

# STUDI APLIKASI LIMBAH KARUNG PUPUK SEBAGAI PENGUAT PADA KOMPOSIT GIPSUM BERLAPIS

Muhammad Riphadi<sup>1</sup>, Indra Mawardi<sup>2\*</sup>, Hamdani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

\*Penulis Korespondensi: indratm@pnl.ac.id

## Abstrak

PT. PIM yang merupakan industri mitra bagi Politeknik Negeri Lhokseumawe memiliki permasalahan berupa limbah karung plastik bekas kemasan pupuk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kembali limbah karung plastik sebagai penguat pada komposit gipsium. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau karakteristik sifat mekanis dan fisis pada komposit gipsium berpenguat karung pupuk. Komposit gipsium diproduksi menggunakan tepung gipsium berjenis casting sebagai matrik dan serat karung pupuk sebagai penguat. Komposit gipsium tersebut dibentuk dengan 4 varian, yaitu variasi jumlah lapisan karung, 1, 2, 3, dan 4 lapis dan diciptakan komposit gipsium tanpa penguat atau 100% gipsium sebagai pembanding. Pengujian mekanis dan fisis berupa pengujian lentur, tekan, densitas, dan daya serap air dipelajari untuk mengetahui kelayakannya sebagai material bangunan. Pada hasil pengujian menunjukkan meningkatkan jumlah lapisan karung pupuk mereduksi kekuatan lentur sebesar 53.90% dan kekuatan tekan hingga 52,55%. Namun demikian, semua nilai pengujian mekanis tersebut telah memenuhi persyaratan standar EN 13279-2. Penyebab penurunan tersebut terjadi akibat ikatan gipsium hanya berada di samping saja, tidak adanya ikatan antara gipsium tersebut pada bagian tengah material yang disebabkan karena sifat karung pupuk yang tidak mempunyai rongga atau pori-pori.

*Keywords: Komposit gypsum, karung plastic, pengujian mekanis, fisis*

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Komposit merupakan suatu material yang tercipta dari menggabungkan dua atau lebih bahan pembentuknya dengan campuran yang tidak sama. Dari penggabungan tersebut dihasilkan material baru yang memiliki sifat mekanik yang kuat dari material pembentuknya. Kekuatan material dapat kita tentukan dengan mengatur penguat dan matriks dari material pembentuknya [1]. Komposit gipsium merupakan sebuah material yang terdiri dari gabungan antara gipsium dan serat organik, seperti serat kaca, serat karbon, atau serat polypropylene. Gipsium merupakan mineral yang terbentuk dari kalsium sulfat dehidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) yang banyak digunakan untuk industri konstruksi sebagai bermacam produk seperti plafon, dinding partisi, dan panel.

Beberapa penelitian tentang komposit telah dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Asywendy Rukini dkk [2]–[4]. Plafon komposit gipsium berpenguat serat sisal termasuk alternatif ramah lingkungan yang potensial menggantikan gipsium komersial tanpa serat atau gipsium berpenguat serat sintesis. Pada penelitian ini diproduksi plafon komposit gipsium berpenguat serat sisal Sumbawa dengan komposisi volume gipsium 65%, semen 29% dan serat

sisal 6%. Produk komposit gipsium berpenguat serat sisal Sumbawa dengan arah continuous (SC), serat woven (SW) dan serat hybrid (SH) menunjukkan kelayakan sifat mekanik baik kekuatan lentur maupun kekuatan patahnya. Beberapa peneliti sebelumnya [5], [6], telah melakukan penelitian tentang pengaruh persentase massa gypsum berserat enceng gondok. Dari hasil pengujian terhadap papan semen gypsum dengan persentase massa serat tetap 2.5% diperoleh nilai kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar  $14,25 \text{ kg/cm}^2$  pada persentase massa gypsum 30%. Sedangkan pada papan semen gypsum pada persentase massa tetap 30% diperoleh nilai kuat tekan tertinggi  $24,99 \text{ kg/cm}^2$  pada persentase massa serat 7,5%. Hasil pengujian terhadap papan semen gypsum dengan persentase massa serat tetap 2,5% diperoleh nilai lentur paling tinggi yaitu sebesar  $1,265 \text{ kg/cm}^2$  pada persentase massa gypsum 30%. Sedangkan pada papan semen gypsum dengan persentase massa gypsum tetap 30% diperoleh nilai lentur tertinggi sebesar  $1,575 \text{ kg/cm}^2$  pada persentase massa serat 5%.

