



Pengaruh Fraksi Volume dan Panjang Serat pada Sifat Mekanik Plafon Sandwich Panel Serat Kelapa

**Rilya Rumbayan¹, Imran S. Musanif², Beldie A. Tombeg³, M.Y.Noorwahyu Budhyowati⁴,
Rydel D. Simbar⁵**

Jurusank Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado, Indonesia ^{1,3,5}

Jurusank Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado, Indonesia ²

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado, Tondano ⁴

E-mail korespondensi: rilya.rumbayan@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Riset ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi fraksi volume dan panjang serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik: kuat tarik dan kuat lentur sandwich panel plafon. Sandwich panel plafon dibuat dari lapisan serat kelapa dan triplek yang disusun secara bergantian dan diikat dengan bahan resin poliester. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium mengacu pada standar pengujian kuat tarik ASTM D 638-02 dan pengujian kuat lentur ASTM D 790-02. Variasi serat sabut kelapa yang digunakan adalah variasi fraksi volume yaitu 30%, 40%, dan 50% dari volume total komposit (serat dan resin), dan variasi panjang serat yaitu 10 mm – 20 mm dan 30 mm – 40 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik dan kuat tekan sandwich panel plafon meningkat dengan meningkatnya fraksi volume serat dan panjang serat. Diperoleh hasil bahwa fraksi volume serat sabut kelapa 50% dan panjang serat 30-40 mm memberikan nilai tertinggi untuk kuat tarik mencapai nilai 19.97 MPa dan fraksi volume serat sabut kelapa 50% dan panjang serat 10-20 mm dan memberikan nilai tertinggi untuk kuat lentur mencapai nilai 25.7 MPa. Dalam keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa pada sandwich panel plafon dapat meningkatkan kekuatan mekanik panel tersebut.

Kata kunci— kuat lentur, kuat tarik, sandwich plafon, serat kelapa, fraksi volume

Abstract

This study aims to evaluate the effect of variations in the volume fraction and length of coconut fiber on the mechanical properties: tensile and flexural strength of sandwich ceiling panels. The sandwich ceiling panel is made of alternating layers of coconut fiber and plywood, bonded with polyester resin. The research method used is laboratory experimentation referring to the ASTM D 638-02 tensile strength testing standard and the ASTM D 790-02 flexural strength testing standard. The variations of coconut fiber used are volume fraction variations of 30%, 40%, and 50% of the total composite volume (fiber and resin), and fiber length variations of 10 mm-20 mm and 30 mm-40 mm. The results show that the tensile and flexural strength of the sandwich ceiling panel increase with the increase in fiber volume fraction and fiber length. It was found that the 50% volume fraction of coconut fiber and fiber length of 30-40 mm provide the highest tensile strength value of 19.97 MPa, while the 50% volume fraction of coconut fiber and fiber length of 10-20 mm provide the highest flexural strength value of 25.7 MPa. Overall, this study demonstrates that the addition of coconut fiber to sandwich ceiling panels can improve their mechanical strength.

Keywords - flexural strength, tensile strength, sandwich ceiling, coconut fiber, volume fraction.



1. PENDAHULUAN

Serat kelapa merupakan salah satu bahan alami yang terbarukan dan memiliki sifat yang ramah lingkungan. Bahan ini sering digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan panel sandwich karena sifatnya yang ringan, tahan air, dan tahan api. Plafon sandwich panel serat kelapa adalah salah satu aplikasi dari bahan ini yang semakin populer di industri konstruksi karena keunggulannya dalam kekuatan dan kestabilan. Dalam rangka memaksimalkan penggunaan serat kelapa dalam plafon sandwich panel, diperlukan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh fraksi volume dan panjang serat pada sifat mekanik panel tersebut. Fraksi volume serat kelapa dan panjang serat merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi sifat mekanik panel sandwich, termasuk kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan kekakuan.

Beberapa isu-isu terkait dengan topik riset ini berupa keterbatasan pengetahuan tentang pengaruh fraksi volume dan panjang serat pada sifat mekanik plafon sandwich panel serat kelapa. Penggunaan serat kelapa sebagai bahan baku untuk panel sandwich masih tergolong baru, sehingga masih banyak aspek yang perlu dipelajari terkait dengan sifat mekanik panel sandwich serat kelapa. Selain itu, tantangan dalam pemilihan fraksi volume dan panjang serat yang optimal. Fraksi volume dan panjang serat yang tepat perlu dipilih untuk menghasilkan panel sandwich serat kelapa dengan sifat mekanik yang optimal. Namun, pemilihan fraksi volume dan panjang serat yang tepat dapat menjadi tantangan, karena dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti metode produksi, jenis serat, dan penggunaan panel sandwich.

