



Penggunaan Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Terhadap Karakteristik Papan Gipsum

Salsabila Putri Syafira¹, Neswati^{2*}, Anwar Kasim³

^{1,2,3} Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Papan gipsum merupakan bahan bangunan yang umum digunakan pada desain langit-langit interior untuk menciptakan tampilan yang variatif dan modern. Papan ini tergolong sebagai papan tiruan yang umumnya terbuat dari campuran gipsum dan serat sintetis, seperti serat kaca. Namun, penggunaan serat sintetis memiliki beberapa keterbatasan, antara lain tidak dapat didaur ulang, harga yang relatif mahal, dan ketersediaan yang terbatas. Sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan, serat alami seperti sabut kelapa memiliki potensi yang besar karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang lebih rendah, dan sifatnya yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh dan menentukan perlakuan terbaik dari penambahan serat sabut kelapa terhadap karakteristik fisik dan mekanik papan gipsum. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu A (3% serat sabut kelapa), B (6%), C (9%), D (12%), dan E (15%). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik ANOVA (*Analysis of Variance*), dan apabila terdapat perbedaan nyata pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ (Fhitung > Ftabel 0,05), maka dilanjutkan dengan uji lanjutan DNMRT (*Duncan's New Multiple Range Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air, kerapatan, daya serap air, pengembangan tebal, *modulus of rupture* (MoR), dan *modulus of elasticity* (MoE). Perlakuan optimal diperoleh pada perlakuan D (12% serat sabut kelapa), dengan kadar air sebesar 11,5%, kerapatan 0,85 g/cm³, penyerapan air 45,19%, pengembangan tebal 1,32%, nilai MoR sebesar 52,99 kgf/cm², dan nilai MoE sebesar 5667,18 kgf/cm².

KATA KUNCI

Papan gipsum; sabut kelapa; serat; modulus patah; modulus elastisitas

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: neswati@ae.unand.ac.id

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman mendorong munculnya berbagai inovasi bahan bangunan pada bidang konstruksi. Inovasi ini tercermin dalam beragamnya model langit-langit yang diterapkan pada rumah, gedung, dan perkantoran yang menggunakan gipsum sebagai bahan dasar, contohnya papan gipsum. Papan gipsum adalah papan tiruan yang terdiri dari gipsum, serat dan berbagai aditif yang biasanya digunakan untuk plafon, dinding partisi, serta bahan bangunan lainnya [1]. Papan gipsum pada umumnya terbuat dari komposit gipsum dengan serat sintetis seperti serat kaca sebagai penguatnya [2].

Serat sintetis memiliki kualitas yang baik dari segi mekanis dan fisis namun tidak dapat didaur ulang dan ketersediaan yang terbatas karena terbuat dari minyak bumi [3]. Serat sintetis yang sulit terurai ini dapat digantikan dengan pemakaian serat alami [4]. Serat alami adalah serat yang diperoleh dari alam. Serat alami memiliki sifat yang mudah terdegradasi dan tidak mudah larut dalam air. Serat alam digunakan sebagai alternatif filter komposit pada polimer karena lebih unggul dibandingkan serat sintetis, terutama dalam hal ketersediaan yang berlimpah, harga yang murah dan densitas rendah [5].

Sabut kelapa termasuk salah satu limbah padat dengan jumlah yang berlimpah serta memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan kembali, terutama seiring dengan peningkatan produksi kelapa di Sumatera Barat. Hal ini terlihat dari jumlah produksi buah kelapa yang mengalami peningkatan dari 81,30 ribu ton pada 2022 meningkat menjadi 88 ribu ton pada 2023 [6]. Dengan total luas tanaman perkebunan kelapa rata-rata 85 ribu hektar pada tahun 2022 dan 2023 [7]. Sabut kelapa adalah lapisan terluar yang melindungi tempurung kelapa dan mencakup sekitar 35% dari keseluruhan buah [8]. Sabut kelapa memiliki ukuran diameter serat antara 0,1-1,5 mm [9].



Kandungan utama dari sabut kelapa berupa 54,3% selulosa dan 29,4% lignin [10]. Keberadaan lignin dapat memengaruhi daya tarik saat serat berperan sebagai penguat [11]. Mengurangi kandungan lignin akan meningkatkan kekasaran permukaan sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan ikatan mekanis [12]. Delignifikasi adalah metode modifikasi serat yang bertujuan untuk memisahkan serat selulosa dari lignin dan bahan-bahan lain [13]. Pengolahan sabut kelapa telah dilakukan oleh CV XYZ yang berlokasi di Aripin, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Dari proses pengolahannya, usaha ini menghasilkan dua jenis produk yaitu serat sabut (*cocofibre*) dan serbuk serabut (*cocopeat*). Dalam proses pengolahan *cocopeat*, terdapat limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan papan gipsum.

