

Karakteristik Sifat Kimia, Fisis, dan Mekanik Papan Komposit Berbahan Baku Limbah Tulang Daun Kratom

Fani Chelsea Anderesta^{1*}, Yuris Sutanto¹, Mega Nurhanisa¹

¹Program Studi Fisika, Universitas Tanjungpura, Indonesia

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 24 September 2024

Revisi diterima: 18 April 2025

Diterima: 28 April 2025

Tersedia Online: 02 Mei 2025

Corresponding author:

fanichelseaanderesta@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji potensi limbah tulang daun kratom (*Mitragyna speciosa*) sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam pembuatan papan komposit. Fokus kajian meliputi evaluasi karakteristik sifat kimia bahan baku serta sifat fisis dan mekanik dari papan komposit yang dihasilkan. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa tulang daun kratom mengandung lignin sebesar 16,83%, holoselulosa 59,65%, α -selulosa 38,60%, hemiselulosa 21,05%, dan zat ekstraktif sebesar 26,39%, yang mengklasifikasikan bahan ini sebagai sumber lignoselulosa dengan kadar lignin rendah dan hemiselulosa sedang. Papan komposit diproduksi menggunakan resin urea-formaldehida sebanyak 16%, kemudian dikempa panas pada suhu 200°C dengan tekanan 25 Pa selama 10 menit. Papan yang dihasilkan memiliki kerapatan sebesar 0,55 g/cm³, kadar air 3,89%, pengembangan tebal 57,07%, keteguhan tarik 0,83 kgf/cm², modulus patah (MOR) sebesar 70,91 kgf/cm², dan modulus elastisitas (MOE) sebesar 9.057,6 kgf/cm². Seluruh parameter memenuhi standar SNI 01-4449-2006, kecuali untuk pengembangan tebal. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa, meskipun kandungan zat ekstraktif yang tinggi dan sifat higroskopisnya menyebabkan ketidakstabilan dimensi, limbah tulang daun kratom tetap memiliki karakteristik yang menjanjikan sebagai bahan baku papan komposit berkelanjutan apabila diberikan perlakuan yang tepat.

Kata kunci: tulang daun kratom, sifat kimia, sifat fisis dan mekanik, papan komposit, material berkelanjutan.

ABSTRACT

This study investigates the potential of kratom leaf bone waste (*Mitragyna speciosa*) as a filler material in the production of composite boards. The research focuses on evaluating the chemical characteristics of the raw material, as well as the physical and mechanical properties of the resulting composite boards. Chemical analysis revealed that kratom leaf bones contain 16.83% lignin, 59.65% holocellulose, 38.60% α -cellulose, 21.05% hemicellulose, and 26.39% extractives, classifying it as a lignocellulosic source with low lignin content and moderate hemicellulose levels. The composite boards were manufactured using 16% urea-formaldehyde resin and hot-pressed at a temperature of 200°C under 25 Pa of pressure for 10 minutes. The resulting boards exhibited a density of 0.55 g/cm³, moisture content of 3.89%, a thickness swelling of 57.07%, a tensile strength of 0.83 kgf/cm², a modulus of rupture (MOR) of 70.91 kgf/cm², and modulus of elasticity (MOE) of 9,057.6 kgf/cm². All parameters met the SNI 01-4449-2006 standards, except for thickness swelling. These findings suggest that despite the high extractive content and hygroscopic nature leading to dimensional instability, kratom leaf bone waste still possesses promising characteristics as a sustainable raw material for composite board production, provided that appropriate pre-treatment is applied.

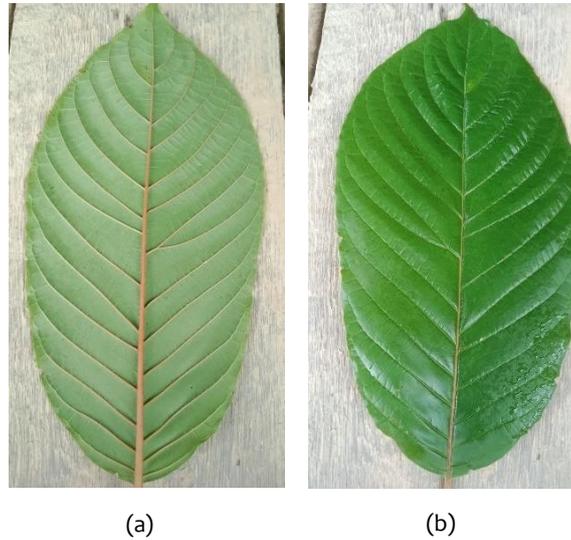
Keywords: kratom leaf bones, chemical properties, physical and mechanical properties, composite boards, sustainable materials.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan papan sebagai bahan baku di berbagai sektor industri menuntut pengembangan alternatif material yang mampu menggantikan papan konvensional secara efisien dan berkelanjutan. Salah satu alternatif yang semakin banyak dimanfaatkan adalah papan komposit, yang menawarkan keunggulan berupa kemudahan pencetakan, bobot ringan, serta biaya produksi yang relatif rendah. Papan komposit merupakan material buatan yang tersusun dari bahan lignoselulosa yang direkatkan menggunakan perekat tertentu melalui proses pengempaan panas [1]. Umumnya, produksi papan komposit memanfaatkan sumber daya dari limbah biomassa yang belum termanfaatkan secara optimal [2]. Penelitian ini mengkaji penggunaan limbah tulang daun kratom sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam pembuatan papan komposit, dengan tujuan mendaur ulang limbah organik tersebut menjadi produk bernilai guna yang mampu menggantikan papan berbasis kayu

konvensional. Limbah yang digunakan berasal dari sisa pengolahan daun kratom menjadi bubuk herbal, khususnya dari daerah Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat.

