

**UJI EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI WARU LAUT
(*Thespesia populnea*) PADA MEDIA TANAM PASIR PANTAI**

(Skripsi)

Oleh

**DANANG RUSDIAN
NPM. 2114151017**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**UJI EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI WARU LAUT
(*Thespesia populnea*) PADA MEDIA TANAM PASIR PANTAI**

Oleh

**DANANG RUSDIAN
NPM. 2114151017**

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

UJI EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI WARU LAUT (*Thespesia populnea*) PADA MEDIA TANAM PASIR PANTAI

Oleh

DANANG RUSDIAN

Pasir pantai memiliki kadar salinitas yang tinggi dan kadungan nutrisi rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal, sehingga diperlukan penambahan bahan pembenah tanah. Pembenah tersebut dapat berupa pupuk kandang sapi dan asam humat. Pupuk kandang sapi merupakan salah satu pembenah tanah yang dapat menambah unsur hara dan dapat meningkatkan kemampuan mengikat air pada tanaman. Asam humat merupakan senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik yang dapat menjaga tanaman untuk hidup di lingkungan kritis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dosis pupuk kandang sapi dan asam humat yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit waru laut pada media tanam bibit pasir pantai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan menggunakan 2 faktor yaitu pupuk kandang sapi (P) yang terdiri dari 4 taraf dan asam humat (A) yang terdiri dari 3 taraf sehingga terbentuk 12 kombinasi perlakuan. Kemudian masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan jumlah satuan percobaan sebanyak 60 unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata terhadap parameter panjang akar, berat basah akar, berat basah pucuk, berat kering pucuk dan memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi semai, diameter semai, berat kering akar, nisbah pucuk akar dan indeks mutu semai, dosis yang memberikan pengaruh terbaik adalah 100 g. Pada perlakuan asam humat memberikan pengaruh nyata terhadap parameter panjang akar dengan dosis terbaik 15 ml. Kemudian, interaksi pemberian pupuk kandang sapi 100 g dan perlakuan asam humat 15 ml memberikan pengaruh nyata terhadap parameter panjang akar.

Kata kunci : Asam humat; Pasir pantai; Pupuk kandang sapi

ABSTRACT

EFFECTIVENESS TEST OF COW MANURE AND HUMIC ACID ON THE GROWTH OF SEA WARU SEEDLINGS (*Thespesia populnea*) ON BEACH SAND PLANTING MEDIA

By

DANANG RUSDIAN

Beach sand has high salinity levels and low nutrient content causing suboptimal plant growth, so it is necessary to add soil conditioners. These conditioners can be in the form of cow manure and humic acid. Cow manure is one of the soil conditioners that can add nutrients and can increase the ability to bind water in plants. Humic acid is a compound produced from the decomposition process of organic matter that can keep plants alive in critical environments. This study aims to analyze the doses of cow manure and humic acid that provide the best effect on the growth of sea waru seedlings in beach sand seedling planting media. This study used a Completely Randomized Design (CRD) Factorial using 2 factors, namely cow manure (P) consisting of 4 levels and humic acid (A) consisting of 3 levels so that 12 treatment combinations were formed. Then each treatment was repeated 5 times with a total of 60 experimental units. The results showed that the provision of cow manure had a significant effect on the parameters of root length, root wet weight, shoot wet weight, shoot dry weight and had a very significant effect on seedling height, seedling diameter, root dry weight, root shoot ratio and seedling quality index, the dose that gave the best effect was 100 g. In the humic acid treatment, it had a significant effect on the root length parameter with the best dose of 15 ml. Then, the interaction of the provision of 100 g cow manure and 15 ml humic acid treatment had a significant effect on the root length parameter.

Keywords: Beach sand; Cow manure; Humic acid

LEMBAR PENGESAHAN

**Judul : UJI EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI
DAN ASAM HUMAT TERHADAP
PERTUMBUHAN SEMAI WARU LAUT
(*Thespesia populnea*) PADA MEDIA TANAM
PASIR PANTAI**

Nama : Danang Rusdian

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114151017

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

Menyetujui,

1. Komisi Pembimbing

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

**In Indriyanto, M.P.
NIP 196211271986031003**

2. Ketua Jurusan Kehutanan

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

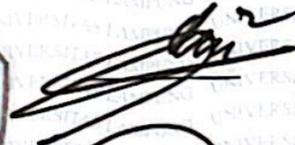
Ketua

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



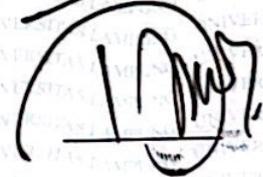
Sekretaris

: Ir. Indriyanto, M.P.



Penguji

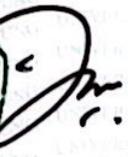
: Dr. Duryat S.Hut., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Mei 2025

MENGESAHKAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danang Rusdian
NPM : 2114151017
Jurusan : Kehutanan
Alamat Rumah : Jalan Sukatman, Desa Taman Cari, Purbolinggo,
Lampung Timur

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

**UJI EFEKTIVITAS PUPUK KANDANG SAPI DAN ASAM HUMAT
TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI WARU LAUT
(*Thespesia populnea*) PADA MEDIA TANAM 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, 23 Mei 2025
Yang membuat pernyataan,



Danang Rusdian
NPM. 2114151017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Metro, pada 08 Januari 2002. Anak terakhir dari pasangan Bapak Sudarno dan Ibu Rusmawati. Pendidikan yang ditempuh penulis yaitu di Taman Kanak – Kanak (TK) Dharma Wanita pada tahun 2007-2009, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Taman Cari pada tahun 2009-2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Purbolinggo pada tahun 2015-2018, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Purbolinggo pada tahun 2018-2021.

Tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasylva) Universitas Lampung dan Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung. Pada bulan Januari – Februari 2024 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rejo Mulyo, Kecamatan Way Serdang, Kabupaten Mesuji 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.

SANWACANA

Puji syukur saya ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Uji Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dan Asam Humat terhadap Pertumbuhan Semai Waru Laut (*Thespesia Populnea*) Pada Media Tanam Pasir Pantai” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara morel maupun materiel serta bimbingannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih ini, penulis tujukan kepada:

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. Ibu Rusita, S.Hut., M.P. selaku dosen pembimbing akademik selama masa perkuliahan
4. Bapak Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si. selaku dosen pembimbing utama penulis yang sudah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran maupun motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Indriyanto, M.P. selaku dosen pembimbing kedua penulis yang sudah meluangkan banyak waktu untuk membimbing, memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Duryat, S.hut., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan dalam skripsi ini.

7. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan wawasan dan ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan, Staff administrasi dan Laboratorium Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Bapak Sudarno dan Ibu Rusmawati, selaku orangtua penulis yang selalu memberikan doa, semangat, teguran, motivasi dan memberikan dukungan hingga penulis dapat melangkah sejauh ini. Terima kasih untuk segalanya, semoga selalu diberikan kesehatan dan keberkahan.
9. Kakak penulis Ayu Rahayu Ningsih dan keponakan tersayang Indana Kirana yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis.
10. Teman-teman terbaik selama perkuliahan (10, 05, 18, 62, 55, 68, 61) dan teman seperbimbingan Imah, Indri, Nuril, dan Anggun yang senantiasa menemani hari-hari saya, mendengar keluh kesah perkuliahan, turut memberikan semangat, dukungan dan motivasi sehingga dapat melewati masa perkuliahan ini.
11. Sahabat seperjuangan Angkatan 2021 (LABORIOSA) dan teman-teman Ambis Sambil Arisan, Amico, dan Keluarga Cemana yang selalu memberikan semangat dan dukungan agar segera menyelesaikan masa perkuliahan bersama-sama.
12. Semua pihak yang tidak disebutkan disini yang telah membantu, memberikan semangat, dan dukungan tanpa henti kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan mereka semua, ilmu yang diperoleh menjadi bermanfaat bagi lingkungan sekitar serta dapat diterapkan dengan baik dan benar. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 03 Juni 2025
Penulis



Danang Rusdian

Bismillahirrahmanirrahim
Karya Tulis ini kupersembahkan dengan penuh rasa bangga
untuk kedua orang tuaku tersayang,
Ayahanda Sudarno dan Ibunda Rusmawati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Kerangka Pemikiran.....	6
1.6 Hipotesis Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Pasir Pantai.....	10
2.2 Pembenh Tanah.....	11
2.3 Asam Humat	10
2.4 Pupuk Kandang.....	13
2.5 Waru Laut (<i>Thespesia populnea</i>).....	14
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Rancangan Percobaan	16
3.4 Pelaksanaan.....	18
3.5 Pengamatan	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.2 Pembahasan.....	43
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Simpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabulasi data RAL Faktorial 4x3	23
2. Anova dua jalur pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial	26
3. Rekapitulasi hasil uji homogenitas ragam menggunakan uji Levene	27
4. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam untuk seluruh parameter pengamatan.....	28
5. Pengaruh sederhana asam humat pada berbagai dosis pupuk kandang sapi.....	33
6. Pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai konsentrasi asam humat.....	34
7. Hasil analisis tanah kontrol, tanah dengan respon terbaik, sedang, dan terburuk.....	41
8. Data faktor eksternal/lingkungan sebagai data pendukung pada awal penelitian hingga akhir penelitian	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka penelitian tentang uji efektivitas pupuk kandang sapi dan asam humat dan pupuk terhadap pertumbuhan semai waru laut (<i>Thespesia populnea</i>) pada media tanam pasir pantai	8
2. Waru laut (<i>Thespesia populnea</i>)	14
3. Tata letak unit percobaan dalam RAL faktorial 4 x 3.....	18
4. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap tinggi semai waru laut.....	30
5. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap diameter semai waru laut.....	31
6. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap panjang akar semai waru laut	32
7. Pengaruh utama konsentrasi asam humat terhadap panjang akar semai waru laut	33
8. Pengaruh interaksi pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap panjang akar semai waru laut	34
9. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap bobot basah akar semai waru laut	35
10. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap bobot basah pucuk semai waru laut	36
11. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap bobot kering akar semai waru laut	37
12. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap bobot kering pucuk semai waru laut	38
13. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap nisbah pucuk akar semai waru laut	39
14. Pengaruh utama dosis pupuk kandang sapi terhadap indeks mutu bibit semai waru laut	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia sebagai negara kepulauan yang ditetapkan pada konvensi hukum laut internasional atau *United Nation Convention on the Law of the Sea 1982* (UNCLOS) pada 10 Desember 1982 memiliki 17.504 pulau dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan (Listiyono dkk., 2019). Menurut Arianto (2020), Indonesia memiliki garis pantai terpanjang ke-2 di dunia setelah Kanada. Hal tersebut diperkuat berdasarkan statistik aset kewilayahan nasional, luas wilayah perairan Indonesia mencapai 5,9 juta km² termasuk Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), dengan rincian luas kepulauan 2,8 juta km², luas laut teritorial 0,4 km² sehingga Indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia. Luas lautan yang lebih besar menjadikan tantangan tersendiri dalam perkembangan lingkungan strategis, seperti permasalahan perubahan iklim dan abrasi (Suwarno dkk., 2019).

