BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari Afrika Barat dan telah berkembang pesat di Indonesia. Tanaman ini dikenal sebagai penghasil minyak nabati dengan produktivitas tinggi (Fauzi et al, 2012). Keberhasilan budidaya kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit yang digunakan pada tahap awal pertumbuhan.

Kelapa Sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi komoditas unggulan di Indonesia. Tanaman ini menghasilkan minyak sawit mentah atau Crude Palm Oil (CPO) yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri pangan, kosmetik, farmasi, dan bioenergi.

Kelapa sawit berasal dari Afrika Barat dan mulai dikembangkan secara luas di Indonesia karena memiliki produktivitas minyak yang lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit yang digunakan pada tahap pembibitan (Pahan, 2012).

Secara sistematika, tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Klasifikasi	**Keterangan**
Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	Palmales
Famili	Arecaceae
Genus	Elaeis
Spesies	Elaeis guineensis Jacq

Tanaman kelapa sawit memiliki akar serabut, batang tegak tidak bercabang, serta daun majemuk menyirip. Pada fase awal pertumbuhan, tanaman memerlukan media tanam yang subur dan kaya unsur hara agar pertumbuhan bibit berlangsung optimal.

2.2 Tahap Pre Nursery

Tahap *pre nursery* merupakan fase awal pembibitan kelapa sawit yang berlangsung sejak benih berkecambah hingga berumur sekitar 3 bulan. Pada tahap ini, bibit masih sangat rentan terhadap kondisi lingkungan sehingga membutuhkan media tanam yang optimal untuk mendukung pertumbuhannya (Lubis, 2008).

Tujuan pre-nursery adalah:

- Memperoleh bibit yang sehat dan seragam
- Meningkatkan daya tumbuh bibit
- Mengurangi tingkat kematian tanaman
- Menyiapkan bibit sebelum dipindahkan ke main nursery

Media tanam pada tahap pre-nursery harus memiliki sifat:

- Gembur
- Kaya unsur hara
- Memiliki aerasi dan drainase yang baik
- Mampu menyimpan air dengan cukup

Pertumbuhan bibit pada tahap ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ketersediaan unsur hara, media tanam, penyiraman, dan pemberian bahan amelioran seperti abu boiler dan arang kayu.

2.3 Media Tanam

Media tanam merupakan tempat tumbuh tanaman yang berfungsi sebagai penopang akar sekaligus penyedia unsur hara, air, dan udara. Media tanam yang baik harus memiliki sifat fisik, kimia, dan biologi yang seimbang agar pertumbuhan tanaman dapat berlangsung optimal (Hardjowigeno, 2010).

Media tanam pada tahap pre-nursery adalah bahan atau campuran bahan yang digunakan sebagai tempat tumbuh bibit kelapa sawit pada fase awal

pembibitan, mulai dari penanaman kecambah hingga bibit berumur sekitar 3–4 bulan. Media tanam berfungsi sebagai penopang akar, penyedia unsur hara, penyimpan air, serta tempat berlangsungnya aktivitas pertumbuhan akar dan mikroorganisme tanah.

Pada tahap pre-nursery, media tanam yang digunakan harus memiliki sifat fisik, kimia, dan biologis yang baik agar mampu mendukung pertumbuhan bibit secara optimal. Media tanam yang baik umumnya bersifat gembur, memiliki aerasi dan drainase yang baik, mampu menahan air secukupnya, serta mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Dalam pembibitan kelapa sawit, media tanam biasanya menggunakan tanah topsoil yang dicampur dengan bahan organik atau bahan amelioran seperti abu boiler dan arang kayu untuk meningkatkan kesuburan dan memperbaiki struktur media. Penggunaan media tanam yang sesuai sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi bibit, jumlah daun, perkembangan akar, serta kualitas bibit kelapa sawit secara keseluruhan.

2.4 Abu Boiler

Abu boiler merupakan limbah padat hasil pembakaran bahan bakar pada boiler industri. Abu ini mengandung beberapa unsur hara seperti kalium, kalsium, dan magnesium yang bermanfaat bagi tanaman. Selain itu, abu boiler juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah dengan meningkatkan pH dan ketersediaan unsur hara (Sutarta et al, 2015).