Beberapa penelitian telah dilakukan oleh peneliti terhadap pembuatan papan gipsum dengan berbagai penambahan sumber serat. Salah satunya penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan papan komposit gipsum dari serat ijuk dengan penambahan boraks didapatkan kuat tekan maksimum dari penambahan serat 1% dan kuat lentur papan maksimum dari penambahan serat sebanyak 2%. meneliti tentang pengaruh penambahan serat daun nenas (*Ananas comosus L.*) sebagai bahan pembuatan papan gipsum [14]. Papan gipsum dengan karakteristik fisik dan mekanik terbaik didapatkan dari penambahan 6% serat daun nenas. Selain itu, proses delignifikasi juga berpengaruh terhadap kuat tekan dari papan gipsum dengan serat alam sebagai penguat.

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti melaksanakan penelitian dengan judul "Penggunaan Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) terhadap Karakteristik Papan Gipsum". Penelitian ini menjadikan serat sabut kelapa sebagai alternatif pengganti dari penggunaan serat sintetis dan akan berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dari papan gipsum yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung gipsum, aquades, serat sabut kelapa, asam sitrat, NaOH 10%, H_2SO_4 1N, H_2SO_4 72%. Alat yang digunakan yaitu cetakan 30 cm x 30 cm x 0,9 cm, timbangan, kempa dingin, baskom, gelas ukur, *beaker glass* 1000 ml, batang pengaduk, *hot plate*, gunting, mesin pemotong, oven, tanur, dan *Universal Testing Machine* (UTM).

2.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 – Januari 2025 di Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan Agroindustri, Laboratorium Rekayasa dan Proses Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Bahan dan Metrologi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- A = 3% serat sabut kelapa
- B = 6% serat sabut kelapa
- C = 9% serat sabut kelapa
- D = 12% serat sabut kelapa
- E = 15% serat sabut kelapa

Formulasi pembuatan papan gipsum dengan penambahan serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 1



Tabel 1. Formulasi Pembuatan Papan Gipsum

Bahan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
Serat sabut kelapa (g)	19,4	38,9	58,3	77,7	97,2
Tepung gipsum (g)	628,6	609,1	589,7	570,3	550,8
Asam sitrat (g)	6,2*	6*	5,8*	5,7*	5,5*
Air (g)	324**	324**	324**	324**	324**

Catatan:

Serat sabut kelapa + gipsum = 648 g

*Asam sitrat 1% terhadap gipsum

**Air = 50% dari berat papan

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1. Persiapan serat sabut kelapa [14²,16]

Proses persiapan serat sabut kelapa terdiri dari beberapa tahap. Pertama, pada tahap persiapan sampel, serat sabut kelapa dibersihkan dari bahan bukan serat dan dipotong dengan ukuran panjang 4 cm. Selanjutnya, tahap delignifikasi dilakukan dengan menyiapkan larutan NaOH 10% sebanyak 1000 ml dalam beaker glass, kemudian ditimbang 100 gram serat sabut kelapa yang dicampurkan dengan larutan NaOH 10%. Campuran ini dipanaskan di atas hot plate selama 90 menit dengan rasio bahan : larutan 1:10 (b/v). Setelah proses pemanasan selesai, serat sabut kelapa disaring untuk memisahkan lindi hitam dari serat dan kemudian dicuci dengan aquades hingga air cucian tidak lagi berwarna kecoklatan, sehingga diperoleh pulp. Setelah proses delignifikasi selesai, serat sabut kelapa yang telah diproses ditimbang dan kadar airnya ditentukan. Selanjutnya, dilakukan analisis untuk mengetahui kadar selulosa dan kadar lignin pada serat tersebut.

2.4.2. Pembuatan papan gipsum [12²]

Ditimbang pulp (bobot kering) sesuai perlakuan. Kemudian disiapkan 1% asam sitrat dari jumlah gipsum lalu dilarutkan ke dalam air. Pulp dibasahi dengan air tersebut. Selanjutnya, pulp yang sudah basah ditambahkan gipsum secara bertahap dan aduk hingga adonan homogen. Setelah homogen, adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan diratakan. Adonan ditutup dengan plat aluminium. Dilakukan pengempaan selama 4 jam. Papan gipsum yang sudah dicetak kemudian dikeluarkan dan dikondisikan pada ruangan dengan sirkulasi udara yang berjalan baik hingga bobot papan gipsum konstan atau tercapai kadar air kesetimbangan (EMC). Papan gipsum yang telah kering kemudian dipotong-potong sesuai dengan ukuran pengujian yang akan dilakukan.