Abrasi merupakan salah satu permasalahan yang mengancam daerah pesisir (Yulianti dkk., 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan penguatan agregat tanah dengan cara penanaman pohon, khususnya daerah pantai yang dekat dengan pemukiman masyarakat, sehingga ketika terjadi pasang surut tidak menyebabkan penurunan daratan (Utama dkk., 2020). Kegiatan penanaman pohon didefinisikan sebagai salah satu upaya revegetasi lahan kritis untuk pemulihan fungsi lahan dalam Peraturan Pemerintah No. 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan. Dalam penanaman pohon pada daerah pantai perlu memperhatikan pada karakteristik utama tanah yang berpasir.

Pasir pantai merupakan jenis tanah yang didominasi oleh fraksi pasir 90% sehingga dikategorikan ke dalam tanah yang sedikit bahan organik dan memiliki

kemampuan infiltrasi yang tinggi. Akibatnya kemampuan pasir pantai untuk menahan air dan kandungan nutrisi juga rendah. Sebagai tanah yang miskin unsur hara dan didominasi oleh pori-pori makro akan lebih cepat mengalami perkolasi. Akan tetapi tanah berpasir dapat mendukung proses respirasi akar karena memiliki drainase dan aerasi yang baik (Parwati dkk., 2023). Selain itu kondisi tanah berpasir khususnya pada pasir pantai juga memiliki kandungan garam yang tinggi.

Menurut Karolinoerita dan Annisa (2020), tingginya salinitas pada pasir pantai menyebabkan pertumbuhan tanaman akan terhambat sehingga tanaman akan mengalami *plasmolysis*. Pendapat tersebut diperkuat oleh Sari dkk. (2022), bahwa kadar garam yang tinggi pada pasir pantai menjadi permasalahan dalam pertumbuhan tanaman. Salinitas tinggi pada pasir pantai menjadi tantangan dalam proses perbaikan lahan. Menurut Mustaqimah dkk. (2020), upaya perbaikan karakteristik pasir pantai yang dapat dilakukan di antaranya yaitu dengan pemilihan varietas, penggunaan bahan pembenah tanah, penyiraman teratur, metode penanaman yang baik dan pemberian pupuk hayati ataupun pupuk organik. Lahan pasir pantai merupakan salah satu lahan marginal yang memiliki produktivitas rendah. Hal ini disebabkan oleh faktor pembatas seperti kemampuan memegang dan menyimpan air rendah serta evaporasi tinggi (Aulya dkk., 2020).

Pemanfaatan pasir pantai sebagai media tanam diperlukan beberapa perbaikan dan penambahan bahan pembenah tanah sehingga permasalahan salinitas tinggi dan tingkat kesuburan yang rendah dapat teratasi (Putri, 2020). Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan penambahan bahan organik untuk meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah berpasir. Penambahan bahan organik tidak hanya meningkatkan agregasi tanah, tetapi juga dapat meningkatkan penyerapan air dan kadar hara tanah (Erlangga dkk., 2023). Selain itu, bahan organik juga memiliki peranan penting dalam upaya pengurangan salinitas pasir pantai (Rizky dan Herlina, 2018). Menurut Wijayanto dkk. (2020), pertumbuhan tanaman pada tanah pasir pantai akan terhambat sehingga diperlukan penambahan pupuk kandang sapi dan asam humat, pemberian bahan pembenah tanah tersebut dapat mempercepat pertumbuhan tanaman pada media tanam dengan salinitas tinggi. Pupuk kandang sapi merupakan salah satu bahan pembenah tanah yang dapat menambah unsur hara

serta dapat memperbaiki kemampuan mengikat air pada tanaman, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam penambahan bahan pembenah tanah untuk pasir pantai (Rahayu, 2020). Pupuk kandang tersebut berasal dari kotoran hewan berupa feses dari hewan ternak yang merupakan sumber dari beberapa hara makro seperti N, P, K dan unsur hara mikro seperti Ca dan Mg yang dapat menyediakan unsur-unsur atau zat-zat makanan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rahayu, 2020). Aranyos dkk. (2016), mengemukakan bahwa dosis kompos 27 ton/ha memiliki efek jangka panjang dalam memperbaiki sifat-sifat tanah berpasir, sehingga dosis tersebut memiliki pengaruh terbaik terhadap perubahan sifat fisik tanah berpasir. Wasis dkk. (2023), mengemukakan bahwa pemberian dosis 120 g pupuk kandang sapi menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai salam. Takaran atau dosis bahan pembenah tanah yang diberikan pada sayuran berbeda dengan jenis pohon atau tanaman yang memang adaptif hidup lingkungan tersebut, jenis sayuran akan lebih besar memerlukan bahan organik seperti pupuk kompos, sehingga pemilihan jenis tanaman penting untuk dilakukan. Menurut Santari dkk. (2021), penambahan pupuk kompos dapat meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman secara efektif, meningkatkan fotosintesis, dan mendorong pertumbuhan tanaman. Selain itu digunakan penambahan asam humat pada pasir pantai sebagai bahan pembenah tanah sehingga dapat memperbaiki siklus nutrisi tanaman pada pasir pantai.

Asam humat adalah senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik yang mampu menjaga tanaman untuk bertahan di lingkungan yang kritis (Prayudyaningsih dan Sari, 2016). Menurut Khaled dan Fawy (2011), asam humat dapat menurunkan evapotranspirasi, meningkatkan kapasitas menahan air (*water holding capacity*) pada tanah, menurunkan erosi tanah dan meningkatkan KTK tanah. Penggunaan asam humat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman baik tinggi tanaman, bobot basah, bobot kering, tunas dan akar, jumlah akar lateral, inisiasi akar, pertumbuhan bibit, dan penyerapan hara serta pembungaan (Shaila dkk., 2019). Menurut Rahayu dkk. (2021), asam humat berpotensi untuk meningkatkan kemampuan jerapan kation dan nitrat. Aprilliandi dkk. (2017), mengemukakan bahwa pemberian asam humat dengan dosis 5 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman mucuna (*Mucuna*

bracteata) pada tanah pasir pantai. Pemberian dosis 5 g tersebut juga dapat memperbaiki sifat fisika pada tanah pasir pantai sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah pasir pantai dalam menahan dan menyediakan air yang cukup untuk tanaman.

Kegiatan revegetasi lahan pantai diperlukan pemilihan jenis tanaman yang adaptif secara ekologi hidup di daerah pantai, seperti waru. Tanaman waru laut adalah salah satu jenis tanaman yang hidup di ekosistem pantai yang mampu tumbuh di daerah kritis serta berperan sebagai salah satu jenis tanaman pelindung (Aulya dkk., 2020). Waru laut merupakan tumbuhan asli yang berasal dari daerah Tropika Pasifik Barat yang memiliki peranan penting dalam proses abrasi, karena akar pohon waru laut berperan dalam menahan pasir pantai (Aulya dkk., 2020). Menurut Wahyuni dan Diliarosta (2021), tanaman waru juga memiliki banyak manfaat yakni pada akarnya bermanfaat untuk pendingin demam, daunnya sebagai obat batuk, diare, amandel, dan bunganya digunakan sebagai obat masuk angin. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, permasalahan yang ada yaitu tingginya salinitas pada pasir pantai dan permasalahan abrasi sehingga diperlukan perbaikan dengan cara pemberian bahan pembenah tanah agar mempercepat pertumbuhan tanaman yang ditanam sebagai upaya mengurangi abrasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang uji efektivitas asam humat dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan semai waru laut (*Thespesia populnea*) pada media tanam pasir pantai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa dosis pupuk kandang sapi yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai waru laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
2. Berapa konsentrasi asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai waru laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
3. Adakah interaksi antara dosis pupuk kandang sapi dan konsentrasi asam humat terhadap pertumbuhan semai waru laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai?
4. Apakah terdapat perbedaan pengaruh tunggal pupuk kandang sapi pada berbagai konsentrasi asam humat?
5. Apakah terdapat perbedaan pengaruh tunggal asam humat pada berbagai dosis pupuk kandang sapi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

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

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu.