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa fraksi volume dan panjang serat dapat mempengaruhi sifat mekanik panel sandwich, namun masih belum ada penelitian yang secara khusus membahas pengaruh kedua faktor tersebut pada plafon sandwich panel serat kelapa. Dari hasil penelitian Sutriyono, et al, (2017) menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada matriks polyurethane untuk membuat panel sandwich dapat meningkatkan kekuatan tekan dan kekakuan panel. Penelitian ini juga menemukan bahwa fraksi volume serat kelapa yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanik panel sandwich adalah sekitar 20%. Menurut Shang dan Zhang (2019), penambahan serat kelapa pada matriks epoksi untuk membuat panel sandwich dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan panel. Penelitian ini juga menemukan bahwa panjang serat kelapa yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanik panel sandwich adalah sekitar 10 mm. Sari, et al. (2020) menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada matriks polyurethane untuk membuat panel sandwich dapat meningkatkan kekuatan tarik, kekakuan, dan kekuatan tekan panel. Penelitian ini juga menemukan bahwa fraksi volume serat kelapa yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanik panel sandwich adalah sekitar 25%. Penelitian oleh Fazli dkk. (2021) menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada matriks poliester untuk membuat panel sandwich dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekakuan panel. Penelitian ini juga menemukan bahwa panjang serat kelapa yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanik panel sandwich adalah sekitar 15 mm. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada panel sandwich dapat meningkatkan sifat mekanik panel, dan fraksi volume serta panjang serat kelapa yang tepat perlu dipilih untuk mengoptimalkan sifat mekanik panel. Namun, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk memperdalam pemahaman tentang pengaruh fraksi volume dan panjang serat pada sifat mekanik plafon sandwich panel serat kelapa.

Tujuan dari riset ini adalah untuk mengkaji pengaruh fraksi volume dan panjang serat pada sifat mekanik plafon sandwich panel serat kelapa. Beberapa tujuan spesifik yang ingin dicapai adalah: (1) menganalisis pengaruh fraksi volume serat kelapa pada sifat mekanik plafon sandwich panel serat kelapa; (2) menganalisis pengaruh panjang serat pada sifat mekanik plafon sandwich panel serat kelapa; (3) menentukan fraksi volume dan panjang serat yang optimal untuk menghasilkan panel sandwich serat kelapa dengan sifat mekanik yang optimal; (4) memberikan rekomendasi untuk pemilihan fraksi volume dan panjang serat yang tepat dalam pembuatan plafon sandwich panel serat kelapa.

Dengan mencapai tujuan-tujuan tersebut, riset ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang pengaruh fraksi volume dan panjang serat pada sifat

mekanik plafon sandwich panel serat kelapa. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan material ramah lingkungan dalam industri konstruksi serta dapat memberikan rekomendasi untuk pemilihan fraksi volume dan panjang serat yang tepat dalam pembuatan plafon sandwich panel serat kelapa.

2. DASAR TEORI

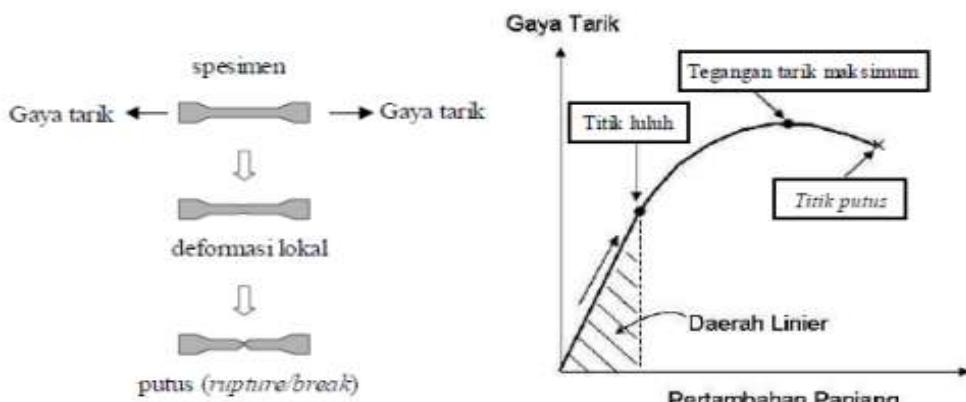
Plafon berasal dari bahasa Belanda "*plafond*" yang memiliki arti yang sama dengan "*ceiling*" dalam bahasa Inggris dan langit-langit dalam bahasa Indonesia, namun di Indonesia juga sering dikatakan plafon. Plafon merupakan bagian dari pengembangan konstruksi bangunan gedung yang merupakan lapisan batas antara rangka bangunan struktur dan rangka atap bangunan tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat struktur berada di bawah rangka atap.