Penggunaan abu boiler pada media tanam dapat memberikan beberapa manfaat, yaitu:

1. Menambah unsur hara terutama kalium
2. Memperbaiki struktur tanah
3. Meningkatkan aerasi dan drainase
4. Menetralkan keasaman tanah
5. Meningkatkan pertumbuhan tanaman

Pada pembibitan kelapa sawit, penggunaan abu boiler diharapkan mampu meningkatkan tinggi bibit, jumlah daun, diameter batang, dan perkembangan akar.

2.5 Arang Kayu

Arang kayu adalah bahan padat berwarna hitam yang dihasilkan melalui proses karbonisasi atau pirolisis kayu pada kondisi oksigen terbatas. Proses ini menghilangkan sebagian besar senyawa volatil dan menghasilkan material yang kaya karbon dengan struktur berpori. Dalam bidang pertanian, arang kayu sering digolongkan sebagai biochar apabila digunakan sebagai pembenah tanah (soil amendment). (Lehmann & Joseph, 2015).

Dalam penelitian ini, jenis arang kayu yang digunakan secara spesifik berasal dari kayu karet (Hevea brasiliensis). Pemilihan arang kayu karet sebagai bahan campuran media tanam pada tahap pre-nursery kelapa sawit didasarkan pada landasan teoritis dan hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Karakteristik Fisik: Porositas dan Aerasi yang Optimal

Arang kayu karet memiliki struktur mikropori yang terbentuk selama proses karbonisasi. Menurut Nurhadyanti dan Ekawaty (2025), media berbahan arang bersifat porous (berpori), ringan, dan mampu meningkatkan drainase serta aerasi tanah secara signifikan. Kondisi aerasi yang baik sangat krusial pada fase pre-nursery karena perakaran bibit kelapa sawit yang masih muda sangat rentan terhadap kondisi media yang tergenang atau memadat (kompaksi)

2. Ketahanan Terhadap Dekomposisi (Durabilitas)

Dibandingkan dengan bahan organik mentah (seperti serbuk gergaji atau sekam tanpa proses pembakaran), arang kayu karet memiliki kadar karbon tetap (fixed carbon) yang tinggi. Penelitian Ridjayanti et al. (2023) menunjukkan bahwa arang kayu karet yang diproduksi melalui proses pirolisis memiliki kadar karbon tetap mencapai 74–85%, yang memenuhi standar kualitas arang yang baik .Tingginya kadar karbon ini membuat arang kayu karet tahan terhadap pelapukan dan dekomposisi mikroba yang cepat, sehingga mampu mempertahankan struktur media tanam tetap gembur selama durasi pembibitan pre-nursery (3–4 bulan) tanpa cepat hancur menjadi lumpur.

3. Sifat Kimia: Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Pelepasan Hara Perlahan

Arang kayu (biochar) memiliki kemampuan mengikat unsur hara dan melepaskannya secara perlahan (slow release) ke area perakaran. Siahaan (2022)

dalam penelitiannya tentang respon pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery menyatakan bahwa biochar (substansi arang kayu) mampu memperbaiki kondisi kimia media tanam dan mendukung pertumbuhan vegetatif bibit melalui mekanisme penyerapan dan pelepasan hara yang stabil.

Hal ini menciptakan sinergi yang baik ketika dicampurkan dengan abu boiler yang kaya akan unsur Kalium (K) dan Kalsium (Ca).

4. Sterilitas Media dari Patogen dan Gulma

Proses pembuatan arang melibatkan pembakaran pada suhu tinggi. Putra (2022) dalam penelitiannya mengenai pemanfaatan arang kayu sebagai alternatif topsoil untuk bibit kelapa sawit di pre-nursery menyebutkan bahwa arang kayu berfungsi menetralkan zat residu dan menciptakan lingkungan media yang lebih bersih serta bebas dari patogen tanah atau biji gulma yang sering kali terbawa pada tanah topsoil biasa . Hal ini sangat penting untuk mencegah serangan penyakit akar pada bibit yang masih rentan.

