

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu sejak dahulu telah menjadi elemen penting dalam bidang konstruksi, tidak hanya sebagai bahan utama untuk kusen, pintu, dan jendela, tetapi juga untuk berbagai komponen bangunan lainnya. Popularitas kayu sebagai bahan baku dapat dikaitkan dengan sifatnya yang mudah dibentuk dan dikerjakan, sehingga memberikan keunggulan dibandingkan material sintetis lainnya. Meskipun demikian, penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi juga memiliki kekurangan yang perlu diantisipasi. Darmawan et al. (2018) mengidentifikasi bahwa salah satu masalah utama kayu adalah kecenderungannya menyerap air sehingga berpengaruh terhadap ketidakstabilan dimensi. Menurut Esteves dan Pereira (2009), penggunaan teknik modifikasi kayu (*wood modification*) adalah salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi kelemahan tersebut. Hardianto et al. (2020) mengemukakan bahwa modifikasi kayu merupakan salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan karakteristik kayu. Melalui berbagai teknik modifikasi, sifat-sifat alami kayu dapat ditingkatkan, sehingga menghasilkan material yang lebih unggul dan tahan lama. Metode modifikasi ini terdiri dari modifikasi kimia dengan mengubah struktur molekul kayu, modifikasi permukaan dengan mengubah lapisan luar kayu, modifikasi impregnasi dengan memasukkan zat-zat tertentu ke dalam struktur kayu, dan modifikasi panas yang melibatkan perlakuan termal terhadap kayu. Dari beberapa metode, modifikasi panas dianggap sebagai teknik yang ramah lingkungan dikarenakan tidak ada bahan kimia selama proses berlangsung (Hill et al., 2021).

Metode modifikasi termal pada kayu memerlukan perlakuan yang spesifik, terutama dalam hal durasi dan suhu. Ketika kayu diberikan perlakuan pada temperatur yang melebihi 150°C, maka akan terjadi perubahan mendasar pada karakteristik fisik dan kimianya (Hidayat & Febrianto, 2018). Menurut Ebner et al. (2021), proses termal kayu terdiri dari empat tahapan utama berdasarkan perubahan suhu. Tahap pertama dimulai pada suhu 100°C dengan proses pengeringan kayu hingga mencapai kadar air 0%, yang mengakibatkan penyusutan dinding sel dan terbentuknya retak mikro antara lapisan dinding sel. Selanjutnya, pada tahap kedua dengan suhu sekitar 280°C, kayu mengalami dekomposisi yang menghasilkan lapisan arang, gas, uap, dan tar, dimana komponen hemiselulosa dan lignin mengalami pirolisis pada rentang suhu 150-300°C dan 225-450°C. Pada tahap ketiga (300-450°C), terjadi pembentukan zat volatil yang disertai dengan depolimerisasi selulosa pada suhu 300-350°C dan pemutusan ikatan karbon-karbon pada unit struktural lignin di suhu 370-400°C, dengan puncak reaksi eksotermik degradasi lignin terjadi antara 225-450°C. Terakhir, pada tahap keempat dengan suhu di atas 450°C, seluruh komponen kayu telah terdekomposisi dan menyisakan residu berupa arang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Widyorini et al. (2016) menunjukkan bahwa tingkat suhu yang digunakan dalam proses perlakuan memiliki dampak signifikan terhadap dua aspek, yaitu kandungan air dalam kayu dan perubahan warna kayu menjadi lebih gelap. Di sisi lain, teknik perlakuan yang diterapkan terbukti memiliki pengaruh yang sangat berarti pada tiga parameter yaitu kadar air, pengembangan dan perubahan warnanya (Fahrussiam et al., 2023).