2.4.3. Pengamatan pada Penelitian

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan terhadap bahan baku dan produk. Pengamatan terhadap bahan baku mencakup kadar air, kadar selulosa, dan kadar lignin. Sementara itu, pengamatan terhadap produk, yaitu papan gipsum, meliputi pengujian sifat fisik dan mekanik. Pengujian fisik mencakup kadar air, kerapatan, penyerapan air, dan pengembangan tebal. Adapun pengujian mekanik yang dilakukan adalah modulus patah (MoR) dan modulus elastisitas (MoE).



3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Bahan Baku

Pengujian bahan baku dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat pada serat sabut kelapa yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan papan gipsum. Hasil pengujian bahan baku disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Serat Sabut Kelapa

Analisis	Rata-rata ± SD
Kadar air (%)	9,18 ± 0,17
Kadar lignin sebelum delignifikasi (%)	35,38 ± 0,019
Kadar selulosa sebelum delignifikasi (%)	43,03 ± 0,006
Kadar lignin sesudah delignifikasi (%)	
Kadar selulosa sesudah delignifikasi (%)	30,31 ± 0,002
Rendemen delignifikasi (%)	48,84 ± 0,003

57,1

Serat sabut kelapa diperoleh dari CV XYZ, yang berlokasi di Aripin, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Serat sabut kelapa yang digunakan merupakan limbah dari proses pengolahan *cocopeat* pada usaha tersebut. Serat sabut kelapa yang diperoleh memiliki kadar air sebesar 9,18%. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa sabut kelapa kering memiliki kadar air 5,43%. Perbedaan kadar air ini disebabkan oleh tidak adanya perlakuan awal seperti penjemuran di bawah sinar matahari pada serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini [15].

Pengujian kadar lignin dan selulosa pada serat sabut kelapa menggunakan metode Van Soest pada serat sabut kelapa, baik dalam kondisi belum didelignifikasi maupun setelah melalui proses delignifikasi. Proses delignifikasi bertujuan untuk mengurangi lignin yang ada pada serat karena lignin dapat menghambat proses pengikatan yang baik antara serat dan matriks sehingga akan memengaruhi kekuatan tarik saat serat digunakan sebagai penguat [16]. Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan penurunan kadar lignin dari 35,38% menjadi 30,31% dan peningkatan kadar selulosa dari 43,03% menjadi 48,84%, yang menunjukkan efektivitas proses delignifikasi dalam mengurangi lignin yang menghambat dan meningkatkan selulosa yang diinginkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Permana yang menunjukkan bahwa penggunaan NaOH 10% pada serat kapuk dapat meningkatkan selulosa dari 38% menjadi 40% dan menurunkan kadar lignin dari 20% menjadi 15,9% [17].

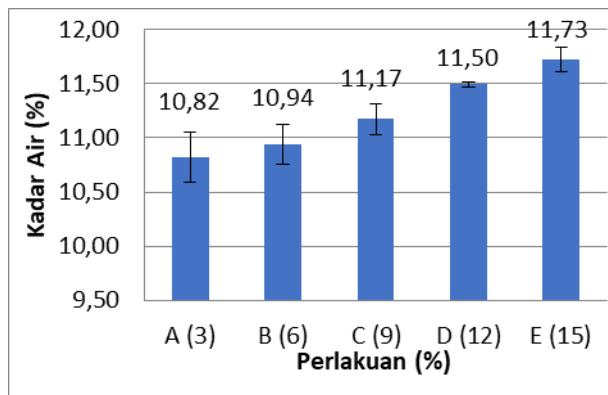
Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa yang digunakan untuk proses delignifikasi sebanyak 100 gram (berat kering). Setelah proses delignifikasi selesai, berat serat sabut kelapa yang diperoleh adalah 57,1 gram sehingga rendemen yang didapatkan sebesar 57,1%.

3.2. Hasil Pengujian Papan Gipsum

3.2.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Papan Gipsum

3.2.1.1. Uji Kadar Air

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Nilai kadar air papan gipsum pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Grafik Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui tingkat kelembapan pada papan gipsum. Hasil uji kadar air pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air papan gipsum berkisar antara 10,82-11,73%. Tingginya kadar air yang terkandung pada papan gipsum serat sabut kelapa dipengaruhi oleh kadar air bahan baku. Bahan baku (serat sabut kelapa) yang digunakan dalam kondisi basah berkontribusi langsung terhadap kadar air dalam campuran gipsum. Penambahan serat yang lebih banyak akan menyebabkan lebih banyak air yang terbawa dari serat ke dalam matriks gipsum. Selain itu, karena serat sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa yang bersifat hidroskopis, serat ini dapat menyerap kelembapan dari lingkungan, sehingga meningkatkan kadar air pada papan gipsum [18].