Tanaman kratom (*Mitragyna speciosa*) merupakan spesies endemik tropis yang banyak tumbuh di wilayah tersebut, dengan morfologi daun berbentuk oval berukuran panjang 14–20 cm dan lebar 7–12 cm [3]. Bentuk daun kratom dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk daun kratom (a) tampak belakang dan (b) tampak depan

Pemanfaatan daun kratom umumnya hanya terbatas pada helaian daun yang digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan minuman herbal (teh kratom). Sementara itu, bagian tulang daun kratom belum banyak dikelola secara optimal dan tepat guna. Secara spesifik, jumlah persentase limbah tulang daun belum tercatat dengan pasti. Hal ini disebabkan oleh penggunaan daun kratom yang masih terbatas pada kalangan tertentu di daerah Kapuas Hulu, yang merupakan salah satu wilayah penghasil utama tanaman kratom. Tulang daun kratom yang digunakan dalam pembuatan papan komposit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tulang daun kratom

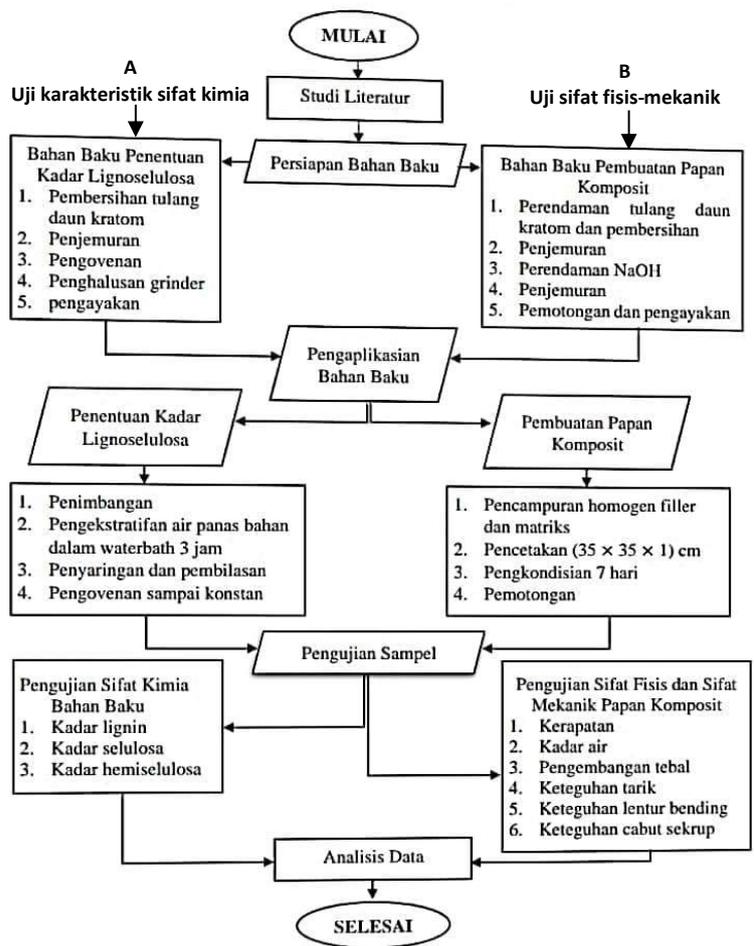
Adapun informasi mengenai pemanfaatan tulang daun kratom juga masih sangat minim. Maka sebelum mempergunakan tulang daun kratom menjadi bahan baku (*filler*) dalam pembuatan papan komposit dilakukan sebuah uji karakteristik sifat kimia dari tulang daun kratom melalui pengukuran selulosa hemiselulosa dan lignin. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa tulang daun kratom memiliki kualitas yang cukup digunakan sebagai *filler* yang terlihat dari jumlah selulosanya, dan kadar lignin serta hemiselulosa di ketahui tidak mempengaruhi interaksi dengan matriks polimernya (resin perekat).

Selain uji karakteristik sifat kimia, dilakukan pula uji sifat fisis dan mekanik yang bertujuan untuk menilai kelayakan (mutu papan komposit) dari hasil fabrikasi tulang daun kratom menjadi papan komposit. Pengujian yang diukur meliputi uji kerapatan, uji kadar air, uji pengembangan tebal, uji keteguhan Tarik lurus permukaan, serta uji *bending* yang terdiri dari *modulus of elasticity* (MOE) dan *modulus of rupture* (MOR).

2. METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan Baku

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tulang daun kratom yang berasal dari Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, Indonesia. Pengolahan limbah tulang daun kratom menjadi produk papan komposit dapat dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Secara rinci tahapan pengujian mengenai tulang daun kratom ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan pengujian tulang daun kratom

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yang dilaksanakan dari bulan Oktober 2023 s.d Mei 2024. Tahap awal meliputi persiapan bahan baku untuk pengujian sifat kimia dan persiapan bahan baku untuk pembuatan papan komposit. Proses persiapan bahan baku uji sifat kimia dimulai dengan mencuci tulang daun kratom menggunakan air bersih, kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Setelah itu, dilakukan pengeringan tambahan menggunakan oven pada suhu 105 °C selama 10 menit. Tulang daun kratom yang telah kering dihaluskan menggunakan grinder, kemudian diayak dengan ayakan 40/60 mesh (lolosan 40 mesh dan tertahan di 60 mesh).

