

**PEMANFAATAN ARANG SEKAM DAN ASAM HUMAT UNTUK
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SENGON LAUT (*Paraserianthes
falcataria*) PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH OLI BEKAS**

(Skripsi)

Oleh

**Riyadh Rianda Athallah
1914151066**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PEMANFAATAN ARANG SEKAM DAN ASAM HUMAT UNTUK
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SENGON LAUT (*Paraserianthes
falcataria*) PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH OLI BEKAS**

Oleh

**Riyadh Rianda Athallah
1914151066**

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

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PEMANFAATAN ARANG SEKAM DAN ASAM HUMAT UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SENGON LAUT (*Paraserianthes falcataria*) PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH OLI BEKAS

Oleh

Riyadh Rianda Athallah

Pencemaran tanah limbah oli bekas dapat menurunkan produktivitas tanah, sehingga diperlukan cara untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut. Salah satu cara untuk menetralkan tanah tercemar dapat dilakukan dengan teknik fitoremediasi menggunakan pemanfaatan tanaman sengon laut, dengan pembenah tanah berupa arang sekam dan asam humat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian arang sekam, asam humat, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama, yaitu arang sekam yang terdiri atas 3 taraf, faktor kedua yaitu asam humat yang terdiri atas 3 taraf. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis arang sekam yang berpengaruh terbaik terdapat pada dosis 75g, yang terbukti meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut. Perlakuan pemberian dosis asam humat yang berpengaruh terbaik terdapat pada dosis 5 ml, yang terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut terhadap. Sedangkan, Interaksi pemberian dosis arang seka dan asam humat yang berpengaruh terbaik terdapat pada H₂A₂ (arang sekam 75g) dan (asam humat 5 ml) yang terbukti meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut.

Kata kunci : arang sekam, asam humat, fitoremediasi, dan sengon laut

ABSTRACT

UTILIZATION OF HUSK CHARCOAL AND HUMIC ACID TO ENHANCE THE GROWTH OF SENGON LAUT (*PARASERIANTHES FALCATARIA*) ON WASTE OIL-CONTAMINATED SOIL

By

Riyadh Rianda Athallah

Soil contamination by used oil waste can reduce soil productivity, therefore, efforts are needed to improve the condition of the affected soil. One potential method to neutralize contaminated soil is through phytoremediation using Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*), combined with soil amendments such as rice husk charcoal and humic acid. This study aims to analyze the effects of rice husk charcoal, humic acid, and their interaction on the growth of Sengon Laut in soil contaminated with used oil waste. The study employed a Completely Randomized Design (CRD) in a factorial arrangement with two factors: rice husk charcoal (three levels) and humic acid (three levels). The results showed that the application of 75 grams of rice husk charcoal significantly enhanced the growth of Sengon Laut seedlings. Similarly, the application of 5 ml of humic acid produced the best results in promoting seedling growth. Moreover, the combination treatment of 75 grams of rice husk charcoal and 5 ml of humic acid (H2A2) showed the most significant positive effect, further improving the growth performance of Sengon Laut seedlings in used oil-contaminated soil.

Kata kunci : arang sekam, asam humat, fitoremediasi, dan sengon laut

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PEMANFAATAN ARANG SEKAM DAN ASAM HUMAT UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SENGON LAUT (*Paraserianthes falcataria*) PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH OLI BEKAS

Nama : Riyadh Rianda Athallah

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914151066

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



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



Trio Santoso, S.Hut., M.Sc
NIP 198503102014041002

2. Ketua Jurusan Kehutanan



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

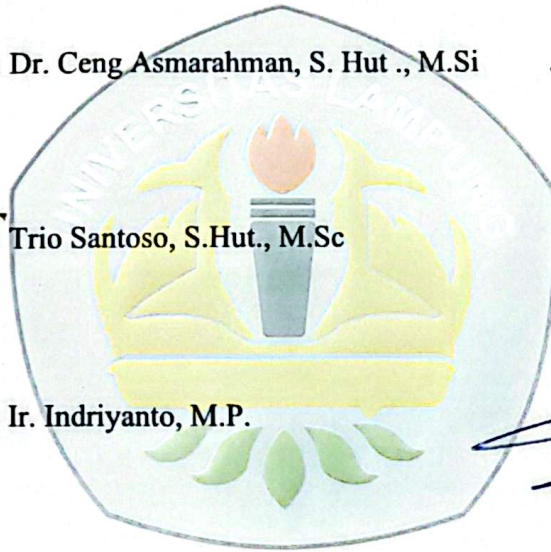
MENGESAHKAN

1. Tim penguji

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

Sekretaris : Trio Santoso, S.Hut., M.Sc

Anggota : Ir. Indriyanto, M.P.



[Handwritten signature of Dr. Ceng Asmarahman]

[Handwritten signature of Ir. Indriyanto]



Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Agustus 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riyadh Rianda Athallah

NPM : 1914151066

Jurusan : Kehutanan

Alamat : jl. Cengkeh 1

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

**PEMANFAATAN ARANG SEKAM DAN ASAM HUMAT UNTUK
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SENGON LAUT (*Paraserianthes
falcataria*) PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH OLI BEKAS**

Adalah benar karya saya 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 kemudian hari pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,



Riyadh Rianda Athallah
NPM 1914151066

RIWAYAT HIDUP



Riyadh Rianda Athallah (Penulis), atau akrab disapa Riyadh, lahir di Bogor 13 Juli 2001. Penulis merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Rian dan Ibu Linda. Pendidikan yang ditempuh penulis adalah di Sekolah Dasar (SD) di SDN Sukadamai 3 Bogor pada tahun 2007-2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 19 Bogor pada tahun 2014-2016, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Taruna Terpadu Bogor pada tahun 2016-2019. Tahun 2019 Penulis melanjutkan pendidikan dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh perkuliahan penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasyulva) Universitas Lampung sebagai anggota. Kegiatan keprofesian yang pernah diikuti Penulis yaitu mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukamantri, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Bogor pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis juga mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Getas dan Wanagama, Jawa Tengah pada bulan Agustus 2022 selama 20 hari.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Arang Sekam Dan Asam Humat Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) Pada Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Bapak Prof. 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 dosen pembimbing utama penulis yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan memberikan banyak masukan serta saran dalam melaksanakan penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Trio Santoso, S.Hut., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua penulis yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan memberikan banyak masukan serta saran dalam melaksanakan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Indriyanto, M.P selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran-saran perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Trio Santoso, S.Hut., M.Sc. selaku pembimbing akademik selama masa perkuliahan.
7. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Kehutanan Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua Penulis Bapak Rian dan Ibu Linda yang telah memberikan doa, teguran, semangat, motivasi dan memberikan dukungan moril maupun materil hingga Penulis menempuh langkah sejauh ini. Terima kasih kepada Bapak dan Ibu, semoga selalu diberikan kesehatan dan keberkahan.
9. Teman satu bimbingan yaitu, Riski Firdaus Fasya, Widya Arum, Rohmi Aisah, Mita Puspita Rini, dan Amellita.
10. Sahabat penulis yaitu, Hendry Prasetyo, Fakhri Andhika, Alfatir, Emir, Rafly Arjuna, Fadhil, Hade Afkar, Akbar Riskilillah, dan Uta yang telah membantu dalam segala aspek kehidupan perkuliahan, mendengar keluh kesah dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis
11. Sahabat seperjuangan angkatanku “FORMICS” atas segala bantuan, dukungan, dan kebersamaan yang telah kalian berikan.