1. Mendapatkan pemahaman tentang interaksi pengaruh perlakuan terbaik antara dosis pupuk kandang sapi dan konsentrasi asam humat terhadap pertumbuhan semai waru laut pada media tumbuh dengan salinitas tinggi.
2. Menambah alternatif perbaikan terhadap lahan dengan salinitas tinggi.
3. Menambah pemahaman penulis, civitas akademika dan masyarakat umum mengenai manfaat rehabilitasi pantai untuk mengurangi terjadinya kerusakan yang lebih luas.

1.5 Kerangka Pemikiran

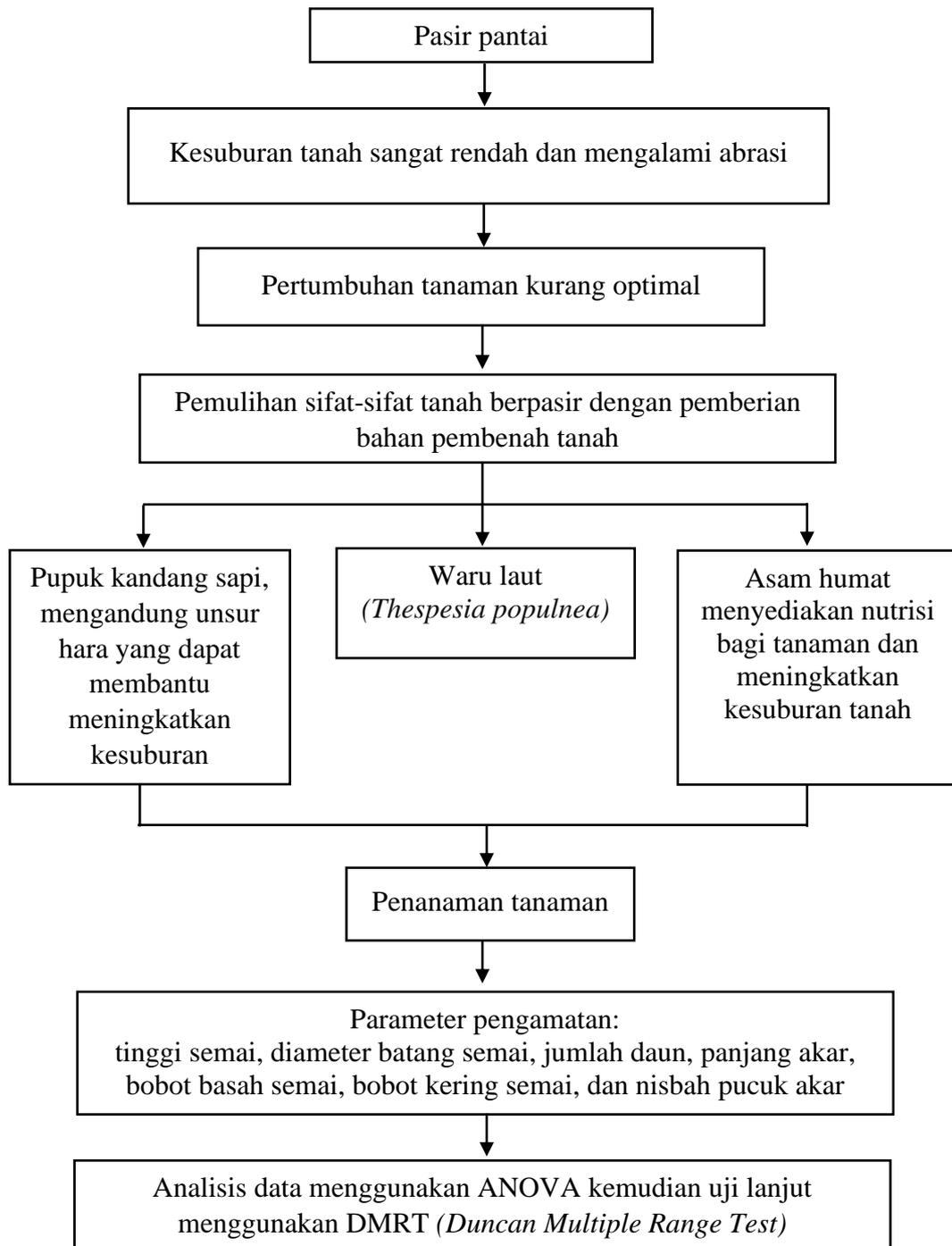
Pasir pantai yang memiliki karakteristik kesuburan rendah dan kandungan garam yang tinggi sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal dan perlu dilakukan upaya perbaikan. Salah satu upaya perbaikan yang dapat dilakukan yaitu dengan penambahan bahan pembenah tanah. Menurut Erlangga dkk. (2023), penambahan bahan organik sebagai bahan pembenah tanah seperti pupuk kandang sapi dan asam humat dapat meningkatkan agregasi tanah, meningkatkan penyerapan air dan kadar hara tanah. Pupuk kandang merupakan salah satu bahan pembenah tanah yang dapat menambah unsur hara serta dapat memperbaiki kemampuan mengikat air pada tanaman, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengolahan pasir pantai (Rahayu, 2020).

Menurut Aranyos dkk. (2016), dosis pupuk kandang sapi 27 ton/ha memiliki efek jangka panjang dalam memperbaiki sifat-sifat tanah berpasir, sehingga dosis tersebut memiliki pengaruh terbaik terhadap perubahan sifat fisik tanah berpasir. Sejalan dengan hasil penelitian Wasis dan Fitriani (2022), pemberian campuran pupuk kandang sapi sebanyak 90 g/polybag pada media tanam tercampur oli bekas memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman sengon. Wasis dkk. (2023), mengemukakan bahwa pemberian dosis 120 g pupuk kandang sapi menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan semai salam. Pemberian pupuk kandang sapi pada media pasir memberikan pengaruh terhadap penambah-

an diameter semai bibit nyamplung (Ardian dkk., 2022). Hal tersebut dapat menjadi acuan dalam penentuan pemberian dosis pupuk kandang sapi terhadap pasir pantai yang memiliki karakteristik terdegradasi.

Pemberian pupuk organik sebagai bahan pembenah tanah juga berpotensi untuk meningkatkan kemampuan jerapan kation dan nitrat (Rahayu dkk., 2021). Asam humat merupakan salah satu bahan organik yang mampu menjaga tanaman untuk bertahan di lingkungan yang kritis karena keberadaannya dapat merombak sifat biologi dan fisik tanah (Prayudyaningsih dan Sari, 2016). Menurut Khaled dan Fawy (2011), asam humat juga dapat menurunkan evapotranspirasi, meningkatkan kapasitas menahan air (*water holding capacity*) pada tanah, menurunkan erosi tanah dan meningkatkan KTK tanah.

Menurut Aprilliandi dkk. (2017), pemberian asam humat dengan dosis 5 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman mucuna (*Mucuna bracteata*) pada tanah pasir pantai. Pemberian dosis 5 g dapat memperbaiki sifat fisika pada pasir pantai, sehingga dapat meningkatkan kemampuan pasir pantai untuk menahan dan menyediakan air. Menurut Rizky dan Herlina (2018), penambahan bahan organik juga memiliki peranan penting dalam upaya pengurangan salinitas pasir pantai. Tanaman waru laut dipilih karena adaptif dan secara ekologi hidup di ekosistem pantai. Selain itu, tanaman waru laut mampu tumbuh di daerah kritis dan berperan sebagai salah satu jenis tanaman pelindung, serta memiliki peranan penting dalam proses abrasi, karena akar pohon waru berperan dalam menahan pasir pantai (Aulya dkk., 2020). Sebagai tanaman pelindung, waru laut memberikan pengaruh besar terhadap masyarakat pesisir untuk melindungi dan menahan atap rumah dari badai (Wahyuni dkk., 2021). Alur penelitian yang dilakukan dijelaskan secara lengkap pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian tentang uji efektivitas pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan semai waru laut (*Thespesia populnea*) pada media tanam pasir pantai.

1.6 Hipotesisi Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

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

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Pantai

Pasir pantai adalah salah satu bahan mineral alam yang melimpah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas atau sering disebut dengan salah satu lahan marginal yang potensial (Fathonah dkk., 2022). Pasir pantai merupakan salah satu lahan marginal yang potensial untuk digunakan sebagai lahan pertanian karena lahannya yang luas, datar, tidak mengalami banjir, dan sinar matahari yang melimpah adalah lahan pasir pantai (Diyanti, 2022). Menurut Pangestu (2020), lahan pasir pantai menjadi lahan marginal yang memiliki kendala pada sifat fisik tanah, ketersediaan air, dan nutrisi yang buruk. Permasalahan pada kualitas pasir pantai dipengaruhi oleh penyusun dalam pasir tersebut, dimana pasir pantai didominasi oleh fraksi pasir (91%) dengan kelas tekstur pasir sehingga memiliki jumlah fraksi pasir yang tinggi (Zulkoni dkk., 2020). Hal tersebut menyebabkan luas permukaan jenis kecil dan didominasi pori makro sehingga kemampuan mengikat dan menyediakan air (10,8%) dan hara rendah.

Menurut Arini (2021), pemanfaatan lahan pasir pantai merupakan upaya ekstensifikasi dalam meningkatkan produksi pertanian. Ketersediaan mikroorganisme tanah yang sedikit pada pasir pantai menyebabkan produktivitas tanaman menjadi rendah (Pramessti, 2019). Tingkat kesuburan pasir pantai dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen yang melimpah dalam pori dan menyebabkan pengeringan serta percepatan perombakan bahan organik (Zulkoni dkk., 2020). Selain itu, pasir pantai adalah lahan yang bermasalah dan mempunyai faktor pembatas tinggi untuk tanaman (Hijria dkk., 2020). Hijria (2020), berpendapat bahwa ketersediaan pasir pantai masih sangat tinggi, namun menjadi salah satu lahan yang bermasalah dan memiliki pembatas yang tinggi untuk tanaman.

