

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sagu (*Metroxylon* sp.) merupakan salah satu sumber pangan lokal yang banyak ditemukan di daerah rawa dan bantaran sungai, khususnya di Papua, Maluku, Sulawesi, dan Riau. Sagu telah lama dikenal sebagai bahan pangan pokok bagi masyarakat Papua dan Maluku. Tanaman ini menyimpan pati sebagai cadangan makanan utama pada bagian batangnya, sehingga memiliki potensi besar sebagai sumber karbohidrat alternatif (Hariyanto, 2011). Peningkatan produksi sagu berbanding lurus dengan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan dari proses pengolahannya. Limbah sagu yang dihasilkan hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan umumnya hanya dibiarkan menumpuk di sekitar lokasi pengolahan tepung sagu, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan (Haedar & Jasman, 2017). Adapun Kandungan unsur hara makro dalam biochar limbah sagu meliputi nitrogentotal (N-total) yang berada pada kisaran 0,39% hingga 0,53% tergolong sedang hingga tinggi, fosfor (P-total) pada rentang rendah sekitar 1,4 hingga 1,8 ppm, sertakalium (K-total) yang relatif tinggi dengan nilai antara 0,2% hingga 1,3%. Selain itu, biochar ini juga mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) masing-masing pada level sedang, sekitar 1,0-1,3% dan 0,2-0,23%. Rasio C/N biochar limbah sagu tercatat sangat tinggi, yaitu sekitar 129, yang menandakan laju perombakan yang lambat dan stabilitas karbon dalam tanah (Masluki et al, 2025).

Kopi merupakan komoditas perkebunan dengan nilai ekonomi yang relatif tinggi dibandingkan tanaman perkebunan lainnya dan memainkan peran penting sebagai sumber devisa bagi negara. Kopi memainkan peran vital tidak hanya sebagai sumber devisa tetapi juga sebagai sumber pendapatan bagi petani kopi di Indonesia. (Sianturi & Wachjar, 2016). Indonesia merupakan negara yang cukup subur untuk dijadikan lahan perkebunan dan pertanian termasuk untuk membudidayakan tanaman kopi, selain itu konsumsi kopi di Indonesia juga semakin meningkat yang mengakibatkan limbah ampas kopi melimpah. Ampas kopi merupakan limbah akhir dari proses penyeduhan kopi. Meningkatnya konsumsi kopi di Indonesia mengakibatkan peningkatan limbah ampas kopi. Pemanfaatan ampas kopi biasanya hanya digunakan pupuk tanaman karena mengandung unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman, seperti kalsium, kalium, nitrogen, zat besi, magnesium, fosfor, dan kromium. Ampas kopi mengandung 8,6% selulosa sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar terbarukan (Pratama et al., 2022). Ampas kopi mengandung 2,28% Nitrogen, 0,06% Fosfor dan 0,6 Kalium. pH ampas kopi sedikit asam yakni berkisar 6,2 skala pH. Ampas kopi mengandung Magnesium, Sulfur, dan Kalsium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Agam et al, 2020).

Pemanfaatan limbah sagu dan ampas kopi dapat dilakukan melalui pengolahan menjadi biochar. Biochar salah satu tindakan yang dapat mendukung konservasi karbon tanah. Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dapat meningkatkan ketahanan berbagai unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Akan tetapi, biochar lebih efektif dalam menahan unsur hara agar tersedia bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lainnya seperti serasah daun,

kompos atau pupuk kandang karena biochar memiliki sifat yang lebih stabil di dalam tanah dan sulit teroksidasi (Mautuka et al., 2022).