Sandwich sudah menjadi kandidat menarik dalam berbagai material karena dapat diaplikasikan berbagai rekayasa termasuk industri otomotif, kapal laut, pesawat terbang, konstruksi dan lain-lain. Struktur *sandwich* pada umumnya memiliki tiga lapisan yang terdiri dari *flat komposit kulit permukaan (skin)* dan *material inti (core)* dibagian tengahnya. Bagian skin ini biasanya berupa lembaran *metals*, *wood*, atau *fiber composite*. (Gibson, 1994) Dan jenis *core* berupa: *honeycomb*, *corrugated*, *balsa wood* dan *cellular foams*. Struktur *sandwich* sedikit rentan terhadap dampak kecepatan rendah dan tidak terhadap dampak pada kecepatan tinggi, kerusakan pada dampak kecepatan rendah sering *internal* dan tidak terlihat. Secara signifikan atau secara langsung, dan mempunyai struktur yang ringan tetapi mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Maka dari itu komposit *sandwich* sangat cocok untuk menahan beban lentur, impak, meredam getaran dan suara. (Dahai, 2017)

Komposit adalah panggabungan dua atau lebih material yang diantaranya berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit yang sering kita kenal pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut matriks. Didalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya atau sering juga disebut resin yang mudah dibentuk. Penggunaan serat sabut kelapa ini sendiri yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat yang digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada bahan komposit, matriks berfungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Matriks yang dimaksud adalah pada umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan kekakuan yang lebih rendah. Sedangkan Katalis digunakan yaitu untuk membantu proses pengeringan (*curing*) terhadap bahan matriks suatu komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan atau tidak sesuai dengan takarannya akan semakin mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akan menyebabkan bahan komposit yang dihasilkan semakin mudah pecah. (Rindrawan, 2016)

Selimut kelapa atau kulit kelapa memiliki material penting yang berdaya guna tinggi, yaitu serabut kelapa (*cocofiber*) dan serbuk serabut (*cocopeat*) setelah bagian serabutnya dipisahkan. *Cocopeat* merupakan sabut kelapa yang diolah menjadi butiran-butiran gabus, dikenal juga dengan nama *Cocopith* atau *Coir pith*. *Cocopeat* adalah media tanam yang dibuat dari serabut kelapa. (Petandung, 2015)

Pengujian Kuat Tarik (*Tensile Strength*) merupakan jenis pengujian yang dilakukan dengan cara melakukan penarikan terhadap suatu benda uji, sampai benda uji tersebut putus atau patah. Benda uji yang diberi gaya tarik akan diletakkan secara sejajar dengan garis sumbunya dan tegak lurus terhadap permukaan penampangnya. Dan juga pengujian untuk kekuatan tarik perlu dilakukan untuk melengkapi beberapa data ataupun informasi rancangan dasar dari kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan jika akan digunakan. Karena dengan pengujian tarik ini dapat diukur suatu ketahanan material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan, terlebih juga gaya statis yang terjadi pada plafon. Dan untuk plafon itu sendiri perlu diketahui kekuatan tariknya karena untuk pengaplikasian plafon yang dimana luas penampangnya yang akan mempengaruhi kekuatan tarik dari plafon tersebut. Gambar 1 menunjukkan perilaku gaya tarik akibat pertambahan Panjang.



Gambar 1. Gaya Tarik Terhadap Pertambahan panjang

Bentuk sampel uji secara umum digambarkan seperti Gambar 2 berikut:

Dimana:

