

**PERBANDINGAN NILAI *ULTIMATE TENSILE STRENGTH*
ANTARA BIOKOMPOSIT KARET ALAM BERPENGISI
CANGKANG TELUR AYAM DAN CANGKANG KERANG
DARAH**



SKRIPSI

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ALVIN RADITYA

3331190059

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

**PERBANDINGAN NILAI *ULTIMATE TENSILE STRENGTH*
ANTARA BIOKOMPOSIT KARET ALAM BERPENGISI
CANGKANG TELUR AYAM DAN CANGKANG KERANG
DARAH**



SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Penyelesaian Program Strata-1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:
MUHAMMAD ALVIN RADITYA
3331190059

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2024**

TUGAS AKHIR

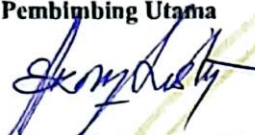
Perbandingan Nilai Ultimate Tensile Strength Antara Biokomposit Karet Alam Berpengisi Cangkang Telur dan Cangkang Kerang

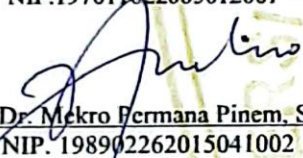
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Alvin Raditya
3331190059

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 24 September 2024

Pembimbing Utama

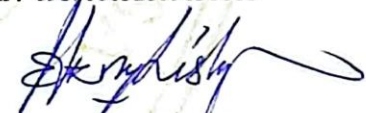

Erny Listijorini, ST., MT.
NIP.197011022005012001

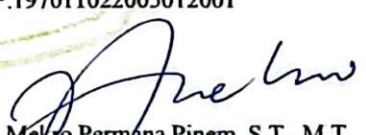

Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T.
NIP. 198902262015041002

Anggota Dewan Penguji


Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002


Sidik Susilo, S.T., M.Sc.
NIP. 198806052019031006


Erny Listijorini, ST., MT.
NIP.197011022005012001


Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T
NIP. 198902262015041002

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 03 Oktober 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


Ir. Dhimas Satrio, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

PERSETUJUAN

Skripsi

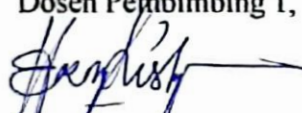
PERBANDINGAN NILAI *ULTIMATE TENSILE STRENGTH* ANTARA BIOKOMPOSIT KARET ALAM BERPENGISI CANGKANG TELUR AYAM DAN CANGKANG KERANG DARAH

Yang disusun oleh

Muhammad Alvin Raditya
3331190059

Telah disetujui oleh dosen pembimbing Skripsi
Pada tanggal 03 Oktober 2024

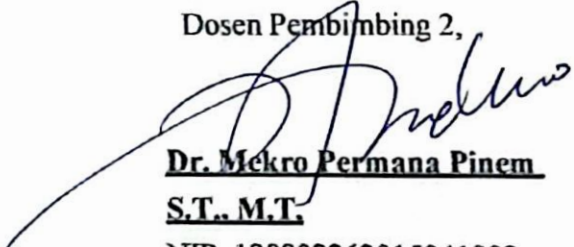
Dosen Pembimbing 1,


Erny Listijorini S.T., M.T.

NIP. 197011022005012001

NIDN. 0002117009

Dosen Pembimbing 2,


Dr. Mckro Permana Pinem
S.T., M.T.

NIP. 198902262015041002

NIDN. 0298151460

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 03 Oktober 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Alvin Raditya

NPM : 3331190059

Judul : Perbandingan Nilai *Ultimate tensile strength* Antara Biokomposit
Karet Alam Berpengisi Cangkang Telur Ayam dan Cangkang
Kerang Darah

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 25 Oktober 2024



Muhammad Alvin Raditya

NPM. 3331190059

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan, dengan rahmat Tuhan Yang Maha Esa penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang membahas “*Perbandingan Nilai Ultimate tensile strength Antara Biokomposit Karet Alam Berpengisi Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Kerang Darah*”. Semoga shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabatnya, serta pengikutnya hingga akhir zaman.

Maksud dan tujuan penyelesaian Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai Sarjana Teknik. Selain itu penulis juga berterimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik, Penulis berterimakasih kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng., selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, yang selalu memberikan motivasi agar penulis tetap bersemangat dalam menjalani proses studinya;
2. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik dan juga koordinator tugas akhir yang telah membimbing dan membantu penulis dalam setiap kegiatan terkait proses studi penulis;
3. Erny Listijorini, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberi kesempatan penulis untuk dapat menjadi salah satu bagian dari project tugas akhirnya;
4. Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir yang telah memberikan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan ini;
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin UNTIRTA atas ilmu, bantuan, dan bimbingan yang telah diberikan selama penulis menjalani perkuliahan;
6. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang telah mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis, sehingga penulisan ini dapat berjalan dengan lancar dan dipermudah;

7. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah menemani dan memberi motivasi untuk dapat menambah semangat belajar.

Semoga Tugas Akhir ini dapat diterima dengan baik. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis juga menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi bahasa maupun penulisan, dan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mohon maaf atas segala kekurangan yang ada.