Biomassa dari limbah organik juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Biomassa merupakan sumber energi atau bioenergi yang terdapat pada bahan organik penyusun tumbuhan, melalui fotosintesis tumbuhan menyerap karbon yang dapat menjadi biomassa dan ketika biomassa digunakan sebagai penghasil energi, karbon dilepaskan kembali ke atmosfer ketika dibakar menjadi bioenergi modern yang memiliki emisi mendekati nol yang menjanjikan. Biopellet dapat menjadi salah satu sumber biomassa yang dapat diolah menjadi energi terbarukan, dengan memanfaatkan sumber daya yang ada yaitu limbah organik seperti sisa makanan, daun kering dimana limbah tersebut jika dibiarkan begitu saja akan menjadi sumber bahaya kesehatan bagi manusia itu sendiri jika langsung dimusnahkan seperti dibakar dapat menimbulkan pencemaran udara (Surya et al., 2024).

Untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, ketersediaan unsur hara memegang peranan yang sangat vital. Selain nitrogen yang selama ini sudah dikenal luas manfaatnya, fosfor juga merupakan unsur hara makro yang tidak kalah pentingnya. Fosfor merupakan unsur hara makro yang berperan dalam perkembangan akar tanaman, pembelahan sel, serta peningkatan hasil produksi berupa bobot biji dan buah. Akan tetapi, kandungan P dalam tanah sangat rendah ketersediaannya bagi tanaman karena berikatan dengan koloid tanah sehingga tidak dapat langsung diserap oleh tanaman. Rendahnya ketersediaan fosfor tidak hanya terjadi pada tanah miskin P tetapi dapat juga terjadi pada tanah kaya P karena sebagian besar fosfat dalam tanah tidak tersedia bagi tanaman (Firdausi et al., 2016).

Tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis* L) digunakan sebagai tanaman uji karena memiliki nilai ekonomi tinggi, umur panen singkat. Sawi Putih (*Brassica pekinensis* L) adalah sayuran berdaun yang memiliki nilai komersial dan prospek yang menjanjikan. Di Indonesia, sawi putih dikenal sebagai petsai, kubis cina, atau sawi jantung. Sawi putih sangat populer di kalangan masyarakat dan merupakan komoditas populer (banyak dikonsumsi) di antara jenis sawi lainnya, karena rasanya yang sedikit manis, renyah, dan lezat, sehingga permintaan akan sayuran ini tinggi. Permintaan pasar untuk sawi putih akan terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan pertumbuhan pendapatan, baik untuk makanan, obat-obatan, dan tujuan lainnya (Lathifah & Jazilah, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pupuk organik dari limbah sagu dan ampas kopi yang memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku pembuatan pelet biochar.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh pelet biochar dari limbah sagu dan ampas kopi terhadap sifat fisik tanah pada tanaman sawi putih.
2. Menganalisis pengaruh pemberian pelet biochar dari limbah sagu dan ampas kopi yang difortifikasi unsur hara fosfor (P) terhadap pertumbuhan tanaman sawi putih.

BAB II METODOLOGI

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Green House Kebun Buah Naga dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni sampai Desember 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian Pelet Biochar Sagu Kopi Fosfor Beserta Kegunaannya

No	Alat	Kegunaan
1	Drum <i>retort kiln</i>	Sebagai alat untuk proses pirolisis yang menghasilkan biochar
2	Lumpang dan Alu	Untuk menumbuk bahan biochar agar lebih halus
3	Ayakan ukuran 1 mm	Untuk menyaring bahan
4	Timbangan	Untuk menimbang bahan sebelum digunakan
5	Alat cetak pelet	Untuk mencetak biochar menjadi bentuk pelet
6	Wadah	Sebagai tempat menyimpan atau mencampur bahan
7	Alat tulis	Untuk mencatat data atau hasil pengamatan
8	Label	Untuk memberi identitas pada polybag atau perlakuan
9	Polybag	Untuk tempat tanaman
10	Sekop tanah	Untuk mengambil dan memasukkan media tanam ke dalam polybag
11	Alat penyiram	Untuk menyiram tanaman
12	Meteran	Untuk mengukur tinggi tanaman dan diameter batang
13	Kamera	Untuk dokumentasi proses dan pertumbuhan tanaman
14	Spatula	Untuk mengaduk dan mengambil bahan saat proses pencampuran
15	Seperangkat alat lab	Analisis Sampel biochar dan sampel tanah



