

**EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI CEMARA LAUT
(*Casuarina equisetifolia*) PADA MEDIA PASIR PANTAI**

(Skripsi)

Oleh

**SULINDRI
NPM 2114151008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI CEMARA LAUT
(*Casuarina equisetifolia*) PADA MEDIA PASIR PANTAI**

Oleh

**Sulindri
NPM 2114151008**

Skripsi

**sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI CEMARA LAUT (*Casuarina equisetifolia*) PADA MEDIA PASIR PANTAI

Oleh

Sulindri

Pasir pantai memiliki tingkat kesuburan rendah dan kadar salinitasnya yang tinggi, sehingga kurang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Untuk mengatasi kondisi tersebut, diperlukan upaya perbaikan melalui penambahan bahan pembenah tanah, seperti pupuk kandang sapi dan asam humat. Pupuk kandang sapi mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Asam humat berperan dalam menyediakan nutrisi esensial bagi tanaman dan mikroorganisme tanah, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah pada lahan pasir pantai yang umumnya memiliki kandungan hara rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dosis pupuk kandang sapi dan asam humat yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tanam pasir pantai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan menggunakan 2 faktor yaitu pupuk kandang sapi (K) yang terdiri dari 4 taraf dan asam humat (A) yang terdiri dari 3 taraf sehingga terbentuk 12 kombinasi perlakuan dengan 5 ulangan dan total sampel penelitian adalah 60. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter bobot basah akar dan bobot kering akar dengan dosis yang memberikan pengaruh terbaik adalah 100 g. Pada perlakuan asam humat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter bobot basah pucuk dengan dosis terbaik 10 ml. Kemudian, interaksi pemberian pupuk kandang sapi 100 g dan asam humat 10 ml memberikan pengaruh nyata terhadap parameter diameter semai, bobot basah akar, dan nisbah pucuk akar.

Kata kunci : Pasir pantai; Pupuk kandang sapi; Asam humat, Cemara laut

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF COW MANURE AND HUMIC ACID ON THE GROWTH OF SEA PINE SEEDLINGS (*Casuarina equisetifolia*) IN BEACH SAND MEDIA

By

Sulindri

Beach sand has low fertility and high salinity levels, so it does not support optimal plant growth. To overcome these conditions, improvement efforts are needed by adding soil conditioners, such as cow manure and humic acid. Cow manure contains macro and micro nutrients that are important for plant growth. Humic acid plays a role in providing essential nutrients for plants and soil microorganisms, so it can increase soil fertility in coastal sandy land which generally has low nutrient content. This study aims to analyze the doses of cow manure and humic acid that provide the best effect on the growth of sea pine seedlings in coastal sand planting media. This study used a Completely Randomized Design (CRD) Factorial using 2 factors, namely cow manure (K) consisting of 4 levels and humic acid (A) consisting of 3 levels so that 12 treatment combinations were formed with 5 replications and a total of 60 research samples. The results showed that the administration of cow manure had a very significant effect on the parameters of root wet weight and root dry weight with the dose that gave the best effect being 100 g. In the treatment of humic acid, it gave a very significant effect on the parameter of the wet weight of the shoots with the best dose of 10 ml. Then, the interaction of giving 100 g of cow manure and 10 ml of humic acid gave a significant effect on the parameters of seedling diameter, root wet weight, and root shoot ratio.

Keywords: Beach sand; Cow manure; Humic acid, Sea pine

LEMBAR PENGESAHAN

Judul

: **EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI
DAN ASAM HUMAT TERHADAP
PERTUMBUHAN SEMAI CEMARA LAUT
(*Casuarina equisetifolia*) PADA MEDIA
PASIR PANTAI**

Nama

: **Sulindri**

Nomor Pokok Mahasiswa

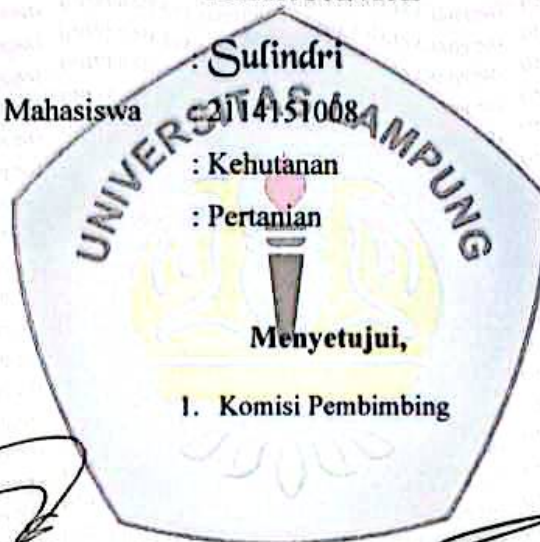
: **2014151008**

Jurusan

: **Kehutanan**

Fakultas

: **Pertanian**



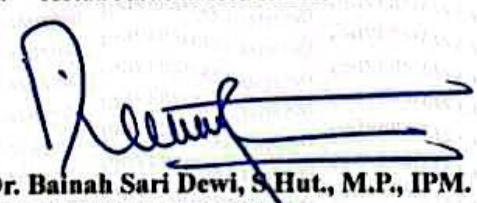
Menyetujui,

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si.
NIP 198204072010121002


Ir. Indriyanto, M.P.
NIP 196211271986031003

2. **Ketua Jurusan Kehutanan**


Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM.
NIP 197310121999032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si.

Sekretaris

: Ir. Indriyanto, M.P.

Penguji

: Drs. Afif Bintoro, M.P.



Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Juni 2025

MENGESAHKAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sulindri
NPM : 2114151008
Jurusan : Kehutanan
Alamat Rumah : Dusun Tulung Julak, Kecamatan Labuhan Ratu,
Lampung Timur

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI CEMARA LAUT
(*Casuarina equisetifolia*) PADA MEDIA PASIR PANTAI**

Adalah benar karya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika dikemudian hari pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Juni 2025
Yang membuat pernyataan,



Sulindri
NPM 2114151008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Labuhan Ratu, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, pada 03 Juni 2003. Anak terakhir dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Sunaryo dan Ibu Suliah. Penulis menempuh pendidikan di TK Pertiwi Labuhan Ratu pada Tahun 2008-2009, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Labuhan Ratu pada Tahun 2009-2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 2 Labuhan Ratu pada Tahun 2015-2018, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Labuhan Ratu pada Tahun 2018-2021.

Melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) penulis diterima di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung tahun 2021. Penulis melaksanakan magang regular di Wildlife Conservation Society-Indonesia Program (WCS-IP) Kota Agung pada bulan Juli Tahun 2023 selama 30 hari. Penulis pernah mengikuti kegiatan MBKM (Merdeka Kampus Belajar Merdeka) Penelitian Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Semester Genap Tahun Ajaran 2022/2023. Pada bulan Januari-Februari 2024 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mekar Asri, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan selama 40 hari. Penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Kampus Lapangan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada tepatnya di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Getas dan Wanagama, Jawa Tengah pada bulan Juli-Agustus 2024 selama 20 hari.

Bismillahirrahmanirrahim
Kupersembahkan karya tulis ini untuk kedua orang tuaku tersayang,
Ibunda Suliah dan Ayahanda Sunaryo

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dan Asam Humat terhadap Pertumbuhan Semai Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) pada Media Pasir Pantai” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung. Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada beberapa pihak sebagai berikut.

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM. Selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, saran, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Indriyanto, M.P. selaku pembimbing ke dua yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, saran, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Drs. Afif Bintoro, M.P. selaku pembahas atau penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang baik untuk penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dian Iswandaru, S.Hut., M.Sc., sebagai Pembimbing Akademik atas semua bimbingan, saran, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman bagi penulis selama menuntut ilmu di Universitas Lampung.
8. Ayahanda Sunaryo dan Ibunda Suliah atas dukungan serta doa yang telah diberikan kepada penulis.
9. Keluarga besar penulis di kampung halaman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
10. Rekan-rekan Jurusan Kehutanan Universitas Lampung Angkatan 2021 Laboriosa.
11. Semua pihak yang telah berjasa dan membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala kontribusinya terhadap penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi penyusunan, bahasa maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata, penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Juni 2025

Sulindri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pemikiran.....	4
1.6 Hipotesis Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pasir Pantai.....	8
2.2 Cemara Laut	9
2.3 Pembenah Tanah.....	11
2.4 Pupuk Kandang Sapi.....	12
2.5 Asam Humat	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode	15
3.4 Pelaksanaan.....	17
3.5 Pengamatan	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.2 Pembahasan.....	36