Semoga Tuhan YME membalas segala kebaikan mereka semua yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 11 Agustus 2025

Riyadh Rianda Athallah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Kerangka Pimikiran.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Oli Bekas.....	5
2.2. Arang Sekam	6
2.3. Asam Humat.....	7
2.4. Sengon Laut (<i>Paraserianthes falcataria</i>).....	8
2.5. Fitoremediasi	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitia	11
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.3.1 Rancangan percobaan	11
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.3.3 Variabel Pengamatan	14
3.3.4 Variabel Penunjang.....	15
3.3.5 Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil penelitian.....	20
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Pertumbuhan tinggi.....	38

4.2.2 Pertumbuhan diameter tanaman.....	39
4.2.3 Jumlah anak daun.....	40
4.2.4 Panjang akar.....	41
4.2.5 Jumlah bintil akar.....	42
4.2.6 Bobot basah tanaman.....	42
4.2.7 Bobot kering tanaman.....	43
4.2.8 Parameter Penunjang	44
V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabulasi data RAL Faktorial	16
2. Analisis sidik ragam percobaan faktorial dengan menggunakan RAL ...	17
3. Rekapitulasi hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene	20
4. Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk seluruh parameter pengamatan	22
5. Data penunjang sebagai data pendukung pada awal penelitian hingga akhir penelitian.....	37
6. Hasil uji analisis Pb pada media tanah awal dan akhir pengamatan.	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	4
2. Tata letak unit percobaan dalam metode rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 3 x 3.....	13
3. Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter tinggi semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	23
4. Pengaruh utama perlakuan asam humat terhadap parameter tinggi semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	24
5. Perbandingan interaksi arang sekam dan asam humat terhadap parameter tinggi semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	25
6. Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter diameter semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	26
7. Pengaruh utama perlakuan asam humat terhadap parameter diameter semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	27
8. Perbandingan interaksi arang sekam dan asam humat terhadap parameter diameter semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	28
9. Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter jumlah anak daun semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.....	29
10. Pengaruh utama perlakuan asam humat terhadap parameter jumlah anak daun semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.....	30
11. Perbandingan interaksi arang sekam dan asam humat terhadap parameter jumlah anak daun semai sengan laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.....	31

12.	Perbandingan perlakuan tunggal arang sekam terhadap parameter panjang akar sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.....	32
13.	Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter bobot basah akar sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.	33
14.	Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter bobot kering akar sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	34
15.	Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter bobot basah daun sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	35
16.	Pengaruh utama perlakuan asam humat terhadap parameter bobot basah daun sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	36
17.	Pengaruh utama perlakuan arang sekam terhadap parameter bobot kering daun sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki kekayaan alamnya, salah satu kegiatan yang mengambil kekayaan tersebut yaitu pertambangan, di Indonesia memiliki macam-macam jenis penambangan antara lainnya tambang minyak, batu bara, timah, emas, dan sebagainya. Eksploitasi kekayaan alam ini ditandai dengan adanya sumur-sumur untuk mengali minyak yang ada di Indonesia yang menyebabkan lahan hutan menjadi semakin rusak. Salah satu kegiatan yang berdampak pada lingkungan yaitu kegiatan tambang minyak.

Pencemaran lingkungan merupakan masalah yang selalu dihadapi oleh manusia yang berada di dalam suatu lingkungan tertentu. Lingkungan dikatakan tercemar apabila telah terjadi perubahan akibat masuknya atau dimasukkannya suatu bahan ke dalam tatanan lingkungan itu sehingga berbeda dengan tatanan aslinya (Fitriah, 2017). Pencemaran yang diketahui antara lainnya adalah pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah. Pencemaran yang menjadi perhatian khusus pada bidang kehutanan dan pertanian yaitu pencemaran tanah. Pencemaran tanah terjadi saat adanya zat atau benda asing yang masuk dan tercampur ke dalam tanah sehingga mengubah kondisi awal pada keadaan yang lebih buruk

Salah satu bahan pencemaran tanah yang banyak tersebar di ruang lingkup masyarakat adalah oli bekas pada kegiatan usaha bengkel kecil hingga besar yang tersebar di Indonesia (Wasis, 2021). Oli bekas merupakan salah satu kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) yang memiliki potensi untuk menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan (Welan *et al.*, 2019). yang dapat mengakibatkan matinya mikroba-mikroba yang berada di dalam tanah (Zam, 2011).

Salah satu kegiatan untuk menanggulangi hal tersebut yaitu dengan melakukan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi in-situ Non Destruktif dan hemat biaya yang dapat digunakan untuk membersihkan tanah yang terkontaminasi. Potensi teknologi ini di daerah tropis cukup tinggi karena kondisi iklim yang mendukung pertumbuhan tanaman dan merangsang aktivitas mikroba. Salah satu strategi fitoremediasi yang sudah digunakan baik dalam taraf penelitian maupun secara komersial adalah dengan memanfaatkan kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi kontaminan (Sukono, 2020). Kunci utama keberhasilan pembenahan tanah yang telah tercemar oli bekas melalui pemilihan jenis tanaman (Wasis, 2021). Di antara jenis tumbuhan yang akan diuji kemampuannya untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi dengan limbah oli bekas adalah sengon laut (*Paraserianthes falcataria*). Sengon merupakan pohon yang mudah beradaptasi dengan kondisi yang berbeda-beda (Sukarman, 2012). Hal ini dapat dibantu oleh bahan-bahan seperti menggunakan arang sekam dan asam humat untuk membantu memperbaiki status kesuburan tanah.

Arang sekam dapat digunakan sebagai pembenah tanah dalam upaya rehabilitasi lahan dan membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman. Arang sekam juga dapat menambah hara pada tanah walaupun dalam jumlah yang sedikit, hal ini di karenakan arang sekam memiliki kandungan unsur hara N 0,3%, P₂O₅ 15%, K₂O 31%, dan beberapa unsur hara lainnya, serta memiliki pH 6,8. Arang sekam adalah media tanam yang mudah di gunakan karena tidak perlu di sterilisasi, Hal tersebut di sebabkan mikroba pathogen telah mati selama proses pembakaran (Supriyanto, 2010).