Gambar 1. Drum *retort kiln*

Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian Pelet Biochar Sagu Kopi Fosfor Beserta Kegunaannya

No	Bahan	Kegunaan
1	Limbah sagu	Bahan baku utama untuk pembuatan biochar
2	Ampas kopi	Bahan tambahan organik untuk memperkaya kandungan nutrisi biochar
3	Kayu bakar	Bahan bakar untuk proses pirolisis dalam drum <i>retort kiln</i>
4	SP-36	Sumber unsur Fosfor (P)
5	Tepung Sagu	Sebagai perekat dalam proses pencetakan pelet
6	Air	Digunakan untuk melarutkan bahan dan menjaga kelembaban media tanam
7	Tanah	Media tanam dalam polybag
8	Benih tanaman sawi putih	Sebagai bahan untuk parameter keberhasilan biochar



Gambar 2. Limbah Sagu dan Ampas Kopi

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor, yaitu aplikasi biochar berbahan limbah sagu (600 g) dan ampas kopi (600 g) yang difortifikasi fosfor (P). Perlakuan yang diuji terdiri atas tiga taraf, yaitu:

SCP0 : tanpa fortifikasi fosfor (Kontrol)

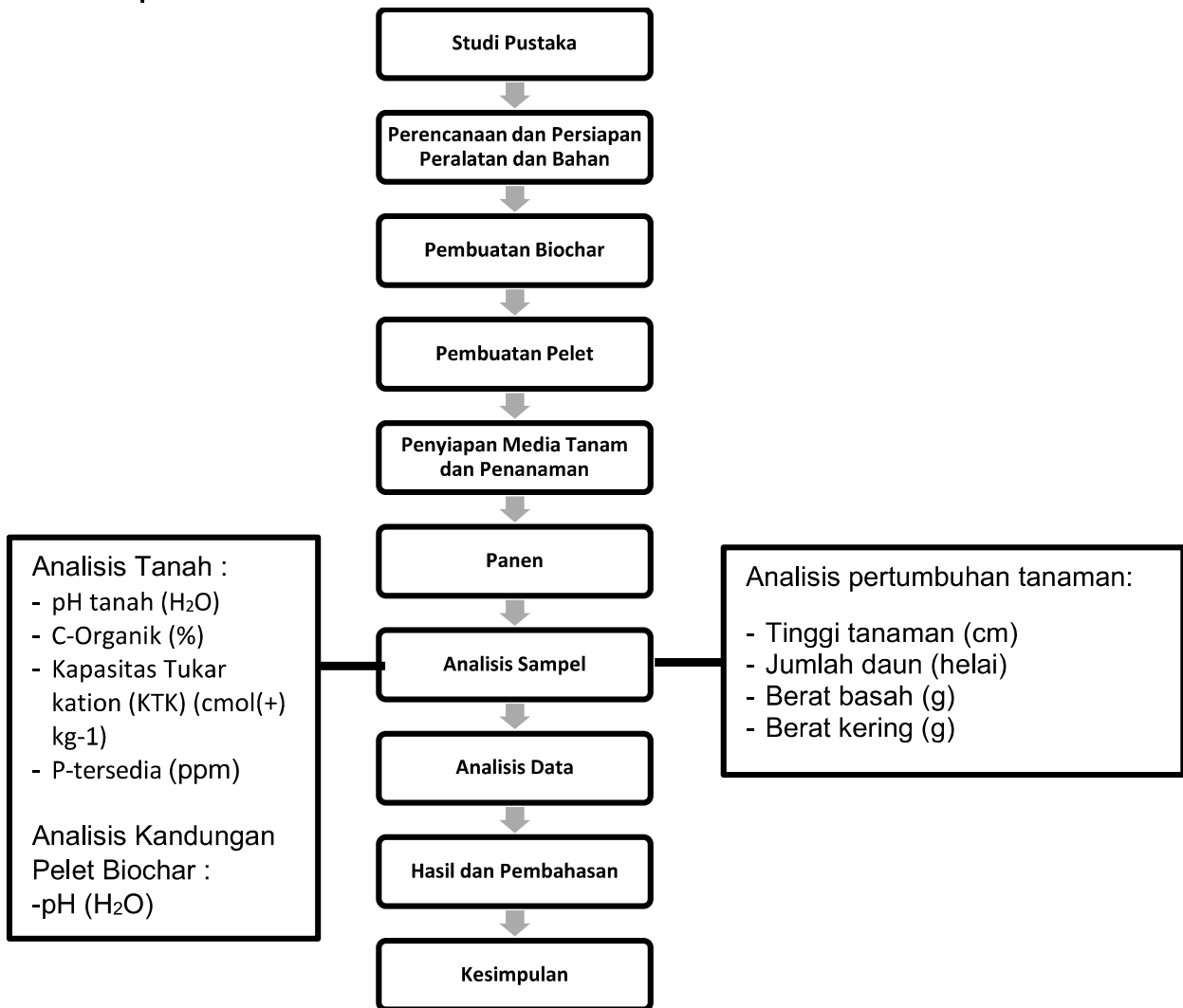
SCP1 : fortifikasi fosfor 0.69 g/polybag dengan 10 kg tanah