Metode modifikasi termal memiliki pengaruh terhadap kekuatan kayu. Lestari et al. (2023) menyatakan bahwa metode modifikasi termal dapat memberikan peningkatan pada sifat mekanis kayu pada awal perlakuan. Hal ini terjadi karena perlakuan panas menyebabkan peningkatan indeks kristalinitas pada komponen selulosa dinding sel. Selain itu, terjadi reaksi kondensasi pada lignin melalui pembentukan ikatan silang dengan komponen furfural yang merupakan hasil degradasi hemiselulosa. Namun demikian, perlakuan panas juga memiliki keterbatasan berupa penurunan sifat mekanis kayu yang berbanding lurus dengan peningkatan suhu dan perpanjangan durasi pemanasan. Degradasi ini terjadi akibat proses pemanasan yang menyebabkan hemiselulosa mengalami degradasi signifikan, serta terjadinya proses kristalisasi pada bagian amorf selulosa yang berdampak pada peningkatan kerapuhan kayu sehingga mengakibatkan penurunan sifat mekanis. Lebih lanjut, terdapat korelasi antara penurunan nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) dan *Modulus of Rupture* (MoR) dengan berkurangnya kandungan hemiselulosa pada kayu yang telah dimodifikasi, dimana hemiselulosa berperan dalam proses pertukaran air dan menjaga integritas struktur kayu. Oleh karena itu, kontrol suhu dan waktu yang tepat merupakan faktor krusial dalam proses modifikasi termal (Lestari et al., 2025).

Ranah modifikasi termal kayu, memiliki beragam teknik yang telah dikembangkan. Salah satu metode yang populer adalah teknik tradisional Jepang yang dikenal sebagai "*yakisugi*" di negara asalnya, atau "*shou sugi ban*" di negara-negara Barat (Kymäläinen et al., 2020). Teknik ini melibatkan proses karbonisasi permukaan kayu, menghasilkan lapisan hitam dengan pola khas. Kerdiati (2021) menegaskan bahwa keunggulan utama metode ini terletak pada pendekatannya yang alami tanpa penggunaan bahan kimia, sehingga ramah lingkungan. Selain menghasilkan estetika unik, proses ini juga meningkatkan ketahanan kayu. Kayu yang telah melalui proses *yakisugi* menunjukkan peningkatan resistensi terhadap api, kelembapan, dan air, serta memiliki perlindungan alami terhadap serangan hama. Meskipun popularitas *shou sugi ban* terus meningkat secara global, penerapannya di Indonesia masih terbatas. Salah satu hal yang diperlukan untuk penerapannya adalah informasi tentang pengaruh teknik tersebut terhadap sifat fisis dan kekuatan kayu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hasil pembakaran dengan teknik *yakisugi* / *shou sugi ban* serta pengaruhnya terhadap stabilitas dimensi, keteguhan lentur (MOE) dan keteguhan patah (MOR) beberapa jenis kayu yang sering digunakan sebagai bahan konstruksi oleh masyarakat Sulawesi Selatan, yaitu *Gmelina* (*Gmelina arborea* Roxb.), Jati (*Tectona grandis* Linn.) dan Meranti (*Shorea* Spp.).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

