

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Riau merupakan sentra produksi sagu terbesar di Indonesia, dengan luas perkebunan mencapai 80.000 hektar lebih (BPS Provinsi Riau, 2023). Kabupaten Kepulauan Meranti dan Bengkalis kontributor utama, di mana komoditas ini menjadi pilar ekonomi lokal serta identitas budaya masyarakat setempat. Produksi sagu di wilayah ini mencapai ratusan ribu ton per tahun, namun proses ekstraksi pati menghasilkan limbah biomassa kulit sagu berkisar 17% hingga 25% dari bobot total log (Bintoro, 2014). Akumulasi limbah ini jika tidak dikelola akan menjadi beban ekologis berat bagi ekosistem sungai dan laut sekitarnya.

Pemanfaatan limbah kulit sagu di wilayah pesisir Riau masih terbatas pada penggunaan non-struktural atau cenderung menjadi permasalahan lingkungan diabaikan. Limbah sering ditumpuk di pinggir sungai hingga membusuk atau dibakar terbuka, berdampak pada pendangkalan saluran air dan polusi udara kronis. Padahal, secara struktural, kulit sagu memiliki karakteristik serat longitudinal kuat dengan kerapatan tinggi serta kandungan lignin penahan kelembaban (Lubis dkk., 2018). Karakteristik ini menunjukkan potensi besar untuk dikonversi menjadi material alternatif industri konstruksi melalui teknologi rekayasa material yang tepat dan terukur.



Gambar 1. 1 Limbah kulit sagu
Sumber: Google, 2026

Sektor konstruksi di Pulau Sumatera menghadapi tantangan serius berupa kelangkaan kayu pertukangan kualitas unggul akibat regulasi perlindungan hutan ketat. Kondisi ini menyebabkan lonjakan harga material bangunan dan menghambat pembangunan infrastruktur pedesaan yang terjangkau bagi masyarakat ekonomi rendah. Hal ini menuntut inovasi material komposit berbasis limbah perkebunan yang mampu menyamai kekuatan kayu solid kelas kuat II (SNI 7973:2013). Kulit sagu, meskipun kuat, memiliki keterbatasan fisik dimensi tipis melengkung, sehingga tidak dapat digunakan langsung sebagai elemen struktur tunggal tanpa proses rekayasa laminasi.

Teknologi laminasi kayu atau *Glued Laminated Timber* (Glulam) diterapkan sebagai solusi utama mengatasi kendala dimensi dan bentuk kulit sagu tersebut. Secara teoritis, laminasi adalah proses penggabungan lapisan material dengan arah serat sejajar menggunakan perekat berkualitas tinggi membentuk komponen struktural masif. Tujuan utama laminasi adalah mendistribusikan cacat alami material secara acak, meningkatkan stabilitas dimensi, serta memungkinkan pembuatan balok penampang luas (Moody dkk., 2010). Teknologi ini mengubah limbah tipis menjadi produk struktural yang memiliki homogenitas dan kapasitas pikul beban yang lebih stabil.

Guna memitigasi risiko kegagalan getas dan meningkatkan faktor keamanan struktur, diperlukan perkuatan mekanis tambahan berupa pasak paku sebagai *shear connector*. Penggunaan paku dimaksudkan untuk menjamin terjadinya aksi komposit sempurna antar lapisan laminasi sehingga beban terdistribusi secara merata. Secara mekanika, paku bekerja sebagai pasak menahan pergeseran relatif antar lamina kulit sagu (Irawati dkk., 2020). Kehadiran paku memastikan bahwa meskipun lapisan perekat mengalami retak mikro, integritas balok tetap terjaga oleh koneksi mekanis paku yang mencegah balok terpisah menjadi lapisan tipis.

Beberapa penelitian terdahulu mengeksplorasi penggunaan limbah pelepah sawit atau bambu untuk laminasi, namun penelitian spesifik kulit sagu masih jarang ditemukan. Kebanyakan penelitian sebelumnya hanya mengandalkan kekuatan kimia perekat tunggal tanpa mempertimbangkan

daktilitas yang bisa diberikan oleh konektor mekanis. Kesenjangan informasi mengenai sinergi antara kekakuan perekat *epoxy* dengan fleksibilitas pasak paku menjadi dasar kuat mengapa penelitian ini perlu dilakukan. Data teknis yang dihasilkan diharapkan mampu mengisi celah literatur mengenai penggunaan material limbah lokal untuk kebutuhan struktural di wilayah pesisir.