Penguat dari komposit gipsium pada umumnya adalah E-glass atau serat alam. Terdapat potensi serat yang berasal dari limbah karung pupuk. Disisi lain, penggunaan plastik diberbagai negara setiap tahun terus meningkat. Ini disebabkan karena karakteristik plastik

yang ringan, murah, mudah dibentuk dan tahan akan kelembaban yang menjadi alasan maraknya penggunaan plastik pada saat ini. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa total sampah Indonesia di tahun 2019 mencapai 68 juta ton, dan sampah plastik diperkirakan mencapai 9,52 juta ton. Pasti nya sampah plastik akan terus diproduksi dan tidak akan pernah berhenti selama manusia masih ada. Dapat dibayangkan jumlah sampah plastik yang dihasilkan oleh penghuni bumi akan terus meningkat. Hal ini merupakan ancaman bagi negara kita. Permasalahan sampah merupakan hal yang krusial. Sampah organik sudah banyak dimanfaatkan seperti pembuatan kompos, brikel serta biogas, tetapi sampah anorganik masih sangat minim pengolahannya. Sampah anorganik sangat susah didegradasikan, bahkan tidak dapat terurai oleh alam sekalipun [7], [8].

Sebuah perusahaan yang berlokasi di Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara yaitu PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) memiliki permasalahan dalam pengelolaan karung karung pupuk yang rusak (rejected) dan karung pupuk yang telah tidak digunakan sebagai media penyimpanan hasil bumi, yang kemudian karung tersebut menjadi limbah plastik bagi lingkungan. Dalam menciptakan lingkungan yang bersih PT PIM melakukan program reduce untuk limbah karung plastik. Di dasari dari pontensi tersebut, pada penelitian ini penulis mencoba memanfaatkan limbah karung pupuk sebagai penguat pada komposit gipsium.

**2 Metoda Penelitian**

**2.1. Material**

Bahan yang digunakan sebagai pembentuk komposit terdiri dari tepung gipsium sebagai matriks dan karung bekas sebagai penguat (Gambar 1). Karung bekas berasal dari PT. PIM dan tepung gipsium *type casting* dibeli di pasar lokal. Sebagai pembanding dibentuk juga komposit gipsium murni (tanpa penguat).



Gambar 1 Tepung gipsium dan karung pupuk

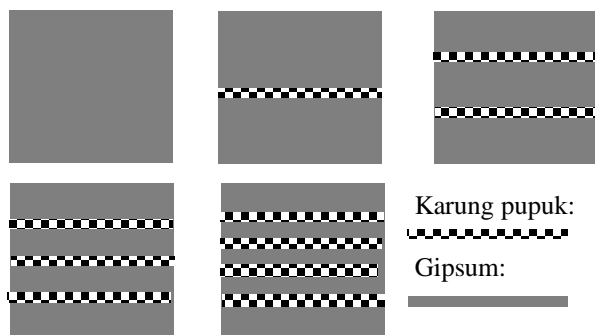
**2.2 Pencetakan Komposit Gipsium**

Komposit gipsium dicetak dengan berbagai lapisan penguat dari karung bekas. Sebagai pembanding dicetak spesimen tanpa penguat (100% gipsium). Masing-masing variasi lapisan karung dicetak sebanyak tiga spesimen.

Pada Tabel 1 memperlihatkan Konfigurasi komposit gipsium dengan berbagai variasi lapisan karung.

Tabel 1. Komposisi Komposit Gipsium

Type Komposit	Karung Bekas
G	0
K-1	1
K-2	2
K-3	3
K-4	4



Gambar 2 Skema komposit gipsium

**2.3 Pengujian Lentur**

Pengujian lentur mengikuti standar ASTM C473-12, dicetak specimen uji dengan dimensi (P 400 mm × L 105 mm × T 15 mm). Gambar 3 memperlihatkan pengujian lentur.



