

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan aktivitas industri kayu yang cukup besar, khususnya pada industri penggergajian, vinir atau kayu lapis, serta pulp dan kertas. Permasalahan utama dari ketiga industri tersebut adalah tingginya volume limbah padat yang dihasilkan selama proses produksi, yang sering kali dibuang ke lingkungan atau dibakar sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Syaifudin *et al.*, 2020). Industri penggergajian diketahui menghasilkan limbah padat hingga 50% dari volume kayu yang diproses, berupa sabetan kayu, potongan kayu, dan serbuk gergaji. Besarnya proporsi limbah tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pemanfaatan yang tidak hanya berorientasi pada pengurangan dampak lingkungan, tetapi juga mampu menghasilkan produk bernilai tambah secara teknis dan ekonomis (Siarudin *et al.*, 2023).

Salah satu alternatif pemanfaatan limbah kayu adalah melalui pembuatan papan komposit berbasis semen. Produk papan komposit meliputi papan partikel, papan serat, dan papan semen. Papan semen merupakan papan komposit yang menggunakan semen sebagai matriks atau perekat utama dengan bahan pengisi berupa partikel kayu atau material berlignoselulosa lainnya (Gundus *et al.*, 2021). Karakteristik papan semen dipengaruhi oleh ukuran partikel, metode pembuatan, serta komposisi bahan penyusunnya. Proporsi antara semen dan bahan berlignoselulosa menjadi faktor kunci karena secara langsung memengaruhi kerapatan, stabilitas dimensi, serta sifat mekanis papan semen. Papan semen dapat diproduksi menggunakan berbagai jenis bahan baku berlignoselulosa seperti kayu, sabut kelapa dan bahan lainnya dengan kualitas yang bervariasi (Rais, 2021).

Pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan papan semen telah diteliti oleh Sitorus *et al.* (2023)

dengan menggunakan serbuk gergaji campuran Meranti Merah dan Terentang, sedangkan rasio total serbuk gergaji terhadap semen dibuat tetap sebesar 1:2 atau setara dengan sekitar 33% fraksi serbuk gergaji dan 67% semen. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sifat fisis papan semen meliputi kerapatan, kadar air, dan pengembangan tebal telah memenuhi batas acuan pada SNI 03-2105-2006, sedangkan sifat mekanis berupa *modulus of rupture* dan *modulus of elasticity* secara keseluruhan belum memenuhi batas acuan tersebut. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk gergaji sebagai fraksi berlignoselulosa utama, meskipun berasal dari campuran jenis kayu, cenderung menghasilkan papan yang stabil secara dimensi, tetapi belum cukup efektif dalam meningkatkan kekuatan lentur papan semen.

Upaya peningkatan sifat mekanis papan semen berbasis bahan berlignoselulosa telah banyak dilakukan melalui pengaturan rasio semen dan penambahan bahan penguat. Berdasarkan Khorami *et al.* (2016) komposisi campuran menunjukkan bahwa rasio semen terhadap total serat berada pada kisaran $\pm 10:1$ hingga $12:1$ atau setara dengan sekitar 90% semen dari total bahan padat, sehingga matriks semen berperan dominan dalam menentukan peningkatan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE). Saraswaty *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa papan semen berbasis limbah finir dengan komposisi semen sebesar 75–85% menghasilkan stabilitas dimensi dan sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan komposisi dengan semen yang lebih rendah. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa penelitian papan semen umumnya menggunakan semen sebagai komponen dominan pada kisaran 60–85% untuk menjamin kestabilan struktur papan.

Penambahan bahan penguat menjadi salah satu pendekatan untuk mengatasi keterbatasan sifat mekanis papan semen berbasis serbuk gergaji, melalui penggunaan serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa berfungsi sebagai elemen penguat yang mampu menahan dan mendistribusikan tegangan pada matriks semen, sehingga meningkatkan ketahanan papan terhadap beban lentur. Yogi *et al.*

(2022) melaporkan bahwa penambahan serat sabut kelapa pada papan bermatriks semen mampu meningkatkan keteguhan lentur dan mengurangi sifat getas material karena serat bekerja menyerap dan mendistribusikan tegangan yang terjadi pada matriks semen.

Potensi serat sabut kelapa sebagai bahan penguat juga didukung oleh Faryuni *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa serat sabut kelapa memiliki ketersediaan tinggi, bersifat ramah lingkungan, serta berkontribusi terhadap peningkatan kerapatan dan stabilitas dimensi papan berbasis serat alam. Berdasarkan temuan tersebut, serat sabut kelapa dapat diposisikan sebagai elemen penguat struktural yang relevan untuk dikombinasikan dengan bahan berlignoselulosa lain seperti serbuk gergaji dalam pembuatan papan semen.

Rahmadhanti dan Susilowati (2019) melaporkan bahwa penambahan serat sabut kelapa mampu meningkatkan kuat lentur papan semen hingga kadar tertentu, sedangkan penambahan serat yang berlebihan cenderung menurunkan kerapatan dan meningkatkan serapan air akibat meningkatnya rongga internal. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas serat sebagai penguat perlu dibatasi pada kadar yang menghasilkan struktur papan lebih stabil. Yogi *et al.* (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa memerlukan dominasi semen dalam matriks, dengan rasio semen terhadap serat pada kisaran 67–80%, untuk menjaga kerapatan dan kekakuan papan.