5. Ketersediaan Melimpah dan Nilai Ekonomis (Konsep Zero Waste)

Indonesia merupakan produsen karet alam terbesar kedua di dunia, sehingga limbah biomassa dari kegiatan peremajaan kebun karet (replanting) tersedia dalam jumlah yang sangat besar. Saputra (2012) menegaskan bahwa pemanfaatan biochar dari limbah biomassa perkebunan karet memiliki potensi besar sebagai amelioran tanah yang murah, mudah didapat, dan mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan (sustainable waste management).

Secara umum, arang kayu mengandung:

- Karbon (C) dalam jumlah tinggi.
- Abu mineral (K, Ca, Mg, P dalam jumlah bervariasi).
- Pori mikro dan makro yang sangat banyak.
- pH cenderung netral hingga basa.

2. Dasar Pemilihan Arang Kayu sebagai Variabel Penelitian

Pada fase pre-nursery, bibit kelapa sawit memiliki sistem perakaran yang masih muda sehingga sangat dipengaruhi oleh kondisi media tanam. Arang kayu dipilih karena mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan bibit.

Berdasarkan uraian di atas, arang kayu karet dipilih karena memiliki sinergi yang tepat untuk fase pre-nursery. Ia bertindak sebagai soil conditioner (pemcondition tanah) yang memperbaiki fisik media (aerasi, drainase, mencegah pemadatan), menjaga sterilitas, dan memiliki daya tahan yang pas untuk durasi pembibitan awal, sekaligus memberikan nilai tambah pada limbah perkebunan karet.

Variabel arang kayu dapat diperlakukan sebagai:

Variabel bebas (X_2)

dengan tingkat perlakuan tertentu, misalnya:

- A0 = tanpa arang kayu
- A1 = 50 g/polybag
- A2 = 100 g/polybag
- A3 = 150 g/polybag

atau berdasarkan persentase campuran media:

- 0%
- 10%
- 20%
- 30%

3. Mekanisme Pengaruh Arang Kayu terhadap Bibit Kelapa Sawit

A. Memperbaiki Sifat Fisik Media Tanam

Arang kayu memiliki porositas tinggi sehingga dapat:

- meningkatkan ruang pori tanah,
- memperbaiki aerasi,
- mengurangi pemadatan media,
- memperlancar penetrasi akar.

Struktur pori biochar diketahui berperan penting dalam penyimpanan air dan pergerakan udara di sekitar zona perakaran.

Dampak pada bibit sawit:

- akar lebih panjang,
- akar lebih banyak,
- serapan air meningkat,

- pertumbuhan bibit lebih cepat.

B. Meningkatkan Kapasitas Menahan Air

Pori-pori arang kayu berfungsi sebagai reservoir air. Air yang tersimpan dalam pori tersebut dapat dilepaskan secara bertahap ketika tanaman membutuhkan. Hal ini sangat penting pada tahap pre-nursery karena bibit sawit memiliki kebutuhan air yang relatif tinggi namun sistem perakarannya belum berkembang sempurna.

Akibatnya:

- tanaman lebih tahan terhadap kekeringan,
- proses fotosintesis berlangsung lebih optimal,
- pertumbuhan tinggi bibit meningkat.

C. Meningkatkan Retensi Unsur Hara

Arang kayu mempunyai luas permukaan yang besar sehingga mampu mengadsorpsi unsur hara. Fungsi ini mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian oleh air penyiraman. Selain itu, biochar dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah sehingga kemampuan tanah menahan unsur hara menjadi lebih baik.

Hara yang lebih tersedia:

- Nitrogen (N)
- Fosfor (P)
- Kalium (K)
- Magnesium (Mg)

Dampak pada bibit:

- peningkatan tinggi tanaman,
- jumlah daun bertambah,
- diameter batang lebih besar.

D. Memperbaiki Reaksi Tanah (pH)

Sebagian besar media pembibitan sawit di daerah tropis bersifat masam. Arang kayu umumnya memiliki pH netral hingga basa sehingga dapat membantu meningkatkan pH media menuju kondisi yang lebih ideal untuk penyerapan unsur hara.

E. Meningkatkan Aktivitas Mikroorganisme

Pori-pori arang kayu menjadi tempat hidup mikroorganisme menguntungkan di daerah perakaran (rizosfer).