V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabulasi data RAL faktorial 4 x 3.....	20
2. Analisis keragaman dua jalur pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial	23
3. Rekapitulasi hasil uji homogenitas ragam menggunakan uji Levene.....	24
4. Rekapitulasi hasil analisis keragaman untuk seluruh parameter pengamatan	26
5. Pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap diameter semai cemara laut.....	31
6. Pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap diameter semai cemara laut.....	31
7. Pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap bobot basah akar semai cemara laut.....	32
8. Pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap bobot basah akar semai cemara laut.....	32
9. Pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap nisbah pucuk akar semai cemara laut.....	33
10. Pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap nisbah pucuk akar semai cemara laut.....	33
11. Hasil analisis tanah kontrol, tanah dengan respon terbaik, sedang, dan terburuk	34
12. Suhu dan kelembapan udara rumah kaca sebagai data pendukung pada awal hingga akhir penelitian.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alur penelitian efektivitas pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut (<i>Casuarina equisetifolia</i>) pada media pasir pantai.....	6
2. Cemara laut (<i>Casuarina equisetifolia</i>).....	10
3. Tata letak unit percobaan dalam metode rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4 x 3.	17
4. Pengaruh utama pupuk kandang sapi terhadap bobot basah akar semai cemara laut.....	27
5. Pengaruh utama pupuk kandang sapi terhadap bobot kering akar semai cemara laut.....	28
6. Pengaruh utama asam humat terhadap bobot basah pucuk semai cemara laut	29
7. Pengaruh utama asam humat terhadap nisbah pucuk akar semai cemara laut	30
8. Pengaruh interaksi pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap diameter semai cemara laut.....	31
9. Pengaruh interaksi pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap bobot basah akar semai cemara laut.....	32
10. Pengaruh interaksi pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap nisbah pucuk akar semai cemara laut.....	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah pasir pantai merupakan jenis tanah yang memiliki tingkat kesuburan sangat rendah (Zulkoni dkk., 2020). Pasir pantai sendiri memiliki sifat tanah yaitu bertekstur pasir, konsistensinya mudah hancur saat kondisi kering, daya tahan menyimpan air rendah dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah (Peniwiratri dan Afany, 2022). Pada daerah-daerah pantai banyak yang mengalami abrasi karena terjadinya proses pengikisan pantai oleh gelombang laut dan arus laut, jika dibiarkan begitu saja bisa menjadi lebih berbahaya (Purlilaiceu dkk., 2023). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pencegahan dan perbaikan lahan daerah-daerah pantai yang mengalami abrasi (Ahmad, 2017).

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) adalah salah jenis tumbuhan yang hidup di kawasan pesisir, yang mampu bertahan saat laju angin, gelombang dan arus laut tinggi (Alisani dkk., 2022). Cemara laut juga memiliki fungsi untuk mencegah abrasi pantai, menyuburkan tanah dan mengurangi kegersangan pada suatu lahan (Utama dkk., 2020). Menurut Purwantara dkk., (2019) penanaman cemara laut dapat menahan laju angin dan abrasi pantai. Namun, dalam penanaman cemara laut yang sudah banyak dilakukan guna mencegah abrasi pantai juga masih mengalami permasalahan yaitu mati atau rusak (Alisani dkk., 2022). Dalam penanaman juga diperlukan pemberian bahan tambahan untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman seperti penambahan bahan organik (Irawan dkk., 2021).

Penambahan bahan organik ke media tanah pasir pantai juga dapat memberikan manfaat lebih baik dalam perbaikan tanah pasir pantai (Hasibuan, 2015). Pada kondisi lahan pasir pantai yang mempunyai kemampuan rendah menahan air, daya ikat partikelnya juga rendah serta memiliki kadar garam yang tinggi

merupakan permasalahan yang dominan dimiliki tanah pasir pantai (Darmestawan dkk., 2023). Melihat kondisi permasalahan tanah pasir pantai tersebut, digunakan pemberian bahan organik pada media pasir pantai yaitu pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi mampu meningkatkan agregasi tanah, C-organik, berpengaruh terhadap mikroorganisme tanah, dan meningkatkan porositas tanah yang dapat memperbaiki pori tanah sehingga terjadi peningkatan ketersediaan air (Pangaribuan dkk., 2020). Dengan pemberian bahan pembenah tanah pasir pantai berupa pupuk kandang sapi diharapkan dapat mengatasi masalah atau kendala pada suatu lahan pasir pantai.

Selain pupuk kandang sapi masih banyak bahan pembenah tanah yang dapat digunakan untuk kegiatan memperbaiki sifat tanah seperti asam humat, asam amino, pupuk organik cair, pupuk kandang, mikroba dan *biochar* (Benggu dkk., 2023). Di antara banyaknya bahan pembenah tanah ini yang memiliki potensi cukup besar adalah asam humat. Penggunaan bahan pembenah tanah dengan asam humat memberikan hasil yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman (Rinaldi dan Siregar, 2019). Asam humat menyediakan nutrisi penting bagi tanaman dan mikroba tanah sehingga dapat membantu dalam meningkatkan kesuburan tanah di lahan pasir yang memiliki kandungan nutrisi rendah (Herman, 2022). Selain itu, asam humat juga berperan sebagai pelengkap penggunaan pupuk yang dapat memberikan manfaat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Anjarsari dkk., 2015).

Upaya memperbaiki lahan pasir pantai sangat penting dilakukan karena melihat kondisi dan permasalahan-permasalahan yang terjadi di negara Indonesia saat ini. Salah satu permasalahan tersebut adalah abrasi pantai yang menyebabkan hilangnya daratan (Purwantara dkk., 2019). Penanaman tanaman seperti cemara laut diharapkan dapat berhasil membantu menjaga kelestarian lingkungan di sekitar daerah pasir pantai (Faizah, 2019). Penggunaan bahan organik yaitu pupuk kandang sapi dan asam humat diharapkan dapat meningkatkan serapan unsur hara dan menjaga fungsi tanah pasir pantai kembali dari abrasi. Dalam pemberian bahan pembenah tanah tersebut agar dapat mengetahui hasil yang tepat pada pertumbuhan tanaman harus memperhatikan cara, waktu dan dosis yang diberikan (Qibtiyah, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk

mengetahui pengaruh dosis pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut dalam rangka mempercepat proses perbaikan lahan pasir pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh pupuk kandang sapi yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
2. Bagaimana pengaruh asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara dosis pupuk kandang sapi dan asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
4. Bagaimana pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
5. Bagaimana pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis dosis pupuk kandang sapi yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
2. Menganalisis dosis asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.

3. Menganalisis interaksi antara dosis pupuk kandang sapi dan asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
4. Menganalisis pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
5. Menganalisis pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan informasi pengaruh dosis pupuk kandang sapi terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
2. Mendapatkan informasi pengaruh dosis asam humat terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
3. Memperoleh pemahaman tentang interaksi terbaik antara dosis pupuk kandang sapi dan dosis asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.

