

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan sumber daya alam yang melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi, salah satunya berasal dari bidang pertanian. Berbagai macam komoditas pertanian yang potensial sebagai sumber bioenergi telah lama dilakukan budidaya kepada masyarakat, seperti jagung, kopi, tebu, ubi kayu, dan sagu (Pagala et al., 2023). Pertanaman atau hutan sagu yang berada di Indonesia merupakan areal terluas yang ada di dunia dan keberagaman genetik. Namun minat terhadap tanaman sagu sangat kurang, sesuai dengan belum diketahui secara pasti luasan tanaman atau hutan sagu (Bintoro et al., 2010).

Sagu merupakan komoditas yang ketersediaannya banyak di Indonesia, namun pemanfaatannya masih perlu untuk ditingkatkan. Sagu adalah makanan pokok yang dapat diubah menjadi makanan lokal ataupun makanan tradisional lainnya, seperti papeda, sagu rendang, dan sepiring sagu. Sagu tidak hanya digunakan sebagai bahan kuliner, namun sagu juga berkaitan erat dengan aspek sosial, budaya, dan lingkungan hidup masyarakat (Dahliani, 2024). Bagian dari tanaman sagu dapat diolah menjadi berbagai macam olahan yang bermanfaat ataupun kerajinan yang unik. Asmuruf et al. (2018) menyatakan bahwa, sagu adalah jenis tanaman pangan yang menjadi salah satu sumber karbohidrat yang cukup potensial di Indonesia, di wilayah timur Indonesia khususnya sagu belum diolah secara optimal. Sagu dapat berperan penting diberbagai bidang, seperti pada masyarakat Papua,

tanaman sagu dikelola menjadi berbagai macam olahan. Pati dari tanaman sagu diolah menjadi makanan pokok dalam bentuk olahan papeda, bagian lain dari tanaman sagu juga dimanfaatkan menjadi atap rumah yang berasal dari daun tanaman sagu, pelepahnya dimanfaatkan menjadi dinding rumah, lantai rumah dan bahan kayu bakar yang berasal dari kulit batang, serta pucuk daun dari tanaman sagu diolah sebagai sayur.

Tanaman sagu yang berada di Indonesia memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan. Produksi sagu di Indonesia meningkat pada tahun 2017-2018, namun menurun pada tahun 2019, tetapi meningkat kembali pada tahun 2020-2021 (Dewandari et al., 2023). Pertumbuhan produksi sagu juga meningkat dapat meningkatkan limbah apabila hasil dari tanaman sagu tersebut tidak dikelola dengan optimal. Menurut Gevisioner (2017) menyatakan bahwa, terdapat dampak dari tingginya produktifitas sagu yaitu limbah sagu baik berupa limbah padat dan limbah cair hasil dari pati sagu. Limbah yang dihasilkan dari tanaman sagu tersebut merupakan limbah yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, maka perlu dilakukan upaya pengurangan limbah dari tanaman sagu seperti remediasi lingkungan dan diversifikasi pemanfaatan limbah sagu.

Pencemaran lingkungan dari tidak terkelolanya limbah sagu terjadi karena perilaku manusia yang tidak dapat memanfaatkannya dengan baik. Pencemaran lingkungan yang dihasilkan dari limbah yang tidak dikelola dengan baik ini dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, dan juga pencemaran tanah. Penanganan terkait pencemaran ini dapat dilakukan dengan membuat penampungan yang fungsinya sebagai pengelolaan air pengolahan sagu (Wandani dan Mashur, 2024). Penanganan

lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah dari tanaman sagu adalah mengolah limbah ampas sagu menjadi biochar. Oni et al. (2019) berpendapat, biochar adalah residu organik padat yang diperoleh dari pirolisis biomassa. Sebagian besar biochar diproduksi dari bahan baku seperti limbah pertanian, kotoran hewan, dan kertas. Biochar yang digunakan sebagai pembenah tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesuburan tanah dengan mengubah sifat kimia, biologi, dan fisik tanah. Dampaknya sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman dengan peningkatan hasil panen. Dengan menggunakan limbah-limbah tersebut untuk produksi biochar merupakan cara yang tepat untuk mengubah limbah menjadi bahan yang bermanfaat dan bernilai tambah. Pirolisis adalah teknologi termokimia untuk mengubah biomassa menjadi biochar.