Selulosa adalah polimer alami yang terdiri dari rantai panjang molekul glukosa dengan setiap unit glukosa memiliki gugus hidroksil (-OH) [19]. Gugus hidroksil ini dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air sehingga meningkatkan kemampuan selulosa untuk menyerap kelembapan [18]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian pada Gambar 1, di mana penambahan lebih banyak serat sabut kelapa ke dalam matriks gipsum menghasilkan lebih banyak gugus hidroksil yang berinteraksi dengan air, yang akhirnya meningkatkan kadar air pada papan gipsum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air papan gipsum yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh papan komersial yaitu sebesar 6-12% [20].

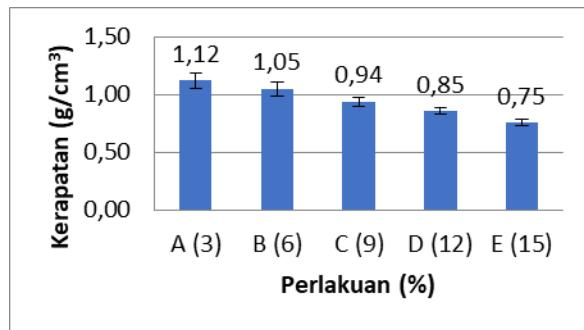
3.2.1.2. Uji Kerapatan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kerapatan papan gipsum berkisar antara 0,75-1,12 g/cm³. Rata-rata kerapatan papan gipsum dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai kerapatan didapatkan dari pengukuran massa dan volume dari papan gipsum. Penambahan serat sabut kelapa pada papan gipsum memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kerapatannya. Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin banyak serat sabut kelapa yang ditambahkan, semakin rendah nilai kerapatan yang dihasilkan. Penurunan kerapatan ini disebabkan oleh terbentuknya rongga udara di dalam matriks seiring bertambahnya jumlah serat yang digunakan [21].

Peningkatan penambahan serat menjadikan penggunaan gipsum sebagai matriks dalam pembuatan papan akan berkurang. Matriks memiliki peran penting dalam mengisi ruang dan memberikan kekompakan pada papan. Penurunan

penggunaan gipsum dan peningkatan penambahan serat dapat menyebabkan kurangnya pengisian ruang antar serat sehingga kerapatan papan menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan semakin bertambahnya serat daun nenas maka densitas papan semen gipsum semakin menurun [22].

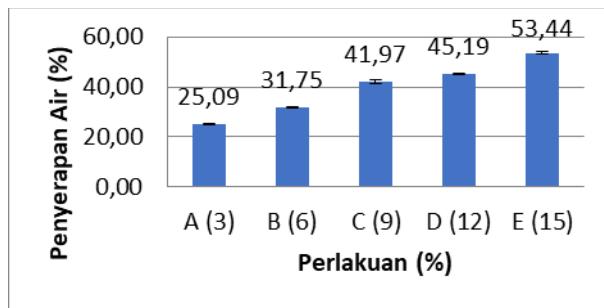


Gambar 2. Grafik Kerapatan Papan Gipsum

Irwan mendapatkan nilai kerapatan papan gipsum berkisar antara 1,22-1,24 g/cm³. Sementara itu, papan gipsum komersil dengan ketebalan 9 mm memiliki kerapatan 0,605 g/cm³. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kerapatan yang dihasilkan telah melebihi nilai kerapatan dari papan gipsum komersil. Namun, hanya perlakuan D saja yang mencapai target kerapatan papan yang ditargetkan yakni 0,8 g/cm³ [23].

3.2.1.3. Uji Penyerapan Air

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap penyerapan air papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata penyerapan air papan gipsum berkisar antara 25,09-53,44%. Rata-rata penyerapan air papan gipsum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Penyerapan Air

Penyerapan air merupakan salah satu sifat fisik papan gipsum yang menunjukkan kemampuan papan dalam menyerap air selama 24 jam proses perendaman. Berdasarkan Gambar 2, penyerapan air pada papan gipsum yang menggunakan serat sabut kelapa menunjukkan angka yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan peneliti lain.

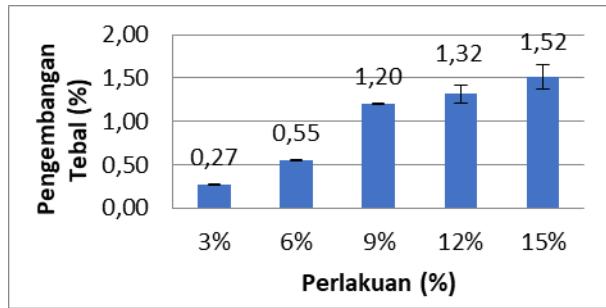
Nilai penyerapan air meningkat seiring dengan bertambahnya persentase serat sabut kelapa. Penambahan serat sabut kelapa yang telah melalui proses delignifikasi berpengaruh signifikan terhadap peningkatan penyerapan air papan

gipsum. Proses delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin dari serat, yang kemudian meningkatkan kandungan selulosa yang bersifat hidrofilik [24]. Akibatnya, serat menjadi lebih mudah menyerap air karena banyaknya ikatan hidrogen (-OH) yang berdampak pada peningkatan penyerapan air papan gipsum serat sabut kelapa [25].