Gambar 3 Pengujian lentur

Kekuatan lentur (*bending strength*) atau MOR adalah pengujian untuk menguji fleksibilitas material. Pengujian lentur menggunakan *metode three point bending* dengan kecepatan penekanan 2 mm/menit. *Rupture stress* dapat didefinisikan maksimum dari momen lentur dan modulus penampang spesimen ketika spesimen patah[9]. MOR dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$MOR = \frac{3PL}{2bt^2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,

- MOR = modulus of lecture (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- L = panjang tumpuan (mm)
- b = lembar spesimen (mm)
- t = tebal spesimen (mm)

**2.4 Pengujian Tekan**

Selain pengujian lentur, komposit gipsum juga dilakukan pengujian tekan. Pengujian tekan mengacu pada standar ASTM C472-99[10]. Gambar 4 memperlihatkan pengujian tekan



Gambar 4 Pengujian tekan

Pengujian tekan dilakukan untuk melihat kemampuan komposit gipsum dalam menerima gaya yang dikenakan pada penampangnya. Dengan mencetak spesimen uji berbentuk kubik dengan dimensi (P 50 mm x L 50 mm x T 50 mm). Kekuatan tekan dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana,

- $\tau$  = kuat tekan (MPa)
- F = beban
- A = luas penampang

**2.6 Pengujian Densitas**

Spesimen pengujian densitas atau kepadatan dibentuk dengan dimensi (P 50 x L 50 x T 15 mm). Spesimen dikeringkan dengan cara di jemur dibawah terik matahari. Setelah kering, spesimen ditimbang. Panjang, lebar dan tebal spesimen kemudian diukur dan dihitung volumenya. Pengukuran dilakukan pada lima spesimen. Densitas dihitung dengan persamaan 3.

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (3)$$

dimana,

- $\rho$  = massa jenis zat (g/cm<sup>3</sup>)
- m = massa kering spesimen (g)
- V = volume spesimen (cm<sup>3</sup>)

**2.7 Pengujian Daya Serap Air**

Untuk Pengujian daya serap air, spesimen dicetak sebanyak 5 buah dengan dimensi (50 x 50 x 15 mm). Spesimen *bioboard* dikeringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari. Setelah kering lalu ditimbang. Spesimen kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Pengujian daya serap air mengacu pada ASTM D570. Daya serap air dihitung dengan persamaan 4.

$$W(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

dimana,

- W = daya serap air (%)
- m<sub>1</sub> = berat spesimen setelah perendaman (g)
- m<sub>2</sub> = berat spesimen sebelum perendaman (g)

**3. Hasil Dan Pembahasan**

**3.1 Hasil Pembuatan Spesimen Komposit**

Dari hasil proses pembentukan komposit gipsum diperkuat serat lapisan karung dengan berbagai variasi lapisan telah dibentuk spesimen uji untuk pengujian lentur, fisis dan tekan. Terbentuk 15 spesimen uji lentur, 15 spesimen uji tekan dan 10 spesimen uji fisis seperti ditunjukkan pada gambar 5

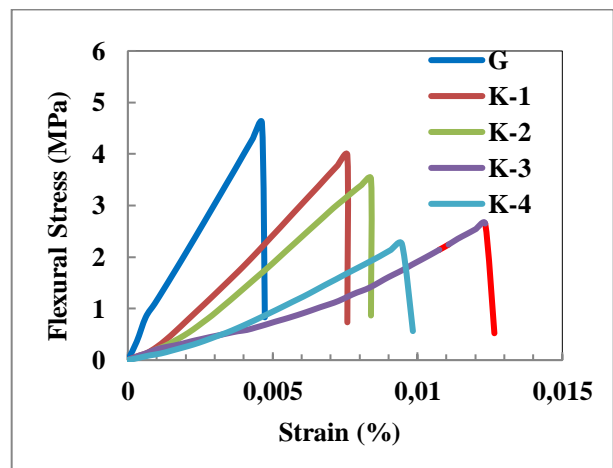


Gambar 5 Spesimen uji lentur, tekan dan fisis

**3.2 Hasil Pengujian Lentur Komposit Gipsum**

Berikut ini adalah pengolahan data yang diperoleh pada saat melakukan pengujian lentur. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin Ultimate Testing Machine (UTM). Pengujian lentur ini dilakukan sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat mekanik. Data yang diperoleh ditampilkan dalam tabel dan grafik.