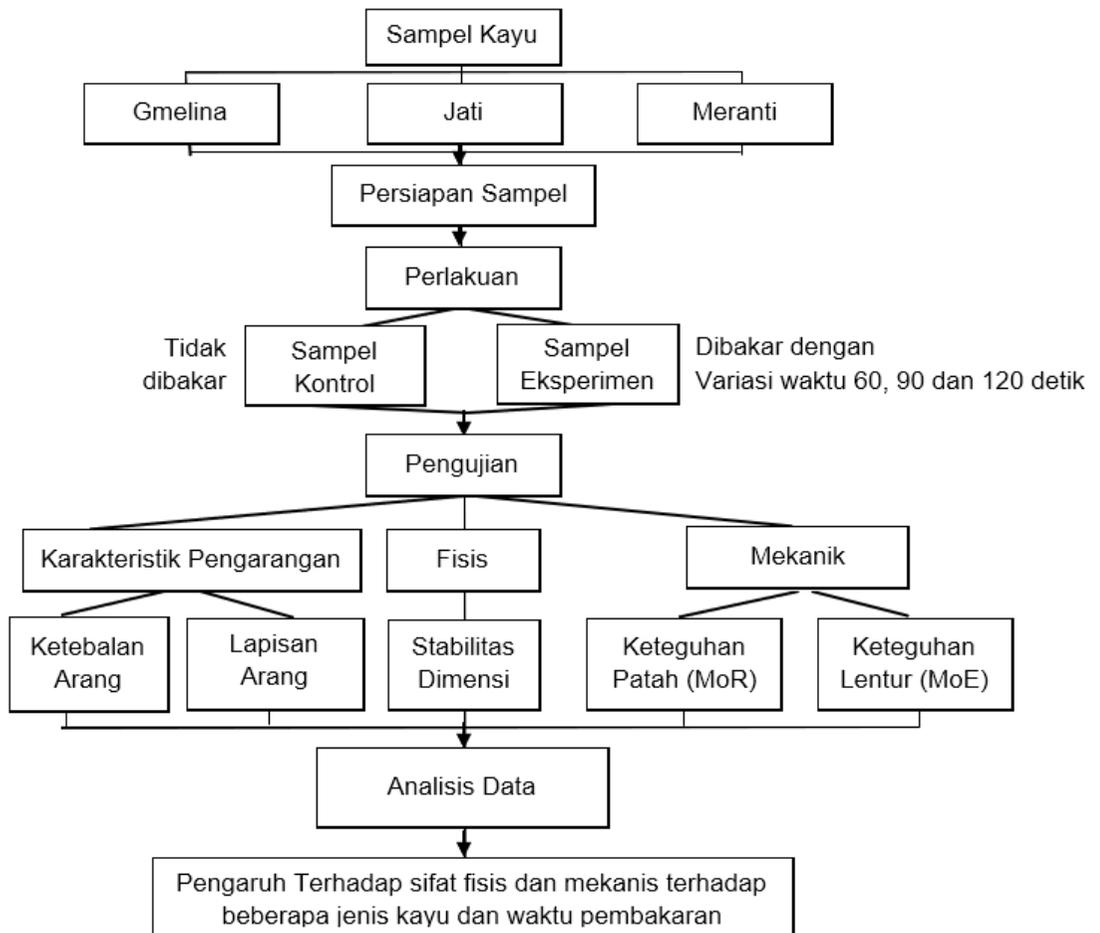
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2024. Pengambilan sampel dilakukan di Unit Dagang (UD) Perkayuan di Kota Makassar, sedangkan pembuatan dan pengujian sampel dilaksanakan Laboratorium Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *flame gun gas torch*, *thermogun*, *stopwatch*, oven, kaliper, gegep, desikator, wadah, amplas, sikat kawat, kain lap dan UTM. Bahan yang digunakan yaitu gas portable, sampel kayu Jati (*Tectona grandis* Linn.), Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), dan Meranti (*Shorea Spp.*).

2.3 Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengikuti tahapan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

2.3.1 Persiapan Sampel

Sampel kayu dipersiapkan dalam tiga ukuran, masing-masing dengan lima kali ulangan, sesuai dengan parameter pengujian. Sampel untuk kontrol (tanpa perlakuan) juga dipersiapkan dengan ukuran dan jumlah ulangan yang sama. Untuk mengetahui karakteristik pengarangan, setiap jenis kayu dipersiapkan dengan ukuran 10 cm x 7 cm x 2,5 cm (panjang x lebar x tebal). Untuk pengujian stabilitas dimensi, sampel kayu dipersiapkan dengan ukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm (lebar x tebal x panjang). Sedangkan untuk pengujian mekanis, sampel kayu dipersiapkan dengan ukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 41 cm (lebar x tebal x panjang). Semua sampel kayu yang disiapkan dihaluskan permukaannya menggunakan kertas amplas dengan tingkat kekasaran 400 grit untuk memastikan konsistensi kondisi permukaan. Sebelum pengujian seluruh sampel dikering udarakan.

2.3.2 Proses Pembakaran Permukaan Kayu Sampel

Proses pembakaran dilakukan secara terpisah terhadap sampel kayu untuk masing-masing parameter pengujian. Metode pembakaran dan waktu yang digunakan mengacu pada penelitian Fahrussiam et al. (2023) dan Akbar et al. (2023). Proses pembakaran dilaksanakan secara manual menggunakan *gas torch* dengan jarak antara nyala api dan sampel berkisar 30-50 mm. Lama pembakaran divariasikan menjadi tiga parameter waktu, yaitu 60, 90, dan 120 detik. Pembakaran dilakukan secara merata pada seluruh permukaan sampel kayu sesuai dengan parameter waktu yang telah ditentukan dengan lima ulangan untuk masing-masing jenis kayu. Sampel yang telah melalui proses pembakaran dibersihkan menggunakan sikat kawat untuk mengangkat sisa arang hasil pembakaran dan memunculkan tekstur kayu. Proses pembersihan dianggap selesai ketika tidak ada lagi residu hitam dari pengarangan yang tertinggal pada kain lap saat sampel diusap.