Selanjutnya, asam humat dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap perkembangan tanah dan juga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui peranannya dalam mempercepat proses respirasi. Asam humat juga dapat meningkatkan penyerapan air dan hara. Pemberian asam humat ke dalam tanah mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), meningkatkan C-organik (Rasyid, 2020). Oleh karena itu setelah dilihat manfaat arang sekam dan asam humat perlu dilakukan percobaan untuk mengetahui perlakuan terbaik terhadap tanah limbah oli bekas menggunakan sengon laut (*Paraserianthes falcataria*).

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh pemberian arang sekam terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas ?
2. Bagaimana pengaruh pemberian asam humat terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi arang sekam dan asam humat dalam memperbaiki tanah tercemar limbah oli bekas dengan menggunakan tanaman sengon laut ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini di lakukan dengan tujuan sebagai berikut.

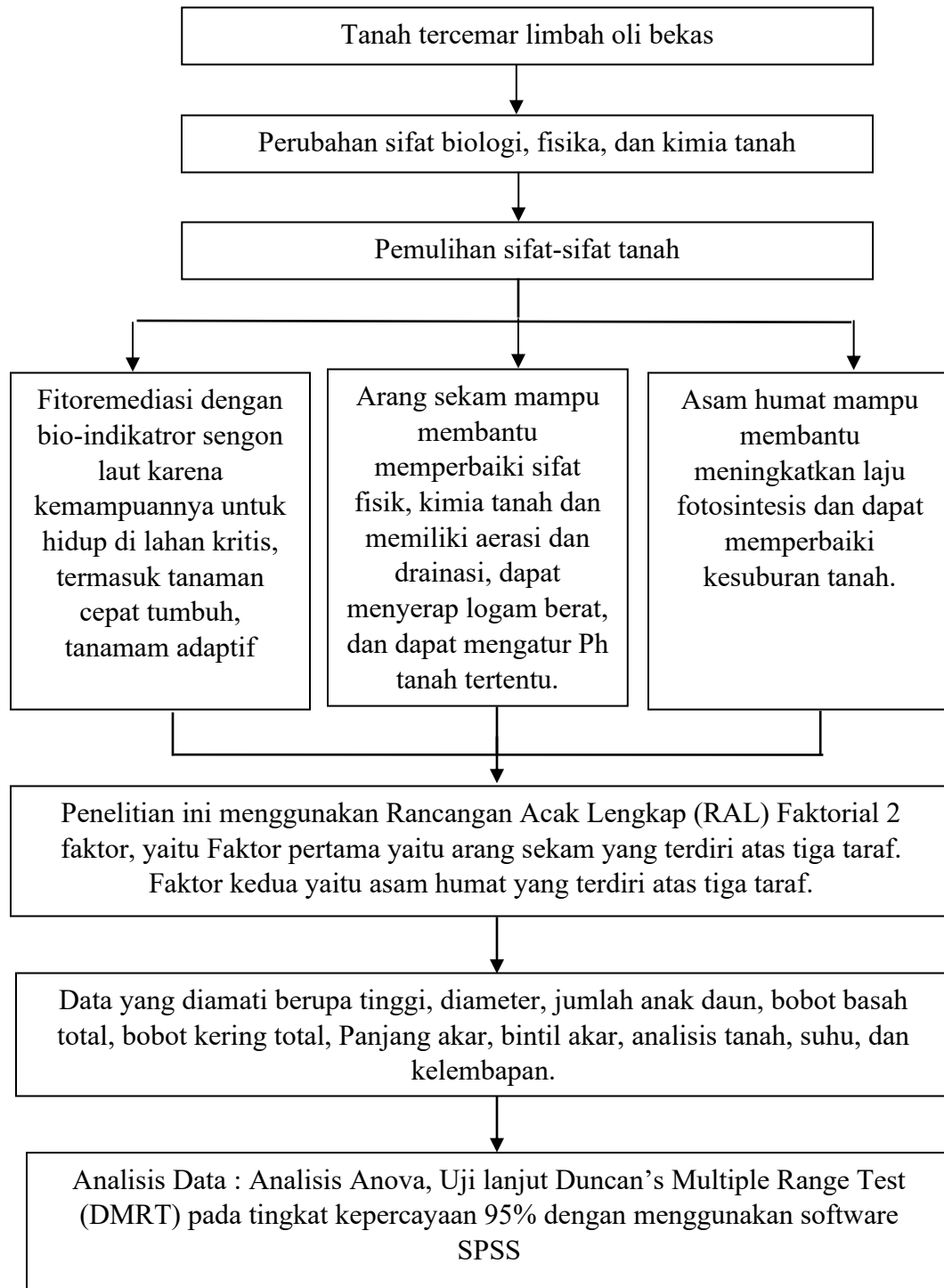
1. Menganalisis pengaruh pemberian arang sekam terhadap pertumbuhan sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.
2. Menganalisis pengaruh pemberian asam humat terhadap pertumbuhan sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.
3. Menganalisis interaksi dari pemberian arang sekam dan asam humat terhadap tanah tercemar oli bekas.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan pengaruh terbaik dari pemberian arang sekam terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.
2. Mendapatkan pengaruh terbaik dari pemberian asam humat terhadap pertumbuhan tanaman sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas.
3. Mendapatkan pengaruh interaksi terbaik sengon laut dengan arang sekam dan asam humat terhadap tanah tercemar oli bekas.

1.5 Kerangka Pimikiran



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Oli Bekas

Limbah diartikan sebagai bahan sisa yang dihasilkan dari suatu aktivitas tertentu yang dilakukan oleh manusia (Suharto, 2011). Berdasarkan bentuknya limbah dapat berupa bahan cair, padat maupun gas. Limbah memiliki kaitan yang sangat erat dengan kerusakan atau pencemaran terhadap lingkungan. Hal tersebut dikarenakan zat-zat yang terkandung di dalam limbah sering kali menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan. Limbah sebagai bahan buangan atau sisa dari suatu aktivitas manusia, sehingga semakin tinggi atau sering aktivitas yang dilakukan oleh manusia maka akan berakibat pada meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan (Cahyadi, 2013). Akumulasi limbah yang kian menumpuk dapat merusak atau mencemari lingkungan karena telah melebihi ambang batas toleransi yang dapat diterima.