Penelitian oleh Patandung menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa plafon meningkatkan penyerapan air [25]. Rahmawati menyatakan semakin rendah nilai densitas suatu papan, semakin tinggi daya serap air yang dimilikinya. Selain itu, gipsum yang diberi air akan mengalami proses hidrasi dan akan membentuk struktur kristal kalsium sulfat dihidrat (CaSO₄·2H₂O) yang berkontribusi terhadap kekuatan dan kekompakan material [26]. Namun, jika jumlah gipsum dalam papan dikurangi dan digantikan dengan jumlah serat alami yang semakin meningkat maka struktur hidrasi yang terbentuk menjadi lebih berpori karena serat tidak mengalami hidrasi seperti gipsum. Akibatnya, papan gipsum menjadi lebih mudah menyerap air karena adanya celah atau rongga yang mengakibatkan air masuk ke dalam struktur papan dengan mudah [27], [28]. Papan gipsum komersil mensyaratkan bahwa penyerapan air pada papan gipsum tidak boleh melebihi 50%. Berdasarkan hasil penelitian, hanya perlakuan E (serat sabut kelapa 15%) tidak memenuhi persyaratan tersebut, dengan nilai penyerapan air sebesar 53,44%.

3.2.1.4. Uji Pengembangan Tebal

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel $0,05$), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kadar air papan gipsum berkisar antara 0,27-1,52%. Rata-rata pengembangan tebal papan gipsum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengembangan Tebal

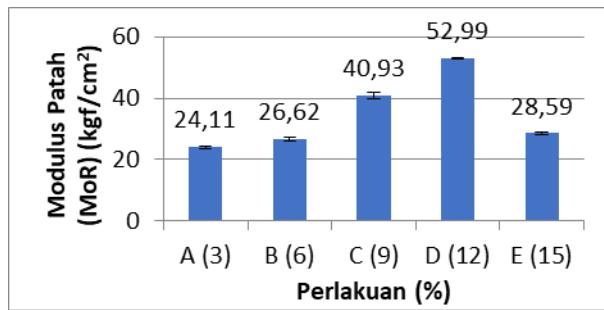
Pengembangan tebal merupakan perubahan ketebalan atau ukuran papan yang terjadi setelah direndam selama 24 jam [29]. Gambar 4 menunjukkan kecenderungan pengembangan tebal papan gipsum hasil penelitian meningkat seiring dengan meningkatnya serat sabut kelapa. Hal ini sejalan dengan pendapat Sari yang menyatakan pengembangan tebal papan partikel merupakan gabungan dua komponen, yaitu pengembangan dari partikel itu sendiri dan pengembangan akibat pembebasan tegangan tekan [30]. Proses ini terjadi ketika kadar air dalam material mencapai tingkat yang tinggi, menyebabkan perubahan dimensi yang signifikan. Pengembangan ini bersifat permanen dan tidak dapat pulih kembali setelah papan mengalami pengeringan. Hal ini terjadi karena serat sabut kelapa mengandung selulosa yang bersifat hidrofilik, artinya dapat menyerap air dari lingkungan melalui ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (-OH) yang ada pada struktur molekulnya [31]. Ketika kadar air meningkat, serat menyerap air dan menyebabkan pembengkakan dan perubahan dimensi yang tidak sepenuhnya dapat kembali ke bentuk semula meskipun papan telah dikeringkan [32].

Selain itu, pengembangan tebal papan gipsum berkaitan dengan penyerapan air papan gipsum yang dapat dilihat pada Gambar 3. Semakin banyak komposisi serat pada papan gipsum, maka semakin banyak air yang terserap dan memasuki struktur serat sehingga semakin besar perubahan dimensi yang terjadi. Penyerapan tebal pada papan gipsum komersil ditetapkan tidak boleh melebihi 4,24%. Berdasarkan hasil penelitian, semua perlakuan dari A hingga E telah memenuhi persyaratan tersebut.

3.2.2. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Papan Gipsum

3.2.2.1. Modulus Patah (MoR)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap modulus patah (MoR) papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05), sehingga dilakukan uji lanjut menggunakan DNMRT. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata modulus patah (MoR) papan gipsum berkisar antara 24,11-52,99 kgf/cm². Rata-rata modulus patah (MoR) papan gipsum dapat dilihat pada Gambar 5.