Permasalahan yang ditemukan jika dimanfaatkan sebagai media tanam adalah kemampuannya untuk menahan air dan hara sangat rendah (Silalahi dkk., 2023).

2.2 Pembenh Tanah

Pembenh tanah (*soil conditioner*) merupakan bahan padat atau cair, bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, yang dapat memperbaiki struktur tanah, mengubah kemampuan tanah untuk menahan dan menyerap air, serta memperbaiki kemampuan tanah untuk memegang hara (Dariah dkk., 2015). Pembenh tanah didefinisikan sebagai suatu zat yang membuktikan sifat fisik tanah. Pengkondisi tanah mencakup sintetis dan produk alami (Wallace *et al.*, 2020). Akibatnya, air dan hara tidak mudah hilang dari tanah, tetapi tanaman tetap dapat memanfaatkannya. Pembenh tanah digunakan untuk memperbaiki sifat kimia tanah lainnya, seperti memperbaiki reaksi tanah dan menetralsir unsur atau senyawa beracun. Bahan pembenh tanah biasanya disebut sebagai *soil ameliorant* (Dariah dkk., 2015).

Secara umum, bahan pembenh tanah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu alami dan sintetis (buatan). Berdasarkan senyawa pembentuknya dapat dibedakan dalam tiga kategori yakni pembenh tanah organik, pembenh tanah hayati, dan pembenh tanah anorganik (mineral).

a. Pembenh tanah alami adalah pembenh tanah yang dibuat dengan menggunakan bahan-bahan yang berasal dari alam, baik bersifat organik, hayati, maupun organik. Struktur senyawa bahan dasarnya belum mengalami perubahan. Sedangkan pembenh tanah sintetis adalah pembenh tanah yang dibuat oleh pabrik, baik dari bahan dasar alami yang bersifat organik maupun anorganik, tetapi sudah mengalami perubahan baik secara fisik maupun struktur senyawanya, sehingga sulit dibedakan dengan bahan aslinya (Dariah dkk., 2015).

b. Pembenh tanah organik dan anorganik seringkali diformulasi, yaitu dilakukan pencampuran dengan komposisi tertentu atau dilakukan pengkayaan, sehingga dihasilkan jenis-jenis pembenh tanah yang beraneka ragam dan mempunyai keunggulan tertentu. Namun demikian, jenis-jenis pembenh tanah tersebut

umumnya ditujukan untuk memperbaiki sifat tanah tertentu, tanpa diharapkan untuk meningkatkan jumlah hara secara lebih nyata (Dariah dkk., 2015).

c. Pembena tanah berpasir lempung. Klasifikasi ini didasarkan pada penggunaan pengkondisi tanah menurut jenis tanah. Tanah yang sebagian besar berupa tanah liat sangat berbeda kebutuhannya dengan tanah yang berupa tanah liat didominasi pasir. Bahkan jenis tanah liat yang berbeda menentukan mana yang terbaik. Kondisi tanah organik dapat bermanfaat bagi tanah liat dan tanah berpasir, tetapi karena alasan yang berbeda. Tanah liat perlu dibuat lebih banyak pengolahan, kurang mudah terkikis, lebih permeabel terhadap air, dan kurang dapat diterima. Tanah berpasir membutuhkan kapasitas menahan air yang lebih tinggi, kapasitas pertukaran kation yang lebih tinggi, dan bahkan kemampuan untuk menahan anion dari bekasnya pencucian yang berlebihan (Wallace *et al.*, 2020). Penggunaan pembena tanah di lahan pasir merupakan salah satu alternatif teknologi peningkatan produktivitas lahan. Pemanfaatan lahan pasir akan meningkatkan kebutuhan pembena tanah, sehingga ketersediaannya semakin terbatas dan mahal harganya. Menurut Rajiman dkk. (2008), penggunaan pembena tanah di tanah pasir pantai akan membantu proses agregasi, meningkatkan kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman.

2.3 Asam Humat

Asam humat merupakan salah satu pembena tanah yang digunakan dalam bidang pertanian karena dapat berpengaruh secara langsung maupun secara tidak langsung terhadap tanah (Lukmansyah dkk., 2020). Menurut Maryani (2021), asam humat adalah salah satu fraksi dari humus yang diperlakukan melalui prosedur ekstrak pelarut. Asam humat membentuk bagian terbesar dari kompleks humus sebagai polimer senyawa aromatik. Pemberian asam humat memiliki pengaruh secara langsung dan tidak langsung. Pengaruh secara langsung yaitu dapat memperbaiki proses metabolisme di dalam tanaman, seperti dapat meningkatkan proses laju fotosintesis tanaman. Sedangkan pengaruh secara tidak langsung yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah terutama pada tanah yang berpasir atau tanah ultisol (Lukmansyah dkk., 2020).

Asam humat mempunyai peranan di dalam meningkatkan energi sel tanaman dengan cara meningkatkan kemampuan pertukaran ion. Hal ini terjadi dikarenakan fraksi humat mempunyai muatan negatif yang berasal dari disosiasi H dari berbagai gugus yang membuat kapasitas tukar kation (KTK) meningkat (Hermanto, dkk., 2013). Adanya kapasitas tukar kation tinggi yang dimiliki asam humat dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, menjerap, dan mempertukarkan kation tanah.

2.4 Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan bahan organik yang telah mengalami dekomposisi dan dapat digunakan sebagai pupuk organik. Pupuk kandang dapat berfungsi sebagai energi bagi mikroorganisme, penyedia unsur hara, penambah kemampuan tanah menahan air dalam tanah dan untuk memperbaiki struktur tanah (Setiawan, 2010). Pupuk kandang memiliki bobot jenis rendah, daya retensi dan aktivitas yang tinggi terhadap air, luas permukaan total besar, dan KTK yang tinggi (100--300 cmol/100 g) (Rajiman dkk., 2008). Setiap pupuk kandang mempunyai kandungan unsur hara yang berbeda-beda, karena masing-masing ternak mempunyai sifat khas tersendiri yang ditentukan oleh jenis pakan dan umur ternak tersebut (Nurjanah dkk., 2020). Pemberian bahan pembenah tanah dilahan pasir perlu juga mempertimbangkan ketersediaan bahan, harga dan keberlanjutannya.

Pupuk kandang ayam mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan unsur hara mikro seperti mangan (Mn), kalsium (Ca), besi (Fe), dan unsur hara lainnya yang dapat membantu tanaman tumbuh (Andayani dan Sarido, 2013). Pupuk kandang sapi bersifat lebih baik daripada pupuk alam lainnya maupun pupuk buatan, karena merupakan humus yang mengandung senyawa-senyawa organik dan merupakan sumber unsur hara makro yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Mayun, 2007). Pupuk kandang kambing mempunyai sifat yang memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan unsur hara, meningkatkan kapasitas menahan air, meningkatkan daya sangga tanah, sumber energi, dan humus yang mengandung senyawa organik dan unsur hara makro yang diperlukan untuk pertumbuhan dan

perkembangan tanaman. Pupuk kandang mengandung unsur N yang dapat mendorong pertumbuhan organ–organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun (Rizwan, 2008).

2.5 Waru Laut (*Thespesia populnea*)

Waru laut (*Thespesia populnea*) merupakan tanaman asli yang berasal dari daerah Tropika Pasifik Barat. Sebagai salah satu jenis tanaman penyusun ekosistem pantai, waru laut mampu tumbuh di daerah kritis serta berperan sebagai salah satu jenis tanaman pelindung (Aulya dkk., 2020).

Klasifikasi taksonomis waru laut menurut Ois (2020).

Rhegnum : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub divisi : Angiospermae
 Ordo : Malvales
 Family : Malvaceae
 Genus : *Thespesia*
 Species : *Thespesia populnea* (L.) Soland ex Correa



Gambar 2. Waru laut (*Thespesia populnea*)
 (Sumber : Rimbaku.com, 2023)

Waru laut merupakan jenis pohon tepi pantai anggota suku kapas-kapasan atau Malvaceae berupa semak sampai pohon berukuran sedang dengan mahkota yang

rapat. Batang tertutup rapat dengan sisik coklat samptat keperakan, menggundul. Daun berseling, tunggal, helaian daun membundar, mendelta, membundar telur atau lonjong. Perbungaan merupakan bunga aksiler yang soliter, besar, warna kuning muda dengan ungu tua di tengah; bunga kuning membuka pada sekitar jam 10 pagi, menjadi orange-kemerahan di siang hari, kemudian memudar menjadi pink pada pohon dan tidak gugur selama beberapa hari. daun mahkota membundar telur sungsang menyerong seperti pada Gambar 2 di atas. Buah kapsul membundar, bersudut 5 (Ois, 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga Januari 2025 di Rumah Kaca, Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Persiapan bahan analisis di Laboratorium Silvikultur dan Perlindungan Hutan Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, *sprayer*, gelas ukur, *thermohyrometer*, penggaris dengan ketelitian 1 mm atau meteran, sekop, *digital calliper*, *pot tray* dengan ukuran 3,5 cm × 3,5 cm, ayakan dengan kerapatan 20 *mesh* dan gelas ukur plastik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih waru laut, media pasir, *polybag* ukuran 20 cm × 20 cm, pupuk kandang sapi dan asam humat cair.

3.3 Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan menggunakan 2 faktor, faktor pertama yaitu menggunakan pupuk kandang sapi terdiri atas 4 taraf. Faktor kedua yaitu menggunakan asam humat terdiri atas 3 taraf. Faktor tersebut membentuk 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 ulangan untuk setiap unit percobaan, sehingga total yang dibutuhkan adalah 60 semai waru laut.

Selain itu, masing-masing faktor dirinci sebagai berikut.