Oli bekas sebagai salah satu limbah yang dihasilkan dari aktivitas perbengkelan suatu kendaraan atau mesin. Oli bekas merupakan bahan sisa yang terdiri atas campuran kompleks senyawa hidrokarbon dengan berbagai senyawa lain yang sebelumnya digunakan untuk melumasi bagian-bagian dari mesin kendaraan bermotor agar kerja mesin tetap lancar (Basuki, 2011). Menurut Wasis (2021), dikatakan bahwa oli bekas mengandung logam berat yang berbahaya sehingga dapat dikategorikan ke dalam limbah B3. Dijelaskan di dalam PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, bahwasanya B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) diartikan sebagai zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemari dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau

membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Limbah B3 sangatlah berbahaya, mengingat sifatnya yang korosif, mudah terbakar, mudah meledak, reaktif, beracun, serta dapat menyebabkan infeksi dan iritasi apabila berkontak langsung dengan bagian tubuh manusia maupun hewan (Qiram, 2017). Melihat beratnya dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah tersebut sehingga apabila limbah ini tumpah atau tercecer ke lingkungan tentu akan menimbulkan dampak perubahan lingkungan yang cukup masiv. Keberadaan limbah oli bekas yang mengandung logam berat didalamnya apabila tumpah ke lingkungan khususnya tanah dapat mengakitnya matinya sebagian besar mikroba yang ada di dalamnya (Zam, 2011). Selain hal tersebut kandungan senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam oli bekas mampu merusak bahkan merubah struktur dan fungsi tanah yang berakibat pada penurunan kualitas dan hara yang terkandung di dalamnya (Bano *et al.*, 2020). Penuruan kualitas tanah pada suatu areal akibat akumulasi logam berat tersebut tentu akan berdampak pada keseimbangan kehidupan makhluk hidup yang ada disana.

2.2. Arang Sekam

Sekam bakar merupakan salah satu inovasi media tanam yang mulai dikembangkan (Lamsrin, 2023). Arang sekam adalah bagian keras dan terluar dari padi yang telah mengalami pembakaran tertutup agar tidak menjadi abu. Pada dasarnya arang sekam dibuat dari proses pembakaran dengan meminimalisir jumlah oksigen yang masuk ke dalam tungku pembakaran agar pembakaran tidak sempurna sehingga menghasilkan arang. Arang sekam juga dapat diartikan sebagai media tanam yang berpori dan steril yang hanya dapat dipakai untuk satu musim tanam yang didapatkan dari pembakaran sekam padi diatas tungku pembakaran, dan sebelum menjadi abu disiram menggunakan air bersih. Arang sekam atau yang dikenal juga dengan sekam bakar memiliki karakteristik berwarna hitam dengan tekstur yang kasar dan memiliki tingkat kerapuhan yang tinggi. Sebagai media tanam, arang sekam

memiliki keunggulan yaitu mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta memiliki aerasi dan drainasi yang baik (Emmy, 2020).

Arang sekam memiliki kandungan atas polisakarida dan bahan organik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai alat untuk menyerap atau mengabsorpsi logam berat misalnya timbal (Riskirana dkk, 2014). Selain itu, dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sri & Betty *et al* (2008) diketahui bahwa arang sekam mampu menurunkan kandungan peroksida pada minyak kelapa tradisional. Kandungan peroksida dari hasil penelitian tersebut turun hingga 84,4% dengan activator KOH sebesar 15%. Penelitian lain terkait arang sekam padi juga pernah dilakukan oleh Pohan, *et al* yang menggunakan arang sekam yang telah diaktivasi dengan 5, 10, 15% NaOH dan temperature 80°C mampu menyerap 513,36 mg/gr logam berat (Fasya dan Fadial, 2017).

2.3. Asam Humat

Asam humat merupakan senyawa organik yang telah mengalami proses humifikasi dan larut dalam alkali. Asam humat dapat berpengaruh secara langsung dan tidak langsung. Secara tidak langsung yaitu memperbaiki status kesuburan tanah baik dalam sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. Pengaruh asam humat secara langsung yaitu mampu memperbaiki proses metabolisme didalam tanaman, seperti meningkatkan proses laju fotosintesis tanaman (Victolika, 2014)

Asam humat adalah fraksi yang larut dalam alkali tetapi tidak larut dalam asam atau air. Asam humat mampu berinteraksi dengan ion logam, oksida dan hidroksida mineral karena mengandung gugus fungsional aktif seperti karboksil, fenol, karbonil, hidroksida, alkohol, amino, kuinon dan metoksil, serta bentuknya yang berpori sehingga memiliki luas permukaan yang besar. Asam ini berpengaruh kuat terhadap kapasitas penjerapan tanah. manfaat pemberian kompos pada tanah yang diberikan tambahan (2%) kompos dari jerami padi yang masih mentah (C/N>45) akan meningkatkan kandungan asam humat pada bahan campuran sampai hampir 50 kali lipat lebih besar dari kandungan asam humat pada bahan kompos itu sendiri dan meningkatkan produksi tanaman uji (Firda, 2016).

Asam humat merupakan substansi koloid polidispersi, memiliki pH asam, dan larut dalam kondisi basa namun tidak larut dalam asam dan sebagian ada yang larut dalam pH netral. Karena sifatnya yang amphifilik tersebut, asam humat sangat bermanfaat dalam aplikasi bidang pertanian dan remediasi polusi pada tanah dan asam humat dapat mengurangi evaporasi air dan erosi pada tanah, meningkatkan *water holding capacity* pada tanah serta memfasilitasi reaksi enzimatik pada tanaman (de Melo.2016).

2.4. Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*)

Sengon atau (*Paraserianthes falcataria*) termasuk famili Leguminosae. Tanaman ini sangat potensial untuk dipilih sebagai salah satu kayu cepat tumbuh (*fast growing species*), pengelolaan relatif mudah, sifat kayunya termasuk kelas kuat dan permintaan pasar yang terus meningkat, sedangkan secara ekologis Sengon dapat meningkatkan kualitas lingkungan seperti meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki tata air.

Jenis sengon merupakan jenis multiguna, daunnya digunakan untuk pakan ternak karena mengandung protein tinggi, dan juga digunakan untuk pupuk hijau karena perakaran sengon banyak mengandung nodul akar yang dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* yang menyediakan unsur nitrogen dalam tanah. Kayu sengon mempunyai nilai ekonomis tinggi karena memiliki kelas keawetan IV-V dan kelas kekuatan V-VI, sehingga kayu sengon banyak dijadikan bahan dasar kayu pertukangan maupun bangunan (Sari,N. 2021)

Sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) merupakan salah satu jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing species*) di Indonesia yang potensial untuk dikembangkan. Jenis ini sangat potensial untuk dikembangkan dalam pembangunan hutan tanaman maupun untuk tujuan lainnya, seperti penghijauan, reklamasi lahan bekas tambang, dan sebagai pohon peneduh. Pada umur 5-6 tahun kayu sengon mampu mencapai diameter 30 cm atau lebih, sehingga sudah layak dipanen dan diolah menjadi berbagai macam produk. Pertumbuhan kayu ini jauh lebih cepat

dibanding jenis kayu lambat tumbuh (*slow growing species*) yang secara umum membutuhkan waktu sedikitnya 15-25 tahun (Ramadhan, 2018).