Persiapan bahan baku untuk pembuatan papan komposit dimulai dengan membersihkan limbah tulang daun kratom menggunakan air bersih, diikuti dengan perendaman selama 21 hari. Setelah perendaman, serat tulang daun dibersihkan dari lapisan kulit ari menggunakan sikat. Serat yang telah bersih dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Selanjutnya, serat kering direndam kembali dalam larutan NaOH 5% selama 1 jam, kemudian dibilas hingga pH netral menggunakan air bersih dan dijemur hingga kering. Serat yang telah diproses ini kemudian dipotong kecil-kecil sepanjang 3 cm menggunakan gunting untuk digunakan dalam pembuatan papan komposit.

Pengujian Sifat Kimia

Sebelum dilakukan pengujian sifat kimia, kadar air pada sampel yang telah dihaluskan terlebih dahulu diukur, kemudian diekstrasi menggunakan air panas. kadar air sampel untuk pengujian sifat kimia bahan baku dihitung menggunakan persamaan (1). Dalam persamaan ini, KA adalah persentase kadar air, MKO adalah massa kering sampel setelah dikeringkan dalam oven (dalam gram), dan MA merupakan massa awal sampel sebelum pengeringan (gram).

$$KA = \frac{MA - MKO}{MKO} \times 100\% \tag{1}$$

Pengukuran kadar zat ekstraktif dalam air panas dilakukan berdasarkan standar TAPPI T. 207 om-88. Sebanyak 2 gram sampel yang akan diekstraksi ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer berkapasitas 250 ml, lalu ditambahkan 100 ml air panar. Erlenmeyer tersebut ditutup rapat menggunakan aluminium foil, dan sampel diekstraksi dalam *waterbath* selama 3 jam pada suhu 70°C. Setelah proses ekstraksi selesai, sampel disaring menggunakan kertas saring yang telah dikeringkan dalam oven, kemudian dibilas dengan 200 ml air panas. Sampel yang telah disaring dan dibilas tersebut kemudian dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya stabil. Setelah itu, sampel kering hasil ekstraksi ditimbang ulang. Persentase kadar zat ekstraktif dihitung menggunakan persamaan (2), dengan KE adalah presentase kandungan zat ekstraktif, MKO adalah massa kering sampel setelah pengeringan dalam oven (dalam gram), KA adalah presentase kadar air, dan MA adalah massa sampel sebelum ekstraksi (dalam gram).

$$KE = 1 - \frac{MKO \text{ zat ekstratif } (1+KA)}{MA} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah proses ekstraksi pada sampel selesai, dilanjutkan dengan pengujian komponen kimia bahan baku. Penentuan kadar holoselulosa, α -selulosa, dan hemiselulosa mengacu pada Browning (1967), sedang penentuan kadar lignin klason berdasarkan standar TAPPI T. 222 om 88. Pengukuran kadar holoselulosa dilakukan agar dapat menentukan kadar α -selulosa atau disebut selulosa murni dan hemiselulosa. Langkah awal pengukuran holoselulosa, ditimbang sebanyak 1 gram sampel hasil ekstraksi dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 200 ml, lalu ditambahkan 100 ml air panas, 1 ml asam asetat 100%, dan 1 ml NaCl 100%, kemudian diaduk. Erlenmeyer ditutup rapat menggunakan aluminium foil dan didiamkan dalam *waterbath* pada suhu 80° selama 4 jam (setiap 1 jam, ditambahkan 1 ml NaCl 100% dan 0,5 ml asam asetat 100%). Setelah proses tersebut, sampel kemudian disaring sambil dibilas dengan 250 ml air panas, kemudian dibilas lagi menggunakan 25 ml asam asetat 10%, dan terakhir dibilas kembali dengan 200 ml air panas [5]. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga mencapai bobot konstan. Sampel holoselulosa kering tersebut ditimbang dan persentase holoselulosa dihitung menggunakan persamaan (3). Kholo adalah presentase holoselulosa, MKO merupakan massa kering sampel holoselulosa dengan satuan gram, dan MA adalah massa awal sampel sebelum dilakukan pengujian menggunakan satuan gram.

$$Kholo = \frac{MKO \text{ Holoselulosa}}{MA} \times 100\% \quad (3)$$

Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran α -selulosa. Sebanyak 0,5 gram sampel hasil holoselulosa ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 100 ml. kemudian ditambahkan 10 ml larutan NaOH berkonsentrasi 17,5%, lalu direndam dalam air biasa untuk menjaga kestabilan suhu larutan. Setiap 5 menit, sampel diberi tambahan 5 ml NaOH 17,5% sebanyak tiga kali hingga total volume larutan mencapai 25 ml. sampel kemudian didiamkan kembali selama 30 menit sambil direndam dalam air biasa. Setelah itu, ditambahkan 33 ml air aquades dan didiamkan kembali selama 1 jam dalam rendaman air biasa. Sampel kemudian, disaring menggunakan kertas saring dan dibilas 100 ml NaOH konsentrasi konsentrasi 8,3%, diikuti dengan Pembilasan menggunakan 100 ml air panas mendidih [5]. Setelahnya, sampel dibilas dengan 100 ml asam asetat 10%, dan kemudian dibilas kembali dengan air panas hingga sampel bebas dari asam. Selanjutnya, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga bobotnya stabil. Kadar α -selulosa dihitung menggunakan persamaan (4), dengan KS adalah presentase dari kadar α -selulosa, MKO merupakan massa α -selulosa setelah di oven menggunakan satuan gram, dan MA adalah awal sampel sebelum dilakukan pengujian α -selulosa dengan satuan gram.

$$KS = \frac{MKO \alpha - selulosa}{MA} \times 100\% \quad (4)$$

Setelah hasil pengujian holoselulosa dan α -selulosa diperoleh, maka dapat diketahui pula nilai hemiselulosa pada sampel bahan baku yang dapat dihitung menggunakan persamaan (5). Dalam persamaan tersebut, KH adalah presentase dari kadar hemiselulosa, Kholo adalah presentase kadar holoselulosa, dan KS adalah presentase kadar α -selulosa.