Biomassa yang digunakan dalam proses pirolisis umumnya berasal dari berbagai jenis limbah organik, seperti limbah pertanian dan limbah hasil pengolahan tanaman, yang melimpah ketersediannya namun tidak dimanfaatkan secara optimal. Proses pirolisis mengubah biomassa menjadi biochar, biochar tersebut memerlukan perlakuan tambahan untuk meningkatkan karakteristik fisik serta kemudahan dalam perlakuannya. Peletisasi adalah salah satu cara untuk memadatkan biochar menjadi biopellet (Mustamu et al., 2018). Biopellet memiliki berbagai kegunaan penting dalam bidang pertanian, terutama dapat menjadi sumber bahan yang dapat memperkaya tanah. Biopellet yang terbuat dari biomassa limbah pertanian dapat membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik. Santari et al. (2019) berpendapat bahwa, pemberian pellet pada tanaman merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan bahan organik yang efisien dan efektif. Pellet adalah salah satu jenis pupuk yang tahan lama yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman. Kandungan nutrisi yang tinggi pada jenis dan bahan yang terkandung perlu untuk mendukung kualitas pellet.

Biopellet kaya akan kandungan unsur hara yang berguna bagi pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah Nitrogen. Mastur et al. (2015) menyatakan bahwa, nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara makro primer yang penting bagi pertumbuhan berbagai tanaman. Fauzi et al. (2021) mengatakan bahwa pengaplikasian nitrogen dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman, terbentuknya protein dan karbohidrat, sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman dapat meningkat. Nitrogen yang diaplikasikan pada tanaman dapat berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti membuat tanaman menjadi lebih segar dan mengandung *chlorophyll* yang berperan dalam fotosintesis, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanaman, seperti hortikultura dan perkebunan serta usaha peternakan maupun perikanan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai limbah dari tanaman sagu yang tidak terkelola menjadi biopellet yang terfortifikasi unsur N dan pemanfaatannya pada pertumbuhan tanaman.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah sagu sebagai bahan baku pembuatan pelet biochar yang terfortifikasi unsur hara Nitrogen dan melihat pengaruh pelet biochar yang terfortifikasi Nitrogen terhadap peningkatan sifat kimia di dalam tanah dan pertumbuhan tanaman.

Manfaat penelitian ini untuk mengetahui pemanfaatan limbah sagu sebagai bahan baku pembuatan biochar, mengurangi limbah yang terbuang tanpa dimanfaatkan.

BAB II METODE PENELITIAN

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 antara lain:

Tabel 1. Alat Penelitian Beserta Kegunaannya

Alat	Kegunaan
Drum <i>retort kiln</i>	Sebagai alat untuk proses pirolisis yang menghasilkan biochar
Lumpang dan Alu	Untuk menumbuk bahan biochar agar lebih halus
Ayakan	Untuk menyaring bahan
Timbangan	Untuk menimbang bahan sebelum digunakan
Alat cetak pelet	Untuk mencetak biochar menjadi bentuk pelet
Wadah	Sebagai tempat menyimpan atau mencampur bahan
Alat tulis	Untuk mencatat data atau hasil pengamatan
Polybag	Sebagai wadah media tanam
Sekop	Untuk mengambil dan memasukkan media tanam ke dalam polybag
Alat penyiram	Untuk menyiram tanaman
Meteran	Untuk mengukur tinggi tanaman
Kamera	Untuk dokumentasi proses dan pertumbuhan tanaman
Spatula	Untuk mengaduk dan mengambil bahan saat proses pencampuran



Gambar 1. Drum *Retort Kiln*

Tabel 2. Bahan Penelitian Beserta Kegunaannya

Bahan	Kegunaan
Limbah sagu	Bahan baku utama untuk pembuatan biochar
Kayu bakar	Bahan bakar untuk proses pirolisis dalam drum <i>retort kiln</i>
Urea	Sumber unsur Nitrogen (N)
Tepung sagu	Sebagai perekat dalam proses pencetakan pelet
Air	Digunakan untuk melarutkan bahan dan menjaga kelembaban media tanam
Tanah	Media tanam dalam polybag
Benih tanaman sawi hijau	Sebagai indikator pertumbuhan tanaman



Gambar 2. Limbah Sagu

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan yaitu sebagai berikut:

SN0= kontrol (tanpa fortifikasi N)