2.3.3 Karakteristik Pengarangan

Karakteristik pengarangan ditentukan dengan mengukur ketebalan arang dan lapisan arang yang terbentuk. Ketebalan arang yang terbentuk ditentukan dengan mengukur ketebalan arang yang dihasilkan langsung setelah proses pembakaran, sedangkan ketebalan lapisan arang diukur setelah sampel dilakukan pembersihan menggunakan sikat kawat pada sisa arang hasil pembakaran.

2.3.4 Pengujian Stabilitas Dimensi

Pengujian stabilitas dimensi dilakukan berdasarkan metode Pratiwi et al. (2019) dengan modifikasi ukuran sampel mengikuti Standar British (1957) menjadi 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm (lebar x tebal x panjang) (Juheri et al., 2017). Seluruh sampel kayu, termasuk kontrol, terlebih dahulu dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C selama 48 jam. Dimensi panjang, tebal, dan lebar sampel diukur untuk menentukan volume kering tanur sebelum proses pembakaran. Setelah pembakaran, sampel direndam dalam wadah selama 24 jam, kemudian volume sampel dihitung kembali. Stabilitas dimensi dievaluasi berdasarkan dua parameter, yaitu persentase pengembangan volume (PV) dan efisiensi anti pengembangan (*anti swelling efficiency* /ASE). Kedua parameter tersebut dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pv (\%) = \frac{(V1-V0)}{V0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Pv = Pengembangan Volume

V1 = Volume setelah perendaman

V0 = Volume kering tanur

$$ASE (\%) = \frac{(Pu-Pm)}{Pu} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

ASE = Efisiensi pengembangan / *anti swelling efficiency*

Pu = Pengembangan volume tanpa perlakuan (Kontrol)

Pm = pengembangan volume dengan perlakuan

2.3.5 Pengujian Mekanis Kayu

Sampel uji dikering-udarkan selama tujuh hari sebelum proses pembakaran dan pengujian sifat mekanisnya. Pengujian sifat mekanis kayu dilakukan berdasarkan metode penelitian Mufti et al. (2024) dengan modifikasi ukuran sampel dengan ukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 41 cm (lebar x tebal x panjang). Pengujian sifat mekanika kayu dilaksanakan mengacu pada standar ASTM D 143-05 (1996) dengan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*). Prosedur pengujian dilakukan dengan mengatur panjang bentang diatur dengan jarak sanggah 35 cm pada mesin UTM. Deflektometer dipasang dan diatur pada posisi uji untuk mengukur besarnya defleksi yang terjadi. Pembebanan dilakukan secara bertahap pada sampel uji hingga terjadi kerusakan, dengan kecepatan pembebanan 1 mm/menit. Defleksi dicatat setiap kelipatan beban 5 kgf, termasuk beban maksimum. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (3)$$

Keterangan:

MOR = *Modulus of Rupture* (kgf/cm²)

P = Beban Maksimum (kg)

L = Jarak Sanggah (cm)

b = Lebar Contoh uji (cm)

h = Tebal Contoh uji (cm)

$$MOE = \frac{\Delta PL^2}{4\Delta Ybh^2} \quad (4)$$

Keterangan:

MOE = *Modulus of Elasticity* (kgf/cm²)

ΔP = Perubahan beban yang digunakan (kgf)

ΔY = Perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)

L = Jarak Sanggah (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

h = Tebal contoh uji (cm)

2.3.6 Analisis Data

Penelitian ini menerapkan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pendekatan analisis deskriptif, analisis varians (ANOVA) dan uji lanjut Tukey HSD. Variabel independen berupa durasi pembakaran yang dibagi ke dalam empat tingkatan: 0, 60, 90, dan 120 detik, dengan setiap perlakuan memiliki ulangan sebanyak 5 kali. Variabel dependen mencakup sifat fisis (stabilitas dimensi) dan mekanis (MOE dan MOR).