$$KH = Kholo \% - KS \% \quad (5)$$

Tahap akhir uji sifat kimia bahan baku dalam penelitian ini adalah mengukur kandungan lignin dari bahan tersebut. Sampel dari hasil ekstraksi ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 ml dan ditambahkan 5 ml asam sulfat dengan konsentrasi 72%. Gelas kimia tersebut kemudian ditutup dengan gelas arloji dan direndam dalam air es selama 3 jam (setiap berselang 30 menit diaduk menggunakan batang pengaduk). Setelah direndam, sampel dipindahkan ke dalam labu erlenmeyer 1000 ml dan diencerkan dengan 570 ml air panas, sehingga konsentrasi asam dalam sampel menjadi 3%. Selanjutnya, sampel dipanaskan dalam *waterbath* selama 3 jam pada suhu 100°C. Setelah pemanasan, sampel dibiarkan pada suhu ruang hingga lignin mengendap. Endapan lignin disaring menggunakan kertas saring yang telah dipanaskan di oven, sambil dibilas dengan air panas hingga bebas dari asam. Endapan lignin yang telah disaring kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C hingga beratnya stabil. Kadar lignin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6). Dalam

persamaan tersebut, KL adalah persentase kadar lignin, MKO adalah massa kering lignin menggunakan satuan gram, dan MA adalah massa awal sampel sebelum dilakukan pengukuran kadar lignin dengan satuan gram.

$$KS = \frac{MKO \text{ lignin}}{MA} \times 100\% \tag{6}$$

Fabrikasi Papan Komposit

Papan komposit yang difabrikasi memiliki target kerapatan sebesar 0,7 g/cm³ [6] yang dicetak menggunakan cetakan ukuran 35 cm × 35 cm × 1 cm dengan volume totalnya adalah 1225 cm³, sehingga massa papan komposit yang diinginkan adalah 857,5 gram. Kerapantan ini dihitung menggunakan persamaan (7), dengan ρ adalah kerapatan (g/cm³), m adalah massa papan komposit (gram), dan V adalah volume papan komposit (cm³).

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{7}$$

Komposisi perbandingan padatan papan komposit yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 100% bahan baku, perekat urea formaldehida 16%, katalis 0,1%, dan *paraffin* 1% [7]. Setelah dihitung, total massa padatan papan komposit yang akan dibuat sebesar 867,22 g, dengan rincian massa tulang daun kratom yang digunakan adalah 732 gram, massa perekat urea formaldehida sebesar 117,2 g, massa katalis sebesar 2,5 g, dan massa *paraffin* sebesar 15,6 g. Setelah semua sudah disesuaikan dengan komposisi yang telah ditetapkan, bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam wadah dan dicampurkan secara merata dengan cara diaduk menggunakan tangan. Bahan yang sudah tercampur homogen, lalu dicetak menggunakan cetakan ukuran 35 cm × 35 cm × 1 cm dan dikempa menggunakan alat *hot press* dengan beban 25 kg/cm² dan suhu 200°C selama 10 menit [8]. Setelah pencetakan, papan komposit dikondisikan selama 7 hari dalam suhu ruangan sebelum dilakukan pemotongan sampel uji [9]. Setelah pengkondisian selama 7 hari, langkah selanjutnya papan komposit dipotong menggunakan mesin pemotong kayu listrik sesuai dengan ukuran yang diperlukan untuk sampel uji. Ukuran sampel uji tersebut mengacu pada standar SNI 01-4449-2006 yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran sampel uji (SNI 01-4449-2006)

No	Parameter Pengujian	Ukuran Sampel (cm)
1	Kerapatan	10 × 10
2	Kadar air	10 × 10
3	Pengembangan tebal	5 × 5
4	Keteguhan tarik	5 × 5
5	Uji bending (MOR dan MOE)	5 × 20

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanik

Setelah proses fabrikasi papan komposit selesai, kemudian dilanjutkan dengan pengujian laboratorium yang mengikuti standar SNI 01-4449-2006 mengenai pengujian sifat fisis dan mekanik terhadap hasil fabrikasi papan komposit. Pengujian tersebut meliputi uji kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, keteguhan Tarik permukaan, dan uji *bending* yang terdiri dari MOE dan MOR. Pengujian sifat fisis dan mekanik dilakukan dengan 3 kali pengulangan masing-masing parameter. Pada tahap pengujian kerapatan, sampel uji yang telah dicetak dan sudah dikondisikan selama 7 hari dipotong menjadi ukuran 10 cm × 10 cm [10]. Kemudian sampel uji kerapatan ditimbang menggunakan timbangan analitik dan diukur lagi menggunakan mikrometer digital untuk melihat nilai ukuran panjang, lebar, dan tebalnya. Setelah semua nilai pengukuran didapatkan, data dicatat dalam bentuk tabel dan dihitung menggunakan persamaan (7).