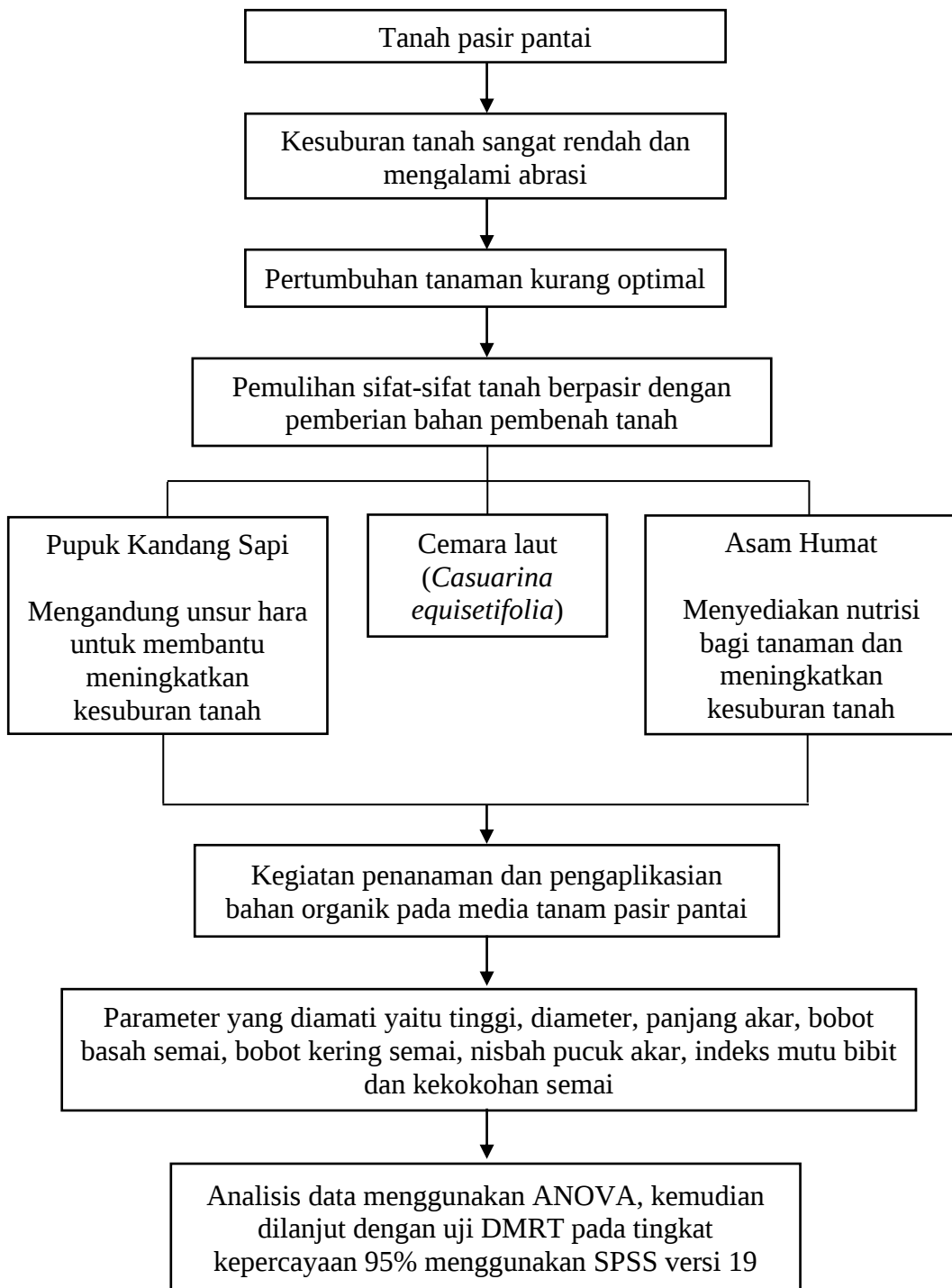
1.5 Kerangka Pemikiran

Tanah pasir pantai memiliki tingkat kesuburan sangat rendah (Zulkoni dkk., 2020). Daerah pantai sering mengalami permasalahan yaitu abrasi yang dapat menyebabkan hilangnya daratan (Purwantara dkk., 2019). Penanaman tanaman yang dapat mencegah abrasi di daerah pantai juga sangat diperlukan untuk permasalahan tersebut. Cemara laut adalah salah jenis tumbuhan yang ada di sekitar pesisir pantai yang dapat digunakan untuk mencegah abrasi, selain itu juga dapat menyuburkan tanah (Utama dkk., 2020). Namun, penanaman cemara laut juga masih mengalami permasalahan seperti mati atau rusak (Alisani dkk., 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan tanah pasir pantai untuk meningkatkan ke-

suburan tanah berpasir dan pertumbuhan tanaman. Melihat permasalahan yang terjadi pada tanaman di pasir pantai juga diperlukan pemberian perlakuan yaitu dengan pemberian bahan pembenah tanah. Pemberian bahan pembenah tanah pada pasir pantai dengan bahan organik dapat membantu menyuburkan tanah (Abidin dkk., 2017) dan memperbaiki pertumbuhan tanaman (Irawan dkk., 2021).

Pupuk kandang sapi merupakan pupuk dengan kelebihan mengandung serat yang tinggi dan menyediakan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dan meningkatkan bahan organik di dalam tanah (Rahayu dkk., 2020). Penelitian Wasis dan Prihanto (2023), pemberian dosis pupuk kandang sapi 120 g memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tinggi semai salam pada tanah tercemar oli bekas. Pupuk kandang sapi dapat memperbaiki struktur tanah dan sifat kimia tanah pasir pantai, dan mampu dijadikan sebagai bahan sementasi yang dapat mengikat partikel-partikel pasir sehingga struktur tanah pasir menjadi lebih baik (Peniwiratri dan Afany, 2022). Selain itu, bahan pembenah tanah yang lain yang sering digunakan adalah asam humat. Asam humat menyediakan nutrisi penting bagi tanaman dan mikroba tanah sehingga dapat membantu dalam meningkatkan kesuburan tanah (Herman, 2022). Penelitian Aprilliandi dkk., (2017) mengatakan bahwa pemberian dosis asam humat 5 g/tanaman atau 5 ml/tanaman memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata* dan sudah mampu memperbaiki sifat tanah pasir pantai, namun dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis asam humat menjadi 10, 15 dan 20 g/tanaman dapat menghambat perkembangan akar sehingga bisa menurunkan pertumbuhan tanaman *Mucuna bracteata*. Kebutuhan nutrisi dari setiap tanaman itu berbeda-beda selama pertumbuhan dan perkembangannya (Rajak dkk., 2016). Oleh karena itu, dalam pemberian bahan pembenah tanah agar dapat mengetahui hasil yang tepat pada pertumbuhan tanaman harus memperhatikan cara, waktu dan dosis yang diberikan (Qibtiyah, 2015). Dengan demikian, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pemberian bahan pembenah tanah yaitu pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan cemara laut dalam rangka mempercepat proses perbaikan lahan pasir pantai. Secara rinci alur penelitian efektivitas pupuk kandang sapi dan asam

humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media pasir pantai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian efektivitas pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) pada media pasir pantai.

1.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Salah satu dosis pupuk kandang sapi berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
2. Salah satu dosis asam humat berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
3. Terdapat interaksi antara dosis pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
4. Terdapat pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai
5. Terdapat pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Pantai

Tanah pasir pantai adalah jenis tanah dengan kesuburan rendah, kandungan bahan organiknya rendah, serta laju infiltrasinya cepat sehingga kemampuan untuk mengikat dan menghasilkan air dan unsur haranya rendah (Erlangga dkk., 2023). Tanah pasir pantai bertekstur pasir, memiliki kadar bahan organik rendah, KTK rendah dan kandungan unsur haranya juga rendah (Peniwiratri dan Afany, 2022). Pasir pantai dengan kandungan butiran halus berkisar 0,55-2,5 mm, berbeda dengan pasir darat yang umumnya berkisar antara 0,55-3 mm (Setiyo dan Wedyantadji, 2020). Lahan pasir pantai merupakan lahan marginal dengan produktivitas tanah rendah karena struktur tanah yang rapuh atau tidak kokoh, kapasitas menahan air rendah, tingkat infiltrasi dan evaporasi tinggi, tingkat kesuburan rendah, kandungan bahan organik sangat rendah, memiliki temperatur yang tinggi dan angin laut yang kuat (Kusumaningrum dan Widiyantono, 2018).

Pada lahan pasir pantai mempunyai suhu tinggi saat siang hari dan memiliki kandungan salinitas yang tinggi (Astutik dkk., 2023). Tanah pasir pantai memiliki mikroorganisme tanah yang terbatas sehingga menyebabkan produktivitas tanaman menjadi rendah. Tanah pada lahan pesisir pantai memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan menahan air, tekstur tanah, kandungan kimia dan bahan organik tanah. Salah satu upaya untuk mengelola lahan pasir pantai dengan keterbatasan-keterbatasan tersebut adalah dengan penambahan bahan organik (Pramesti dan Hermiyanto, 2019). Dalam penelitian Zulkoni dkk., (2020) menyebutkan bahwa tanah pasir pantai memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah, maka perlu dilakukan pengelolaan agar produktivitasnya tinggi dengan cara menambahkan bahan pembenah tanah dengan bahan organik.

Pasir pantai banyak ditemukan di sepanjang wilayah pesisir pantai dan sebagian lautan dangkal. Pasir dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristik fisik atau komposisi mineral yang membentuknya. Klasifikasi sifat fisik pasir dapat dibagi berdasarkan bentuk, ukuran partikel, warna dan densitasnya. Di alam, pasir pantai memiliki tingkat kemurnian tergantung pada proses pembentukannya dan keberadaan material lain yang ikut terlibat dalam proses pengendapannya. Material dengan unsur yang dominan berperan sebagai penentu warna pada pasir pantai dan memberi petunjuk tentang tingkat kemurniannya (Melvin dkk., 2020).

Daerah pantai seiring berjalannya waktu keseimbangannya akan terganggu jika tidak dikelola dengan baik dan benar. Erosi atau abrasi merupakan permasalahan yang sering terjadi yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan alam daerah pantai (Purlilaiceu dkk., 2023). Abrasi merupakan fenomena alami berupa pengikisan tanah di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus laut, abrasi sering juga disebut sebagai erosi pantai (Palisu dkk., 2022). Menurut Sulaiman (2021), abrasi terjadi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam meliputi pasang surut air laut, arus air laut, badai dan perubahan iklim. Sedangkan faktor manusia meliputi pemanasan global, penambangan pasir dalam skala besar dan eksploitasi sumber daya laut. Selain faktor alam dan faktor manusia, kurangnya tumbuhan di daerah pantai yang dapat mencegah terjadinya abrasi juga sangat penting dilakukan (Purlilaiceu dkk., 2023).

2.2 Cemara Laut

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan jenis pohon yang hidup di wilayah pesisir, yang memiliki kemampuan untuk bertahan dalam kondisi gelombang tinggi, pasang air laut dan angin kencang sehingga sangat cocok untuk rehabilitasi di kawasan pesisir (Alisani dkk., 2022). Klasifikasi taksonomis cemara laut diuraikan sebagai berikut (Lindungi Hutan, 2022).

Rhegnum	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Casuarinales

Famili : Casuarinaceae
Genus : *Casuarina*
Spesies : *Casuarina equisetifolia* L.

Tumbuhan cemara laut memiliki jenis akar tunggang biasanya berwarna krem atau kekuningan, fungsi utamanya adalah untuk menyerap unsur hara dari dalam tanah dan juga untuk menyerap air. Cemara laut merupakan tumbuhan berpohon tunggal dengan cabang-cabang halus dan kulit batang yang berwarna abu-abu muda. Permukaan batang muda memiliki tekstur halus, sementara batang yang sudah tua kasar, tebal dan beralur. Kulit pohon cemara laut berwarna kemerahan dan memiliki aroma yang harum (Munthe dkk., 2023). Gambar cemara laut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) (Sulindri, 2024).

Cemara laut adalah tumbuhan hutan pantai yang mempunyai banyak manfaat seperti sebagai pemecah angin, melindungi lahan pertanian dan pemukiman penduduk dari angin laut (Mutia dkk., 2022). Dalam penelitian Pasaribu dkk., (2023) kayu cemara laut mempunyai kualitas tinggi untuk bahan bakar (arang), kayu gelondongan dan berperan penting dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan serta sebagai penahan angin. Umumnya cemara laut berkembang biak secara generatif dengan menggunakan biji yang terdapat di dalam buah dan setiap buahnya mengandung 20-50 biji. Biji cemara laut memiliki ukuran sangat kecil, dengan permukaan berbulu sehingga mudah diterbangkan oleh angin ke daerah lain.