2.5. Fitoremediasi

Istilah umum fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani yaitu phyto (tumbuhan), yang dilekatkan pada akar bahasa Latin *remedium* (untuk memperbaiki atau menghilangkan kejahatan). Fitoremediasi adalah teknologi alternatif atau pelengkap yang dapat digunakan bersama dengan atau menggantikan teknologi pembersihan konvensional mekanis yang seringkali memerlukan input modal tinggi dan padat karya serta energi (Aghi, 2020). Fitoremediasi adalah teknologi untuk memperbaiki lahan dengan menggunakan tanaman. Salah satu mekanisme pengikatan logam berat dalam tanah oleh tanaman pengikat logam dilakukan melalui penyerapan. Fitoremediasi merupakan alternatif teknologi pengolahan tanah tercemar yang ramah lingkungan, efektif, dan mempunyai biaya yang lebih rendah dibandingkan pengolahan lainnya (Ratnawati, 2018).

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Keuntungan fitoremediasi adalah prosesnya dapat dilakukan secara insitu dan eksitu, mudah diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, teknologi yang ramah lingkungan dan bersifat estetik bagi lingkungan, serta dapat mereduksi kontaminan dalam jumlah yang besar. Namun fitoremediasi juga memiliki kerugian berupa waktu proses yang relative lama, bergantung kepada keadaan iklim, dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat pada jaringan dan biomasa tumbuhan, dan dapat mempengaruhi keseimbangan rantai makanan pada ekosistem (Zulkoni, 2016).

Fitoremediasi adalah teknologi in-situ non-destruktif dan hemat biaya yang dapat digunakan untuk membersihkan tanah yang terkontaminasi. Potensi teknologi ini di daerah tropis cukup tinggi karena kondisi iklim yang mendukung pertumbuhan tanaman dan merangsang aktivitas mikroba. Salah satu strategi fitoremediasi yang sudah digunakan baik dalam taraf penelitian maupun secara komersial adalah dengan

memanfaatkan kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi kontaminan (Syarif, 2008).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung, analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung, dan penimbangan bobot kering dilakukan di Laboratorium Silvikultur dan Perlindungan Hutan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga febuari 2024

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas label, spidol, ember, sekop, *polybag* ukuran 10 x 20 cm, timbangan analitik, jangka sorong, penggaris, oven, pH meter, higrometer dan *sprayer*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah bibit Sengon laut (*Paraserianthes falcataria*), asam humat, arang sekam, dan limbah oli bekas.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan penelitian ini menggunakan ruang lingkup yang seragam atau homogen sehingga menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor (Perulesy, 2016). Faktor pertama yaitu arang sekam yang terdiri atas tiga taraf meliputi A₀, A₁, dan A₂ dan faktor kedua yaitu asam

humat yang terdiri atas tiga taraf meliputi H₀, H₁, dan H₂. Dari setiap perlakuan dilakukan sebanyak 10 ulangan, sedangkan masing-masing perlakuan selanjutnya dapat di lihat sebagai berikut.

a. Perlakuan 1 (Arang sekam (A))

A₀ = 0 gram arang sekam + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

A₁ = 50 gram arang sekam + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

A₂ = 75 gram arang sekam + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

b. Perlakuan 2 (Asam Humat (H))

H₀ = 0 ml Asam humat + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

H₁ = 3 ml Asam humat + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

H₂ = 5 ml Asam humat + 1000 gram tanah tercemar oli bekas

Rumus Linier Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial) Menurut Budiyo (2009), bentuk umumnya dapat dirumuskan sebagai berikut.

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

$i = 1, 2, \dots$

$j = 1, 2, \text{ dan } 3$

$k = 1, 2, 3, \dots, 5$

Keterangan :

Y_{jk} : Respon perlakuan pada taraf ke faktor A, taraf ke faktor B dan ulangan ke-k

μ : Nilai rerata dari seluruh data

α_i : Pengaruh faktor S taraf ke -i

β_j : Pengaruh faktor H taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor S taraf ke-i dan faktor H taraf ke-j

ε_{ijk}^i : Pengaruh galat faktor S taraf ke-i , faktor H taraf ke-j dan ulangan ke-k

$A_0H_0^1$	$A_1H_0^2$	$A_0H_2^3$	$A_1H_2^4$	$A_0H_1^6$	$A_1H_0^7$	$A_1H_1^7$	$A_0H_0^9$	$A_1H_0^{10}$
$A_1H_1^1$	$A_0H_0^2$	$A_2H_0^3$	$A_2H_2^5$	$A_2H_1^5$	$A_2H_1^6$	$A_0H_2^7$	$A_2H_0^8$	$A_1H_1^9$
$A_0H_1^2$	$A_2H_0^2$	$A_1H_1^3$	$A_0H_0^5$	$A_0H_2^5$	$A_1H_2^6$	$A_2H_0^7$	$A_2H_2^9$	$A_1H_2^{10}$
$A_2H_0^1$	$A_0H_2^2$	$A_0H_1^4$	$A_2H_1^{10}$	$A_2H_2^6$	$A_0H_0^7$	$A_1H_0^8$	$A_1H_1^{10}$	$A_0H_1^{10}$
$A_1H_0^1$	$A_1H_1^2$	$A_2H_2^4$	$A_0H_2^4$	$A_1H_0^5$	$A_1H_1^6$	$A_2H_1^7$	$A_2H_1^8$	$A_2H_1^9$
$A_1H_2^1$	$A_0H_1^3$	$A_0H_0^4$	$A_2H_0^4$	$A_1H_2^5$	$A_0H_1^7$	$A_0H_0^8$	$A_0H_1^9$	$A_0H_2^{10}$
$A_2H_1^1$	$A_2H_1^2$	$A_1H_2^3$	$A_1H_0^4$	$A_1H_0^6$	$A_2H_0^6$	$A_0H_2^8$	$A_1H_1^8$	$A_2H_2^{10}$
$A_0H_1^1$	$A_0H_0^3$	$A_2H_2^3$	$A_0H_1^5$	$A_1H_1^5$	$A_2H_2^7$	$A_1H_2^7$	$A_1H_0^9$	$A_1H_2^9$
$A_2H_2^1$	$A_2H_2^2$	$A_1H_0^3$	$A_2H_1^4$	$A_2H_0^5$	$A_0H_2^6$	$A_0H_1^8$	$A_1H_2^8$	$A_2H_0^{10}$
$A_0H_2^1$	$A_1H_2^2$	$A_2H_1^3$	$A_1H_1^4$	$A_0H_0^6$	$A_2H_0^9$	$A_2H_1^8$	$A_0H_2^9$	$A_0H_0^{10}$

Gambar 2. Tata letak unit percobaan dalam metode rancangan acak lengkap (RAL) faktorial

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian ini di lakukan dari beberapa tahapan sebagai berikut.

A. Persiapan Media Tanam

Media yang digunakan adalah top soil yang diambil dengan kedalaman 0 sampai 20 cm. Tanah yang sudah diambil akan dibersihkan terlebih dahulu dan dikering anginkan. Setelah dikering anginkan dilakukan penimbangan tanah sebanyak 1kg dan selanjutnya dicampurkan 60ml limbah oli bekas. Dosis tersebut diperlukan untuk 1 *polybag* yang digunakan. Lalu tanah tersebut dilakukan diaklimatisasi selama 1 minggu dan diberi perlakuan sesuai dosis yang sudah ditentukan. Lalu dimasukkan ke dalam *polybag* sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan.