Pupuk kandang sapi (P) dan asam humat (A).

P_0A_0 = 0 g pupuk kandang sapi + 0 ml asam humat cair (kontrol)

P_0A_1 = 0 g pupuk kandang sapi + 5 ml asam humat cair

P_0A_2 = 0 g pupuk kandang sapi + 15 ml asam humat cair

P_1A_0 = 100 g pupuk kandang sapi + 0 ml asam humat cair

P_1A_1 = 100 g pupuk kandang sapi + 5 ml asam humat cair

P_1A_2 = 100 g pupuk kandang sapi + 15 ml asam humat cair

P_2A_0 = 120 g pupuk kandang sapi + 0 ml asam humat cair

P_2A_1 = 120 g pupuk kandang sapi + 5 ml asam humat cair

P_2A_2 = 120 g pupuk kandang sapi + 15 ml asam humat cair

P_3A_0 = 150 g pupuk kandang sapi + 0 ml asam humat cair

P_3A_1 = 150 g pupuk kandang sapi + 5 ml asam humat cair

P_3A_2 = 150 g pupuk kandang sapi + 15 ml asam humat cair

Rumus Linier Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial)

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

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

Keterangan :

Y_{ijk} : respon perlakuan pada taraf ke- i faktor P, 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 P

β_j : pengaruh utama taraf ke- j dari faktor A

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

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

P ₀ . A _{1.1}	P ₀ . A _{0.5}	P ₁ . A _{1.2}	P ₀ . A _{0.4}	P ₀ . A _{2.3}	P ₀ . A _{1.2}
P ₁ . A _{0.3}	P ₀ . A _{2.1}	P ₁ . A _{2.3}	P ₁ . A _{1.1}	P ₁ . A _{2.1}	P ₁ . A _{0.2}
P ₁ . A _{1.5}	P ₁ . A _{2.2}	P ₂ . A _{1.2}	P ₁ . A _{2.4}	P ₂ . A _{0.4}	P ₁ . A _{0.5}
P ₁ . A _{2.5}	P ₃ . A _{0.2}	P ₃ . A _{0.5}	P ₂ . A _{2.1}	P ₃ . A _{1.1}	P ₂ . A _{2.3}
P ₂ . A _{0.1}	P ₃ . A _{2.2}	P ₃ . A _{1.2}	P ₃ . A _{0.3}	P ₃ . A _{2.5}	P ₂ . A _{2.5}
P ₀ . A _{0.2}	P ₀ . A _{2.4}	P ₀ . A _{0.1}	P ₀ . A _{1.3}	P ₂ . A _{1.1}	P ₀ . A _{1.4}
P ₀ . A _{0.3}	P ₁ . A _{0.1}	P ₂ . A _{0.2}	P ₁ . A _{1.3}	P ₂ . A _{2.4}	P ₀ . A _{1.5}
P ₀ . A _{2.2}	P ₁ . A _{0.4}	P ₂ . A _{0.5}	P ₃ . A _{1.3}	P ₃ . A _{0.1}	P ₀ . A _{2.5}
P ₂ . A _{1.3}	P ₁ . A _{1.4}	P ₂ . A _{1.4}	P ₃ . A _{2.1}	P ₃ . A _{1.4}	P ₂ . A _{2.5}
P ₃ . A _{0.4}	P ₂ . A _{0.3}	P ₂ . A _{1.5}	P ₃ . A _{2.3}	P ₃ . A _{1.5}	P ₃ . A _{2.4}

Gambar 3. Tata letak unit percobaan dalam RAL faktorial 4 x 3

3.4 Pelaksanaan

Pelaksanaan terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut.

a. Persiapan media tumbuh semai

Persiapan media tumbuh semai dapat dilakukan dengan pengambilan pasir pantai di Pantai Tarahan, Provinsi Lampung. Kemudian pasir dibersihkan dengan cara diayak dengan ketelitian 20 *mesh* sebanyak 1 kg/*polybag*. Setelah bahan-bahan siap, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan campuran media tumbuh semai yang akan digunakan. Campuran media tumbuh semai diawali dengan penyiapan perlakuan pertama yaitu pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi yang akan digunakan harus dalam kondisi matang atau dapat dilihat dengan ciri-ciri tidak berbau, ke-ring, berwarna coklat tua dan tidak panas saat di pegang. Kemudian pupuk kandang sapi diremahkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan kedalam media tanam agar tidak menggumpal dan disiapkan sesuai dengan kebutuhan perlakuan. Setelah perlakuan pertama selesai, dilanjutkan dengan penyiapan perlakuan kedua yaitu asam humat cair sesuai dengan kebutuhan perlakuan yang akan digunakan. Media tumbuh semai dan perlakuan yang telah selesai disiapkan, kemudian dilakukan pengaplikasian perlakuan. Perlakuan dilakukan dengan mencampur pupuk kandang sapi yang telah dihaluskan dicampur ke dalam media tumbuh semai yang telah disiapkan sesuai dengan dosis yang ditentukan, kemudian baru campurkan asam humat cair sesuai dengan kebutuhan.

Pengaplikasian perlakuan tersebut dapat dilakukan setelah penyapihan kecambah.

b. Penyiapan semai

Tahapan dalam penyiapan semai dilakukan dengan proses pengecambahan dan penyemaian benih waru laut. Langkah pertama adalah melakukan seleksi benih/uji vigor benih dengan cara direndam pada air untuk mengetahui kualitas bobot benih tersebut. Apabila benih terapung maka benih termasuk dalam kondisi kurang baik. Kemudian dilakukan skarifikasi pada benih waru laut dengan tujuan mempercepat pertumbuhan benih tersebut untuk berkecambah atau membangunkan masa dormansi benih. Proses skarifikasi dilakukan dengan merendam benih menggunakan air dengan suhu 80°C kemudian didiamkan selama semalam sebelum ditaburkan.

Setelah proses skarifikasi selesai dilakukan dan benih siap ditabur ke media tumbuh semai, kemudian siapkan media tabur yang akan digunakan. Media tabur yang digunakan adalah pasir yang sudah diayak dan disterilkan menggunakan air panas. Benih tersebut akan berkecambah 2 minggu sampai 1 bulan setelah masa penaburan. Selanjutnya, disiapkan pula *pot tray* dengan ukuran 3,5 cm × 3,5 cm yang akan digunakan untuk penyemaian benih. Setelah benih tumbuh sampai berukuran semai, tanaman dapat dipindahkan ke *polybag* percobaan.

c. Penyapihan semai

Sebelum kecambah dipindahkan kedalam *polybag*, *polybag* tersebut sudah diisi dengan media tumbuh semai yang telah disiapkan sebelumnya. Kemudian semai waru laut dapat dipindahkan kedalam *polybag* tersebut dengan ukuran 20 cm × 20 cm sebanyak 60 *polybag* yang telah disiapkan. Proses penyapihan semai dapat dilakukan pada pagi hari.

d. Pengaplikasian perlakuan

Media yang telah siap kemudian dicampurkan perlakuan yang telah disiapkan secara bertahap. Pasir pantai dicampurkan dengan pupuk kandang sapi sesuai dengan komposisi yang ada dengan dosis 100 g/*polybag*, 120 g/*polybag* dan 150 g/*polybag*. Pasir pantai dicampurkan dengan pupuk kandang sapi diulangi sebanyak 5 kali. Kemudian ulangan kedua dicampur dengan 120 g pupuk kandang sapi, dan disesuaikan dengan masing-masing kombinasi perlakuan. Setelah

pencampuran selesai, kemudian diaklimatisasi selama 1 minggu agar menyesuaikan dengan keadaan lingkungan.

Tahap selanjutnya adalah pencampuran asam humat cair dengan air. Pencampuran tersebut menggunakan perbandingan 1 liter asam humat dicampurkan dengan 150 ml air, sehingga untuk konsentrasi 5 ml asam humat dicampurkan dengan 33 ml air dan 15 ml asam humat dicampurkan dengan 99 ml air sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Perlakuan tersebut akan diaplikasikan di daerah sekitar akar tanaman waru laut. Pengaplikasian perlakuan ini dilakukan setelah penyapihan semai pada media tumbuh semai.

e. **Pemeliharaan semai**

Pemeliharaan waru laut penyiraman bibit dilakukan pada pagi dan sore hari bergantung kondisi media tumbuh. Selain itu, dilakukan penyiangan dan pengendalian hama dan gulma bila diperlukan.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Variabel yang diamati

Variabel yang diamati pada saat pengamatan waru laut adalah tinggi semai, diameter batang semai, jumlah daun, diamati setiap 1 bulan sekali, sedangkan panjang akar, bobot basah semai, bobot kering semai, nisbah pucuk akar, kekokohan semai, dan indeks mutu bibit diamati setelah 12 minggu pengamatan, di antaranya sebagai berikut.

a. **Tinggi Semai**

Data tinggi semai diukur dengan penggaris yang dihitung dari pangkal batang sampai titik tumbuh pucuk apikal, diamati setiap 1 bulan sekali.

b. **Diameter Batang Semai**

Diameter semai diukur dengan calliper di pangkal batang yang telah ditandai, diamati setiap 1 bulan sekali.

c. Jumlah Daun

Data diperoleh dengan menghitung jumlah daun penuh dan pertumbuhannya normal, diamati setiap 1 bulan sekali.

d. Panjang Akar

Data panjang akar diambil pada akhir pengamatan penelitian, dengan cara membongkar bibit dari *polybag* lalu akar dibersihkan dari pasir yang menempel. Akar yang telah dibersihkan kemudian dipotong dan diukur dengan penggaris dengan ketelitian 1 mm.

e. Bobot Basah Semai

Pengukuran bobot basah terbagi menjadi dua yaitu bobot basah akar dan bobot basah pucuk. Penimbangan dilakukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman meliputi akar untuk bobot basah akar dan batang serta daun untuk bobot basah pucuk. Pengukuran bobot basah ini dilakukan setelah panen (Ponggele dan Jayanti, 2015).

f. Bobot Kering Semai

Bobot kering semai terbagi menjadi lagi menjadi bobot kering akar, bobot kering pucuk dan bobot kering total. Bobot kering akar dan pucuk dipisahkan ketika pengovenan. Bagian tanaman ditimbang setelah dioven pada suhu 105°C sampai mencapai bobot konstan.

g. 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.