SCP2 : fortifikasi fosfor 1.38 g/polybag dengan 10 kg tanah

Dengan demikian maka diperoleh tiga perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 9 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 1 tanaman yaitu tanaman sawi putih (SCP) sehingga terdapat 9 tanaman. Gambar kombinasi perlakuan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan Pelet Biochar Sagu Kopi yang Difortifikasi Fosfor

Perlakuan	Bahan Pelet	Ulangan		
		1	2	3
SCP0	Pelet Sagu Kopi dengan Dosis P= 0 Kg/Ha	SCP0I	SCP0II	SCP0III
SCP1	Pelet Sagu Kopi dengan Dosis P= 0.69 g/polybag atau setara dengan 50 kg/ha	SCP1I	SCP1II	SCP1III
SCP2	Pelet Sagu Kopi dengan Dosis P= 1,38 g/polybag atau setara dengan 100 kg/ha	SCP2I	SCP2II	SCP2III

2.4 Tahapan Penelitian**Gambar 3.** Alur Penelitian

2.4.1 Studi Pustaka

Tahap studi pustaka ini dilakukan untuk menemukan referensi dan informasi yang berkaitan dengan limbah sagu, ampas kopi, pembuatan biochar, pembuatan pelet, penambahan unsur hara makro dan pemanfaatannya bagi tanaman.

2.4.2 Perencanaan dan Persiapan Peralatan dan Bahan

Pada tahap perencanaan dan persiapan peralatan dan bahan menentukan topik analisis limbah sagu dan ampas kopi yang akan dikelola menjadi pelet biochar dan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pelet biochar.

2.4.3 Pembuatan Biochar

Limbah sagu sebelumnya dilakukan pengecilan ukuran agar memudahkan dalam proses penjemuran. Kemudian limbah sagu dan ampas kopi dijemur. Limbah sagu dan ampas kopi yang telah dikeringkan, selanjutnya dilakukan proses karbonisasi secara pirolisis secara terpisah antara limbah sagu dan ampas kopi sehingga limbah sagu dan ampas kopi menjadi biochar. Setelah proses pirolisis selesai, bahan dikeluarkan dari drum *retort kiln* dan disiram dengan air agar tidak menjadi abu. Selanjutnya biochar dijemur dibawah sinar matahari agar kering dan tidak mudah rusak. Biochar yang sudah kering kemudian ditumbuk menggunakan lumpang dan alu agar halus, lalu dilakukan pengayakan ukuran 1 mm. Pengayakan bertujuan agar mendapatkan ukuran yang seragam sehingga memudahkan saat pencampuran dengan bahan lainnya. Masing-masing jenis biochar dibagi menjadi 400 gram/perlakuan atau 1,2 kg untuk tiga kali ulangan dengan perlakuan yang sama.