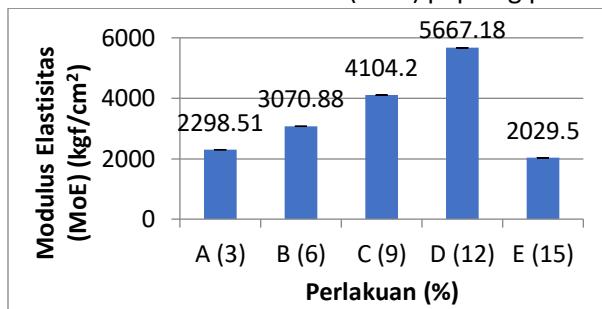
Gambar 5. Grafik Modulus Patah (MoR)

Modulus Patah (MoR) merupakan parameter yang bertujuan untuk mengukur kekuatan lentur maksimum papan gipsum hingga mencapai kegagalan. Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai modulus patah (MoR) pada papan gipsum dengan penambahan serat sabut kelapa dari 12% (Perlakuan D) ke 15% (Perlakuan E) mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi karena persentase serat melebihi titik optimal sehingga kekuatan papan menjadi berkurang. Hal ini sejalan dengan penelitian Hastuti yang menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa hingga 10% meningkatkan kekuatan patah komposit, namun penambahan lebih lanjut dapat menurunkan sifat mekanik akibat distribusi serat yang tidak merata [29]. Selain itu, penurunan nilai MoR pada penambahan serat 12% disebabkan karena distribusi serat yang tidak merata yang menyebabkan serat berkumpul pada area tertentu. Kelebihan serat juga mengganggu kekuatan ikatan antar partikel gipsum sehingga kemampuan papan dalam mendistribusikan tegangan berkurang.

Nilai modulus patah (MoR) pada penelitian ini masih rendah jika dibandingkan dengan peneliti sebelumnya mendapatkan nilai MoR maksimum diperoleh dari penambahan serat ijuk 2% yakni sebesar 45,38 kgf/cm². Standar papan gipsum komersil dan SNI mensyaratkan nilai MoR masing-masingnya $\geq 8,85$ kgf/cm² dan $\geq 30,59$ kgf/cm². Berdasarkan hasil penelitian, papan gipsum yang dihasilkan telah memenuhi standar komersil, tetapi hanya perlakuan C dan D yang memenuhi standar SNI.

3.2.2.2. Modulus Elastisitas (MoE)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap modulus elastisitas (MoE) papan gipsum pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata modulus elastisitas (MoE) papan gipsum berkisar antara 2029,59-5667,18 kgf/cm². Rata-rata modulus elastisitas (MoE) papan gipsum dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Modulus Elastisitas (MoE)

Modulus elastisitas (MoE) merupakan ukuran kemampuan suatu papan untuk menahan deformasi elastis saat mengalami tegangan. Pengujian MoE mencerminkan tentang kekakuan dari papan. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas (MoE) mengalami penurunan dari persentase serat 12 ke 15%. Hal ini sejalan dengan nilai MoR yang dihasilkan. Penurunan nilai modulus elastisitas (MoE) disebabkan oleh terjadinya kelebihan serat yang mengganggu homogenitas dan distribusi serat dalam papan gipsum. Pada perlakuan penambahan sabut kelapa 15%, serat dapat saling menggumpal atau tidak terdistribusi secara merata antara serat dan gipsum sehingga mengurangi efektivitas pengikatannya. Selain itu, kelebihan serat dapat menyebabkan penurunan nilai kerapatan papan gipsum karena serat memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan matriks gipsum sehingga material menjadi kurang kaku. Hal ini juga dapat menyebabkan porositas berlebih yang dapat melemahkan struktur papan secara keseluruhan.

Penurunan nilai MOE ini sejalan dengan penelitian Gundara yang menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume serat sabut kelapa hingga 31,4% dapat meningkatkan modulus elastisitas komposit, namun penurunan terjadi pada fraksi volume 34,88% [33]. Hal ini menunjukkan bahwa ada batas optimal dalam penambahan serat dan jika melebihi batas optimal dapat menurunkan sifat mekanik dari komposit tersebut [34]. Papan gipsum komersil mensyaratkan nilai modulus elastisitas (MoE) lebih besar dari 1440,93 kgf/cm². Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan A hingga E telah memenuhi standar tersebut.

3.3. Rekapitulasi Papan Gipsum Serat Sabut Kelapa

Tabel 3. Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Papan Gipsum

Formulasi	KA (%)	K (g/cm ³)	PA (%)	PT (%)	MoR (kgf/cm ²)	MoE (kgf/cm ²)
A	10,82	1,12	25,09	0,27	24,11	2298,51
B	10,94	1,05	31,75	0,55	26,62	3070,88
C	11,17	0,94	41,97	1,20	40,93	4104,20
D	11,50	0,85	45,19	1,32	52,99	5667,18
E	11,73	0,75	53,44	1,52	28,59	2029,50
Standar	6-12	0,8	< 50	< 4,24	30,59	>1440,93