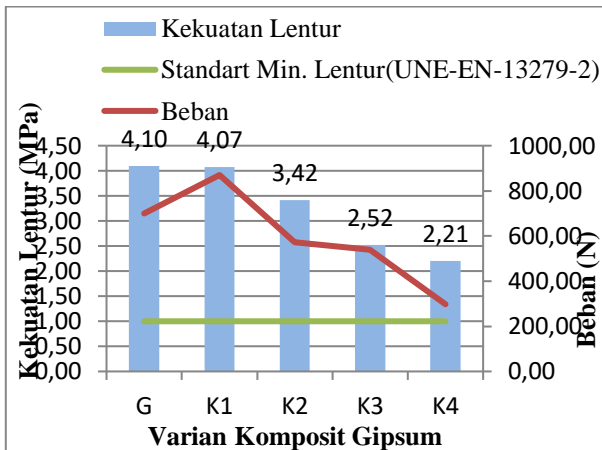
Secara umum, komposit gipsum dengan penguat serat karung menunjukkan trend penurunan tegangan lentur dengan bertambahnya jumlah lapisan serat penguat. Fenomena ini menunjukkan adanya peningkatan flexibilitas komposit gipsum dengan penambahan jumlah lapisan serat penguat. Limbah karung plastik yang terbuat dari *polipropilena* telah memberi efek positif terhadap peningkatan elastisitas komposit gipsum secara umum. Dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik pengujian lentur

Kekuatan lentur tertinggi dihasilkan oleh varian tanpa penguat (varian G) sebesar 4,10 Mpa dan yang terendah pada varian komposit gipsum 4 lapisan penguat (K-4) sebesar 2,21 Mpa. Nilai-nilai kekuatan lentur yang dihasilkan dari pekerjaan ini masih lebih baik dari

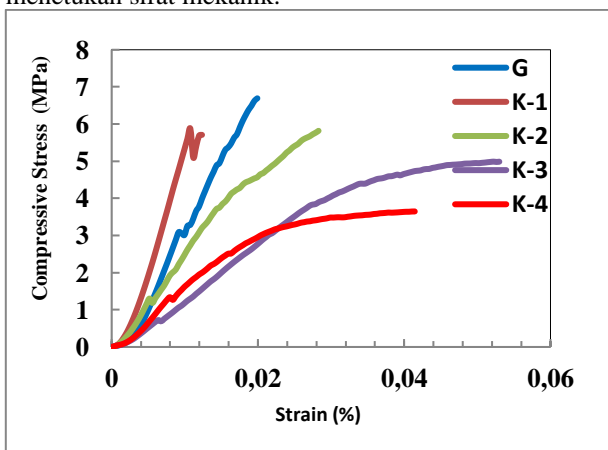
gypsum diperkuat extruded polystyrene dan gypsum diperkuat *low density polyethylene*. Dalam penelitian ini, telah terjadi penurunan kekuatan lentur komposit gypsum diperkuat limbah karung hingga mencapai 53,90 % dengan bertambahnya lapisan serat karung sebanyak 4 lapisan terhadap sample kontrol. Dilihat pada Gambar 7 Tabel grafik pengujian lentur.



Gambar 7 Tabel grafik pengujian lentur

### 3.3 Hasil Pengujian Tekan Komposit Gypsum

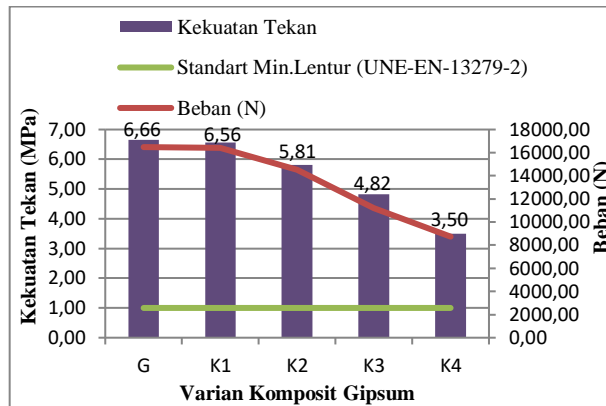
Berikut ini merupakan pengolahan data yang diperoleh pada pengujian tekan. Pengujian ini menggunakan mesin Ultimate Testing Machine (UTM) model teslon. Pengujian ini dilakukan sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat mekanik.