2.4.4 Pembuatan Pelet

1. Mencampurkan limbah sagu dan ampas kopi dengan perbandingan 1:1 (600 g : 600 g).
2. Membuat perekat dengan mencampurkan 250 g tepung sagu dan air panas hingga mengental.
3. Menubuk pupuk SP-36 hingga halus.
4. Menambahkan perekat tepung sagu sedikit demi sedikit ke campuran bahan sambil diaduk hingga homogen.
5. Menambahkan larutan SP-36 ke dalam adonan dan mencampur hingga merata.
6. Mencetak adonan menggunakan alat pencetak diameter 5 cm, kemudian memotong dengan tinggi 1,5 cm.
7. Mengeringkan pelet di bawah sinar matahari langsung hingga kering.

2.4.5 Penyiapan Media Tanam dan Penanaman

Menyiapkan media tanam berupa polybag yang diisi tanah 10 kg, kemudian pelet diletakkan di atas permukaan tanah, pelet yang diaplikasikan menutupi seluruh permukaan tanah di dalam polybag yang berjumlah 27 biji. Kemudian menanam benih tanaman sawi yang telah disemai. Setiap polybag akan diisi dengan satu benih tanaman sawi.

2.4.6 Panen

Pemanenan tanaman sawi dilakukan pada usia 35 hari. Proses pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang 1 cm di atas permukaan tanah.

2.5 Analisis Sampel

2.5.1 Analisis Tanah

Parameter dan metode pengamatan untuk analisis tanah awal dan tanah pasca panen dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Metode Analisis Sifat Kimia Tanah yaitu Parameter pH Tanah, C-Organik, Kapasitas Tukar Kation, P-Tersedia pada Sampel Tanah Sebelum dan Setelah Perlakuan

No	Parameter	Metode
1	pH tanah (H ₂ O)	pH meter
2	C-Organik (%)	Walkley and Black
3	Kapasitas Tukar Kation (cmol.Kg ⁻¹)	Ekstraksi NH ₄ OAc
4	P-Tersedia (ppm)	Bray I/Olsen

2.5.2 Analisis Pelet Biochar

Parameter analisis kandungan pelet biochar limbah sagu dan ampas kopi terfortifikasi Fosfor (P) dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Metode Analisis Sifat Kimia yaitu pH Tanah, P-Total pada Pelet Biochar Sagu Kopi Fosfor

No	Parameter	Metode
1	pH tanah (H ₂ O)	pH meter
2	P-Total (ppm)	Ekstraksi HCL 25%

2.5.3 Pengamatan Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman (cm) diukur dengan cara mengukur tanaman dan pangkal batang hingga titik tumbuh atau pucuk daun tertinggi. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sekali.

2.5.4 Pengamatan Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun (helai) dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang sudah terbuka sempurna. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sekali

2.5.5 Berat Basah Tanaman

Pengamatan berat basah (g) dilakukan pada saat panen tanaman sawi. Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang tanaman sawi yang telah bersihkan dari tanah. Tanaman yang ditimbang mencakup semua bagian, yaitu akar, batang dan daun.

2.5.6 Berat Kering Tanaman

Pengamatan berat kering (g) dilakukan pada saat panen diperoleh dengan menimbang semua bagian tanaman yang meliputi akar, batang dan daun. Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian setelah dioven selama 2x24 jam dengan suhu 70°C

2.5.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) taraf 5%, bila perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata berdasarkan hasil analisis ANOVA, akan dilakukan uji lanjut BNT taraf 95% (α : 0,05).