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

h. Kekokohan Semai

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

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

i. Indeks Mutu Bibit (IMB)

Indeks mutu bibit merupakan salah satu indikator tingkat kesiapan bibit untuk dipindahkan dari persemaian dan ditanam di lapangan. Indeks mutu bibit/semai dipengaruhi oleh bobot kering total, semakin besar nilai bobot kering totalnya maka semakin tinggi angka indeks mutu bibitnya. Angka indeks mutu dihitung menurut rumus Dickson (1960) dalam Sudomo dan Santoso (2011).

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

3.5.2 Variabel Lingkungan

Variabel lingkungan dalam penelitian ini adalah analisis kimia tanah, suhu dan kelembaban. Analisis kimia tanah dilakukan pada awal dan akhir pengamatan dengan mengukur pH, salinitas, dan N, P, K pada media tumbuh semai pasir pantai serta kandungan C/N dan N, P, K pada pupuk kandang sapi. Analisis kimia tanah tersebut dilakukan pada tanah kontrol kemudian pada akhir pengamatan tanah yang diukur merupakan tanah pada sampel dengan respon terbaik, respon sedang dan respon terburuk terhadap pertumbuhan waru laut yang dilakukan di Lab. Ilmu Tanah, Universitas Lampung dan Lab. Analisis, Politeknik Negeri Lampung. Selanjutnya yaitu pengukuran suhu dan kelembapan rumah kaca yang dilakukan setiap hari selama periode pengamatan menggunakan *thermohygro-meter*.

3.5.3 Tabulasi Data

Tabel 1. Tabulasi data RAL Faktorial 4 x 3

Faktor P	Faktor A	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
P ₀	A ₀	Y001	Y002	Y003	Y004	Y005	Y00.
P ₀	A ₁	Y011	Y012	Y013	Y014	Y015	Y01.
P ₀	A ₂	Y021	Y022	Y023	Y024	Y025	Y02
P ₁	A ₀	Y101	Y102	Y103	Y104	Y105	Y10
P ₁	A ₁	Y111	Y112	Y113	Y114	Y115	Y11
P ₁	A ₂	Y121	Y122	Y123	Y124	Y125	Y12
P ₂	A ₀	Y201	Y202	Y203	Y204	Y205	Y20
P ₂	A ₁	Y211	Y212	Y213	Y214	Y215	Y21
P ₂	A ₂	Y221	Y222	Y223	Y224	Y225	Y22
P ₃	A ₀	Y301	Y302	Y303	Y304	Y305	Y30
P ₃	A ₁	Y311	Y312	Y313	Y314	Y315	Y31
P ₃	A ₂	Y321	Y322	Y323	Y324	Y325	Y32
Total (Y.. _k)		Y.. ₁	Y.. ₂	Y.. ₃	Y.. ₄	Y.. ₅	Y..

3.5.4 Analisis Data

Data hasil penelitian yang telah diperoleh dilakukan uji homogenitas ragam terlebih dahulu, kemudian dianalisis variansnya dengan menggunakan uji F 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 Social 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 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$ (variens yang sama/homogen), H_1 yaitu paling sedikit terdapat satu $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ (variens berbeda/ tidak homogen).

Kriteria pengujian yaitu jika $W > F$, maka H_0 ditolak.

Statistik uji Levene sebagai berikut.

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

Keterangan;

- W = statistik uji untuk Uji Levene
 F = menilai kesetaraan varians diantara 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 waru laut.
 H_1 : tidak ada perbedaan signifikan efektivitas penggunaan pupuk kandang sapi dan asam humat terhadap pertumbuhan waru laut.

2. Jumlah kuadrat total (JK_T)

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

3. Jumlah kuadrat perlakuan P (JK_P)

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

4. Jumlah kuadrat perlakuan A (JK_A)

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

5. Jumlah kuadrat interaksi perlakuan P dan A (JK_{PA})

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

6. Jumlah kuadrat galat (JK_G)

$$JK_G = JK_T - JK_P - JK_A - JK_{PA}$$

7. Derajat bebas ($db_P, db_A, db_{PA}, db_G, db_t$)

- | | | |
|----|---|----------------------|
| a. | db_P (derajat bebas perlakuan P) | = p - 1 |
| b. | db_A (derajat bebas perlakuan A) | = a - 1 |
| c. | db_{PA} (derajat bebas interaksi perlakuan P dan A) | = $db_P \times db_A$ |
| d. | db_G (derajat bebas galat) | = $N - (a \cdot p)$ |
| e. | db_t (derajat bebas total) | = $N - 1$ |

8. Kuadrat tengah ($KT_P, KT_A, KT_{PA}, KT_G$)

- | | |
|----|-------------------------------------|
| a. | $KT_P = \frac{JK_P}{db_P}$ |
| b. | $KT_A = \frac{JK_A}{db_A}$ |
| c. | $KT_{PA} = \frac{JK_{PA}}{db_{PA}}$ |
| d. | $KT_G = \frac{JK_G}{db_G}$ |

9. Fhitung (F_P, F_A, F_{PA})

- | | |
|----|---------------------------------|
| a. | $F_P = \frac{KT_P}{KT_G}$ |
| b. | $F_A = \frac{KT_A}{KT_G}$ |
| c. | $F_{PA} = \frac{KT_{PA}}{KT_G}$ |

10. $F_{tabel}(F_P, F_A, F_{PA})$

- | | |
|----|---|
| a. | $F_P(tabel) = F_P(\alpha)(db_P, db_G) = F(0,05)(3; 48) F(0,01)(3; 48)$ |
| b. | $F_A(tabel) = F_A(\alpha)(db_A, db_G) = F(0,05)(2; 48) F(0,01)(2; 48)$ |
| c. | $F_{PA}(tabel) = F_{PA}(\alpha)(db_{PA}, db_G) = F(0,05)(6; 48) F(0,01)(6; 48)$ |

11. Kriteria pengujian

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

Tabel 2. Anova dua jalur pada Rancangan Acak Lengkap Faktorial.

Sumber Keragaman	Db	Jk	Kt	F hitung	F tabel	
					$\alpha=5\%$	$\alpha=1\%$
Perlakuan P	db _P	JK _P	KT _P	KT _P /KT _G		
Perlakuan A	db _A	JK _A	KT _A	KT _A /KT _G		
Perlakuan P x A	db _{PA}	JK _{PA}	KT _{PA}	KT _{PA} /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.

$$DMRT_6 = R_{(p, v, 6)} \frac{\sqrt{KT_G}}{r}$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perlakuan dosis pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata pada parameter panjang akar, bobot basah akar, bobot basah pucuk, bobot kering pucuk dan sangat nyata terhadap parameter tinggi semai, diameter semai, bobot kering akar, nisbah pucuk akar dan indeks mutu bibit semai waru laut. Perlakuan terbaik terdapat pada pupuk kandang sapi dengan dosis 100 g.
2. Perlakuan konsentrasi asam humat memberikan pengaruh nyata terhadap parameter panjang akar semai waru laut. Perlakuan terbaik terdapat pada asam humat dengan konsentrasi 15 ml.
3. Terdapat interaksi antara pemberian dosis pupuk kandang sapi dan konsentrasi asam humat terhadap pertumbuhan semai waru laut pada media tumbuh semai berbahan pasir pantai.
4. Terdapat pengaruh sederhana asam humat pada berbagai dosis pupuk kandang sapi. Pengaruh tersebut terdapat pada A₂ dengan konsentrasi 15 ml.
5. Terdapat pengaruh sederhana pupuk kandang sapi pada berbagai konsentrasi asam humat. Pengaruh tersebut terdapat pada P₁ dengan dosis 100 g.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan pupuk kandang sapi dengan faktor pembenah tanah yang lain. Perlu juga dilakukan penelitian yang serupa dengan jenis tanaman hutan pantai lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adele, K., Piere, L., dan Thouret, J. C. 2011. Environmental changes in the highlands of the western andean cordillera. Southern Peru. *The Holocene*. 1–12. *Agropet*. 12(2) :17-11.
- Afrista, F. A. C. 2022. *Peningkatan pertumbuhan tanaman pakcoy (Brassica sinensis L.) dengan penambahan asam humat pada media tanam*. (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Andayani dan Sarido, L. 2013. Uji empat jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai keriting (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Agrifor*. 12(1) : 22-29.
- Anindya, W., Palupi, D., dan Budisantoso, I. 2024. Efektivitas pertumbuhan dan hasil tanam beberapa kultivar kedelai (*Glycine max (L) Merr.*) dengan pemberian polietilena glikol (peg) untuk simulasi cekaman kekeringan. Al-Kaunyah: *Jurnal Biologi*. 17(1) : 133-143.
- Anjani, B. P. T., dan Santoso, B. B. 2022) Pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*) sistem tanam wadah pada berbagai dosis pupuk kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*. 1(1) : 1-9.
- 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) : 15-27.
- Aranyos JT., Tomócsik A., Makádi., Mészáros, dan Blaskó L. 2016. Change in physical properties of sandy soil after long-term compost treatment. *Int. Agrophys*. 30 : 269-274.