Gambar 8 Grafik pengujian tekan

Pada Gambar 8 secara umum kurva tegangan tekan menunjukkan trend yang sama dengan kurva tegangan lentur. Tegangan tekan mengalami pengurangan dan diikuti peningkatan nilai regangan dengan penambahan lapisan serat karung sebagai penguat. Kekuatan tekan gypsum diperkuat serat limbah karung bekas berkisar antara 6,56-3,50 Mpa. Kekuatan tekan tertinggi dihasilkan komposit gypsum tanpa penguat (6,66 Mpa) sedangkan nilai terendah pada komposit gypsum dengan 4 lapisan serat karung pupuk.

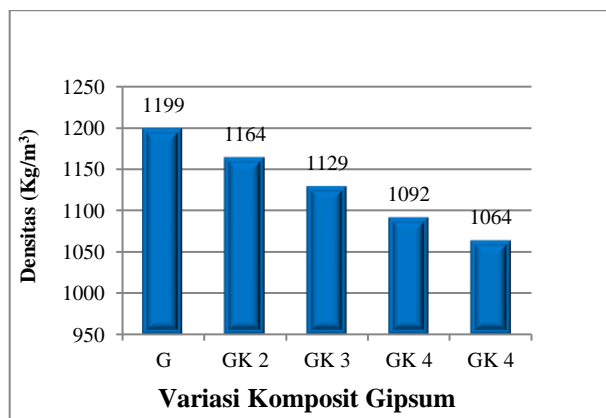
Nilai kekuatan tekan dari komposit gypsum penelitian ini lebih tinggi dari persyaratan minimum dari komposit gypsum yang diterapkan oleh standar EN 13279-2. Hasil temuan pengerjaan ini menunjukkan lebih baik dibandingkan komposit semen yang diperkuat limbah *polyethylene* dan gypsum daur ulang ringan dengan *residupolistirena*.



Gambar 9 Tabel grafik pengujian tekan

### 3.4 Hasil Pengujian Densitas Komposit Gypsum

Pada Gambar 10 memperlihatkan Densitas tertinggi dan terendah dari komposit gypsum berpenguat limbah karung masing-masing 1164 kg/m<sup>3</sup> dan 1064 kg/m<sup>3</sup>. Nilai komposit gypsum masih lebih rendah dibandingkan dengan komposit gypsum tanpa penguat. Dari nilai komposit gypsum berpenguat karung pupuk menunjukkan trend penurunan dengan bertambahnya lapisan dari penguat atau serat. Ini menunjukkan bahwa penambahan lapisan karung pupuk menghasilkan material gypsum yang lebih ringan.

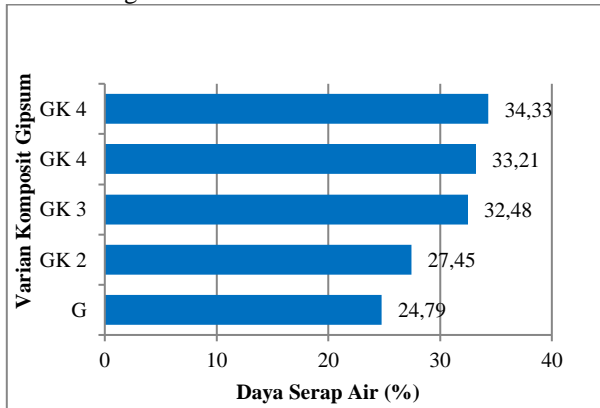


Gambar 10 Nilai pengujian densitas

### 3.5 Hasil Pengujian Daya Serap Air Komposit Gypsum

Penyerapan air adalah parameter penting untuk stabilitas dimensi produk berbasis berpenguat serat karung pupuk. Gambar 11 memperlihatkan berbagai varian komposit gypsum yang diperkuat lapisan karung pupuk. Gypsum alami tanpa penguat menunjukkan ketahanan serapan air yang lebih baik dibandingkan

komposit gipsium berpenguat karung pupuk. Komposit gipsium dengan 4 lapisan karung pupuk menunjukkan kemampuan daya serap air tinggi (34.33%) dibandingkan varian yang lain dan daya serap air terendah pada komposit gipsium tanpa penguat sebesar 24.79. Dari Gambar 11 dapat dilihat daya serap air meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah lapisan serat karung