B. Persiapan bibit/ perkecambagan benih

Bibit yang di dapatkan dengan cara menanam sendiri. Benih sengon lau yang di dapat yaitu dengan cara membeli di online shop. Sebelum ditanam benih sengon laut dilakukan skarifikasi terlebih dahulu tujuan dari skarifikasi ini adalah untuk mematah masa dormansi benih, skarifikasi dilakukan dengan cara merendam benih di air panas dengan suhu awal 100°C dan di diamkan selama 12 jam. Lalu siapkan *potray* yang sudah di isi media tanam pasir. Setelah itu pindahkan benih ke dalam *potray* yang sudah disiapkan dan dilakukan penyiraman pada pagi atau sore hari sesuai dengan kadar air media tanam.

C. Memindahkan bibit ke dalam *polybag*

Langkah selanjutnya bibit sengon laut disimpan ke dalam *polybag* yang sudah disiapkan. Pemindahan bibit dalam *polybag* dilakukan pada pagi atau sore hari agar terhindar dari penguapan yang berlebih sehingga bibit tidak mengalami stress yang berlebihan.

D. Pemeliharaan

Pemeliharaan bibit sengon laut yang sudah diberikan perlakuan akan ditempatkan dalam rumah kaca selama pengamatan berlangsung yaitu selama 12 minggu. Pemeliharaan bibit dilakukan berupa penyiraman secara rutin pada setiap pagi atau sore hari sesuai dengan kondisi media tanam, penyiraman gulma dan pengendalian hama akan dilakukan jika diperlukan.

3.3.3 Variabel Pengamatan

1. Tinggi semai (cm)

Pengambilan data tinggi tanaman dilakukan setiap 2 minggu sekali dari minggu awal sampai minggu terakhir pengamatan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar mudah menganalisis pertumbuhan tinggi tanaman. Pengukuran dilakukan menggunakan penggaris dimulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh pucuk apikal.

2. Diameter semai (mm)

Pengambilan data diameter tanaman dilakukan setiap 2 minggu sekali dari minggu awal sampai minggu terakhir pengamatan. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong.

3. Jumlah Anak Daun

Perhitungan jumlah helai daun tanaman dilakukan setiap 2 minggu sekali dari minggu awal sampai minggu terakhir pengamatan.

4. Bobot basah total (g)

Bobot basah total tanaman diukur pada akhir pengamatan. Tanaman sengon laut dipisahkan antara akar dan pucuk. Kemudian masing-masing ditimbang dengan

menggunakan timbangan analitik. Bobot basah total merupakan penjumlahan antara bobot basah akar dan bobot basah pucuk (Nadhira Dkk, 2020).

5. Bobot kering total (g)

Pengukuran bobot kering total tanaman dilakukan pada akhir pengamatan. Tanaman sengon laut yang sudah dipisahkan antara akar dan pucuk dimasukkan kedalam oven menggunakan suhu 80°C selama 24 jam. Lalu kedua bagian tersebut ditimbang menggunakan timbangan analitik. Bobot kering total merupakan penjumlahan dari bobot kering akar dengan bobot kering pucuk (Nadhira, 2020).

6. Panjang Akar (cm)

Pengukuran Panjang akar dilakukan pada akhir pengamatan. Tanaman sengon di ukur dalam waktu yang bersamaan lalu dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Pengukuran dilakukan menggunakan alat bantu penggaris di mulai dari leher akar hingga bagian akar paling ujung bawah.

7. Bintil akar

Pengamatan bintil akar di lakukan pada akhir pengamatan, dengan cara memanen akar tanaman kemudian di hitung jumlah bintil akar yang terdapat pada akar sengon laut. Lalu melakukan pengamatan bintil akar yang efektif yang di lakukan dengan cara membelah atau menyayat bintil akar satu per satu yang terdapat pada tanaman. (Dyah, 2013).

3.3.4 Variabel Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini berupa analisis kimia tanah awal dan akhir, suhu dan kelembapan

Tabel 1. Tabulasi data RAL Faktorial

Faktor A	Faktor H	Ulangan										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A ₀	H ₀	Y ₀₀₁	Y ₀₀₂	Y ₀₀₃	Y ₀₀₄	Y ₀₀₅	Y ₀₀₆	Y ₀₀₇	Y ₀₀₈	Y ₀₀₉	Y ₀₀₁₀	Y ₀₀
A ₀	H ₁	Y ₀₁₁	Y ₀₁₂	Y ₀₁₃	Y ₀₁₄	Y ₀₁₅	Y ₀₁₆	Y ₀₁₇	Y ₀₁₈	Y ₀₁₉	Y ₀₁₁₀	Y ₀₁
A ₀	H ₂	Y ₀₂₁	Y ₀₂₂	Y ₀₂₃	Y ₀₂₄	Y ₀₂₅	Y ₀₂₆	Y ₀₂₇	Y ₀₂₈	Y ₀₂₉	Y ₀₂₁₀	Y ₀₂
A ₁	H ₀	Y ₁₀₁	Y ₁₀₂	Y ₁₀₃	Y ₁₀₄	Y ₁₀₅	Y ₁₀₆	Y ₁₀₇	Y ₁₀₈	Y ₁₀₉	Y ₁₀₁₀	Y ₁₀
A ₁	H ₁	Y ₁₁₁	Y ₁₁₂	Y ₁₁₃	Y ₁₁₄	Y ₁₁₅	Y ₁₁₆	Y ₁₁₇	Y ₁₁₈	Y ₁₁₉	Y ₁₁₁₀	Y ₁₁
A ₁	H ₂	Y ₁₂₁	Y ₁₂₂	Y ₁₂₃	Y ₁₂₄	Y ₁₂₅	Y ₁₂₆	Y ₁₂₇	Y ₁₂₈	Y ₁₂₉	Y ₁₂₁₀	Y ₁₂
A ₂	H ₀	Y ₂₀₁	Y ₂₀₂	Y ₂₀₃	Y ₂₀₄	Y ₂₀₅	Y ₂₀₆	Y ₂₀₇	Y ₂₀₈	Y ₂₀₉	Y ₂₀₁₀	Y ₂₀
A ₂	H ₁	Y ₂₁₁	Y ₂₁₂	Y ₂₁₃	Y ₂₁₄	Y ₂₁₅	Y ₂₁₆	Y ₂₁₇	Y ₂₁₈	Y ₂₁₉	Y ₂₁₁₀	Y ₂₁
A ₂	H ₂	Y ₂₂₁	Y ₂₂₂	Y ₂₂₃	Y ₂₂₄	Y ₂₂₅	Y ₂₂₆	Y ₂₂₇	Y ₂₂₈	Y ₂₂₉	Y ₂₂₁₀	Y ₂₂
Total		Y _{..1}	Y _{..2}	Y _{..3}	Y _{..4}	Y _{..5}	Y _{..6}	Y _{..7}	Y _{..8}	Y _{..9}	Y _{..10}	Y _{...}

3.3.5 Analisis Data

Pengujian sidik ragam dengan uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan dalam penelitian ini. Data diolah menggunakan software SPSS . Perlakuan berpengaruh nyata jika nilai $F \leq 0,05$. Uji lanjut nilai tengah dilakukan dengan menggunakan prosedur Uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (Dyah 2013). Uji DMRT digunakan pada tingkat kepercayaan 95% menggunakan software SPSS (*Statistical Package for the Sosial Sciences*) versi 19.