- Ardian, H., Tuyuk, T., Burhanuddin, B, dan Marwanto, M. 2022. Pengaruh media tanam dengan penambahan pupuk kotoran sapi terhadap pertumbuhan semai nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn*). *Jurnal Hutan Lestari*. 10(4) : 973-981.
- Arianto, M. F. 2020. Potensi wilayah pesisir di negara Indonesia. *Jurnal Geografi*, 10(1) : 204-215.
- Arilianti, d. 2022. *Aplikasi Asam Humat Sebagai Upaya Mitigasi Terhadap Salinitas Tanah Pasir Pada Budidaya Bawang Merah (Allium cepa L)* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada). 63 hlm.
- Arini, N. 2021. Identifikasi Komposisi dan Dominansi Gulma Pada Lahan Terbuka dan Ternaungi di Lahan Pasir Pantai Samas, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Seminar Nasional. *Universitas Sebelas Maret*. 5(1) : 601-608.
- Aulya, N. R., Noli, Z. A, dan Suwirmen, S. 2020. The growth of coastal cottonwood (*hibiscus tiliaceus linn.*) Seedlings by inoculating arbuscular mychorrhiza fungi (amf) on sand beach planting media. *Jurnal Biologi*. 8(2) : 36-41.
- Brown, M. B dan Forsythe, A. B. 1974. Robust Test for The Equality of Variances. *Journal of the American Statistical Association*. 69(346): 364–367. Budiyo. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Sebelas Maret University Press. Surakarta. 229 hlm.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W, dan Pratiwi, E. 2015. Pembena tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2) : 67-84.
- David, J., Abdurrahman, T. 2021. Respon pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*) terhadap amelioran di lahan salin. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 49(3) : 259-265.
- Diyanti, D. 2022. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Pasir Pantai Samas Untuk Budidaya Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum L.), Bawang Merah (Allium cepa L.), dan Jagung (Zea mays L.) di Desa Srigading Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul*. Disertasi. Universitas Pembangunan Nasional" Veteran" Yogyakarta. Yogyakarta. 79 hlm.
- Djoemairi, Sardijanto. 2008. *Adenium Penyerbukan Buatan dan Penyilangan 2*. Yogyakarta. Kanisius. 104 hlm.

- El-Hamid, A., Azza, R., AL-Kamar, F. A, dan Husein, M. E. 2013. Impact of some organic and biofertilizers soil amendments on the fertility status, some soil properties, and productivity of sandy soils. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 4(10) : 989-1007.
- 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. *Jurnal Mahasiswa Instiper*. 1(2) : 866-871.
- Fathonah, W., Kusuma, R. I., Mina, E, dan Ningsih, A. T. 2022. Penggunaan pasir pantai sebagai bahan stabilisasi tanah dasar dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*. 11(2) : 140-150.
- Fauzi, I., Sulistyawati, S., dan Purnamasari, R. T. 2022. Pengaruh dosis pupuk nitrogen pada pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) varietas samhong king. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 5(2) : 37-43.
- Fikdalillah, F., Basir, M., dan Wahyudi, I. 2016. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap serapan fosfor dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*) pada entisols sidera. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian (e-journal)*. 4(5) : 491-499.
- Firmansyah, I dan Sumarni, N. 2013. Pengaruh dosis pupuk n dan varietas terhadap ph tanah, n-total tanah, serapan n, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah entisol-Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Hortikultura*. 23(4) : 358-364.
- Friska, M., Amnah, R., Wahyuni, S. H., Handayani, S., Nasution, J., Harahap, P., Aziz, A. 2023. *Pengaruh Pemberian Pupuk Kalsium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merr.)*. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal. 10(1) : 871-877.
- Hadid, A., Wahyudi, I., dan Sarif, P. 2015. Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) akibat pemberian berbagai dosis pupuk urea. *Agrotekbis*. 3 (5) : 585-591.
- Handayani, D., Azwar, F., Wakhid, N., Premono, B. T., Siahaan, H., dan Sundari, S. 2023. Morfologi benih, pertumbuhan, dan indeks mutu bibit kemenyan durame (*Styrax benzoin* Dryand) pada berbagai media tumbuh. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 20(2) : 91-104.

Hardiansyah, H., dan Noorhidayati, N. 2020. Keanekaragaman jenis pohon pada vegetasi mangrove di pesisir Desa Aluh-Aluh Besar Kabupaten Banjar. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*. 12(2) : 71-85.

Harjanti, R. A., dan Tohari, S. N. H. U. 2014. Pengaruh takaran pupuk nitrogen dan silika terhadap pertumbuhan awal (*Saccharum officinarum* L.) pada inceptisol. *Vegetalika*. 3 (2) : 35-44.

Hartatik, W., dan Widowati, L.R. 2010. *Pupuk Kandang*. Jakarta. Departemen Pertanian. 24 hlm.

Hendri, J., dan Saidi, B. B. 2020. *Pengaruh Ameliorasi Lahan yang Terkena Intrusi Air Laut terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi*. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal. 605-615.

Hermanto, D., N. K. T. Dharmayani., R. Kurnianingsih, dan S. R. Kamali. 2013. Pengaruh asam humat sebagai pelengkap pupuk terhadap ketersediaan dan pengambilan nutrisi pada tanaman jagung di lahan kering Kec. Bayan-NTB. *Ilmu Pertanian*. 16 (2) : 28-41.

Hijria, H., Febrianti, E., Anas, A. A., Botek, M, dan Arsyad, M. A. 2020. Rekayasa mutu tanah pasir pantai melalui aplikasi bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Journal TABARO Agriculture Science*. 3(2) : 346-353.

<https://rimbakita.com/pohon-waru/>. Diakses pada 16 April 2024; Pukul 21.32 WIB.

Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, A. M., dan Tip, A. F. 2012. Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22(3) : 173-179.

Juliana, N., and Rahim, F. 2023. Working period, humidity, temperature to subjective fatigue on stone breaker worker in parida village: stone breaker. *Journal of Environmental and Safety Engineering*. 2 (1) : 57-65.

Junaedi, A. (2010). pertumbuhan dan mutu fisik bibit jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) di polibag dan politub. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 7(1) : 15-21.

Kamisah, K., dan Kartika, T. 2024. Analisis penentuan c-organik pada sampel tanah secara spektrofotometer uv-vis. *Jurnal Indobiosains*. 6 (2) : 74-80.

- Karolinoerita, V dan Annisa, W. 2020. Salinisasi lahan dan permasalahannya di indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 14(2) : 91-99.
- Kendek, M., Purwanto, B., dan Koibur, M. 2024. *Pengaruh Dosis Berbagai Kombinasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Perkembangan Akar Jagung (Zea mays L.) Fase Vegetatif*. In Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian. 5(1) : 783-799.
- Khaled H dan Fawy HA. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*. 6(1) : 21–29.
- Kusmiyati, F., Sumarsono, dan Karno. 2014. Pengaruh perbaikan tanah salin terhadap karakter fisiologis calopogonium mucunoides. *Pastura*. 4(1) : 1-6.
- Lestari, D. A. 2016. *Pengaruh Olah Tanah dan Pemupukan Terhadap Kepadatan Tanah dan Produksi Tanaman Jagung (Zea mays. L) di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung Musim Tanam Kelima*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 61 hlm.
- Listiyono, Y., Prakoso, L. Y, dan Sianturi, D. 2019. Membangun kekuatan laut indonesia dipandang dari pengawal laut dan deterrence effect Indonesia. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*. 5(1) : 73-84.
- 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.
- Liusman, H. F. L., dan Fatdillah, H. 2023. Pengaruh penggunaan jenis pupuk organik terhadap produktivitas tanaman semangka (*Citrullus sp.*): Liusman, Haezah Fatdillah. *Suluh Tani*. 1(1) : 56-63.
- Lukmansyah, A., Niswati, A., Buchari, H, dan Salam, A. K. 2020. Pengaruh asam humat dan pemupukan p terhadap respirasi tanah pada pertanaman jagung di tanah ultisols. *Jurnal Agrotek Tropika*. 8(3) : 527-535.
- Maryani, Y. 2021. Respon pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays saccharata sturt*) terhadap asam humat dan rhizobakteria. *Jurnal Pertanian Agros*. 23(2) : 395-402.
- Masganti, M., Abduh, A. M., Alwi, M., Noor, M., dan Agustina, R. 2022. Pengelolaan lahan dan tanaman padi di lahan salin. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 16(2) : 83-95.

- Mayun, I. A. 2007. Efek mulsa jerami padi dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah di Daerah Pesisir. *Agritrop*. 26(1) : 33-40.
- Mindari, W., Sassongko, E. P., Syekhfani. 2022. *Asam Humat Sebagai Amelioran Dan Pupuk*. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya. 83 hlm.
- Mustaqimah, N. M., Nurhatika, S, dan Muhibbudin, A. 2020. Pengaruh waktu inokulasi mikoriza arbuskular pada campuran media tanam amb-07 dan pasir pantai terhadap pertumbuhan dan karbohidrat padi (*Oryza sativa* L.) var. inpari 13. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 8(2) : 49-56.
- Musthofa, M. B., Firmansyah, F. D., Syakdiah, H, dan Gomes, M. 2023. Penanaman pohon cemara sebagai langkah pencegahan abrasi di Pantai Watu Pecak. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*. 7(6) : 5515-5526.
- Nopsagiarti, T., D. Okalia, dan G. Marlina. 2020. Analisis c-organik, nitrogen dan c/n tanah pada lahan agrowisata Beken Jaya. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 5 (1) : 11-18.
- Novitasari, D., dan Caroline, J. 2021. *Kajian Efektivitas Pupuk Dari Berbagai Kotoran Sapi, Kambing dan Ayam*. In Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur. 442-447.
- Nurjanah, E., Sumardi, S, dan Prasetyo, P. 2020. Pemberian pupuk kandang sebagai pembenah tanah untuk pertumbuhan dan hasil melon (*Cucumis melo* L.) di ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 22(1) : 23-30.
- Nusantara, E. V., Arsiansah, I., dan Bafdal, N. 2021. Desain sistem otomatisasi pengendalian suhu rumah kaca berbasis web pada budidaya tanaman tomat. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 9(1) : 34-42
- Ois Nurcahyanti, O. 2020. *Pengujian Aktivitas Antimalaria Ekstrak Daun Baru Laut*. Buku. Amerta Media. Purwokerto. 74 hlm.
- Pangestu, A. S. 2020. *Pengaruh Limbah Baglog Jamur Tiram Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Semangka di Lahan Pasir Pantai*. Disertasi. Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Yogyakarta. 55 hlm.
- Parwati, W. D. U., Andrian, R., Rahayu, E, dan Syah, R. F. 2023. Perbaikan tanah pasir pantai dengan penambahan tanah lempungan untuk media tanam bibit kelapa sawit di PreNursery. *AGRI-TEK*. 25(2) : 27-30.