SN1= fortifikasi N (Urea) 0,25 g/polybag atau 50 kg N (Urea)/ha

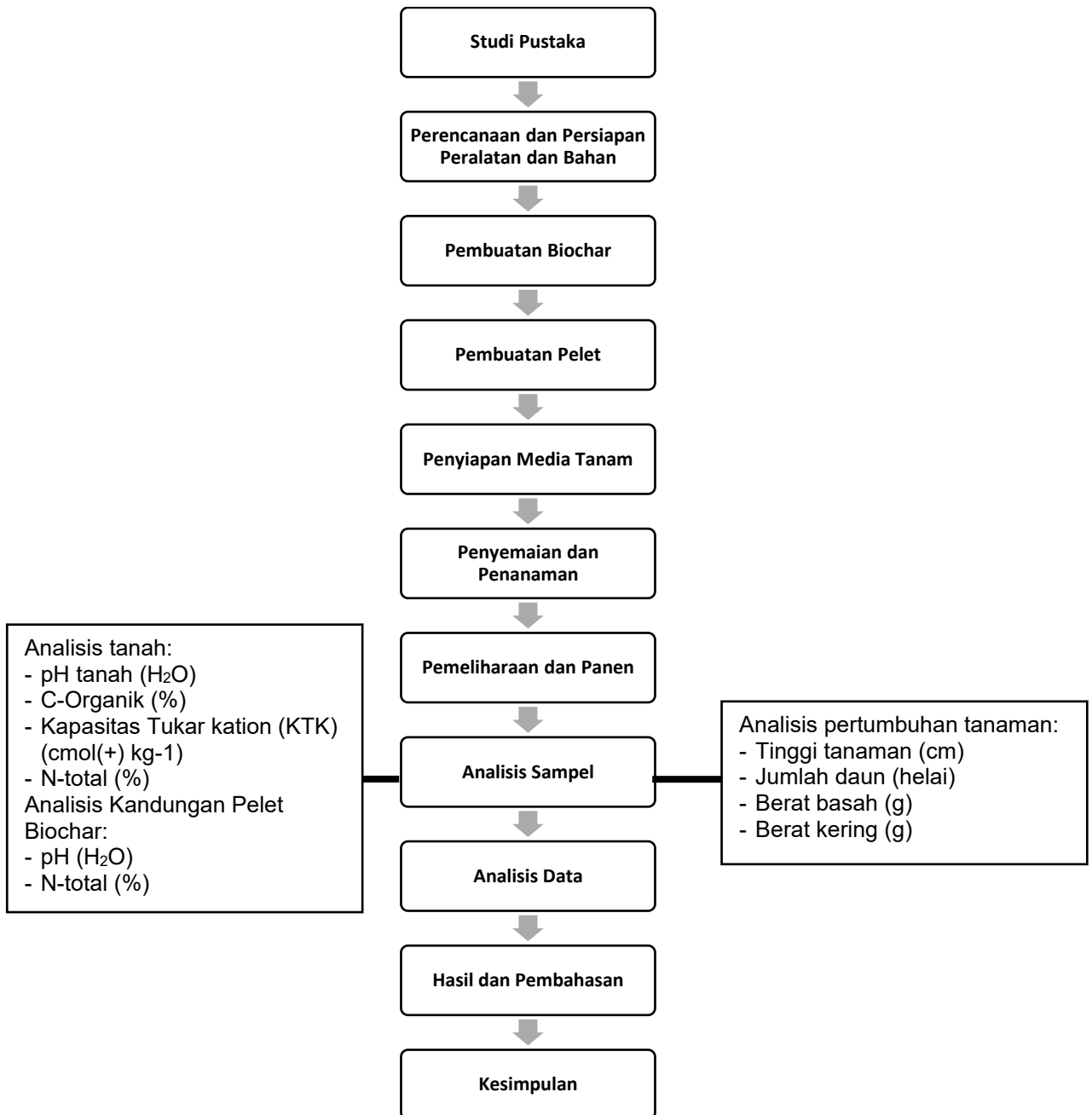
SN2= fortifikasi N (Urea) 0,50 g/polybag atau 100 kg N (Urea)/ha

Dengan demikian terdapat terdapat 3 kombinasi perlakuan, setiap kombinasi diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 9 unit percobaan.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan

Kode Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
SN0	SN0I	SN0II	SN0III
SN1	SN1I	SN1II	SN1III
SN2	SN2I	SN2II	SN2III

2.4 Kerangka Alur 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, pembuatan biochar, pembuatan pelet, penambahan unsur hara makro dan pemanfaatannya bagi tanaman. Pada tahap studi pustaka ini merupakan tahapan awal dari penelitian ini dilakukan.