W = Width of narrow section

L = Length of narrow section

WO = Width overall, min

WO = Width overall, min

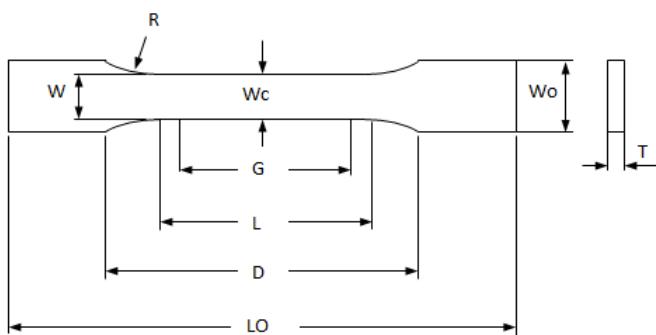
LO = Length overall, min

G = Gage length

G = Gage length

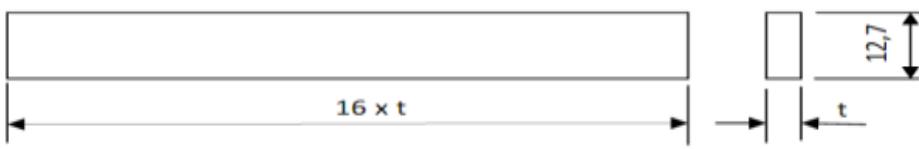
D = Distance between grips

R = Radius of fillet



Gambar 2. Sampel Benda Uji Tarik ASTM D 638 – 02

Pengujian Kuat Lentur (*Flexural Strength*) untuk mengetahui kekuatan tingkat kelenturan dari suatu material dapat dilakukan dengan pengujian kuat lentur terhadap material komposit tersebut. Dan juga pengujian kuat lentur ini untuk mengetahui ketahanan matriks terhadap pembebahan. Dan sangat untuk data dari pengujian kuat lentur ini sangat dibutuhkan terhadap plafon dikarenakan bentuk kelenturan dari plafon dan juga diakibatkan luasnya penampang dari plafon. Pengujian kuat lentur ini mengacu pada standar ASTM D 790 - 02 dengan kondisi pengujian statis (Gambar 3). Kekuatan lentur atau kekuatan lengkung adalah tegangan lentur terbesar yang dapat diterima akibat pembebahan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan lentur tergantung pada material dan pembebahan. Akibat pengujian kuat lentur bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik.



Gambar 3. Dimensi Spesimen Uji Kuat Lentur ASTM D 790 – 02

Berdasarkan kajian kajian pustaka terkait riset ini, diperoleh beberapa penelitian yang relevan, diantaranya:

- Asiwendi dan Wijaya (2019) meneliti tentang plafon komposit gypsum berpenguat sisal sumbawa dengan komposisi fraksi volume gipsum 65%, semen 29% dan serat sisal 6%. Arah serat divariasikan dengan empat kondisi yaitu serat continuous (SC) serat woven (SW), serat discontinuous (SDC) dan serat hybrid (SH). .
- Penelitian yang dilakukan oleh Maryanty (2019) untuk menyelidiki perbandingan kekuatan impact komposit yang diperkuat dengan serat serabut kelapa dengan variasi panjang serat yang berbeda yaitu 2 cm, 5cm dan 8 cm. Pada penelitian ini digunakan material komposit serat alam yang berpenguat serat serabut kelapa dengan perlakuan alkalisasi selama 1 jam.
- Penelitian yang dilakukan oleh Sitorus (2020) untuk preparasi dan plafon karakterisasi yang dibuat dari serbuk batang kelapa sawit dan ampas tebu dengan perekat epoksi variasi campuran serbuk batang kelapa sawit dan ampas tebu sebagai variabel bebas dengan variasi komposisi (4:0) gr, (3:1) gr, (2:2) gr, (1:3) gram, (0:4) gram. Kemudian ditambahkan 8 ml perekat epoksi sebagai variabel tetap. Campuran serbuk batang kelapa sawit dan ampas tebu dengan perekat epoksi dapat dimanfaatkan sebagai plafon untuk pengganti asbes dan papan gypsum.
- Penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2021) Pada pengujian impact nilai tertinggi pada kekuatan impact adalah spesimen dengan variasi yaitu 45% sabut kelapa + 55% resin dengan hasil $9,5 \text{ j/mm}^2$. Sedangkan nilai terendah yaitu dengan komposisi 35% sabut kelapa + 65% resin yaitu dengan nilai $8,4 \text{ j/mm}^2$. Dan pada pengujian bending material komposit yang memiliki nilai bending paling kuat yaitu pada 25% serat fiber + 75% resin, yaitu dengan nilai bending $31,75 \text{ N/mm}^2$.
- Penelitian yang dilakukan oleh Petandung (2015) tentang pengaruh variasi penambahan serat sabut kelapa terhadap kualitas produk plafon. Variasi penambahan serat sabut kelapa adalah 50, 75, 100, 125, dan 150 g, sedangkan penambahan abu sekam padi sebanyak 1000 g, semen 1000 g, dan gypsum 1500 g dalam jumlah konstan. Produk dicetak menggunakan alat cetak plafon Tipe Baristand dengan tekanan 500 kg/cm^2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk memiliki kuat lentur yang berkisar antara $30,18\text{--}100,38 \text{ kg/cm}^2$.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* Zwick Roell Z100 di Laboratorium Uji Material, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado. Variasi ukuran serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 10 mm – 20 mm dan 30 mm – 40 mm, dan variasi fraksi volume serat yaitu 30%, 40%, dan 50% dari volume total komposit (serat dan resin). Pemilihan prosentase serat yang digunakan dalam riset didasarkan pada kebutuhan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat pada sifat mekanik sandwich panel plafon. Oleh karena itu, tiga variasi fraksi volume serat kelapa dipilih untuk dievaluasi dalam penelitian ini. Selain itu, dua variasi panjang serat juga dipilih untuk dianalisis. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fraksi volume serat dan panjang serat terhadap sifat mekanik sandwich panel plafon dan untuk menentukan kombinasi terbaik dari kedua parameter tersebut untuk meningkatkan kekuatan mekanik panel tersebut. Kemudian setelah itu dilakukan pembuktian