Pada tahap uji kadar air, sampel yang digunakan berasal dari uji kerapatan dengan menggunakan data timbangan awal dari pengukuran kerapatan tersebut. Dalam uji kadar air, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 102 ± 3°C selama 24 jam. Setelah pengeringan selesai, sampel dipindahkan ke desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dengan timbangan analitik. Hasil penimbangan sampel dicatat dalam table dan dihitung menggunakan persamaan (8). Pada persamaan tersebut KA adalah persentase kadar air yang terdapat pada papan komposit, M_{awal} adalah massa papan sebelum dipanaskan dalam oven, dan M_{akhir} adalah massa akhir papan sesudah dipanaskan dalam oven.

$$KA = \frac{M_{awal} - M_{akhir}}{M_{akhir}} \times 100\% \tag{8}$$

Pengujian pengembangan tebal dengan sampel uji berukuran 5 cm × 5 cm yang diambil dari papan komposit yang telah dikondisikan [10]. Pada tahap ini, dilakukan pengukuran ketebalan pada sampel menggunakan mikrometer digital pada lima titik, yaitu sudut kiri atas, sudut kanan atas, sudut kiri bawah, sudut kanan bawah, dan tengah sampel. Setelah pengukuran awal, sampel direndam dalam air selama 24 jam. Setelah proses perendaman, ketebalan sampel diukur kembali dan hasilnya dicatat dalam tabel. Pengembangan tebal dihitung menggunakan persamaan (9). Dengan PT adalah persentase pengembangan tebal, T_{akhir} adalah ketebalan akhir sampel, dan T_{awal} adalah ketebalan awal sampel.

$$PT = \frac{T_{akhir} - T_{awal}}{T_{awal}} \times 100\% \tag{9}$$

Pada pengujian keteguhan Tarik tegak lurus permukaan sampel uji yang digunakan berukuran 5 cm × 5 cm [10]. Sebelum pengujian, sampel uji terlebih dahulu diukur panjang dan lebar menggunakan mikrometer digital. Kemudian sampel uji direkatkan diantara dua plat aluminium alat uji keteguhan tarik menggunakan perekat lem lilin (*glue gun*) dan didiamkan kering selama 15 menit. Tahap pengujian keteguhan tarik permukaan tegak lurus permukaan adalah dengan memberikan gaya tarik pada kedua sisi permukaan sampel uji. Nilai dari keteguhan tarik permukaan tegak lurus berupa beban maksimum yang diberikan sebagai gaya tarik pada pengujian sampel uji. Data beban maksimum sampel uji kemudian dicatat dalam bentuk tabel dan dihitung menggunakan persamaan (10).

$$KT = \frac{B_{max}}{P \times L} \tag{10}$$

Pada tahap pengujian *bending*, terdapat dua jenis pengujian yang dilakukan, yaitu uji MOE dan uji MOR. Sampel yang digunakan berukuran 5 cm × (S+ 5 cm) dengan ketentuan panjang sanggah (S) 15 cm, sehingga ukuran keseluruhan sampel adalah 5 × 20 cm. Sebelum pengujian *bending*, sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran tebal pada 3 titik tengah dan lebar dari sampel uji. Kemudian dilakukan pengujian *bending* menggunakan mesin uji *universal testing machines*. Untuk data pengujian MOE, yang dicatat adalah nilai beban 1/3 dan 2/3 beban maksimum, serta nilai defleksi yang terjadi pada saat sampel diberikan beban, sedangkan pada pengujian MOR, yang dicatat adalah nilai beban maksimum [10]. Data hasil pengujian *bending* dicatat dalam bentuk tabel, dianalisis menggunakan persamaan 11 untuk nilai MOE dan persamaan 12 untuk nilai MOR.

$$MOE = \frac{S^3}{4LT^3} \times \frac{\Delta B}{\Delta D} \tag{11}$$

$$MOR = \frac{3B_{max}S}{2LT^3} \tag{12}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sifat Kimia

Pengujian sifat kimia kayu merupakan proses analisis untuk mengetahui karakteristik kimia dari bahan baku yang digunakan. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada tulang daun kratom yang digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam pembuatan papan komposit. Hasil dari pengujian sifat kimia tulang daun kratom tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen kimia tulang daun kratom

Pengujian	Hasil (%)	Klasifikasi kelas komponen kimia kayu Indonesia		
		Tinggi (%)	Sedang (%)	Rendah (%)
Kadar zat ekstraktif air panas (KE)	26,39	>4	2-4	<2
Kadar holoselulosa (KHolo)	59,75	>33	18-33	<18
Kadar selulosa (KS)	38,60	>45	40-45	<40
Kadar lignin (KL)	16,83	>24	21-24	<21
Kadar hemiselulosa (KH)	21,15	>25	15-25	<15

Kadar zat ekstraktif merupakan hasil dari metabolisme sekunder yang terjadi pada tumbuhan berkayu. Nilai kadar ini bervariasi tergantung pada jenis tanaman, lokasi tumbuh, serta kondisi iklim tempat tanaman tersebut berkembang [4]. Dalam konteks pembuatan papan komposit, kadar zat ekstraktif yang tinggi pada bahan pengisi (*filler*) memegang peranan penting karena dapat memengaruhi kualitas hasil akhir. Zat ekstraktif dalam jumlah besar dapat menghambat interaksi optimal antara partikel *filler* dan bahan perekat. Akibatnya, kekuatan ikatan yang terbentuk menjadi lemah, yang selanjutnya berdampak pada terganggunya proses perekatan dan pengeringan. Hal ini pada akhirnya dapat menurunkan sifat fisis dan mekanik dari papan komposit yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi kandungan zat ekstraktif pada *filler* sebelum digunakan dalam proses produksi. Salah satu metode yang umum diterapkan untuk menurunkan kadar zat ekstraktif adalah dengan melakukan perendaman menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Perlakuan ini bertujuan untuk melarutkan atau menghilangkan senyawa-senyawa pengotor alami yang terdapat dalam struktur tulang daun kratom. Dengan demikian, kualitas *filler* dapat ditingkatkan sehingga mampu berfungsi lebih optimal dalam proses pembentukan papan komposit. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa tulang daun kratom memiliki kadar zat ekstraktif yang cukup tinggi, yaitu sebesar 26,39%, sesuai dengan klasifikasi komponen kimia kayu di Indonesia. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengolahan tulang daun kratom sebagai *filler* memerlukan perlakuan kimia yang mampu mendegradasi serat dan mempermudah proses ekstraksi senyawa-senyawa pengotor yang menempel. Dengan perlakuan yang tepat, diharapkan kualitas *filler* dapat ditingkatkan untuk mendukung performa papan komposit secara keseluruhan.