Mikroorganisme tersebut membantu:

- dekomposisi bahan organik,
- mineralisasi unsur hara,
- peningkatan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

4. Hubungan Arang Kayu dengan Parameter Pertumbuhan Bibit Sawit

Korelasi yang diharapkan adalah **korelasi positif**, yaitu semakin optimal dosis arang kayu maka semakin baik pertumbuhan bibit kelapa sawit.

5. Hubungan Arang Kayu dengan Abu Boiler

Dalam penelitian Anda, kedua variabel ini saling melengkapi: Abu Boiler Berfungsi sebagai sumber unsur hara mineral terutama:

- Kalium (K),
- Kalsium (Ca),
- Magnesium (Mg),
- Fosfor (P).

Arang Kayu

Berfungsi sebagai pembenah media yang:

- menyimpan air,
- menyimpan unsur hara,
- memperbaiki aerasi,
- meningkatkan aktivitas mikroba.

Kombinasi keduanya berpotensi menghasilkan pertumbuhan bibit yang lebih baik dibandingkan penggunaan masing-masing secara terpisah.

Definisi Operasional Variabel Arang Kayu

Arang kayu adalah bahan hasil karbonisasi kayu yang digunakan sebagai pembenah media tanam pada pembibitan kelapa sawit tahap pre-nursery. Arang kayu diaplikasikan dalam beberapa dosis perlakuan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam sehingga meningkatkan pertumbuhan bibit yang diukur melalui tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar,

volume akar, serta bobot basah dan bobot kering tanaman (Lehmann & Joseph, 2015; Glaser et al., 2002).

1. **Meningkatkan sifat fisik media tanam**
    - Arang kayu memiliki struktur berpori yang dapat memperbaiki aerasi dan drainase media tanam.
    - Pada tahap pre-nursery, bibit kelapa sawit memerlukan media yang gembur agar pertumbuhan akar berlangsung optimal.
2. **Meningkatkan kemampuan menahan air**
    - Pori-pori arang kayu mampu menyimpan air lebih lama dibandingkan media tanam biasa.
    - Hal ini membantu menjaga ketersediaan air bagi bibit muda yang masih sensitif terhadap kekeringan.
3. **Meningkatkan retensi unsur hara**
    - Arang kayu memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat mengadsorpsi dan menyimpan unsur hara.
    - Unsur hara menjadi tidak mudah tercuci dan dapat dimanfaatkan lebih efisien oleh tanaman.
4. **Menciptakan lingkungan yang baik bagi mikroorganisme**
    - Rongga-rongga pada arang kayu dapat menjadi habitat mikroorganisme menguntungkan di sekitar perakaran.
    - Aktivitas mikroorganisme membantu proses penyediaan unsur hara bagi bibit.
5. **Memiliki kandungan unsur hara tertentu**
    - Meskipun bukan sumber hara utama, arang kayu mengandung mineral seperti kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) dalam jumlah tertentu yang dapat mendukung pertumbuhan bibit.
6. **Berpotensi menetralkan keasaman media**
    - Arang kayu umumnya bersifat agak basa sehingga dapat membantu memperbaiki pH media tanam yang terlalu asam.
    - Kondisi pH yang lebih sesuai meningkatkan penyerapan unsur hara oleh bibit kelapa sawit.

7. **Memanfaatkan limbah biomassa**
    - Arang kayu sering berasal dari limbah kayu atau sisa pembakaran biomassa sehingga penggunaannya mendukung konsep pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah.

Alasan paling kuat untuk latar belakang penelitian

Arang kayu dipilih sebagai variabel penelitian karena memiliki sifat berpori yang mampu memperbaiki struktur media tanam, meningkatkan kapasitas menahan air dan unsur hara, serta mendukung perkembangan sistem perakaran bibit kelapa sawit pada tahap pre-nursery. Dengan demikian, penggunaan arang kayu diduga dapat meningkatkan pertumbuhan bibit secara lebih baik dibandingkan media tanpa arang kayu.

Korelasi Arang Kayu dengan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

1. Arang kayu meningkatkan aerasi media tanam → akar berkembang lebih baik

Arang kayu memiliki banyak pori sehingga media menjadi lebih gembur dan tidak mudah padat. Kondisi ini memudahkan akar bibit sawit memperoleh oksigen untuk respirasi dan pertumbuhan. Akar yang berkembang baik akan meningkatkan penyerapan air dan unsur hara.