2.4.2 Perencanaan dan Persiapan Peralatan dan Bahan

Pada tahap perencanaan dan persiapan peralatan dan bahan merupakan tahapan untuk menentukan topik analisis limbah sagu yang akan dikelola menjadi pelet biochar. Pada tahapan ini juga dilakukan persiapan dan pengumpulan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pelet biochar.

2.4.3 Pembuatan Biochar

Pada tahap pembuatan biochar, limbah sagu yang sebelumnya telah dikumpulkan selanjutnya di jemur 2 sampai 3 hari agar kadar air di dalam limbah sagu berkurang. Limbah sagu yang telah dikeringkan, selanjutnya dilakukan proses karbonisasi secara pirolisis sehingga limbah sagu 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. Pengayakan bertujuan agar mendapatkan ukuran yang seragam sehingga memudahkan saat pencampuran dengan bahan perekat. 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

Proses pembuatan pelet dilakukan dengan mencampurkan biochar dan perekat. Perekat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung sagu. Biochar yang digunakan sebanyak 1,2 kg atau 1.200 gram untuk tiga kali ulangan dengan perlakuan yang sama. Perekat yang digunakan sebanyak 250 gram untuk tiga kali ulangan dengan perlakuan yang sama kemudian dicampurkan dengan air panas hingga mengental. Perekat yang telah mengental kemudian dicampurkan sedikit demi sedikit dengan biochar dan juga diberikan larutan urea sesuai dosis hingga merata. Kemudian bahan yang telah tercampur di masukkan ke dalam alat cetak, pelet yang tercetak dari alat ini memiliki ukuran diameter 5 cm dan tinggi 1,5 cm. Kemudian pelet yang telah dicetak dijemur.

2.4.5 Penyiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan mengisi polybag dengan tanah sebanyak 10 kg/polybag. Sebelum tanah dimasukkan ke dalam polybag, tanah disortir hal ini bertujuan agar tidak ada batu yang masuk ke dalam polybag. Setelah 9 polybag terisi, kemudian polybag diberi jarak 30x30 cm antar polybag.

2.4.6 Penyemaian dan Penanaman

Penyemaian tanaman sawi dilakukan pada tray semai. Tray semai di isi dengan tanah dan masing-masing 1 benih/lubang. Benih yang telah berusia 14 hari penyemaian, kemudian dipindahkan ke dalam polybag yang berisi tanah, masing-masing polybag ditanami satu benih sawi, selanjutnya polybag diberi label sesuai perlakuan. Kemudian

permukaan tanah yang telah ditanami sawi diberikan pelet biochar. Pelet biochar diletakkan di atas permukaan yang menutupi seluruh bagian permukaan, pelet yang diberikan sebanyak 27 biji/polybag.

2.4.7 Pemeliharaan dan Panen

Pemeliharaan terdiri atas penyiangan gulma yang dilakukan secara manual dengan mencabut langsung gulma yang tumbuh. Penyiraman dilakukan 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Pemanenan tanaman sawi dilakukan pada usia 35 hari setelah pindah tanam. Proses pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh tanaman beserta akarnya.

2.5 Metode Analisis Tanah, Pelet Biochar dan Pertumbuhan Tanaman

2.5.1 Analisis Tanah

Pengamatan analisis tanah dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pertama analisis tanah sebelum diberikan perlakuan, kedua yaitu analisis tanah sesudah diberi perlakuan dan sesudah penanaman. Berikut parameter pengamatan analisis sampel tanah, sebagai berikut:

Tabel 4. Analisis Sampel Tanah

Parameter	Metode
pH tanah (H ₂ O)	pH meter
C-Organik (%)	Walkley and Black
Kapasitas Tukar Kation (cmol.Kg ⁻¹)	Ekstraksi NH ₄ OAc
N-total (%)	Kjeldhal

2.5.2 Analisis Pelet Biochar

Parameter analisis kandungan pelet biochar limbah sagu terfortifikasi Nitrogen (N) dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5. Analisis Kandungan Pelet Biochar

Parameter	Metode
pH tanah (H ₂ O)	pH meter
N-total (%)	Kjeldhal

2.5.3 Pengamatan Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman (cm) diukur dengan cara mengukur tanaman dari 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 bersih dari tanah.

Tanaman yang ditimbang meliputi 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 80°C.

2.6 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% ($\alpha = 0,05$).