- Patti, P. S., Kaya, E., Silahooy, C. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*. 2(1) : 51-58.
- Peraturan Pemerintah No. 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan.
- Ponggele, E. S dan Jayanti, K. D. 2015. Pertumbuhan dan hasil tanaman bayam (*Amaranthus spinosus* L.) pada berbagai jenis media tanam. *Jurnal Agropet*. 12(2) :17-11.
- Pramesti, A. D dan Hermiyanto, B. 2019. Pengaruh pemupukan kompos blotong dan pupuk organik cair eceng gondok terhadap infeksi endomikoriza dan produksi tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Moench pada lahan pasir pantai Paseban Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 2(3) : 108-114.
- Prayudyaningsih, R dan Sari, R. 2016. aplikasi fungi mikoriza arbuskula (fma) dan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan semai jati (*Tectona grandis* linn.f.) pada media tanah bekas tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(1) : 37-46.
- Pusat Penelitian Tanah Bogor. 1983. *Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah Departemen Pertanian*. Jakarta. 1 hlm.
- Putri, N. K. 2020. *Pengaruh Pupuk Kandang Pada Media Tanam Pasir Pantai Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Bayam Hijau (Amaranthus tricolor L.)*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 45 hlm.
- 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. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya. 73 hlm.
- Rahayu, R. D., Mindari, W, dan Arifin, M. A. M. 2021. Pengaruh kombinasi silika dan asam humat terhadap ketersediaan nitrogen dan pertumbuhan tanaman padi pada tanah berpasir. *Soilrens*. 19(2) : 23-32.
- Rahmandhias, D. T., Rachmawati, D. 2020. Pengaruh asam humat terhadap produktivitas dan serapan nitrogen pada tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(2) : 316-322.

- Rajiman, R., Yudono, P., Sulistyarningsih, E, dan Hanudin, E. 2008. Pengaruh pembenah tanah terhadap sifat fisika tanah dan hasil bawang merah pada lahan pasir pantai Bugel Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Agrin*. 12(1) : 67-77.
- Ramayani, R. 2012. Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan dan biomassa semai dan kandungan lipida pohon non-sekresi ceriops tagal. *Peronema Forestry Science Journal*. 1(1) : 1-11
- Resti, Y., Dewi, R. K., dan Rayani, T. F. 2022. Suhu, kelembaban dan intensitas cahaya pada penanaman green foeder menggunakan sistem smart hidroponik. *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*.12(2) : 77-85.
- Riyanto, A. B., Patola, E., dan Siswadi. 2013. Uji dosis dan frekuensi aplikasi pupuk urea terhadap pertumbuhan bibit jati putih (*Gmelina arborea* Roxb.). *Jurnal Inovasi Pertanian*. 12 (2) : 1- 13.
- Rizky, N dan Herlina, N. 2018. Pengaruh komposisi media tanam dan dosis pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil bunga matahari (*Helianthus annus* L.) Varietas Little Leo. *Agroteknologi*. 3(1) : 29–36.
- Rizwan, M dan Medan, S. P. F. P. U. 2010. Evaluasi pupuk npk dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Ilmiah Abdi Ilmu*. 3(2) : 422-430.
- Rumahlatu, D., Gofhur, A., dan Sutomo, H. 2008. Hubungan faktor fisik-kimia lingkungan dengan keanekaragaman echinodermata pada daerah pasang surut Pantai Kairatu. *MIPA dan Pembelajarannya*. 37(1) : 77-85
- Sandrawati, A., Marpaung, T., Devnita, R., Machfud, Y., dan Arifin, M. 2018. Pengaruh macam bahan organik terhadap nilai pH, pH₀, retensi P dan P tersedia pada Andisol Asal Ciater. *Soilrens*. 16(2) : 50-56.
- Santari, P. T., Amin, M, dan Mulyawan, R. 2021. Perbaikan sifat tanah pada lahan berpasir dengan pemberian pupuk kandang dan pupuk hayati. *In Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. 9 : 854-862.
- Saputri, B., Sofyan, A., dan Wahdah, R. 2020. Pengaruh biochar tandan kosong kelapa sawit dan mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan tanaman cabai hiyung (*Capsicum frutescens* L.) pada tanah ultisol. *EnviroScienteeae*. 16 (2) : 168-177.

- Sarah, S., Baharuddin, A. B., dan Bustan, B. 2024. Sebaran nilai kapasitas tukar kation (ktk) dan kemasaman (ph) tanah di tanah vertisol Kecamatan Sakra Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Soil Quality and Management*, 3(1) : 1-6.
- Sari, M. I., Noer, S, dan Emilda, E. 2022. Respons pertumbuhan tanaman labu kuning (*Cucurbita moschata*) pada cekaman salinitas. *EduBiologia Biological Science and Education Journal*. 2(1) : 72-79.
- Setiawan, B. S. 2010. *Membuat Pupuk Kandang Secara Cepat*. Buku. Penebar Swadaya, Jakarta. 67 hlm.
- 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*. 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 prenursery. *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. 83 hlm.
- 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*. 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 udipsammments. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(2) : 141-145.

- Sumemi, I. A., dan Guritno, B., 2023. Pengaruh dosis pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 11(9) : 694-702.
- Sutedjo, R. 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius. Yogyakarta. 218 hlm.
- Suwarno, Y., Verne, B. Y, dan Pribadi, I. 2019. Implementasi kebijakan pembinaan potensi maritim terhadap pemberdayaan wilayah pertahanan laut. *Journal of Public Policy and Applied Administration*. 1(2) : 107-110.
- Tarigan, A. A. L. B., Riniarti, M., Prasetya, H., Hidayat, W., Niswati, A., Banuwa, I. S., dan Hasanudin, U. 2021. Pengaruh biochar pada simbiosis rhizobium dan akar sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) dalam media tanam. *Journal of People, Forest and Environment*. 1(1) : 11-20.
- Utama, I. M. P., Nafisah, B. Z., Terasme, Hanan, A., Sugianto, N, dan Imansyah. 2020. Praktik pelestarian lingkungan melalui kegiatan penanaman pohon di kawasan pesisir pantai Mapak Mataram. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA: Jurnal Hasil Pengabdian & Pemberdayaan Kepada Masyarakat*. 1(1) : 65-69.
- Wahyuni, C dan Diliarosta, S. 2021. Pemahaman the understanding of the gajah beach community in air tawar barat on the utilization of waru trees. *SEMESTA: Journal of Science Education and Teaching*. 4(2) : 87-92.
- Wallace, A dan Terry, R. E. 2020. *Introduction: Soil Conditioners, Soil Quality and Soil Sustainability*. Buku. In Handbook of soil conditioners. CRC Press. 41 hlm.
- Wasis, B dan Fitriani, A. S. 2022. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan cocopeat terhadap pertumbuhan *Falcataria Mollucana* pada media tanah tercemar oli bekas. *Journal of Tropical Silviculture*. 13(3) : 198-207.
- 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(01) : 47-55.
- Wasis, B., dan Naiborhu, R. H. 2021. Optimalisasi pemberian pupuk kandang sapi dan arang kayu terhadap pertumbuhan salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) pada tanah tercemar oli bekas. *Journal of Tropical Silviculture*. 12 (2) : 67-77.

- Wawo, V. 2018. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap sifat fisik dan kimia tanah pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agrica*. 11(2) :153-163.
- Wijayanto, A Rohmiyati, M, dan Firmansyah, E. 2020. Peningkatan kapasitas tanah pasir pantai sebagai media tanam dengan penambah pupuk hijau dan lempung terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di prenursery. *AGROFORETECH*. 5(1) : 141–156.
- Wulandari, A. S., dan Susanti, S. 2012. Aplikasi pupuk daun organik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb. Miq.). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(2) : 137–142.
- Yuliana, Rahmadani, E., dan Permanasari, I. 2015. Aplikasi pupuk kandang sapi dan ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di media gambut. *Jurnal Agroteknologi*. 5(2) : 37-42.
- Yulianti, F., Zulfan, Z., Zalmita, N., Irawan, L. Y, dan Diah, H. 2022. Kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana abrasi pantai di Gampong Kedai Palak Kerambil. *Media Komunikasi Geografi*. 23(2) : 227-235.
- Yustika, V., Indriyanto., dan Asmarahman, C. 2022. Evaluasi mutu bibit tanaman hutan di pesemaian PT Natarang Mining Kabupaten Tanggamus. *Journal of Tropical Upland Resources*. 4(2) : 69-81.
- Zain, A. S. 2013. *Root to Shoot Ratio Biomassa dan Massa Karbon Pohon Jati (Tectona grandis L. F.) di KPH Balapulang, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- 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.