Holoselulosa adalah gabungan dari kadar selulosa atau α -selulosa dengan hemiselulosa. Holoselulosa memiliki peran penting dalam pembuatan papan komposit karena mencerminkan tingkat ketersediaan serat yang baik pada bahan baku.

Kandungan serat yang tinggi berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan ikatan antar partikel *filler*, sehingga menghasilkan papan komposit dengan sifat mekanik yang lebih baik. Salah satu sifat mekanik yang dapat ditingkatkan adalah kekuatan lentur serta ketahanan terhadap patah, yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dan daya tahan produk akhir. Berdasarkan hasil pengujian, tulang daun kratom diketahui memiliki kadar holoselulosa yang tinggi jika merujuk pada klasifikasi komponen kimia kayu di Indonesia, yaitu bernilai 59,79%. Kandungan holoselulosa yang tinggi ini menunjukkan bahwa tulang daun kratom memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai *filler* dalam pembuatan papan komposit. Hal tersebut dikarenakan holoselulosa berperan penting dalam meningkatkan kekuatan ikatan antar partikel serta mendukung sifat mekanik papan komposit secara keseluruhan.

Selulosa merupakan salah satu bahan penting yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan papan komposit. Fungsinya tidak hanya sebagai *filler*, tetapi juga berperan sebagai penguat pada matriks komposit serta memberikan sifat kaku pada material yang dihasilkan. Sebagai komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan, selulosa memegang peranan penting dalam menentukan kualitas papan komposit. Kandungan selulosa yang tinggi pada bahan baku diketahui dapat meningkatkan kekuatan tarik, kekakuan, serta memperkuat ikatan antara partikel *filler* dan perekat. Oleh karena itu, keberadaan selulosa dalam jumlah yang memadai sangat berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanik dan stabilitas papan komposit. Namun demikian, selulosa secara alami bersifat hidrofilik, yang dapat memengaruhi proses penyebaran perekat secara merata selama pembuatan papan komposit. Sifat ini menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pengolahan bahan baku [11]. Berdasarkan hasil analisis lignoselulosa, tulang daun kratom diketahui memiliki kadar selulosa yang relatif rendah, yaitu sebesar 38,60%. Meskipun kadar selulosa tersebut tergolong rendah, hasil pengujian sifat mekanik menunjukkan bahwa papan komposit berbahan dasar tulang daun kratom masih mampu memenuhi standar kelayakan menurut SNI 01-4449-2006. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun kandungan selulosa bukan yang tertinggi, bahan ini tetap memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai *filler* dalam aplikasi papan komposit.

Lignin dan hemiselulosa merupakan komponen yang terikat bersama selulosa dalam struktur sel tumbuhan, dan keduanya berperan sebagai perekat alami dalam jaringan tumbuhan [6]. Dalam pembuatan papan komposit, kadar lignin dan hemiselulosa yang tinggi pada bahan baku dapat mengganggu proses penyebaran perekat secara merata [12], yang berdampak pada menurunnya kualitas produk akhir. Lignin berfungsi sebagai pengikat alami yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap air, biodegradasi, dan serangan mikroorganisme. Namun, kandungan lignin yang terlalu tinggi dapat menghambat penyerapan perekat, sehingga melemahkan ikatan antar partikel. Sementara itu, hemiselulosa cenderung mudah menyerap air dan tidak stabil secara termal, sehingga jika kadarnya terlalu tinggi, dapat menurunkan kestabilan dimensi dan ketahanan terhadap kelembaban. Oleh karena itu, keseimbangan kadar lignin dan hemiselulosa sangat penting untuk menghasilkan papan komposit dengan performa yang optimal. Berdasarkan hasil uji sifat kimia, tulang daun kratom diketahui memiliki kadar lignin sebesar 16,83%, yang tergolong rendah dan sudah baik untuk digunakan sebagai bahan baku papan komposit. Namun, kadar hemiselulosanya mencapai 21,15%, yang termasuk dalam klasifikasi menengah (15–25%) dan dinilai kurang ideal. Hasil analisis fisis terhadap papan komposit menunjukkan bahwa meskipun telah dilakukan perlakuan alkalisasi untuk mengurangi kandungan lignin dan hemiselulosa, masih ditemukan noda glue spots pada permukaan papan dan terjadi pengembangan tebal yang signifikan pada saat pengujian. Hal ini mengindikasikan penyebaran perekat yang tidak merata, yang diduga disebabkan oleh tingginya kadar lignin dan hemiselulosa pada bahan baku yang digunakan.

