G. P. 2023. *Ilmu Tanah*. Malang : Media Nusa Creative.
- Farisil, H. al, & Jasmi, J. (2023). Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Kompos Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*). *Jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 88–97. <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/2367>
- Hasan, M. F. R., Azhari, A. P., & Agung, P. A. M. (2021). Investigasi Sumber Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Dan Pengeboran. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(2), 140–148. <https://doi.org/10.20527/jukung.v7i2.11950>
- Hanim, N., Khairullah, & jufri, Y. 2021. Pemanfaatan Biochar dan Kompos Limbah Pertanian untuk Perbaikan Sifat Fisika Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Jagung Pada Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 707-718.
- Ismail, N. (2022). *GEOFISIKA ARKEOLOGI Studi Kasus Pada Benteng Indrapatra dan Kuta Lubok, Aceh Besar* (M. Isa (ed.); 1st ed.). Syiah Kuala University Press.
- Kahfi, M., & Pohan, A. F. (2023). Klasifikasi Kesuburan Tanah Menggunakan Parameter Resistivitas, Kadar Air, dan pH Tanah Studi Kasus: Tanaman Jagung. *Jurnal Fisika Unand*, 12(2), 192–198. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.2.192-198.2023>
- Kadir, M., Abidin, Z., Mulyawan, R., Bachtiar, T., Yniarti, A., Yusra, S., Citraresmini, A., Sofyan, E., T., Joy, B., & Mulyani, O. 2023. *Kesuburan Tanah*. Medan : Yayasan Kita Menulis.
- Liu, D., Ding, Z., Ali, E. F., Kheir, A. M. S., Eissa, M. A., & Ibrahim, O. H. M.

- (2021). Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88293-6>
- Mansyur, N.I., Antonius, & titing, D. 2023. Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Lahan Budidaya Tanaman Holtikultura Lahan Marginal. *Jurnal Ilmiah Respati*, *14*(2), 190-200.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. 2021. *Pupuk dan Pemupukan*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Nuraini, I Wayan Sutresna, & I Komang Damar Jaya. (2023). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Chinensis* L.) Akibat Perlakuan Dosis Beberapa Pupuk Kandang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, *2*(1), 195–202. <https://doi.org/10.29303/jima.v2i1.2335>
- Nursia, A., Fikrinda, W., & Widowati. (2024). Efek Sinergi Biochar-Kompos Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Di Sawah. *Jurnal Agrotek Tropika*, *12*(1), 549–561. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i3.7632>
- Pasaribu, D., Gultom, L., Lubis, E., Sumbayak, Ramerson, J., Sinaga, Nelly, M., Sipayung, M., & Sinaga, A. (2022). *Pembangunan Pertanian* (R. Ardyanto (ed.); 1st ed.). CV. Bintang Semesta Media.
- Puspita, V., Syakur, S., & Darusman, D. (2021). Karakteristik Biochar Sekam Padi Pada Dua Temperatur Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *6*(4), 732–739. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18404>
- Qian, S., Zhou, X., Fu, Y., Song, B., Yan, H., Chen, Z., Sun, Q., Ya, H., Qin, L., & Lai, C. 2023. Biochar-compost as a new option for soil improvement: Application in various problem soils. *Science of The Total Environment*. 870:(162024).
- Rahman, A., & Rijanto, T. (2018). Studi Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Resistansi Pentanahan Jenis Elektrode Batang. *Jurnal Teknik Elektro*, *7*(2), 101–106.
- Robbani, M. N., & Supriyanto. (2021). Pemantauan Perubahan Tahanan Jenis Listrik Tanah Akibat Pemberian Pupuk Jenis NPK, Urea, ZA dan ZK pada Lahan Pertanian Terkondisi Menggunakan Alat Geolistrik Sederhana. *Jurnal Geosains Terapan*, *4*(1), 66–71.
- Septiana, L. M., Santika, N., Yumnaini, S., Buchari, H., Prasetyo, D., Arif, M. A. S., & Niswati, A. (2023). Laju Respirasi Tanah Pada Pertanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt.) Akibat Pemberian Biochar Dan Pupuk Fosfor Di Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*, *11*(2), 299. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i2.7218>
- Simanjuntak, S. A. B. H. (2019). AGRILAND The effect of biochar on growth and yield of pakchoy. *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*, *7*(2).

- Verhoef, P. N. W. 1994. *Geologi untuk Teknik Sipil*. Jakarta : Erlangga.
- Wijayanto, D., Trihasto, A., & Kurniawan, A. A. (2023). *Uji Resistivitas Tanah Untuk Pemasangan Grounding Dan Lightning Protection Proyek Pltgu Tambak Lorok Ccpp 600-850 Mw Blok 3 Semarang*. 2(2), 462–471.
- Yüksel, O., & Kavdır, Y. (2020). Improvement of Soil Quality Parameters by Municipal Solid Waste Compost Application in Clay-Loam Soil. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(3), 603–609. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i3.603-609.3062>
- Zuhdi, M., & Wachid, A. (2021). Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Eksplorasi Air Tanah di Gunung Tunak. *Konstan - Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 18–26. <https://doi.org/10.20414/konstan.v6i1.69>

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Matriks Penelitian

Lampiran 2. 1 Surat Izin Penelitian

Lampiran 3. 1 Surat Keterangan Selesai Penelitian

Lampiran 4. 1 Data Hasil Penelitian

Lampiran 5. 1 Dokumentasi Penelitian

Berikut link untuk lampiran :

<https://drive.google.com/drive/folders/1A6bBDIZnbqY5vpNd9U0XQ1KZoFFL4r1T>

atau scan *barcode* di bawah ini untuk melihat lampiran