Cemara laut merupakan jenis tanaman khas pantai yang potensial untuk rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT) pantai berpasir. Jenis tumbuhan ini mampu menahan angin laut dan uap air laut yang mengandung garam sehingga mampu mendorong perbaikan lingkungan. Tumbuhan ini bisa tumbuh di lahan marginal karena memiliki akar yang diinfeksi oleh *Actinomyces* (bakteri benang) dengan nama *Frankia*. Serasah cemara laut yang berguguran juga sangat tinggi dan dapat menyuburkan tanah (Jamilah dkk., 2020).

2.3 Pembenah Tanah

Pembenah tanah adalah bahan-bahan sintesis atau alami yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Penggunaan bahan organik tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah sudah banyak dilakukan baik berupa pupuk organik maupun bahan pembenah tanah (Aprisa dkk., 2020). Bahan pembenah tanah juga dikenal dengan istilah *soil conditioner*. Di kalangan para ahli tanah diartikan sebagai bahan-bahan sintesis atau alami, organik maupun mineral, dalam bentuk padat ataupun cair yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki struktur tanah, merubah kapasitas tanah dalam menahan dan mengalirkan air, serta meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan hara dan air. Dalam hal ini tanah dapat mempertahankan ketersediaan air dan unsur hara dan tanaman tetap mampu memanfaatkan air dan hara tersebut (Dariah dkk., 2015).

Pembenah tanah umumnya digunakan untuk mempercepat pemulihan kualitas tanah dengan tujuan dapat mengoptimalkan produktivitas tanah (Putri dkk., 2023). Pembenah tanah dapat memperbaiki struktur tanah dengan mempengaruhi kapasitas lapang dan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Farida dkk., 2015). Pembenah tanah adalah bahan organik yang mampu mempercepat pemulihan serta peningkatan kualitas tanah. Pembenah tanah juga berguna untuk sumber nutrisi, bahan organik bisa berfungsi sebagai penambah tanah. Oleh karena itu, penggunaan pembenah tanah merupakan suatu cara untuk mempercepat pemulihan atau peningkatan kualitas tanah (Bardiana dkk., 2020).

Penggunaan bahan pembenah tanah dengan amelioran dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan pada tanah pasir. Amelioran digunakan sebagai solusi efektif dalam meningkatkan sifat fisik tanah, terutama tanah pasir.

Penambahan amelioran dapat meningkatkan retensi air dan struktur tanah sekaligus memberikan ruang lebih baik bagi akar tanaman untuk berkembang. Amelioran adalah bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah dengan tujuan meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian (Astiko dkk., 2024). Penerapan amelioran tanah seperti kompos, pupuk hijau dan bahan organik lainnya, telah terbukti berhasil dalam meningkatkan struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah untuk menyimpan air dan nutrisi serta mengurangi tingkat keasaman tanah (Astiko dkk., 2023).

Lahan pasir pantai dengan kandungan unsur hara yang rendah memerlukan pembenah tanah agar tercipta kondisi tanah yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman (Istiyanti dkk., 2015). Sifat kimia tanah pasir pantai kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Tanah pasir pantai memiliki kandungan hara yang rendah karena mineral-mineralnya belum terurai dan adanya pelindian. Oleh karena itu, perlu adanya penggunaan bahan pembenah tanah di lahan pasir pantai untuk mengurangi hal tersebut (Putra dkk., 2020).

2.4 Pupuk Kandang Sapi

Pupuk kandang sapi merupakan salah satu pupuk organik yang mampu memperbaiki kualitas tanah sehingga ketersediaan unsur hara tanaman dapat tersedia. Pupuk kandang sapi mengandung kadar selulosa yang tinggi, menyediakan unsur hara makro dan mikro bagi tanaman, serta memperbaiki daya serap air dan ketersediaan unsur hara tanah (Khan dkk., 2021). Pupuk kandang kotoran sapi mengandung unsur hara makro N, P, K, juga sejumlah unsur hara mikro, seperti Fe, Zn, B, Mn, Cu, dan Mo. Pupuk kandang kotoran sapi ini dapat dianggap sebagai pupuk alternatif untuk mempertahankan produksi tanaman. Pupuk kandang kotoran sapi sangat berperan sebagai sumber makanan bagi bahan organisme tanah, pupuk kandang kotoran sapi akan meningkatkan jumlah organisme tanah. Tanah menjadi gembur sehingga produksi tanaman meningkat (Novita dkk., 2020).

Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang dapat digunakan sebagai pembenah terbaik jika dibandingkan dengan bahan pembenah lainnya. Pupuk

kandang dapat dimanfaatkan untuk menciptakan sistem pertanian yang ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk kandang menjadi solusi perbaikan struktur tanah pasir sehingga meningkatkan kemampuan mengikat air meningkat, dan meningkatkan kadar bahan organik pada tanah pasir. Beberapa fungsi pupuk kandang yaitu mampu membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara, memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan daya sanggah tanah terhadap perubahan pH, dan menurunkan fiksasi P dan sebagai reservoir hara sekunder, serta sumber energi bagi mikroorganisme tanah untuk dekomposisi dan pelepasan unsur hara dalam ekosistem tanah (Putra dkk., 2021).

Pupuk kandang sapi adalah pupuk yang dihasilkan dari kotoran ternak atau limbah sampah yang ada di alam. Pupuk kandang sapi dapat berguna sebagai sumber humus, sebagai sumber unsur hara makro dan mikro, sebagai pembawa mikroorganisme yang menguntungkan dan juga sebagai pemacu pertumbuhan. Selain itu, pupuk kandang sapi mampu meningkatkan kandungan unsur hara dalam tanah dan juga memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat fisik dan kimia tanah karena mendukung kehidupan jasad renik. Dengan demikian pupuk kandang mempunyai kemampuan untuk membuat tanah menjadi subur (Angkur dkk., 2021).

2.5 Asam Humat

Asam humat adalah suatu molekul kompleks yang terdiri atas kumpulan berbagai macam bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan hewan setelah mengalami dekomposisi. Sebagian asam humat diperoleh dari ekstraksi bahan leonardite atau lignit. Asam humat merupakan bahan organik alam dengan ketersediaan yang melimpah dan berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Shaila dkk., 2019). Asam humat memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi oleh tanaman melalui kemampuannya mengikat, menyerap dan menukar unsur hara dengan air, sehingga nutrisi yang diperlukan oleh tanaman dapat tersedia lebih baik (Susilo dkk., 2023).

Asam humat merupakan salah satu fraksi dari senyawa humat yang termasuk dalam bahan organik (*natural organic matter*). Senyawa ini terbentuk dari proses degradasi biologis (enzimatis), kimia maupun abiotik dari bahan

organik yang terletak di permukaan tanah. Asam humat dapat terlarut pada kondisi lingkungan yang bersifat basa atau memiliki pH tinggi, namun tidak larut pada kondisi lingkungan yang bersifat asam atau memiliki pH rendah. Asam humat terbukti mampu memberikan perbaikan secara biologis dan fisiologi tanaman. Asam humat berperan dalam memaksimalkan fungsi akar sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara lebih banyak. Pengaplikasian asam humat pada tanah mempunyai peran dalam meningkatkan penyerapan fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), natrium (Na), tembaga (Cu) dan seng (Zn) (Nurlina dkk., 2018).

Asam humat adalah hasil ekstraksi berbagai bahan organik yang memiliki peran penting dalam mengurangi erosi tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Lapatoro dkk., 2023). Asam humat terdiri dari unsur C 40-80%, N 2-4%, S 1-2%, dan P 0-0,3%. Asam humat mengandung lebih banyak unsur H, C, N dan S sedangkan kadar unsur O asam humat lebih sedikit dibanding asam fulfat. Asam humat juga memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam maupun senyawa organik (Firda dkk., 2016). Dalam penelitian Riyandi dkk., (2020) menyatakan bahwa penggunaan asam humat dapat meningkatkan kualitas media tanam sehingga pertumbuhan tanaman dapat meningkat. Asam humat adalah komponen senyawa penting dari senyawa humus. Asam humat membantu menggemburkan tanah, membantu dalam transpor nutrisi dari tanah ke tanaman, meningkatkan retensi kandungan air dan membantu pertumbuhan mikroba di dalam tanah.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga Januari 2025 di Rumah Kaca, Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, timbangan analitik, *digital calliper*, *sprayer*, gelas ukur, *pottray* dengan ukuran 3,5 cm x 3,5 cm, ayakan dengan ketelitian 20 *mesh*, penggaris dengan ketelitian 1 mm dan *thermohygrometer*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah benih Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*), *polybag* ukuran 20 cm x 20 cm, media tumbuh semai berupa pasir pantai, asam humat cair dan pupuk kandang sapi.

3.3 Metode

Metode yang digunakan yaitu memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu pupuk kandang sapi yang terdiri atas 4 taraf dosis. Faktor kedua yaitu asam humat yang terdiri atas 3 taraf dosis. Faktor tersebut membentuk 12 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 ulangan. Jumlah semai yang digunakan untuk setiap satuan (unit) percobaan yaitu 1 batang. Maka, terdapat 60 perlakuan sehingga satuan percobaan yang dibutuhkan 60 batang.