Berdasarkan hasil pengujian, perlakuan D dengan penambahan serat sabut 12% dipilih sebagai perlakuan terbaik karena telah memenuhi semua syarat untuk kadar air, kerapatan, penyerapan air, pengembangan tebal, MoR dan MoE.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan penambahan serat sabut kelapa berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ (F hitung $> F$ tabel 0,05) terhadap kadar air, kerapatan, penyerapan air, pengembangan tebal, modulus patah (MoR) dan modulus elastisitas (MoE)
2. Perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik papan gipsum serat sabut kelapa adalah penambahan serat sabut kelapa 12% dengan kadar air 11,5%, kerapatan $0,85 \text{ g/cm}^3$, penyerapan air 45,19%, pengembangan tebal 1,32%, nilai MoR $52,99 \text{ kgf/cm}^2$, dan nilai MoE $5667,18 \text{ kgf/cm}^2$

5. Referensi

- [1] H. Trisna and A. Mahyudin, "Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gipsum Serat Ijuk dengan Penambahan Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrate)," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, Oct. 2012, doi: 10.25077/JFU.1.1.
- [2] R. Sadik and R. Amalia, "Production and Characterization of Silencer Composite Materials From Natural Fiber Using Hand Lay-Up Methods," *TEKNIK*, vol. 44, no. 2, pp. 130–138, Aug. 2023, doi: 10.14710/teknik.v44i2.52931.
- [3] A. A. Anggraeni, "Sintesis dan Karakterisasi Sifat Mekanik Biokomposit Filler Short Fiber Kulit Rotan Hasil Fermentasi," *Jurnal Biofisika*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, Mar. 2012, Accessed: Jun. 24, 2025. [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/biofisika/article/view/9326>
- [4] D. E. N. Siagian and M. H. S. Putra, "Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan," *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, p. 55, Jan. 2024, doi: 10.30595/civeng.v5i1.17879.
- [5] E. W. Tyas and E. Zulaikha, "Pengembangan Material Serat Sabut Kelapa untuk Home Decor," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 1–8, Feb. 2019, doi: 10.12962/j23373520.v7i2.36573.
- [6] "Produksi Tanaman Perkebunan," Bada Pusat Statistik.
- [7] "Luas Tanaman Perkebunan," Badan Pusat Statistik.
- [8] F. Astuti, S. Pratapa, S. Suasmoro, T. Triwakantoro, and Y. Cahyono, "Pengolahan Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Mesin Pencacah dalam Upaya Pemanfaatannya sebagai Produk Tepat Guna di Desa Candimulyo - Dolopo - Madiun," *Sewagati*, vol. 7, no. 3, pp. 1–10, Mar. 2023, doi: 10.12962/j26139960.v7i3.504.
- [9] N. Wahyudi, H. S. B. Rochardjo, and J. Waluyo, "Karakterisasi Permeabilitas Serabut Kelapa Sebagai Bahan Media Filtrasi," *Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 4, no. 1, p. 10, Jun. 2022, doi: 10.22146/jmdt.62971.
- [10] B. Y. Gustinenda and K. C. Margo, "Sintesis Superabsorben Aerogel Selulosa Berbasis Sabut Kelapa," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [11] M. F. Taures, "Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Permukaan Serat Sisal terhadap Peningkatan Kekuatan Ikatan Interface Komposit Serat Sisal-Epoxy," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2018.
- [12] B. Maryanti, A. A. Sonief, and S. Wahyudi, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.
- [13] A. Rahmayanti, M. Yerizam, and E. Dewi, "Pemanfaatan Ampas Tebu dan Kulit Jagung sebagai Bahan Baku Pulp dengan Proses Organosolv," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, vol. 2, no. 8, pp. 349–354, Aug. 2022, doi: 10.52436/1.jpti.196.