Uji homogenitas dilakukan untuk menunjukkan bahwa perbedaan yang terjadi pada uji statistik parametrik benar-benar terjadi akibat adanya perbedaan antar kelompok, bukan sebagai akibat perbedaan dalam kelompok. Uji homogenitas variansi sangat diperlukan sebelum membandingkan dua kelompok atau lebih, agar perbedaan yang ada bukan disebabkan oleh adanya perbedaan data dasar. Ada beberapa rumus yang bisa digunakan untuk uji homogenitas variansi diantaranya yaitu menggunakan uji Levene. Hipotesis yang digunakan pada uji Levene ini adalah $H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$ (varian yang sama/homogen) H_1 yaitu paling sedikit terdapat satu $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ (varians berbeda/homogen) Kriteria pengujian yaitu jika $W > F$, maka H_0 ditolak. Statistik uji Levene sebagai berikut (Usmandi,2020).

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

Keterangan=

W = Perbedaan varians antara kelompok yang dibandingkan

F = Menilai kesetaraan varians di antara kelompok

N = Jumlah pengamatan

k = Banyak kelompok

$\sum_{i,j} |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$

\bar{Y}_i = rata-rata dari kelompok $-i$

\bar{Z}_i = rata-rata dari kelompok Z_i

$\bar{Z} . .$ = rata-rata menyeluruh dari Z_{ij}

Analisis keragaman (Anova) dilakukan dengan uji F. Rumus-rumus untuk analisis keragaman adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Analisis sidik ragam percobaan faktorial dengan menggunakan RAL

SK	Db	JK	KT	F-Hitung	F tabel
A	Db _S	JK _S	KT _S	$\frac{KT_S}{KT_G}$	
H	Db _H	JK _H	KT _H	$\frac{KT_H}{KT_G}$	
SH	Db _{SH}	JK _{SH}	KT _{SH}	$\frac{KT_{SH}}{KT_G}$	
Galat	Db _G	JK _G	KT _G		
Total	Db _{total}	JK _{total}			

Keterangan:

SK = Sumber Keragaman

Db = Derajat bebas

JK = Jumlah Kuadrat

KT = Kuadrat tengah

a. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$(JK_T) JK_T = \sum X \frac{2}{T} - \frac{(\sum XT)^2}{N}$$

b. Jumlah kuadrat perlakuan S (JK_S)

$$JK_S = \sum \frac{(\sum XS)^2}{n_S} - \frac{(\sum XT)^2}{N}$$

c. Jumlah kuadrat perlakuan H (JK_H)

$$JK_H = \sum \frac{(\sum XH)^2}{n_H} - \frac{(\sum XT)^2}{N}$$

d. Jumlah kuadrat interaksi perlakuan S dan H (JK_{SH})

$$JK_{SH} = \sum \frac{(\sum X_{SH})^2}{n_{SH}} - \frac{(\sum XT)^2}{N} - JK_S - JK_H$$

e. Jumlah kuadrat galat (JK_G)

$$JK_G = JK_T - JK_S - JK_H - JK_{SH}$$

f. Derajat Bebas ($Db_S, Db_H, Db_{SH}, Db_T, Db_G$)

- | | |
|--|----------------------|
| 1. (derajat bebas perlakuan S) | = b-1 |
| 2. (derajat bebas perlakuan H) | = k- 1 |
| 3. (derajat bebas interaksi perlakuan S dan H) | = $Db_S \times Db_H$ |
| 4. (derajat bebas galat) | = $N - (b.k)$ |
| 5. (derajat bebas total) | = $N - 1$ |

g. Kuadrat Tengah ($KT_S, KT_H, KT_{SH}, KT_G$)

$$1. KT_S = \frac{JK_S}{Db_S}$$

$$2. KT_H = \frac{JK_H}{Db_H}$$

$$3. . KT_{SH} = \frac{JK_{SH}}{Db_{SH}}$$

$$4. KT_G = \frac{JK_G}{Db_G}$$

h. F- Hitung (F_S, F_H, F_{SH})

$$1. F_S = \frac{KT_S}{KT_G}$$

$$2. F_H = \frac{KT_H}{KT_G}$$

$$3. F_{SH} = \frac{KT_{SH}}{KT_G}$$

i. F-tabel

$$1. F_S(\text{tabel}) = F_S(\alpha)(Db_S, Db_G)$$

$$2. F_H(\text{tabel}) = F_H(\alpha)(Db_H, Db_G)$$

$$3. F_{SH}(\text{tabel}) = F_{SH}(\alpha)(Db_{SH}, Db_G)$$

Perbandingan nilai rata-rata perlakuan dilakukan dengan uji uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*).

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut .

1. Perlakuan dosis arang sekam yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan sengon laut pada tanah tercemar limbah oli bekas terdapat pada dosis 75 g pada parameter tinggi batang, diameter batang, jumlah anak daun, panjang akar, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot basah pucuk, dan bobot kering pucuk.
2. Perlakuan pemberian dosis asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan sengon laut pada media tanah tercemar limbah oli bekas terdapat pada dosis 5 ml, yang terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut terhadap tinggi batang, diameter batang, jumlah anak daun, panjang akar, dan bobot basah pucuk.
3. Interaksi pemberian dosis arang sekam dan asam humat yang berpengaruh terbaik terhadap pertumbuhan sengon laut pada media tanah tercemar limbah oli bekas terdapat pada arang sekam dengan dosis 75g dengan asam humat 5 ml (A₂H₂) yang terbukti meningkatkan pertumbuhan semai sengon laut pada parameter tinggi batang, diameter batang, dan jumlah anak daun semai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, M. D., dan Muhardi, M. 2022. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa. L*) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada Sistem Hidroponik. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*. 10 (2), 421-428.
- Basuki,W. 2011. Biodegradasi Limbah Oli Bekas Oleh *Lycinibacillus Sphaericus Tpc* C 2.1. *Jurnal Tek. Lingkungan*. Vol 12(2) : 111-119
- Cahyadi. 2013. Potensi Zeolit Alam Sebagai Media Penyerapan Logam Berat Kromium (Cr) Yang Terkandung Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit. *Jurnal Teknologi pengelolaan limbah*. Vol 16 (3) : 73-80
- Celik, I., H. Gunal, M. Budak, C. Akpınar, 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*. Vol 160(2) : 236-243
- Darmasika,I. 2019. Pengaruh Dosis Arang Sekam Padi Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Hibrida (*Zea Mays L.*) Pada Salinitas Tanah. *Jurnal litbang Provinsi jawa tengah*. Vol 17 (2) : 195-205
- Dyah, I, K, Dwi, E, dan Prihastanni, E. Pembentukan Bintil akar Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*) Dengan Perlakuan Jerami Pada Masa Inkubasi Yang Berbeda. *Jurnal Sains dan matematika*. Vol 21 (4) : 103-107
- DeMelo BAG, Motta FL, Santana MHA. 2016. Humic acids: structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. *Material Science Engineering C*. Vol 62: 967–974.
- Fasya, A.Z., & Fadial, N. 2017. *Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr*. Buku. Program Studi Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