Hubungan:

Penambahan arang kayu pada media tanam berperan sebagai pembenah struktur tanah yang memperbaiki aerasi. Aerasi yang kaya oksigen memicu pertumbuhan akar yang kuat dan sehat, sehingga penyerapan hara menjadi maksimal. Hasil akhirnya adalah peningkatan performa tanaman di atas permukaan tanah, yang terlihat dari tinggi bibit yang optimal dan jumlah daun yang lebih banyak.

2. Arang kayu meningkatkan kapasitas menahan air → bibit tidak mudah mengalami cekaman

Struktur pori arang mampu menyimpan air yang dapat digunakan tanaman secara bertahap. Pada fase pre-nursery, bibit kelapa sawit sangat peka terhadap kekurangan air sehingga kemampuan media menahan air menjadi faktor penting.

Hubungan:

Aplikasi arang kayu pada media tanam berfungsi sebagai penyimpan cadangan air yang efektif. Dengan ketersediaan air yang stabil, tanaman dapat melakukan proses fotosintesis secara konstan dan optimal tanpa terganggu oleh cekingan air. Hasil akhir dari metabolisme yang lancar ini adalah pertumbuhan bibit yang lebih cepat, sehat, dan seragam.

3. Arang kayu meningkatkan retensi unsur hara → penyerapan hara lebih efisien

Permukaan arang kayu yang luas dapat mengikat unsur hara sehingga tidak mudah tercuci oleh penyiraman. Akibatnya unsur hara tetap tersedia bagi bibit dalam waktu lebih lama.

Hubungan:

Arang kayu berfungsi sebagai agen retensi hara yang menjaga agar nutrisi di dalam media tanam tidak hilang. Nutrisi yang terjaga ini menjamin serapan N, P, K oleh akar berlangsung secara konstan dan maksimal, yang menjadi motor utama dalam memacu pertumbuhan vegetatif bibit atau tanaman secara keseluruhan.

4. Arang kayu memperbaiki pH media tanam

Arang kayu umumnya bersifat agak basa sehingga dapat membantu mengurangi keasaman media. Kondisi pH yang lebih sesuai meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Hubungan:

Arang kayu berperan penting dalam meningkatkan dan menstabilkan pH media menjadi lebih optimal. Perubahan pH ke arah netral ini membuka kuncian nutrisi di dalam tanah, sehingga penyerapan hara oleh akar meningkat tajam. Pasokan nutrisi yang lancar inilah yang menjadi bahan bakar utama bagi pertumbuhan bibit yang sehat dan optimal.

5. Arang kayu menyediakan habitat mikroorganisme tanah

Pori-pori arang menjadi tempat hidup mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan penyediaan unsur hara.

Hubungan:

Arang kayu berperan sebagai penyedia habitat (microhabitat) yang meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba tanah. Mikroba yang aktif ini kemudian bekerja "memasak" dan membongkar nutrisi yang terkunci sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Pasokan nutrisi yang melimpah dan siap serap inilah yang pada akhirnya menjamin pertumbuhan bibit secara maksimal.

Semakin tepat dosis arang kayu yang diberikan, semakin baik kondisi media tanam sehingga pertumbuhan bibit kelapa sawit cenderung meningkat. Namun dosis yang terlalu tinggi juga dapat menurunkan pertumbuhan karena media menjadi terlalu ringan dan kandungan hara langsung berkurang. Beberapa penelitian pada media berbasis biochar menunjukkan bahwa respons terbaik biasanya diperoleh pada proporsi campuran tertentu, bukan pada dosis tertinggi.

Arang kayu berperan sebagai pembenah media tanam yang mampu memperbaiki aerasi, meningkatkan kapasitas menahan air, meningkatkan retensi unsur hara, serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah. Perbaikan kondisi media tersebut akan meningkatkan perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan air dan hara menjadi lebih optimal, yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap pre-nursery. Pemberian arang kayu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap pre-nursery melalui perbaikan sifat fisik dan kimia media tanam sehingga meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan perkembangan akar.