yaitu dengan membuat benda uji (ukuran sesuai standard) untuk mengetahui kuat tarik (Gambar 4) dan kuat lentur dari pengujian *sandwich* panel plafon (Gambar 5). Jumlah benda uji untuk setiap variasi adalah 3 buah. Standard pengujian yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Materials*). Dengan memakai referensi yang diambil dari jurnal-jurnal ilmiah ataupun penelitian-penelitian yang terkait. Pemisahan variasi serat sabut kelapa yaitu dengan ukuran serat 10 mm – 20 mm dan ukuran 30 mm – 40 mm, dengan juga variasi fraksi volume yaitu 30%, 40%, dan 50%. Pengujian kuat tarik (*Tensile Strength*) pada komposit *sandwich* dari serat sabut kelapa pada plafon berdasarkan standar ASTM D 638 - 02 “*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*”. Pengujian kuat lentur (*Flexural Strength*) pada komposit *sandwich* dari serat sabut kelapa pada plafon berdasarkan standar ASTM D 790 – 02 “*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*”.



Gambar 4. Benda uji kuat tarik



Gambar 5. Benda uji kuat lentur

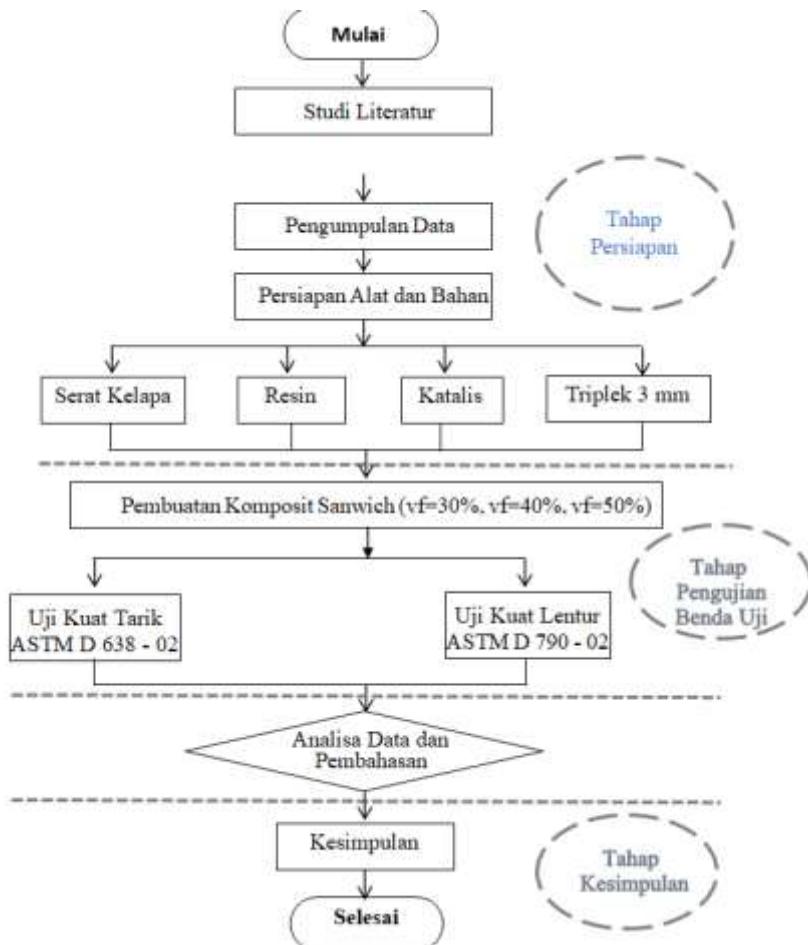
Komposisi dari komposit yang dibuat pada penelitian ini yaitu ada beberapa variasi diantaranya variasi untuk persentase fraksi volume dan juga variasi dari panjang serat seperti yang terlihat pada Tabel 1. Komposisi dari komposit untuk variasi persentase fraksi volume yang digunakan ada 3 variasi yaitu sebagai berikut:

1. Variasi komposit 30% serat sabut kelapa 70% matriks (98% resin poliester dan 2% katalis).
2. Variasi komposit 40% serat sabut kelapa, 60% (98% resin poliester dan 2% katalis).
3. Variasi komposit 50% serat sabut kelapa, 50% (98% resin poliester dan 2% katalis).