- Firda. 2016. Pembentukan, Karakterisasi Serta Manfaat Asam Humat Terhadap Adsorpsi Logam Berat. *Soilrens*. Vol 14 (2) : 9-13
- Fitriah, N. Tinjauan Yuridis tentang Kriteria Pencemaran dan Perusakan Lingkungan Menurut UU No. 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Hakim, N., M, Y. Nyakpa., A, M. Lubis., S, G. Hugroho., Rusdi, Saul., M, Amin. Dibia., G, B. Hong., dan H, H. bailley. 1986. *Dasar- Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Iskandar., Ikbal., Wilarso, S. 2016. Penggunaan bahan humat dan kompos untuk Meningkatkan kualitas tanah bekas tambang nikel Sebagai media pertumbuhan sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 6(1) : 53-60.
- Jerry, L ., dan john H ., 2015. Temperature extremes: Effect On Plant Growth And Development. *Weather and Climate Extremes*. 10 (1) : 4-10.
- Komarek M. 2013. Chemical stabilization of metals and arsenic in contaminated soils using oxides a review. *Environ Pollut*. 172(1) :9-22
- 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.
- Manuhuttu, A. P. H., Rehatta., dan Kailola, J. G. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*). *Agrologia*. 3 (1) : 18 -27.
- Manurung, F. S., Nurchayati, Y., dan Setiari, N. 2020. Pengaruh Pupuk Daun Gandasil D terhadap Pertumbuhan, Kandungan Klorofil dan Karotenoid Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena Voss*). *Jurnal Biologi Tropika*. 3 (1) : 24–32.
- Munthe, Kamelia., Erwin, Pane., dan Ellen, L. P. 2018. Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea L*) Pada Media Tanam Yang Berbeda Secara Vertikultur. *Agrotekma*. 2 (2) : 138-151.
- Nugroho, T.A. 2015. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Biji Sengon (*Paraserianthes falcataria L.*). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol. 5 no. 1.
- Nurhasybi., Hero, D. P. K., Muhammad, Z., Dede, J. S., Agus, A. P., Buharman, Sudrajat dan Suhariyanto. 2010. *Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia*. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor. Bogor. Jilid 1: Vol. 4 No. 3.

- Perwitasari, R, E., Lembang, K, F., dan Djidin, H. 2012. Penilaian cara mengajar menggunakan rancangan acak lengkap (studi kasus: jurusan matematika fmipa unpatti). *Jurnal Ilmu matematika dan terapan*. Vol 10 (1) : 9-16
- Qiram, I. 2017. Pengaruh Jumlah Sekat Vertikal dan Debit Aliran Terhadap Viskositas Oli Pada Separator Air Oli. *Dinamika Teknik Mesin*. Vol.7(1):37-44.
- Ramadhan ,D., Riniarty, M., Santoso, T. 2018. Pemanfaatan Cocopeat sebagai Media Tumbuh Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) dan Merbau Darat (*Intsia palembanica*). *Jurnal Sylva Lestari*. Vol 6 (2) : 22-31
- Ratnawati,R.2018. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Dan Jengger Ayam (*Celosia Plumosa*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 3 (2) : 62-69
- Riskirana, R., Mulyati, S., Jubaidi. 2014. Efektivitas Arang Sekam dan Ampas Kelapa Kering dalam Menurunkan Kadar Timbal Pada Air Sumur. *Jurnal Media Kesehatan*. Vol.7(1):01-99.
- Sari,N. 2021. Analisis Kesehatan Bibit Sengon Laut (*Paraseriantes Falcataria*) Di Persemaian. *Jurnal Sylva Scienteeae* Vol. 4(6): 957-954
- Sejarah, N.S. 2019. Pengaruh Penggunaan Arang Sekam Padi Sebagai Media Pertumbuhan Sistem Hidroponik Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* var. alboglabra). *Skripsi*. Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Thaha Saifuddin. Jambi.
- 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.
- Sitompul, S. M., dan Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Pr. Yogyakarta
- Sofyan, S. E., dan Riniarti, M. 2014. Pemanfaatan Limbah Teh, Sekam Padi, Dan Arang Sekam Sebagai Media Tumbuh Bibit Trembesi (*Samanea Saman*). *Jurnal Sylva Lestari*. 2 (2) : 61-70.
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. ANDI. Yogyakarta.

- Sukarman., Kainde, R., Rombang dan Thomas, J. A. 2012. Pertumbuhan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Jurnal Eugenia*. Vol 18(3): 215-221.
- Sukono,G,A,B. 2020. Mekanisme Fitoremediasi. Jurnal. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. Vol 2 (2) : 40-48
- Supriyanto. 2010. Pemanfaatan Arang Sekam untuk Memperbaiki Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq*) pada Media Subsoil. *Jurnal silvikultur tropika*. Vol 1(1) : hal 24-28
- Trevisan, S., O. Francioso, S, Quaggiotti, S. Nardi. 2010. Humic substances biological activity at the plant soil interfac: from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signal Behav*. 5(6) : 635-643.
- Usmadi. 2020. Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*. Vol 7 (1) : 50-62
- Victolika,H. 2014. Pengaruh Pemberian Asam Humat Dan K Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum Mill*). *Jurnal agrotek tropika*. Vol 2 (2) : 297-301
- Wasis, B., & Naiborhu, R. H. 2021. Optimalisasi Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dan Arang Kayu Terhadap Pertumbuhan Salam (*Syzygium polyanthum (Wight) Walp.*) Pada Tanah Tercemar Oli Bekas. *Jurnal Silviculture Tropika*. Vol.12(1):67-77.
- Zam, S.I. 2011. Bioremediasi tanah yang tercemar limbah pengilangan minyak bumi secara in vitro pada konsentrasi pH berbeda. *Jurnal Agroteknologi*. Vol.1(2):1-8.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., dan Nasirudin, N. 2017. Pengaruh Pemangkasan Akar Jati dan Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri di Kokap Kulonprogo Yogyakarta. *J. Manusia dan Lingkungan*. 24(1): 17-22