Arang kayu memiliki kandungan:

- Karbon organik
- Kalium
- Kalsium
- Magnesium

Sifat utama arang kayu meliputi:

- Daya serap air tinggi
- Memiliki pori-pori yang baik

- Meningkatkan aerasi tanah
- Menjadi habitat mikroorganisme tanah

Arang kayu juga mampu mengurangi pencucian unsur hara sehingga unsur hara lebih tersedia bagi tanaman.

2.6 Pengaruh Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit

Media tanam yang sesuai akan mendukung pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara secara optimal. Kombinasi bahan organik dan anorganik dalam media tanam dapat meningkatkan kualitas fisik dan kimia media sehingga berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Media tanam merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap pre-nursery. Media tanam berfungsi sebagai tempat tumbuh akar, penyedia unsur hara, penyimpan air, serta pendukung berdirinya tanaman. Kondisi media tanam yang baik akan menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bibit sehingga bibit dapat tumbuh sehat dan seragam.

Media tanam yang baik harus memiliki sifat fisik, kimia, dan biologis yang mendukung pertumbuhan tanaman. Secara fisik, media tanam harus gembur, memiliki aerasi dan drainase yang baik agar akar dapat berkembang dengan optimal. Secara kimia, media tanam harus mengandung unsur hara yang cukup dan memiliki pH yang sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit. Sedangkan secara biologis, media tanam harus mendukung aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman.

Pada tahap pre-nursery, pertumbuhan bibit sangat dipengaruhi oleh kemampuan media tanam dalam menyediakan air dan unsur hara. Media yang terlalu padat dapat menghambat perkembangan akar dan mengurangi aerasi tanah, sedangkan media yang terlalu porous menyebabkan air dan unsur hara mudah hilang melalui pencucian. Oleh karena itu, diperlukan media tanam yang seimbang agar pertumbuhan bibit berlangsung optimal.

Penggunaan bahan tambahan seperti abu boiler dan arang kayu dapat memperbaiki kualitas media tanam. Abu boiler dapat meningkatkan kandungan

unsur hara terutama kalium dan membantu memperbaiki pH tanah, sedangkan arang kayu dapat meningkatkan porositas, aerasi, dan kemampuan media dalam menahan air. Kombinasi kedua bahan tersebut diharapkan mampu menciptakan media tanam yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan tinggi bibit, jumlah daun, diameter batang, dan perkembangan akar bibit kelapa sawit.

Dengan demikian, media tanam memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan pembibitan kelapa sawit pada tahap pre-nursery karena media tanam yang baik akan mendukung pertumbuhan bibit yang sehat, kuat, dan siap dipindahkan ke tahap pembibitan selanjutnya.

2. 7 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Relevansi dengan Penelitian
1	Putra & Ekawati (2023)	Pemanfaatan abu sekam padi dan arang kayu sebagai media tanam bibit kelapa sawit di pre-nursery	RAL faktorial	Kombinasi abu dan arang kayu berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit dan biomassa	Menunjukkan arang kayu dan bahan abu dapat memperbaiki pertumbuhan bibit sawit
2	Solihin dkk. (2024)	Komposisi media tanam top soil, TKKS, dan arang sekam pada pre-nursery kelapa sawit	RAL	Komposisi media berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit terutama diameter dan bobot akar	Menunjukkan media tanam campuran meningkatkan pertumbuhan bibit
3	Sari & Nofianti (2021)	Abu boiler cangkang kelapa sawit sebagai campuran media tanam bibit kakao	RAL	Abu boiler meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang	Menunjukkan abu boiler kaya unsur hara yang mendukung pertumbuhan
4	Lumban Batu dkk. (2022)	Mikoriza dan komposisi media tanam arang sekam pada bibit kelapa sawit pre-nursery	RAL faktorial	Media dengan arang sekam meningkatkan pertumbuhan bibit dan efisiensi hara	Menunjukkan arang kayu/sekam memperbaiki sifat fisik media

5	Hutauruk (2023)	Respon bibit kelapa sawit terhadap dosis abu tanur	RAK	Abu tanur meningkatkan tinggi bibit, bobot basah, dan pH tanah	Menunjukkan abu dari pembakaran meningkatkan kesuburan media
6	Kuvaini (2014)	Perbedaan komposisi media tanam terhadap bibit kelapa sawit pre-nursery	RAL	Media tanam berbeda memberikan pengaruh terhadap tinggi dan jumlah daun	Menunjukkan pentingnya komposisi media tanam

Penggunaan abu boiler dan arang kayu sebagai media tanam diduga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia media. Perbaikan tersebut meliputi peningkatan ketersediaan unsur hara, aerasi, dan kemampuan menahan air. Kondisi ini akan mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre nursery*.