Tabel 1. Perhitungan Volume Komposit

Fraksi Volume (%)	Volume Serat (gr)	Volume Matriks (gr)	
		Resin Poliester	Katalis
30	31,75	85,16	1,78
40	42,34	73,03	1,49
50	52,92	60,86	1,24

Adapun tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan Penelitian

Untuk perlakuan awal terhadap serat sabut kelapa ataupun langkah-langkah perendaman dengan NaOH. Pengaruh dari perlakuan NaOH ini terhadap sifat dari permukaan serat ini telah diteliti dimana untuk kandungan *optimum* air mampu direduksi sehingga sifat alami serat sabut kelapa (*hydrophilic*) ini dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matriks dan bisa secara optimal. Perlakuan alkali adalah perlakuan pada serat yang berguna untuk menghilangkan kotoran atau *lignin* pada serat yang memiliki sifat alami serat kelapa yaitu suka terhadap air atau dapat juga disebut *Hydrophilic* (Lokantara, 2012).

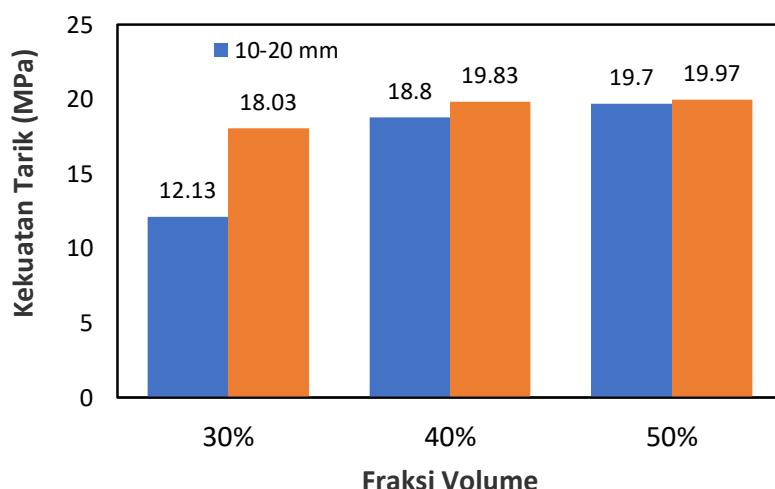
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik pada komposit *sandwich* panel plafon menggunakan alat UTM Zwick Roell Z100, hasil dari pengujian menggunakan mesin ini langsung dengan hasil yang dibutuhkan, dan juga dilengkapi dengan grafik yang sesuai dengan hasil pengujian. Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Pengujian Kuat Tarik

Fraksi Volume (%)	Panjang Serat (mm)	Modulus Elastisitas (MPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Perpanjangan Kekuatan Tarik (%)	Tegangan (MPa)	Perpanjangan Putus (%)
30		1019,00	12,13	2,17	2,42	5,55
40	10 – 20	1063,33	18,80	2,87	14,53	3,57
50		1266,67	19,70	2,30	3,94	4,00
30		1120,00	18,03	2,73	18,03	3,70
40	30 – 40	1090,00	19,83	2,43	15,59	2,70
50		1266,67	19,97	2,30	3,94	4,00



Gambar 7. Diagram Perbandingan Kekuatan Tarik Berdasarkan Panjang Serat

Dari pengujian yang sudah dilakukan maka hasil yang diperoleh seperti yang sudah dijabarkan pada Tabel 2 dan Gambar 7 dan dari hasil tersebut maka didapatkan kekuatan tarik yang paling tinggi ada pada komposit dengan variasi spesimen 1, fraksi volume 50% dengan panjang serat 30-40 mm. Hasil pengujian kuat tarik menunjukkan dari kedua variasi panjang serat yaitu 10-20 mm dan 30-40 mm keduanya mengalami kenaikan untuk kekuatan tariknya. Artinya untuk panjang serat semakin ditambah maka untuk kekuatan tariknya akan semakin naik juga. Sesuai dengan hasil rata-rata yang didapat pada kedua spesimen panjang serat ini penambahan kuat tariknya yang terbesar terjadi pada fraksi volume 30% ke 40% dimana untuk penambahan terbesar ada pada spesimen panjang serat 10-20 mm dengan penambahan kuat tarik sebesar 6,67 MPa (55%). Dari kedua variasi panjang serat yang digunakan untuk rata-rata kekuatan tarik terbesar terdapat pada variasi fraksi volume 50% dengan panjang serat 30-40 mm yaitu sebesar