Faktor pemberian pupuk kandang sapi (K) dengan taraf dosis sebagai berikut.

K_0 = kontrol = 0 g pupuk kandang sapi per *polybag*

K_1 = 100 g pupuk kandang sapi per *polybag*

K_2 = 120 g pupuk kandang sapi per *polybag*

K_3 = 140 g pupuk kandang sapi per *polybag*

Faktor pemberian asam humat cair (A) dengan taraf dosis sebagai berikut.

A_0 = kontrol = 0 ml asam humat cair per *polybag*

A_1 = 5 ml asam humat cair per *polybag*

A_2 = 10 ml asam humat cair per *polybag*

Rumus Linier Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial).

Menurut Budiyono (2009), bentuk umumnya dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}; i = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots; r = 1, 2, \dots$$

Keterangan:

Y_{ijk} : respon perlakuan pada taraf ke- i faktor K, taraf ke- j faktor A dan ulangan ke- k

μ : nilai tengah populasi (rata-rata yang sesungguhnya)

α_i : pengaruh utama taraf ke- i dari faktor K

β_j : pengaruh utama taraf ke- j dari faktor A

$(\alpha\beta)_{ij}$: pengaruh interaksi faktor K taraf ke- i dan faktor A taraf ke- j

ε_{ijk} : pengaruh galat pada taraf ke- i faktor K, taraf ke- j dari faktor A dan ulangan ke- k

K _{2.4} A _{0.4}	K _{2.1} A _{0.1}	K _{2.2} A _{1.2}	K _{0.3} A _{0.3}	K _{3.4} A _{0.4}
K _{3.1} A _{1.1}	K _{2.3} A _{0.3}	K _{1.5} A _{2.5}	K _{0.1} A _{2.1}	K _{3.3} A _{2.3}
K _{3.5} A _{2.5}	K _{2.1} A _{1.1}	K _{0.4} A _{2.4}	K _{1.4} A _{0.4}	K _{3.1} A _{0.1}
K _{0.2} A _{0.2}	K _{1.1} A _{2.1}	K _{0.2} A _{1.2}	K _{1.1} A _{1.1}	K _{0.3} A _{2.3}
K _{0.5} A _{1.5}	K _{3.2} A _{1.2}	K _{0.4} A _{0.4}	K _{2.4} A _{1.4}	K _{3.5} A _{1.5}
K _{2.3} A _{2.3}	K _{0.5} A _{2.5}	K _{3.1} A _{2.1}	K _{1.2} A _{1.2}	K _{0.1} A _{0.1}
K _{0.3} A _{1.3}	K _{3.2} A _{2.2}	K _{1.2} A _{2.2}	K _{0.5} A _{0.5}	K _{2.4} A _{2.4}
K _{1.2} A _{0.2}	K _{2.2} A _{2.2}	K _{1.4} A _{2.4}	K _{0.1} A _{1.1}	K _{3.2} A _{0.2}
K _{3.4} A _{1.4}	K _{1.3} A _{1.3}	K _{1.4} A _{1.4}	K _{1.5} A _{0.5}	K _{3.3} A _{0.3}
K _{3.3} A _{1.3}	K _{2.2} A _{0.2}	K _{2.5} A _{1.5}	K _{1.5} A _{1.5}	K _{3.5} A _{0.5}
K _{1.3} A _{0.3}	K _{2.5} A _{0.5}	K _{2.1} A _{2.1}	K _{3.4} A _{2.4}	K _{2.5} A _{2.5}
K _{0.4} A _{1.4}	K _{1.3} A _{2.3}	K _{1.1} A _{0.1}	K _{2.3} A _{1.3}	K _{0.2} A _{2.2}

Gambar 3. Tata letak unit percobaan dalam metode rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4 x 3.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Persiapan Media Tumbuh Semai

Persiapan dimulai dari pengambilan bahan berupa pasir pantai, penyiapan peralatan dan pembuatan campuran media tumbuh semai. Pasir pantai dibersihkan, diayak dan selanjutnya diaklimatisasi selama satu minggu. Kemudian tahap pembuatan campuran media tanam, perlakuan pertama pupuk kandang sapi yang akan digunakan memiliki kriteria sudah matang ditandai dengan warna coklat kehitaman, tidak berbau, kering, dan tidak panas saat dipegang, selanjutnya pupuk kandang sapi diremahkan terlebih dahulu agar tidak menggumpal sebelum dicampurkan ke media tanam. Pada perlakuan kedua yaitu penyiapan asam humat cair sesuai dengan perlakuan masing-masing.

3.4.2 Penyiapan Semai

Penyiapan semai dimulai dengan pengecambahan benih cemara laut. Tahap awal dilakukan proses penyeleksian benih, kemudian dilakukan skarifikasi benih dengan perendaman menggunakan air bersuhu 80°C selama 6 jam. Tahap selanjutnya yaitu penanaman benih pada *potray* menggunakan media perkecambahan berupa pasir yang telah di sterilkan. Benih cemara laut yang telah tumbuh berukuran semai dengan tinggi 7-10 cm dipindahkan pada *polybag* dengan ukuran

20 cm x 20 cm yang sudah diisi media tumbuh semai sesuai dengan perlakuan masing-masing. Proses penyapihan bibit ini dilakukan pada pagi hari.

3.4.3 Pengaplikasian Perlakuan

Media tumbuh semai yang telah siap kemudian dicampurkan perlakuan yang ada secara bertahap. Perlakuan pertama pasir pantai dicampurkan dengan pupuk kandang sapi sesuai dengan komposisi 100 g/polybag, 120 g/polybag dan 140 g/polybag. Kemudian media diaklimatisasi selama 1 minggu agar menyesuaikan dengan keadaan lingkungan. Perlakuan kedua yaitu pencampuran asam humat cair dengan taraf 5 ml dan 10 ml sesuai perlakuan. Dosis tersebut akan diaplikasikan di daerah sekitar tanaman cemara laut setelah penyapihan semai cemara laut pada media tumbuh semai.

Setelah semua media siap dilakukan penimbangan sebanyak 1 kg x 60 sampel perlakuan, kemudian dimasukkan ke *polybag* dengan ukuran 20 cm x 20 cm. Tahap selanjutnya yaitu pemindahan bibit cemara laut pada *polybag* yang sudah diisi media tumbuh semai sesuai dengan perlakuan masing-masing tersebut.

3.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan pada bibit cemara laut yang telah disapih dan diberi perlakuan dilakukan di rumah kaca selama 12 minggu. Pemeliharaan bibit yakni penyiraman secara rutin setiap hari pada pagi dan sore hari. Dalam kegiatan penyiraman mempertimbangkan kondisi media tanam di *polybag*. Penyiraman dilakukan seperlunya jika terdapat tumbuhan pengganggu bibit. Selain itu, dilakukan pengendalian hama dan penyakit bila diperlukan.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Variabel yang Diamati

a. Tinggi Semai

Data tinggi tanaman diambil setiap satu bulan sekali menggunakan penggaris, dari batang terbawah hingga pucuk daun tertinggi.

b. Diameter Semai

Diameter diukur dengan *digital calliper* di pangkal batang yang telah ditandai dilakukan setiap satu bulan sekali.

c. Panjang Akar

Data panjang akar diambil pada akhir pengamatan dengan cara membongkar bibit dari *polybag*. Akar dibersihkan kemudian dipotong dan diukur dengan penggaris.

d. Bobot Basah Semai

Pengukuran bobot basah dilakukan pada akhir pengamatan. Tanaman dipisahkan dari media tanam dalam *polybag*, bagian akar, batang dan daun dipisahkan kemudian dibersihkan. Kemudian bagian masing-masing tanaman ditimbang menggunakan timbangan analitik.

e. Bobot Kering Semai

Pengukuran bobot kering dilakukan setelah bagian tanaman dioven yang terdiri dari bagian akar, batang dan daun pada suhu 105°C hingga mencapai bobot konstan, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik. Bobot kering total diperoleh dari penjumlahan bobot kering akar, batang dan daun.

f. Nisbah Pucuk Akar

Nisbah pucuk akar adalah perbandingan antara bobot kering tajuk/pucuk dengan bobot kering akar. Nilai nisbah pucuk akar akan diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$NPA = \frac{\text{Bobot kering pucuk (gram)}}{\text{Bobot kering akar (gram)}}$$

g. Kekokohan Semai

Kekokohan semai diartikan sebagai ketahanan semai menerima tekanan angin atau kemampuan dalam menahan biomassa bagian atas. Kekokohan semai diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kekokohan Semai} = \frac{\text{Tinggi semai (cm)}}{\text{Diameter semai (mm)}}$$

h. Indeks Mutu Bibit (IMB)

Indeks mutu bibit adalah salah satu indikator tingkat kesiapan bibit untuk dipindahkan dari persemaian ke lapangan (penanaman). Perhitungan indeks mutu bibit menurut rumus Dickson (1960) dalam Sudomo dan Santoso (2011) sebagai berikut.

$$IMB = \frac{\text{Bobot kering batang (gr)} + \text{Bobot kering akar (gr)}}{\frac{\text{Tinggi (cm)}}{\text{Diameter (cm)}} + \frac{\text{Bobot kering batang (gr)}}{\text{Bobot kering akar (gr)}}}$$

3.5.2 Variabel Lingkungan

Variabel lingkungan dalam penelitian ini yaitu suhu dan kelembaban. Pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan *thermohyrgometer* yang dilakukan setiap hari selama periode pengamatan di dalam rumah kaca.