Penelitian ini menguji secara empiris sejauh mana penambahan pasak paku dengan variasi jarak tertentu dapat meningkatkan kapasitas beban lentur balok. Kontribusi baru yang ditawarkan adalah model perkuatan hibrida (gabungan kimiawi dan mekanis) yang dioptimasi khusus untuk karakteristik fisik kulit sagu unik. Hal ini sangat krusial tidak hanya untuk mencapai kapasitas beban tinggi, tetapi juga menciptakan pola keruntuhan aman dan terprediksi. Balok diharapkan memberikan peringatan berupa lendutan besar sebelum mengalami patah total, sesuai dengan prinsip desain struktur yang daktil.

Pemanfaatan limbah lokal ini mendukung kemandirian material bangunan berkelanjutan di Provinsi Riau dan memberikan solusi konkret permasalahan lingkungan pesisir. Melalui rekayasa hibrida teknologi laminasi dan koneksi mekanis, diharapkan tercipta inovasi material tangguh sekaligus ekonomis bagi masyarakat luas. Berdasarkan seluruh uraian urgensi permasalahan dan potensi pengembangan material tersebut, maka dengan ini saya mengangkat judul Analisa Kapasitas Lentur Balok Laminasi Kulit Sagu Dengan Perkuatan Pasak Paku Sebagai *Shear Connector* sebagai judul tugas akhir saya.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa fenomena dan fakta teknis sebagai berikut:

1. Akumulasi Limbah Biomassa di Wilayah Pesisir

Berdasarkan fakta di lapangan, Provinsi Riau khususnya Kabupaten Kepulauan Meranti menghasilkan limbah kulit sagu mencapai 25% dari total log sagu. Fenomena penumpukan limbah ini telah mencapai titik kritis di mana limbah yang tidak terolah

menyebabkan pendangkalan sungai dan pencemaran lingkungan yang signifikan.

2. Kelangkaan Material Kayu Konvensional

Terdapat tren kenaikan harga kayu pertukangan kualitas unggul di Pulau Sumatera akibat regulasi penebangan hutan yang ketat. Situasi ini menciptakan kesenjangan antara kebutuhan infrastruktur pedesaan dengan ketersediaan material struktural yang terjangkau.

3. Keterbatasan Geometris Kulit Sagu

Secara alami, kulit sagu memiliki bentuk melengkung dan dimensi yang sangat tipis. Permasalahan utamanya adalah kulit sagu tidak dapat berdiri sendiri sebagai elemen struktur penahan beban lentur.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan isu utama mengenai rendahnya adhesi perekat pada permukaan kulit sagu yang licin dan potensi kegagalan geser antar lapisan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasak paku sebagai *shear connector* terhadap sifat fisik balok laminasi limbah kulit sagu?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan pasak paku sebagai *shear connector* terhadap sifat mekanik (termasuk MoR dan MoE) balok laminasi limbah kulit sagu?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan pasak paku sebagai *shear connector* terhadap sifat fisik balok laminasi limbah kulit sagu.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan pasak paku sebagai *shear connector* terhadap sifat mekanik (khususnya nilai MoR dan MoE) balok laminasi limbah kulit sagu.

1.5 Manfaat Pengujian

Pengujian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata bagi berbagai sektor terkait, baik secara akademis maupun praktis di lapangan:

1. Menghasilkan material laminasi alternatif pengganti kayu solid yang kuat guna mendukung pembangunan infrastruktur berkelanjutan.
2. Memberikan peluang proyek inovasi bagi industri manufaktur dalam pengembangan produk baru bernilai ekonomi berbasis limbah.
3. Menemukan metode pengujian hibrida bagi mahasiswa sebagai referensi teknis yang sangat bermanfaat bagi para produser.
4. Mengurangi polusi limbah kulit sagu sehingga menciptakan lingkungan yang bersih dan memberikan kenyamanan bagi masyarakat.