Berdasarkan perbedaan fungsi tersebut, serbuk gergaji diposisikan sebagai bahan pengisi yang berperan meningkatkan homogenitas dan kerapatan papan semen, sedangkan serat sabut kelapa berfungsi sebagai bahan penguat yang meningkatkan ketahanan lentur. Penentuan komposisi bahan baku pada penelitian ini difokuskan pada pemilihan satu komposisi terpilih yang dianggap representatif dan tidak diarahkan untuk memperoleh komposisi optimum. Pemilihan komposisi dilakukan berdasarkan kajian literatur serta prapenelitian yang telah dilakukan menggunakan lima variasi komposisi pada skala laboratorium.

Komposisi bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 60% semen, 25% serbuk gergaji, dan 15% serat sabut kelapa, serta penambahan 2,5% $MgCl_2$ dari berat semen. Proporsi semen dominan ini dipilih berdasarkan rekomendasi penelitian terdahulu serta hasil penyaringan melalui prapenelitian untuk memastikan formulasi memenuhi batas nilai acuan SNI pada sifat fisis maupun mekanis. Pemilihan komposisi tersebut juga ditujukan agar proses produksi manual tetap memungkinkan sekaligus menjaga relevansi analisis teknis dan ekonomi pada tahap pengembangan awal.

Mulyadi dan Alphanoda (2017) menyatakan bahwa peningkatan kerapatan papan berbasis sabut kelapa berbanding lurus dengan peningkatan kualitas papan. Khorami *et al.* (2016) serta Saraswaty *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa dominasi semen berkontribusi terhadap perbaikan sifat fisis dan mekanis papan semen komposit. Temuan tersebut digunakan sebagai dasar konseptual bahwa peningkatan kerapatan dan dominasi semen berpotensi memperbaiki kualitas papan, namun tidak serta-merta menentukan satu komposisi sebagai komposisi optimum untuk seluruh parameter. Oleh karena itu, posisi penelitian ini dibatasi pada evaluasi satu komposisi terpilih untuk menjelaskan keterkaitan sifat fisis, sifat mekanis, dan aspek ekonomi pada skala laboratorium.

Analisis ekonomi ditambahkan untuk melengkapi evaluasi teknis papan semen sehingga hasil penelitian tidak hanya menunjukkan mutu fisis dan mekanis, tetapi juga memberikan gambaran biaya produksi pada skala laboratorium. Analisis ini diperlukan karena pemanfaatan limbah sebagai bahan baku tidak selalu identik dengan biaya rendah, mengingat biaya dapat muncul dari pengolahan bahan, penggunaan semen sebagai komponen dominan, serta proses produksi yang masih manual. Perhitungan harga pokok produksi digunakan untuk menggambarkan struktur biaya dan dasar penetapan harga jual estimatif, sedangkan *break even point* digunakan untuk menentukan volume penjualan

minimum agar usaha mencapai kondisi impas pada tahap pengembangan awal. Pendekatan HPP dan BEP dipilih karena lebih sesuai untuk studi awal skala laboratorium dibandingkan metode kelayakan investasi jangka panjang yang memerlukan data pasar dan proyeksi usaha yang lebih kompleks (Hasanah *et al.*, 2025; Indriawati dan Astuti, 2025; Soleha *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diposisikan sebagai upaya untuk menganalisis dan mengevaluasi pemanfaatan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa sebagai bahan baku papan semen ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada pengaruh variasi komposisi atau perlakuan tertentu, penelitian ini menekankan pada evaluasi sifat fisis dan mekanis papan semen pada komposisi terpilih, serta dilengkapi dengan analisis ekonomi awal berupa perhitungan harga pokok produksi dan *break even point* sebagai dasar penilaian kelayakan usaha. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan dengan judul **Analisis Tekno Ekonomi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji dan Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Baku Pembuatan Papan Semen.**

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kesesuaian karakteristik fisis dan mekanis papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa dengan nilai batas acuan parameter uji pada SNI 03-2105-2006?
2. Bagaimana struktur biaya produksi, harga pokok produksi, dan harga jual estimatif papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa berdasarkan pendekatan biaya produksi skala laboratorium?
3. Bagaimana tingkat kelayakan awal usaha pembuatan papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa berdasarkan analisis titik impas (*Break Even Point*) pada skala produksi laboratorium?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi karakteristik fisis dan mekanis papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa dengan nilai batas acuan parameter uji pada SNI 03-2105-2006.
2. Menganalisis struktur biaya produksi, harga pokok produksi, dan harga jual estimatif papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa berdasarkan pendekatan *full costing*.
3. Menganalisis tingkat kelayakan awal usaha pembuatan papan semen berbahan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa melalui analisis titik impas (*Break Even Point*) pada skala produksi laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan rekomendasi alternatif pemanfaatan limbah serbuk gergaji dan serat sabut kelapa sebagai material papan semen yang bernilai ekonomis.
2. Menyediakan gambaran awal struktur biaya produksi, harga pokok produksi, dan titik impas sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan usaha papan semen berbasis limbah pada tahap awal.
3. Menjadi referensi ilmiah dalam kajian tekno ekonomi papan semen berbasis bahan berlignoselulosa bagi penelitian dan pengembangan produk komposit ramah lingkungan selanjutnya.