Hasil Uji Sifat Fisis dan Mekanik

Pengujian terhadap sifat fisis dan mekanik yang telah dilakukan mencakup uji kerapatan, uji kadar air, uji pengembangan tebal, uji keteguhan tarik permukaan, dan uji *bending*. Rangkuman data hasil pengujian sifat fisis dan mekanik papan komposit dari limbah tulang daun kratom sebagai bahan baku disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanik papan komposit

Sifat fisis dan mekanik SNI 01-4449-2006		Nilai Rata-rata Pengujian	Keterangan Memenuhi/Tidak
Sifat Fisis	Kerapatan (g/cm ³) 0,4-0,8	0,55	MEMENUHI
	Kadar air (%) ≤ 13	3,89	MEMENUHI
	Pengembangan tebal (%) ≤ 17	56,41	TIDAK
Sifat Mekanik	Keteguhan tarik tegak lurus permukaan (kgf/cm ²) ≥ 0,5	0,83	MEMENUHI
	MOE (kgf/cm ²) ≥ 2.500	9.057,63	MEMENUHI
	MOR (kgf/cm ²) ≥ 30	70,91	MEMENUHI

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata kerapatan papan komposit yang dihasilkan adalah $0,55 \text{ kgf/cm}^2$. Uji kerapatan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepadatan papan komposit. Berdasarkan standar, papan komposit ini telah memenuhi ketentuan kerapatan sesuai dengan SNI 01-4449-2006, yang berkisar antara $0,4 \text{ g/cm}^3 - 0,8 \text{ g/cm}^3$. Namun, nilai kerapatan yang dihasilkan masih belum mencapai target yang diharapkan sebesar $0,7 \text{ kgf/cm}^2$. Kerapatan yang rendah ini disebabkan oleh adanya rongga-rongga yang tidak terisi perekat. Hal ini terjadi karena selama proses pengkondisian, papan komposit mengalami fenomena *springback*, yaitu kembalinya papan ke bentuk semula setelah tekanan pada proses pengepresan dilepaskan. Kondisi ini menyebabkan papan menjadi lebih ringan dan ketebalan meningkat, karena udara mengisi rongga-rongga yang tidak terisi selama pengkondisian [13]. Selain itu nilai kerapatan yang belum mencapai target ini juga distribusi oleh penyebaran perekat yang kurang merata pada saat pencampuran antara matriks dan *filler*, sehingga menyebabkan terjadinya kondisi *springback* semakin besar

Kadar air yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah sejumlah air yang terkandung di dalam papan komposit, yang dapat berubah sesuai dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Jumlah air yang terkandung dalam material sebagian besar berasal dari proses pencampuran bahan baku dan perekat. Untuk mengurangi kadar air yang berlebihan pada material dilakukan dengan proses penguapan melalui pengempaan panas pada suhu tertentu. Tujuan utama proses pengempaan ini untuk mengurangi kadar air dan mempercepat proses pengerasan papan komposit [7]. Dari hasil pengujian kadar air papan komposit berbahan baku tulang daun kratom yang telah dilakukan, memiliki nilai rata-rata kadar air sebesar 3,89%. Hasil pengujian ini memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 01-4449-2006, yang menetapkan batas maksimum kadar air tidak melebihi 13%. Hasil dari pengujian kadar air papan komposit dari tulang daun kratom ini sudah sangat baik, sehingga diharapkan nilai kadar air yang semakin kecil dapat menghindari papan komposit dari nilai kerusakan dan pembusukan dini.

Hasil pengembangan tebal dalam penelitian ini merupakan nilai dari peningkatan ketebalan papan komposit yang direndam dalam air selama 24 jam. Rata-rata nilai pengembangan tebal yang diperoleh sebesar 56,41%, yang secara signifikan melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI 01-4449-2006, yaitu 17%. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal pada seluruh sampel tergolong sangat tinggi. Nilai tersebut dipengaruhi oleh sifat penyerapan air (*absorption*) yang tinggi dari papan komposit, serta terbentuknya rongga-rongga dalam struktur papan akibat rendahnya kerapatan dan distribusi perekat yang tidak merata. Kondisi ini menyebabkan munculnya jalur kapiler yang memudahkan air masuk ke dalam struktur papan saat perendaman.

Filler yang tidak terikat secara efektif akibat keterbatasan daya rekat perekat, turut berkontribusi terhadap peningkatan pengembangan tebal yang signifikan [14]. Selain faktor fisis, karakteristik kimia dari bahan pengisi juga memiliki pengaruh terhadap ketahanan dimensi papan. Filler dari limbah tulang daun kratom memiliki kadar zat ekstraktif yang tinggi sebesar 26,39% dan hemiselulosa sebesar 21,05%. Kandungan zat ekstraktif yang tinggi dapat menghambat ikatan antara filler dan matriks perekat, sedangkan hemiselulosa bersifat higroskopis sehingga meningkatkan daya serap air. Kombinasi kedua komponen tersebut menyebabkan interaksi antarpartikel menjadi lemah dan mempercepat proses pembengkakan papan saat direndam. Oleh karena itu, tingginya nilai pengembangan tebal yang tercatat dalam penelitian ini tidak hanya disebabkan oleh faktor struktural dan distribusi perekat, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh sifat kimia filler yang digunakan.

Pengujian keteguhan tarik adalah pengukuran daya rekat antara perekat dan *filler* dalam papan komposit. Berdasarkan hasil uji keteguhan tarik yang ditunjukkan dalam Tabel 3, nilai rata-rata keteguhan tarik yang diperoleh sebesar $0,83 \text{ kgf/cm}^2$. Dari hasil uji ini, menunjukkan bahwa papan komposit dari tulang daun kratom telah memenuhi standar ketentuan SNI 01-4449-2006, yang mensyaratkan nilai keteguhan tarik minimal sebesar $0,5 \text{ kgf/cm}^2$.