3.5.3 Analisis Kimia Tanah Awal dan Tanah Akhir

Analisis kimia tanah dilakukan pada awal dan akhir pengamatan dengan mengukur pH tanah, salinitas dan kandungan NPK. Pengamatan pertama menggunakan tanah kontrol, sedangkan pada akhir pengamatan tanah yang digunakan merupakan tanah pada sampel dengan respon terbaik, respon sedang dan respon terburuk terhadap pertumbuhan cemara laut. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Universitas Lampung dan Laboratorium Analisis, Politeknik Negeri Lampung.

3.5.4 Tabulasi Data

Tabel 1. Tabulasi data RAL faktorial 4 x 3.

Faktor K	Faktor A	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
K ₀	A ₀	Y ₀₀₁	Y ₀₀₂	Y ₀₀₃	Y ₀₀₄	Y ₀₀₅	Y _{00.}
K ₀	A ₁	Y ₀₁₁	Y ₀₁₂	Y ₀₁₃	Y ₀₁₄	Y ₀₁₅	Y _{01.}
K ₀	A ₂	Y ₀₂₁	Y ₀₂₂	Y ₀₂₃	Y ₀₂₄	Y ₀₂₅	Y _{02.}
K ₁	A ₀	Y ₁₀₁	Y ₁₀₂	Y ₁₀₃	Y ₁₀₄	Y ₁₀₅	Y _{10.}
K ₁	A ₁	Y ₁₁₁	Y ₁₁₂	Y ₁₁₃	Y ₁₁₄	Y ₁₁₅	Y _{11.}
K ₁	A ₂	Y ₁₂₁	Y ₁₂₂	Y ₁₂₃	Y ₁₂₄	Y ₁₂₅	Y _{12.}
K ₂	A ₀	Y ₂₀₁	Y ₂₀₂	Y ₂₀₃	Y ₂₀₄	Y ₂₀₅	Y _{20.}
K ₂	A ₁	Y ₂₁₁	Y ₂₁₂	Y ₂₁₃	Y ₂₁₄	Y ₂₁₅	Y _{21.}
K ₂	A ₂	Y ₂₂₁	Y ₂₂₂	Y ₂₂₃	Y ₂₂₄	Y ₂₂₅	Y _{22.}
K ₃	A ₀	Y ₃₀₁	Y ₃₀₂	Y ₃₀₃	Y ₃₀₄	Y ₃₀₅	Y _{30.}
K ₃	A ₁	Y ₃₁₁	Y ₃₁₂	Y ₃₁₃	Y ₃₁₄	Y ₃₁₅	Y _{31.}
K ₃	A ₂	Y ₃₂₁	Y ₃₂₂	Y ₃₂₃	Y ₃₂₄	Y ₃₂₅	Y _{32.}
Total (Y _{..k})		Y _{..1}	Y _{..2}	Y _{..3}	Y _{..4}	Y _{..5}	Y _{...}

3.5.5 Analisis Data

Data hasil penelitian yang telah diperoleh dilakukan uji homogenitas ragam kemudian dianalisis variansnya dengan menggunakan uji Anova untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Apabila hasil dari pengujian adalah berpengaruh signifikan maka dilanjutkan menggunakan uji

Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki pengaruh sama atau berbeda dan pengaruh terkecil hingga pengaruh terbesar antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain (Simanjuntak, 2008). Uji DMRT ini digunakan pada tingkat kepercayaan 95% menggunakan *software* SPSS (*Statistical Package for the Sosial Sciences*) versi 24.

a. Uji Homogenitas Ragam

Homogenitas ragam diuji menggunakan uji Levene dengan rumus untuk homogenitas ragam adalah sebagai berikut (Brown dan Forsythe, 1974). Hipotesis yang akan diuji adalah H_0 yaitu $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$ (varians yang sama atau homogen, H_1 yaitu paling sedikit terdapat satu $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ (varians berbeda/tidak homogen). Kriteria pengujian yaitu jika $W > F$, maka H_0 ditolak.

Statistik uji Levene sebagai berikut.

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (Z_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=i}^{n_i} (Z_{ij} - Z_i)^2}$$

Keterangan:

- W = statistik uji untuk Uji Levene
- F = menilai kesetaraan varians di antara kelompok
- N = jumlah pengamatan
- k = banyak kelompok
- Z_{ij} = $|Y_{ij} - \bar{Y}_i|$
- $\bar{Y}_i$ = rata-rata dari kelompok ke $-i$
- $\bar{Z}_i$ = rata-rata kelompok dari Z_i
- $\bar{Z}_{..}$ = rata-rata menyeluruh dari Z_{ij}

b. Uji Analisis of Varians (ANOVA)

Uji Anova yang digunakan adalah uji Anova dua jalur (*Two Way Anova*). *Two Way Anova* menggunakan rumus sebagai berikut.

1. Hipotesis pengujian:

- H_0 : Terdapat perbedaan signifikan efektivitas penggunaan pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut.

H₁ : Tidak ada perbedaan signifikan efektivitas penggunaan pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut.

2. Jumlah kuadrat total (JK_T)

$$JK_T = \sum X_T^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

3. Jumlah kuadrat perlakuan K (JK_K)

$$JK_K = \left(\sum \frac{(\sum X_k)^2}{n_k} \right) - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

4. Jumlah Kuadrat perlakuan A (JK_A)

$$(JK_A) JK_A = \left(\sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} \right) - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

5. Jumlah Kuadrat Interaksi perlakuan K dan A (JK_{KA})

$$JK_{KA} = \left(\sum \frac{(\sum X_{KA})^2}{n_{KA}} \right) - \frac{(\sum X_T)^2}{N} - JK_K - JK_A$$

6. Jumlah Kuadrat Galat (JK_G)

$$JK_G = JK_T - JK_K - JK_A - JK_{KA}$$

7. Derajat bebas ($db_K, db_A, db_{KA}, db_G, db_t$)

- | | |
|--|----------------------|
| a. db_K (derajat bebas perlakuan K) | $= k - 1$ |
| b. db_A (derajat bebas perlakuan A) | $= a - 1$ |
| c. db_{KA} (derajat bebas interaksi perlakuan K dan A) | $= db_K \times db_A$ |
| d. db_G (derajat bebas galat) | $= N - (k \cdot a)$ |
| e. db_t (derajat bebas total) | $= N - 1$ |

8. Kuadrat Tengah ($KT_K, KT_A, KT_{KA}, KT_G$)

a. $KT_K = \frac{JK_K}{db_K}$

b. $KT_A = \frac{JK_A}{db_A}$

c. $KT_{KA} = \frac{JK_{KA}}{db_{KA}}$

d. $KT_G = \frac{JK_G}{db_G}$

9. F_{hitung} (F_K, F_A, F_{KA})

a. $F_K = \frac{KT_K}{KT_G}$

b. $F_A = \frac{KT_A}{KT_G}$

c. $F_{KA} = \frac{KT_{KA}}{KT_G}$

10. $F_{tabel}(F_K, F_A, F_{KA})$

a. $F_K(tabel) = F_K(\alpha)(db_K, db_G) = F(0,05)(3; 48) F(0,01)(3; 48)$

b. $F_A(tabel) = F_A(\alpha)(db_A, db_G) = F(0,05)(2; 48) F(0,01)(2; 48)$

c. $F_{KA}(tabel) = F_{KA}(\alpha)(db_{KA}, db_G) = F(0,05)(6; 48) F(0,01)(6; 48)$

11. Kriteria pengujian

Jika $(F_{hitung} \geq F_{tabel})$ maka H_0 ditolak.

Hasil perhitungan diatas selanjutnya ditabulasi dalam tabel Anova seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis keragaman dua jalur pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial.