2.8 Kerangka Berfikir

Penggunaan abu boiler dan arang kayu sebagai media tanam diduga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia media. Perbaikan tersebut meliputi peningkatan ketersediaan unsur hara, aerasi, dan kemampuan menahan air. Kondisi ini akan mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre nursery*. Tahap *pre-nursery* merupakan fase awal pertumbuhan bibit kelapa sawit yang sangat menentukan kualitas bibit pada tahap selanjutnya. Pertumbuhan bibit dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah media tanam. Media tanam yang baik harus mampu menyediakan unsur hara, menjaga kelembapan, memperbaiki aerasi, serta mendukung perkembangan akar.

Abu boiler merupakan limbah hasil pembakaran boiler pabrik kelapa sawit yang mengandung unsur hara seperti kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P). Kandungan tersebut diduga dapat meningkatkan kesuburan media tanam dan mendukung pertumbuhan bibit.

Arang kayu memiliki sifat porositas tinggi sehingga mampu memperbaiki aerasi dan daya simpan air pada media tanam. Selain itu, arang kayu dapat

membantu menjaga kestabilan pH dan mendukung aktivitas mikroorganisme tanah.

Penggunaan abu boiler dan arang kayu secara kombinasi diduga mampu menciptakan kondisi media tanam yang lebih baik dibandingkan media biasa, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre-nursery*.

1. Dasar Hubungan Antar Variabel

a. Pengaruh Abu Boiler terhadap Pertumbuhan Bibit

2. Variabel Penelitian

Variabel Bebas (X)

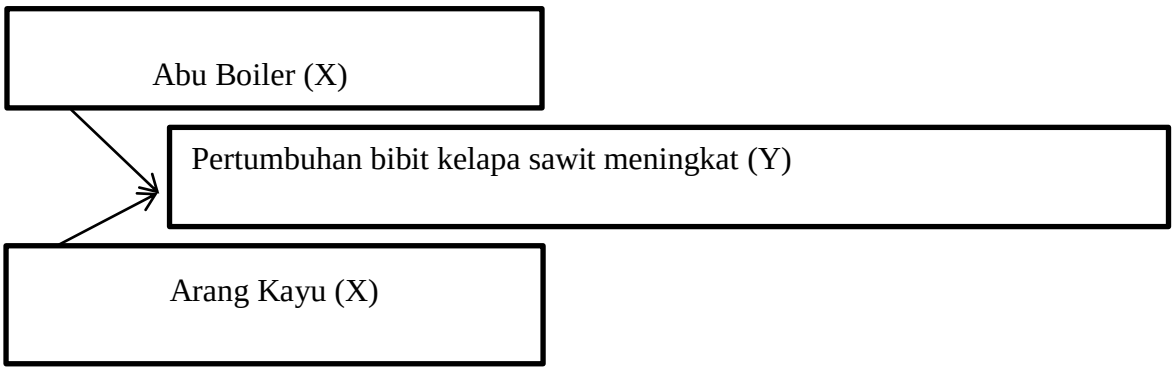
1. Penggunaan abu boiler
2. Penggunaan arang kayu

Variabel Terikat (Y)

Pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre-nursery*, yang dapat diukur melalui:

- tinggi bibit,
- jumlah daun,
- diameter batang,
- panjang akar,

3. Alur Kerangka Berpikir



4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis Umum

Penggunaan abu boiler dan arang kayu sebagai media tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre-nursery*.

Hipotesis Khusus

1. Penggunaan abu boiler berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Penggunaan arang kayu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Kombinasi abu boiler dan arang kayu memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *pre-nursery*.