Hasil pengujian bending pada penelitian ini meliputi dua parameter utama, yaitu *modulus of elasticity* (MOE) dan *modulus of rupture* (MOR). Uji MOE adalah pengujian untuk mengukur kemampuan papan komposit dalam menahan beban hingga terjadi perubahan bentuk atau patah. Rata-rata nilai MOE yang diperoleh dalam penelitian ini $9,057,63 \text{ kgf/cm}^2$. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh nilai MOE telah memenuhi persyaratan SNI 01-4449-2006, yang menetapkan nilai MOE lebih dari 2.500 kgf/cm^2 . Sedangkan MOR merupakan parameter pengujian yang mengukur kemampuan material dalam menahan beban maksimum yang diterima. Rata-rata nilai MOR untuk papan komposit berbahan baku tulang daun kratom berkisar $70,91 \text{ kgf/cm}^2$. Dari hasil pengujian, nilai MOR papan komposit juga memenuhi standar SNI 01-4449-2006, yang mensyaratkan nilai MOR lebih dari 30 kgf/cm^2 .

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah tulang daun kratom (*Mitragyna speciosa*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam pembuatan papan komposit. Analisis kimiawi terhadap bahan baku mengungkapkan kandungan lignin dan selulosa yang tergolong rendah serta hemiselulosa dalam kategori sedang, dengan kadar zat ekstraktif yang cukup tinggi. Meskipun demikian, papan komposit yang dihasilkan memperlihatkan performa mekanik yang memadai dan sesuai dengan standar SNI 01-4449-2006 pada aspek kerapatan, kadar air, keteguhan tarik, serta kekuatan lentur (MOE dan MOR). Satu-satunya parameter yang tidak memenuhi standar adalah pengembangan tebal, yang disinyalir disebabkan oleh rendahnya kerapatan dan penyebaran perekat yang kurang merata akibat tingginya kadar zat ekstraktif dan sifat higroskopis dari bahan baku.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa limbah tulang daun kratom memiliki potensi sebagai alternatif bahan baku papan komposit ramah lingkungan. Namun, diperlukan optimasi proses produksi dan perlakuan pendahuluan (seperti alkalisasi) untuk meningkatkan kestabilan dimensi dan efektivitas perekatan.

5. REFERENSI

- [1] M. Archila, F. Diba, and D. Setyawati, "Kualitas Papan Komposit Limbah Kulit Batang Sagu (*Metroxylon sp*) dan Plastik Polipropilena Berdasarkan Jumlah Penyusun", *Jurnal Tengawang*, vol. (7), no.(1), 46–56, 2017.
- [2] Tujiah, "Pengaruh Variasi Perekat Urea Formaldehida Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Papan Partikel Berbasis Limbah Serutan Rotan dan Serabut Buah Kelapa Sawit", S.Si. thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Negeri, UIN Sumatera Utara, Medan, 2021.
- [3] W. Widodo, Analisis Mitragynine dalam Serbuk Daun Kratom pada Beberapa Produk Edar Varian Kratom, layout buku.indd 1, Bogor, Pusat Laboratorium Badan Narkotika Nasional, 2020.
- [4] S. Augustina, I. Wahyudi, and I.W. Darmawan, J. Malik, Y. Kojima, T. Okada, and N. Okano, "Effect of Chemical Characteristics on Mechanical and Natural Durability Properties of Three Lesser-Used Wood Species", *Jurnal Sylva Lestari*, vol.(9), no.(1), 161–178, Januari, 2021.
- [5] S. Anggiriani, "Struktur Anatomi dan Komponen Kimiawi Batang Gwang (*Corypha utan Lamk.*)", S.Hut. thesis, Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor, 2019.
- [6] M. A. Pradana, H. Ardhyanta, and M. Farid, "Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara", *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. (6), no. (2), 413-416, 2017.
- [7] Meliana and A. Asri, "Analisis Pengaruh Ukuran Serat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit Berbahan Serat Batang Pisang Kepok", *PRISMA FISIKA*, vol.(9), no.(3), 221-227, 2021.
- [8] Fernando, R. Widyorini, J. Sulistyono, and M. Santoso, "Penambahan Perekat dan Suhu Kempa Terhadap Sifat Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Asam Sitrat sebagai Perekat", *Prosiding Seminar Nasional XVIII MAPEKI*, vol.(1), no.(1), 104–110, 4-5 November, 2015.
- [9] Asni, A. Asri, and Hasanuddin, "Sifat Fisis dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Baku Cabang Kayu Jabon Berdasarkan Ukuran Partikel", *PRISMA FISIKA*, vol.(9), no.(2), 104-109, 2021.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 01-4449-2006", 2006.
- [11] R. Anggraini, J. Khabibi, and Y.F. Adelka, "Karakteristik Papan Partikel dari Campuran Limbah Akasia (*Acacia mangium Willd.*) dan Kulit Kelapa Muda (*Cocos nucifera L.*)", *Jurnal Silva Tropika*, vol.(5), no.(1), 366–381, 30 Juni, 2021.
- [12] M. Nurhanisa, D. Wahyuni, and P. Masela, "Pengaruh Susunan Serat pada Papan Komposit Serat Bambu terhadap Sifat Fisis dan Mekanis", *POSITRON*, vol. (11), no.(2), 126-132, 2021.
- [13] J.P. Sitanggang, T. Sucipto, and I. Azhar, "Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehida Terhadap Kualitas Papan Partikel dari Kayu Gamal (*Gliricidia sepium*)", *Peronema Forestry Science Journal*, vol.(4), no.(2), 166–174, 2015.
- [14] S.H. Siregar, R. Hartono, T. Sucipto, and A.H. Iswanto, "Variasi Suhu dan Waktu Pengempaan terhadap Kualitas Papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Perekat Phenol Formldehida", *Prosiding Universitas Sumatra Utara*, vol.(1), no.(1), 10–17, 2015.
- [15] Technical Association of the Pulp and Paper Industry, "TAPPI T. 207 om-88", 1992.
- [16] Browning, B. L., "Methods of wood chemistry Volumes I & II", 1967.
- [17] Technical Association of the Pulp and Paper Industry, "TAPPI, T. 222 om-88", 2002.