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					$\alpha=5\%$	$\alpha=1\%$
Perlakuan						
Pupuk kandang sapi (K)	db _K	JK _K	KT _K	KT _K /KT _G		
Asam humat (A)	db _A	JK _A	KT _A	KT _A /KT _G		
K x A	db _{KA}	JK _{KA}	KT _{KA}	KT _{KA} /KT _G		
Galat	db _G	JK _G	KT _G			
Total	db _{total}	JK _{total}				

c. Rumus uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*)

Perbandingan nilai rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Rumus untuk perbandingan nilai rata-rata perlakuan adalah sebagai berikut.

$$DMRT_{\alpha} = R_{(p, v, \alpha)} \frac{\sqrt{KT_G}}{r}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perlakuan pupuk kandang sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter bobot basah akar dan bobot kering akar. Perlakuan terbaik terdapat pada dosis 100 g pupuk kandang sapi.
2. Perlakuan asam humat memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter bobot basah pucuk. Perlakuan terbaik terdapat pada dosis 10 ml asam humat.
3. Terdapat interaksi antara pemberian dosis pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai cemara laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
4. Terdapat pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai taraf asam humat. Pengaruh sederhana tersebut terdapat pada K₁ dengan dosis 100 g.
5. Terdapat pengaruh sederhana asam humat pada berbagai taraf pupuk kandang sapi. Pengaruh sederhana tersebut terdapat pada A₂ dengan dosis 10 ml.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pemberian dosis pupuk kandang sapi dan asam humat pada media pasir pantai dengan menggunakan berbagai jenis tanaman kehutanan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A., Rochmiyati, S. M., dan Wirianata, H. 2017. Pengaruh macam dan dosis bahan organik pada tanah pasir pantai terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre nursery. *Jurnal Agromast*. 2(1): 1-10.
- Ahmad, D. N. 2017. Penyuluhan dan pelatihan upaya pencegahan abrasi pantai pada masyarakat muara gembong bekasi. *Panrita Abdi-Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*. 1(2): 90-96.
- Alisani, M., Lette, L. I., dan Koroy, S. 2022. Karakteristik morfologi pohon cemara laut (*Casuarina equisetifolia*). *JBES: Journal of Biology Education and Science*. 2(2): 69-75.
- Anjarsari, I. R. D., Rosniawaty, S., dan Suherman, C. 2015. Rekayasa ekofisiologis tanaman teh belum menghasilkan klon gmb 7 melalui pemberian asam humat dan pupuk hayati konsorsium. *Kultivasi*. 14(1): 26-31.
- Angkur, E., Mahardika, I. B. K., dan Sudewa, I. K. A. 2021. Pengaruh pupuk kandang sapi, npk mutiara terhadap tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Gema Agro*. 26(1): 56-65.
- Anugrah, D. E., Setiawan, T. P., Sasmita, R., Aulia, E., Aminingsih, R., Sari, V. N., dan Fahrurrozi, F. 2022. Penggunaan indikator fisiologis untuk menentukan tingkat cekaman salinitas pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*. 20(1): 50-65.
- Aprilina, K., Nuraini, T. A., dan Sopaheluwakan, A. 2018. Kajian awal uji statistik perbandingan suhu udara dari peralatan otomatis dan manual. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 18(1): 13-20.
- Aprilliandi, N., Rohmiyati, S. M., dan Mu'in, A. 2017. Pengaruh Dosis senyawa humat dan pupuk p terhadap pertumbuhan dan nodulasi *Mucuna bracteata* pada tanah pasir pantai. *Jurnal Agromast*. 2(1): 1-12.
- Ariyanti, M., Suherman, C., Rosniawaty, S., dan Franscycus, A. 2018. Pengaruh volumedan frekuensi pemberian air cucian beras terhadap pertumbuhan

- bibit tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell.) Klon GT 1. *Paspalum*: *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 6(2): 114-123.
- Ariyanti, M., Keliat, E. B., Suherman, C., Rosniawaty, S., dan Soleh, M. A. 2022. Respons pertumbuhan biomassa bagian atas bibit kelapa sawit akibat pemberian kompos pelepah kelapa sawit, pupuk hayati, dan asam humat. *Kultivasi*. 21(3): 327-337.
- Ashari, A. M., Apindiati, R. K., Amir, A., Dirhana, D., dan Amran, A. 2024. Production and characterization of nutrients from ecoenzymes based on fruit waste and green vegetable waste. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(2): 456-460.
- Astiko, W., Fauzi, M. T., dan Muthahanas, I. 2023. Pengaruh beberapa dosis biomelioran terhadap peningkatan kesuburan tanah dan pertumbuhan jagung di lahan suboptimal. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. 10(1): 78-87.
- Astiko, W., Fauzi, M. T., Sudantha, I. M., Sudirman, S., Ernawati, N. M. L., dan Muthahanas, I. 2024. Penyuluhan pembuatan amelioran sebagai bahan pembenah tanah di desa pemenang barat. *Jurnal Pepadu*. 5(1): 14-22.
- Astutik, D., Devi, D., Yudono, P., dan Waluyo, S. 2023. Analisis pertumbuhan dan ekonomi kacang hijau dengan kerapatan shelter jagung manis berbeda di lahan pasir pantai. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(2): 1726-1735.
- Bagaskara, K., Mahmudi, A., dan Pranoto, Y. A. 2023. Sistem kontrol dan monitoring pada tanaman bawang merah berbasis Iot. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*. 7(1): 873-880.
- Bardiana, D., Marliah, A., dan Sabaruddin, S. 2020. Pengaruh residu pembenah tanah terhadap serapan hara dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 5(1): 41-50.
- Benggu, Y. I., Tae, A. S. A., Soetedjo, I. N. P., Harini, T. S., dan Ishaq, L. F. 2023. Pengolahan limbah menjadi pembenah tanah dan pot serta pestisida organik di buraen kupang. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4(4): 8183-8188.
- Brown, M. B. and Forsythe, A. B. 1974. Robust test for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*. 69(346): 364–367.
- Budiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Buku. Sebelas Maret University Press. Surakarta. 229 hlm.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W., dan Pratiwi, E. 2015. Pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 67-84.

- Darmestawan, M. S., Herlambang, S., dan Arbiwati, D. 2023. Pengaruh pupuk urin domba dan biochar tempurung kelapa terhadap serapan n dan p tanaman pakcoy di lahan pasir pantai samas. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*. 19(2): 86-96.
- Delfiya, M., dan Ariska, N. 2022. Pengaruh kombinasi media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica Juncea* L.). *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 1(9): 614-622.
- Erlangga, E., Titiaryanti, N. M., dan Rohmiyati, S. M. 2023. Pengaruh penambahan lempung dan bahan organik serta dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah di media pasir pantai. *AGROFORETECH*. 1(2): 866-871.
- Faizah, N. H. 2019. Corporate social responsibility (csr) dalam isu-isu globalisasi ekonomi (studi tentang sustainability csr di parawisata pantai duta probolinggo). *Amwaluna: Jurnal Ekonomi dan Keuangan Syariah*. 3(2): 197-213.
- Farida, N. S., Suedy, S. W. A., dan Hastuti, E. D. 2015. Kapasitas lapang dan pertumbuhan cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) pada jenis dan pembenah tanah yang berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*. 4(1): 36-44.
- Firda, F., Mulyani, O., dan Yuniarti, A. 2016. Pembentukan, karakterisasi serta manfaat asam humat terhadap adsorpsi logam berat. *Soilrens*. 14(2): 9-13.
- Firma, F. G. 2021. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit di main nursery terhadap pemberian kompos asal pelepah dantandan kosong kelapa sawit yang diaplikasikan dengan air cucian beras. *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat.
- Fitrihidajati, H. 2024. Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) sebagai agen fitoremediasi pencemaran air oleh logam berat zink (zn). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 13(1): 191-197.
- Hasibuan, A. S. Z. 2015. Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat tanah pasir pantai selatan kulon progo. *Planta Tropika*. 3(1): 31-40.
- Harefa, O., dan Lase, N. K. 2024. Peningkatan produktivitas tanaman padi melalui aplikasi bakteri pgpr (plant growth promotion rhizobacteria). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 1(2): 101-106.
- Herman, W. 2022. Optimalisasi serapan n, p dan k pada tanaman padi gogo di kawasan pesisir melalui pemberian unsur mikro dan asam humat. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 46(2): 201-208.
- Irawan, T. B., Soelaksini, L. D., dan Nusraisyah, A. 2021. Analisa kandungan bahan organik kecamatan tenggarang, bondowoso, curahdami, binakal dan

- pakem untuk penilaian tingkat kesuburan tanah sawah kabupaten bondowoso (2). *Jurnal Ilmiah Inovasi*. 21(2): 73-85.
- Istiyanti, E., Khasanah, U., dan Anjarwati, A. 2015. Pengembangan usahatani cabai merah di lahan pasir pantai kecamatan temon kabupaten kulonprogo. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*. 1(1): 6-11.
- Jamilah, J., Berd, I., Junaidi, J., Mizwar, Z., Erwin, E., dan Nursidah, N. 2020. Program cerdas penghijauan dengan casuarina equisetifolia di pantai parupuk tabing kota padang. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*. 4(2): 285-292.
- Khan, M. B. U. M., Arifin, A. Z., dan Zulfarosda, R. 2021. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.). *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(2): 113-120.
- Kusumaningrum, A., dan Widiyantono, D. 2018. Inovasi pengetahuan petani di lahan pasir pantai kabupaten purworejo. *Surya Agritama*. 7(2): 8-19.
- Lindungi Hutan. 2022. <https://lindungihutan.com/blog/cemara-laut/>. Diakses pada tanggal 15 April 2024 pukul 19.25 WIB.
- Listyaningrum, T. A., dan Toifur, M. 2023. Pengaruh pupuk organik cosiwa dan pupuk anorganik npk pada perkembangan tanaman kangkung ditinjau dari suhu tanah. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 11(1): 13-22.
- Mamesa, C., dan Purwanto, L. 2022. Eksplorasi software cbe thermal comfort tool sebagai perhitungan kenyamanan termal. *JoDA Journal of Digital Architecture*. 1(2): 90-97.
- Marian, E., dan Tuhuteru, S. 2019. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi putih (*Brasica pekinensis*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 17(2): 134-144.
- Melvin, M., Wedyantadji, B., dan Imananto, E. I. 2020. Pengaruh pasir pantai sebagai pengganti agregat 0/5 campuran asphalt treated base (atb). *Student Journal Gelagar*. 2(2): 148-157.
- Munthe, R. D., Nanda, A. A., dan Tanjung, I. F. 2023. Keanekaragaman vegetasi tumbuhan gymnospermae di kompleks vetpur medan estate. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*. 9(1): 45-51.
- Mutia, Y. D., Al Hamdi, M. F. F., Diyanti, A. R., Haryoko, W., dan Utama, M. Z. H. 2022. Pematahan dormansi benih cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L) dengan lama perendaman pada air panas. *Jurnal Sains Agro*. 7(1): 1-7.