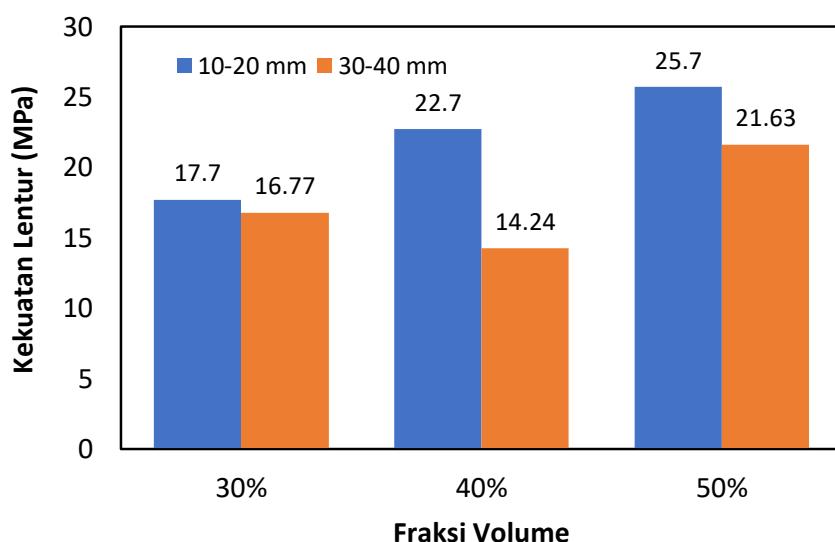
19,97 MPa, dan untuk kekuatan tarik terkecil terdapat pada variasi fraksi volume 30% dengan panjang serat 10-20 mm. Dan dari semua hasil variasi yang digunakan sesuai dengan analisa yang ada maka direkomendasikan untuk variasi fraksi volume 50% dengan panjang serat 30-40 mm. dengan kekuatan tarik 19,97 MPa, dan juga disisi lain dapat menunjukkan bahwa panjang serat yang digunakan untuk kekuatan tariknya akan semakin besar dan juga dapat mengurangi penggunaan resin yang di pasaran penjualan resin cukup mahal. Selain itu, untuk patahan terjadi beberapa variasi pada bentuk patahan benda uji ketika di tarik, hal ini disebabkan pada bagian *core* atau intinya menggunakan triplek yang dimana ketika pembagian matriks harus terbagi rata terlebih pada bagian tripleks yang akan dilapis dengan serat sabut kelapa, saat pembagian matriks tidak merata itulah yang menyebabkan terjadi variasi untuk bentuk patahan komposit dari setiap spesimen benda uji.

b. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pada pengujian kuat lentur komposit *sandwich* panel plafon ini untuk alatnya sama seperti dengan pengujian kuat tarik yaitu menggunakan alat UTM Zwick Roell Z100. Hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Pengujian Kuat Lentur

Fraksi Volume (%)	Panjang Serat (Mm)	Modulus Elastisitas (MPa)	Kekuatan (MPa)	Regangan Maximum (%)
30		673,67	17,70	5,00
40	10 – 20	766,00	22,70	5,00
50		797,00	25,70	5,00
30		615,00	16,77	5,00
40	30 – 40	258,33	14,24	5,00
50		600,00	21,63	5,00



Gambar 8. Diagram Perbandingan Kekuatan Lentur Berdasarkan Panjang Serat

Hasil pengujian kuat lentur yang telah dilakukan didapati bahwa nilai kuat lentur khusus untuk variasi panjang serat 10-20 mm dari setiap variasi fraksi volume 30%, 40%, dan 50% terjadi kenaikan yang tidak signifikan, dan semakin besar fraksi volume serat untuk penambahan kuat

tariknya semakin kecil. Dari hasil analisa diperoleh bahwa untuk penurunan kuat lentur seperti yang terjadi pada fraksi volume 40% terjadi karena berkurangnya penguatan ikatan elemen-elemen serat granular (Sitorus dkk, 2020) atau bisa juga terjadi karena tidak adanya lagi kemampuan pengikat (Subianto, 2003). Selain itu, menurut Massijaya, (2000) menyatakan ikatan antara partikel serbuk dengan pengikat hanya ikatan mekanis saja sehingga ikatan antara partikel rendah. Dari hasil riset terkait pengujian kuat lentur ini, maka direkomendasikan untuk variasi fraksi volume 50% dengan panjang serat 10-20 mm. dengan kekuatan lentur 25,7 MPa.