- [14] H. Fathurrahman, A. Neolaka, and R. Arthur, "Perbandingan Papan Gipsum Serat Daun Nenas (Ananas Comosus L. Merr) terhadap Papan Gipsum Komersil Dilihat dari Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan SNI Spesifikasi Panel atau Papan Gipsum 03-6384-2000," *Jurnal Pendidikan Teknik dan Vokasional*, vol. 3, no. 2, pp. 121–130, 2020, doi: 10.21009/JPTV.3.2.121.
- [15] E. M. Narek, F. P. Un, B. B. Koten, R. Wea, and A. Aoetpah, "Komposisi Nutrien dan Mineral Silase Sabut Kelapa Muda pada Berbagai Level Penambahan Dedak Padi," *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, vol. 11, no. 1, p. 61, Mar. 2021, doi: 10.46549/jipvet.v11i1.154.
- [16] A. Saleh, M. M. D. Pakpahan, and N. Angelina, "Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 16, no. 3, pp. 35–44, 2009.
- [17] H. A. Permana, F. Delvitasari, W. R. Hartari, and M. Maryanti, "Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Suhu Delignifikasi pada Kandungan Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, vol. 12, no. 1, pp. 51–58, Mar. 2024, doi: 10.25181/jaip.v12i1.2729.
- [18] A. Fadilla, V. Amalia, and I. R. Wahyuni, "Pengaruh Selulosa Ampas Tebu (Saccharum officinarum) sebagai Zat Pengisi Plastik Biodegradable berbasis Pati Kulit Singkong (Manihot esculenta)," in *Gunung Djati Conference Series*, Dec. 2023, pp. 69–80. Accessed: Jun. 24, 2025. [Online]. Available: <http://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/view/1940>
- [19] M. R. Aulia, "Sifat Fisis Mekanis Papan Gypsum dari Kayu Gmelina Arborea Roxb pada Kadar Gypsum dan Perlakuan Pendahuluan," IPB, Bogor, 2006. Accessed: Jun. 24, 2025. [Online]. Available: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/46188>
- [20] S. N. Suci, "Karakterisasi Kitosan Limbah Kulit Udang Windu (Penaeus monodon Fab.) dan Kerang Darah (Anadara granosa L.) pada Film Bioplastik Pati Singkong (Manihot esculenta Crantz)," Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2025.
- [21] S. Olanda and A. Mahyudin, "Pengaruh Penambahan Serat Pinang (Areca Catechu L. Fiber) terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisis Bahan Campuran Semen Gipsum," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [22] Muh. L. Said, N. Fuadi, and an M. F. Dzikriansyah, "Karakterisasi Sifat Fisis Papan Partikel Sabut Kelapaserat Pelepas Lontar," *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. 8, no. 2, pp. 92–103, Dec. 2021, doi: 10.24252/JFT.V8I2.24814.
- [23] Y. Irwan, "Pengembangan Serat Sabut Kelapa untuk Pembuatan Papan Dengan Berbagai Jenis Matrik: Semen, Gipsum dan Tanah Liat," Institut Teknologi Nasional.
- [24] S. Oktaviani and D. Puryanti, "Pengaruh Penambahan Serat Daun Nanas terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Papan Semen Gipsum," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 9, no. 1, pp. 31–37, 2020.
- [25] P. Patandung, "Pengaruh Variasi Serat Sabut Kelapa terhadap Kualitas Plafon Effect of Coco Fiber Variation to the Quality of Ceiling Board," *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 27–29, 2015.
- [26] W. Rahmawati, P. K. Marcus, F. K. Wisnu, A. Haryanto, M. Telaumbanua, and C. Sugianti, "Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block," *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, vol. 3, no. 3, p. 446, Sep. 2024, doi: 10.23960/jabe.v3i3.10161.
- [27] F. Anugrah and A. Mahyudin, "Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dan Pinang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan dengan Fly Ash sebagai Filler," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 11, no. 1, pp. 8–14, Feb. 2022, doi: 10.25077/jfu.11.1.8-14.2022.
- [28] S. Sushardi, H. B. Woesono, S. Suwadji, D. S. Hadi, and K. R. Kumumaningsih, "Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa sebagai Bahan Pengisi List Profile," PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTANIAN. Accessed: Jun. 24, 2025. [Online]. Available: <https://ejurnal.unkhair.ac.id/index.php/agri/article/view/5751>



- [29] S. Hastuti, H. S. Budiono, D. I. Ivadiyanto, and M. N. Nahar, "Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable," *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, pp. 30–37, Mar. 2021, doi: 10.33366/rekabuana.v6i1.2257.
- [30] N. M. Sari, "Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Limbah Plastik Jenis HDPE (High Density Polyethylene) dan Ranting/Cabang Karet (Hevea brasiliensis Muell.Arg)," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 3, no. 1, pp. 7–14, 2011.
- [31] S. Kalia *et al.*, "Cellulose-Based Bio-and Nanocomposites: A Review," *Int J Polym Sci*, vol. 2011, pp. 1–35, 2011, doi: 10.1155/2011/837875.
- [32] Y. Tang, J. Gao, C. Liu, X. Chen, and Y. Zhao, "Dehydration Pathways of Gypsum and the Rehydration Mechanism of Soluble Anhydrite γ -CaSO₄," *American Chemical Society*, vol. 4, pp. 7636–7642, 2019, doi: 10.1021/acsomega.8b03476.
- [33] G. Gundara and M. B. N. Rahman, "Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume," *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.18196/jmpm.3132.
- [34] A. Aminah, D. Setyawati, and A. Yani, "Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Limbah Kayu Acacia Crassicarpa pada Beberapa Ukuran Partikel dan Konsentrasi Urea Formaldehida," *JURNAL HUTAN LESTARI*, vol. 6, no. 3, pp. 557–568, Aug. 2018, doi: 10.26418/jhl.v6i3.26909.