Gambar 11 Nilai pengujian daya serap air

Tingginya kemampuan daya serap air komposit gipsium dengan penguat diperkirakan komposit gipsium dengan penguat memiliki porositas yang lebih banyak dibandingkan tanpa penguat. Setiap peningkatan lapisan serat karung pupuk berpotensi meningkatkan jumlah pori yang terbentuk.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Telah berhasil dibentuk spesimen uji komposit gipsium diperkuat karung pupuk. Berdasarkan pengujian kekuatan lentur diperoleh kekuatan lentur komposit gipsium limbah karung tertinggi adalah varian 1 lapisan dengan kekuatan lentur sebesar 4,07 MPa. Dan kekuatan lentur terendah adalah varian 4 lapisan dengan kekuatan lentur sebesar 2,21 MPa. Data tersebut menunjukkan bahwa penambahan lapisan karung menurunkan nilai kekuatan lentur. Namun demikian semua sampel komposit gipsium telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh standar EN 13279-2

Berdasarkan pengujian kekuatan tekan diperoleh kekuatan tekan komposit gipsium limbah karung tertinggi adalah varian 1 lapisan dengan kekuatan tekan sebesar 6.56 MPa. Dan kekuatan tekan terendah adalah varian 4 lapisan dengan kekuatan tekan sebesar 3.50 MPa. Data tersebut menunjukkan bahwa penambahan lapisan karung menurunkan nilai kekuatan lentur.

Berdasarkan pengujian densitas yang dilakukan diperoleh nilai tertinggi sebesar 1164 kg/m<sup>3</sup> dengan varian 1 lapisan. Sedangkan nilai densitas terendah yaitu 1064 kg/m<sup>3</sup> dengan varian 4 lapisan. Hasil dari pengujian daya serap air diperoleh nilai tertinggi sebesar

34,33 % yaitu varian 4 lapisan. Dan nilai terendah sebesar 27,45 % yaitu varian dengan 1 lapisan.

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan adalah nilai tekan dan lentur komposit gipsium berpenguat serat karung pupuk ini tidak lebih baik dari komposit gipsium tanpa penguat. Tapi keunggulan dari penelitian ini yaitu memiliki nilai daya serap air yang tinggi daripada komposit gipsium tanpa penguat

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] I. Mawardi and H. Lubis, *Proses Manufaktur Plastik Dan Komposit*. Penerbit Andi.
- [2] A. Rukini, "Analisis Kelayakan Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Gipsium Berpenguat Serat Alam Sisal Sumbawa Sebagai Papan Plafon," *Jurnal TAMBORA*, vol. 3, no. 3, pp. 20–23, 2019.
- [3] I. Mawardi, N. Nuridin, Z. Zuhaimi, S. Saifuddin, and A. Jannifar, "Optimalisasi Filler Batang Kelapa Sawit dan Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanis Komposit Gipsium Hibrida," in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 114–117.
- [4] Z. Zuhaimi *et al.*, "Investigation of mechanical properties and dynamic characteristics of OPEFB Fiber Composite," *Jurnal Polimesin*, vol. 21, no. 4, 2023.
- [5] U. Qorina, A. Mahyudin, and S. Handani, "Pengaruh Persentase Massa Gipsium Dan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Papan Semen - Gipsium Berserat Enceng Gondok," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 5, no. 3, pp. 233–237, 2016.
- [6] I. Mawardi, A. Azwar, and A. Rizal, "Kajian Perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa," *Journal of POLIMESIN*, vol. 15, no. 1, pp. 22–29, 2017.
- [7] Y. Horie *et al.*, "Lymphocytes mediate TNF-alpha-induced endothelial cell adhesion molecule expression: studies on SCID and RAG-1 mutant mice.," *The Journal of Immunology*, vol. 159, no. 10, pp. 5053–5062, 1997.
- [8] I. Mawardi, S. Rizal, S. Aprilia, and M. Faisal, "Evaluation of thermal and spectroscopic properties of hybrid biocomposite OPW/ramie fiber for materials building," in *AIP Conference Proceedings*, 2023, vol. 2554, no. 1.
- [9] R. Aryanti and Z. Mirani, "Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Modifikasi Alat Uji Tekan," *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, vol. 3, no. 2, pp. 74–80, 2008.
- [10] Ani, "濟無No Title No Title No Title," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952, no. Mi, pp. 5–24, 1967.