- Novita, D., Syamsuddin, T., dan Giawa, A. 2020. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman gambas (*Luffa acutangula* L. Roxb) terhadap pemberian trichoderma sp. dan beberapa dosis pupuk kandang kotoran sapi. *AGRONITAS*. 2(2): 46-53.
- Nurlina, N., Syahbanu, I., Tamnasi, M. T., Nabela, C., dan Furnata, M. D. 2018. Ekstraksi dan penentuan gugus fungsi asam humat dari pupuk kotoran sapi. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*. 1(1): 30-38.
- Oktafiyanto, M. F., Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., dan Tamad, T. 2020. Uji empat isolat trichoderma harzianum pada pengomposan kotoran sapi dan ayam dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan mentimun in planta. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 3(1): 52-66.
- Pangaribuan, E. A. S., Darmawati, A., dan Budiyanto, S. 2020. Pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoy pada tanah berpasir dengan pemberian biochar dan pupuk kandang sapi growth and yield of pakchoy on sandy soil by using biochar and cow manure fertilizer. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 22(2): 72-78.
- Pasaribu, P. A., Armiaati, R., Nurandi, A. P., Tanjung, I. F., dan Hasibuan, F. R. 2023. Inventarisasi tanaman berpotensi alelopati. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*. 10(4): 1-7.
- Peniwiratri, L., dan Afany, M. R. 2022. Potensi paitan (*Tithonia diversifolia*) dan pupuk kandang sapi dalam meningkatkan serapan nitrogen oleh bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada tanah pasir pantai. *Jurnal Pertanian Agros*. 24(1): 77-86.
- Prameswari, D. 2023. Respon pertumbuhan stek pucuk dan stek batang ganitri (*Elaeocarpus ganitrus* Roxb.) terhadap hormon pertumbuhan. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 23(1): 1-10.
- Purlilaiceu, P., Haq, I., Muslim, M., Purmanasari, D., Illahi, P., Nugraha, S., dan Bela, L. 2023. Edukasi tanggap bencana dan penanaman pohon mangrove sebagai upaya pencegahan abrasi pantai di kecamatan labuan. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*. 8(4): 1116-1123.
- Purwantara, S., Khotimah, N., dan Sudarsono, A. 2019. Persepsi masyarakat terhadap penanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L.) di lahan pasir pantai selatan kabupaten bantul sebagai upaya mitigasi bencana. *Geo Media: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*. 17(2): 99-106.
- Putra, T. K., Afany, M. R., dan Widodo, R. A. 2020. Pengaruh bahan organik dan tanah vertisol sebagai pembenah tanah terhadap ketersediaan dan pelindian kalium di tanah regosol pasir pantai. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*. 17(1): 20-25.

- Putra, F. P., Ikhsan, N., dan Virdaus, M. 2021. Respon pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) terhadap pupuk kandang dan urea pada media pasir. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(2): 70-77.
- Putri, S. N., Hasun, F., dan Sulisty, B. 2023. Perancangan model bisnis produk pembenah tanah asam humat pada pt xyz dengan metode business model canvas (bmc). *SEIKO: Journal of Management and Business*. 6(2): 258-272.
- Qibtiyah, M. 2015. Pengaruh penggunaan konsentrasi pupuk daun gandasil dan dosis pupuk guano terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Saintis*. 7(2): 109-122.
- Rahayu, D. 2020. Pengaruh pemberian pupuk kandang kotoran sapi pada media tanam tanah, pasir dan serbuk kayu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum Frutescens* L.). *Skripsi*. UIN Sunan Ampel. Surabaya.
- Rahayu, R., Saidi, D., dan Herlambang, S. 2020. Pengaruh biochar tempurung kelapa dan pupuk kandang sapi terhadap sifat kimia tanah dan produksi tanaman sawi pada tanah pasir pantai. *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*. 16(2): 69-78.
- Rajak, O., Patty, J. R., dan Nendissa, J. I. 2016. Pengaruh dosis dan interval waktu pemberian pupuk organik cair bmw terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 12(2): 66-73.
- Rinaldi, R. dan Siregar, N. 2019. Pengintegrasian pupuk organik dengan asam humat dalam bentuk granul kelompok tani sekar desa rumbio kecamatan panyabungan utara. *Jurnal Education and Development*. 7(2): 44-49.
- Riyandi, F. N. U., Proklamasiningsih, E., dan Rochmatino, R. 2020. Pengaruh pemberian asam humat pada media tanam terhadap pertumbuhan dan kandungan polifenol daun binahong (*Anredera cordifolia*). *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 2(2): 243-247.
- Rohma, S. I., dan Jazilah, S. 2019. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman Rootone F terhadap pertumbuhan stek mawar (*Rosa* sp.). *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*. 15(1): 22-24.
- Rosadi, A. P., Lamusu, D., dan Samaduri, L. 2019. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan jagung bisi 2 pada dosis yang berbeda. *Babasal Agrocy Journal*. 1(1): 713.
- Rumfot, S., Tetelay, F., dan Aponno, H. S. S. 2024. Pengaruh media tanah terhadap pertumbuhan semai kasuari pantai (*Casuarina equisetifolia*). *MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi*. 1(9): 877-889.

- Setiawati, T. C., Widinda, S. A., dan Hartatik, W. 2023. Aplikasi bakteri pemacu tumbuh dan ameliorant terhadap ketersediaan hara P dan K di tanah masam serta serapannya pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agro*. 10(1): 98-109.
- Setiyo, G. dan Wedyantadji, B. 2020. Pengaruh pasir pantai sipelot sebagai pengganti agregat 0/5 campuran hot rolled sheet–wearing course (hrs-wc). *Jurnal Sondir*. 4(2): 44-52.
- Shaila, G., Tauhid, A., dan Tustiyani, I. 2019. Pengaruh dosis urea dan pupuk organik cair asam humat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 17(1): 35-44.
- Sianturi, R. 2022. Uji homogenitas sebagai syarat pengujian analisis. *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, dan Agama*. 8(1): 386-397.
- Silalahi, B. A., Rohmiyati, S. M., dan Noviana, G. 2023. Pengaruh dosis bahan organik dan air payau dari beberapa titik pengambilan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pre nursery. *Jurnal Agro Estate*. 7(1): 47-53.
- Simanjuntak, M. R. 2008. Ekstraksi dan fraksinasi komponen ekstrak daun tumbuhan senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) serta pengujian efek sendiaan krim terhadap penyembuhan luka bakar. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Simatupang, B. 2019. Pengaruh jenis klon aplikasi pupuk pelengkap cair gandasil d terhadap pertumbuhan diameter batang bibit okulasi karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). *Jurnal AgroSainTa: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*. 3(1): 21-28.
- Sudomo, A., dan Santosa, H. B. 2011. Pengaruh media organik dan tanah mineral terhadap pertumbuhan dan indeks mutu bibit mindi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8(3): 263-271.
- Sukri, M. Z., Firgiyanto, R., Sari, V. K., dan Basuki, B. 2019. Kombinasi pupuk kandang sapi, asam humat dan mikoriza terhadap infeksi akar bermikoriza tanaman cabai dan ketersediaan unsur hara tanah udipsamments. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(2): 141-145.
- Sulaiman, D. M. 2021. *Teknologi Pegar untuk Penanggulangan Erosi dan Abrasi Pantai*. Buku. Deepublish. Jawa Tengah. 75 hlm.
- Susilo, T., Sa'adah, T. T., dan Thohiron, M. 2023. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman selada keriting (*Lactuca sativa* L.) terhadap kombinasi penggunaan asam humat dan pupuk npk. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 7(1): 7-16.

- Syahidah AM, dan Hermiyanto B. 2019. Pengaruh penambahan pupuk kandang sapi dan pupuk SP-36 terhadap perbaikan sifat kimia tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman sorghum (*Sorghum bicolor* L.) pada tanah tercemar limbah padat pabrik kertas (Lime Mud). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 4(2): 132–140.
- Trimansyah, T., Fahri, R., dan Novianty, L. 2024. Respon pemberian pembenah tanah asam humat terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* L. var. *Saccharata*). *Jurnal Agroplasma*. 11(2): 342-347.
- Utama, I. M. P., Nafisah, B. Z., Terasne, T., Hanan, A., Sugianto, N., dan Imansyah, I. 2020. Praktik pelestarian lingkungan melalui kegiatan penanaman pohon di kawasan pesisir pantai mapak mataram. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*. 1(1): 65-69.
- Wasis, B dan Prihanto, D. 2023. Pertumbuhan semai salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap pemberian pupuk kandang sapi dan arang sekam pada tanah tercemar oli bekas. *Journal of Tropical Silviculture*. 14(1): 47-55.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., dan Sarwono, E. 2015. Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*. 5(2): 75-80.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., dan Nasirudin, N. 2020. Pengaruh bahan organik dan jamur mikoriza arbuskula terhadap harkat tanah pasir pantai selatan Yogyakarta yang menjadi medium pertumbuhan jagung (*Zea mays*). *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 5(1): 8-15.