5. KESIMPULAN

Hasil pengujian terhadap variable kuat tarik, dari semua variasi yang dilakukan pada riset ini untuk variasi fraksi volume (30%, 40%, 50%) dan juga panjang serat (10-20 mm, 30-40 mm), berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik dan kuat lentur komposit serat sabut kelapa. Fraksi volume dan panjang serat yang optimal untuk menghasilkan panel sandwich serat kelapa dengan sifat mekanik yang optimal adalah fraksi volume 50% dengan panjang serat 30-40 mm dengan kekuatan tarik mencapai 19,97 MPa dan fraksi volume 50% dengan panjang serat 10-20 mm dengan kekuatan lentur 25,7 MPa. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan rekomendasi mengenai fraksi volume dan panjang serat yang optimal untuk digunakan dalam pembuatan plafon sandwich panel serat kelapa agar dapat menghasilkan panel dengan sifat mekanik yang optimal. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi panel sandwich serat kelapa dan dapat mengurangi biaya produksi serta meningkatkan kualitas panel sandwich. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material ramah lingkungan dalam industri konstruksi.

6. SARAN

Disarankan untuk penelitian lanjutan adalah membuat benda uji prototipe dengan skala 1:1 (skala penuh) untuk optimasi prototipe skala laboratorium yang sesuai kebutuhan ukuran plafón yang direncanakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan yang telah mendanai riset skema Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) dan kepada Kepala Laboratorium Uji Material, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Manado yang telah mendukung pelaksanaan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 3039. (2002). *Standard Test Method For Tensile Properties Of Polymer Matrix Composite Materials. American National Standard, 1-13.*
- ASTM D 638 - 02. (2009). *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. American National Standard, 1-14.*
- ASTM D 790 - 2. (2009). *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. American National Standard, 1-9.*
- Asiwendi & Wijaya. (2019). Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Sifat Mekanik Plafon Komposit Gypsum Berpenguat Sisal Sumbawa. *Jurnal Rekayasa Mesin, Elektro, dan Teknologi Informasi (REMETI)*, 3(2), 137-144.
- Dahai, Z. (2017). Drop-Weight Impact Behavior of Honeycomb Sandwich Panels Under a Spherical Impactor. *Composite Structures*, 1-111. doi: 10.1016/j.compstruct.2016.12.058

- Fazli, A., Ramezanpour, M., & Naebe, M. (2021). Mechanical properties of coconut fiber reinforced polyester sandwich panel. *Journal of Natural Fibers*, 18(5), 676-689. doi: 10.1080/15440478.2020.1818414
- Gibson, R. (1994). Principles of Composite Material Mechanics. Mc Graw Hill, inc.
- Hussain, S., Pandurangadu, D., & Palanikuamr, D. (2011). Mechanical Properties Of Green Coconut Fiber Reinforced HDPE Polymer Composite. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3-11.
- Lokantara, I. (2012). Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(1), 47-54.
- Mahmud, Z., & Ferry, Y. (2020). Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa. Indonesian Center for Estate Crops and Development, 55-63.
- Maryanti , B. (2019). Karakteristik Kekuatan Impak Komposit Serabut Kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Indonesia*, 342-346.
- Maryanty, B. (2019). Pengaruh Panjang Serat pada Kekuatan Impact Komposit Berpenguat Serat Serabut Kelapa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 21(2), 72-77.
- Petandung, P. (2015). Pengaruh Variasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kualitas Plafon. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 7(1), 21-30.
- Petandung, P. (2016a). Pengaruh Kehalusan Serbuk Kasar Sabut Kelapa "Coarse Coir Dust" Dan Jumlah Serat Sabut Kelapa Sebagai Plafon. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 36-45.
- Petandung, P. (2016b). Pengembangan Pembuatan Plafon Dari Abu Sekam Padi Dengan Menggunakan Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(1), 35-48.
- Rindrawan, F. N. (2016). Studi Sifat Fisis Dan Mekanis Serat Serabut Kelapa Dengan Variasi Arah Serat. Yogyakarta.
- Sari, R. M., Firdaus, M. F., & Wirjosentono, B. (2020). Tensile and compressive strength enhancement of coconut fiber reinforced polyurethane sandwich panel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851(1), 012012. doi: 10.1088/1757-899X/851/1/012012
- Shang, S., & Zhang, X. (2019). Mechanical properties of coconut fiber reinforced epoxy sandwich panels. *Journal of Natural Fibers*, 16(6), 787-798. doi: 10.1080/15440478.2018.1554476
- Siregar, A. (2021). Pengaruh Konsentrasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit. *Jurnal Inovasi Teknik Mesin*, 1(1), 28-35.
- Sitorus, M. A., Archiruddin, & Sembiring, K. (2020). Pembuatan Dan Karakterisasi Plafon Yang Dibuat Dari Serbuk Batang Kelapa Sawit Dan Serbuk Ampas Tebu Dengan Menggunakan Perekat Epoksi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Industri*, 1-6.
- Sutriyono, S., Khotimah, S. N., & Rahmat, R. (2017). The influence of volume fraction of coconut fiber on mechanical properties of polyurethane-based composite sandwich panel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 180(1), 012014. doi: 10.1088/1757-899X/180/1/012014