Cilegon, Maret 2024

Penulis

ABSTRAK

Perbandingan Nilai *Ultimate tensile strength* Antara Biokomposit Karet Alam Berpengisi Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Kerang Darah

Disusun Oleh:

Muhammad Alvin Raditya

NPM. 3331190059

Cangkang telur yang sebelumnya dianggap sebagai limbah, kini diubah menjadi bahan baku untuk pembuatan material komposit. Begitu pula dengan cangkang kerang, para peneliti sedang mengembangkan cara untuk mengoptimalkan campuran cangkang telur, karet alam, dan sulfur guna menciptakan biokomposit dengan kekuatan mekanik yang optimal. Penemuan ini berpotensi membuka peluang bagi pengembangan berbagai produk baru, mulai dari material bangunan hingga komponen elektronik yang lebih efisien. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai mekanik dari biokomposit dengan pengisi cangkang telur dan cangkang kerang serta dapat membandingkan nilai dari pengujian mekaniknya berupa nilai *Ultimate tensile strength*, *Yield strength*, dan *Modulus young*. Dalam pembuatan 2 biokomposit ini menggunakan komposisi yang sama yaitu dengan kandungan 65% *filler* dan perlakuan mesin *hotpress* yang sama dengan suhu 170°C, tekanan 0,7 MPa, dan dalam waktu penekanan selama 60 menit. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik menggunakan standar ASTM D638 tipe V sebagai acuannya. Dengan menggunakan alat mesin uji tarik *Universal Testing Machine* didapatkan hasil penelitian pada biokomposit cangkang telur yang dilakukan pemotongan menjadi 3 spesimen memiliki nilai rata-rata UTS sebesar 18,29 MPa sedangkan pada biokomposit cangkang kerang memiliki nilai rata-rata 19,79 MPa. Kemudian dari perbandingan antara kedua biokomposit tersebut dengan menggunakan grafik distribusi normal yang dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua biokomposit tersebut.

Kata Kunci: *Biokomposit, Cangkang Kerang Darah, Cangkang Telur Ayam, Karet Alam, Uji Tarik*

ABSTRACT

Comparison of Ultimate tensile strength Value Between Natural Rubber Biocomposites with Egg shells and Clam shells

Arranged by:

Muhammad Alvin Raditya

NPM. 3331190059

Egg shells, which were previously considered waste, are now converted into raw materials for the manufacture of composite materials. Similarly to clam shells, researchers are developing ways to optimize a mixture of eggshells or clam shells, natural rubber, and sulfur to create biocomposites with optimal mechanical strength. This invention has the potential to open up opportunities for the development of various new products, ranging from building materials to more efficient electronic components. Therefore, this study aims to obtain the mechanical value of biocomposites with egg shell and clam shell fillers and can compare the value of the mechanical test in the form of the Ultimate tensile strength, Yield strength, and Modulus young value. In making these 2 biocomposites, the same composition is 65% filler and the same hotpress machine treatment with a temperature of 170°C, 0.7 MPa, and a time of 60 minutes. The test is tensile test using the ASTM D638 type V standard according to the dimensions of the specimen. By using the Universal Testing Machine, the results of the study on the biocomposite of Eggshells cut into 3 specimens had an average UTS value of 18.29 MPa, while in the biocomposite of clam shells had an average value of 19.79 MPa. Then from the comparison between the two biocomposites using a normal distribution graph, it was concluded that there was no significant difference between the two biocomposites.

Keyword: *Biocomposites, Clam Shells, Egg shells, Natural Rubber, Tensile Test*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 Komposit	5
2.3 Matriks	7
2.4 Lateks Cair	8
2.5 <i>Filler</i>	9
2.6 Sifat Mekanik Material.....	10
2.7 Pengujian Tarik	12
2.8 <i>Level of Significance</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Diagram Alir Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	17

3.2.1 Alat yang Digunakan.....	17
3.2.2 Bahan yang Digunakan	21
3.3 Variabel Pengujian	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	27
BAB IV DATA DAN ANALISIS	28
4.1 Perhitungan Takaran yang Digunakan	28
4.1.1 Cangkang Telur Ayam	28
4.1.2 Cangkang Kerang Darah	29
4.2 Prosedur Pengambilan Data Menggunakan <i>Universal Testing Machine</i> ..	30
4.3 Data Hasil Universal Testing Machine	31
4.3.1 Cangkang Telur Ayam	32
4.3.2 Cangkang Kerang Darah	36
4.4 Pembahasan Hasil Nilai Uji Tarik Komposit	39
4.5 Perhitungan Mencari Perbandingan Hasil Uji Tarik	40
4.5.1 Cangkang Telur Ayam	41
4.5.2 Cangkang Kerang Darah	42
4.5.3 Mencari <i>Error bar</i>	43
4.6 Pembahasan & Perbandingan Nilai <i>Ultimate tensile strength</i>	44
BAB V KESIMPULAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Mesin <i>Hot press</i>	18
Gambar 3.3 Mesin Rolling.....	18
Gambar 3.4 Oven	18
Gambar 3.5 Blender	19
Gambar 3.6 Cetakan.....	19
Gambar 3.7 Jangka Sorong	19
Gambar 3.8 Gelas Ukur.....	20
Gambar 3.9 Ayakan	20
Gambar 3.10 Neraca Digital	20
Gambar 3.11 Desikator	21
Gambar 3.12 Cawan Keramik.....	21
Gambar 3.13 Mesin Uji Tarik	21
Gambar 3.14 Karet Alam	22
Gambar 3.15 Serbuk Cangkang Telur.....	22
Gambar 3.16 Serbuk Cangkang Kerang	23
Gambar 3.17 Sulfur.....	23
Gambar 3.18 ZnO.....	24
Gambar 3.19 Stearic Acid.....	24
Gambar 3.20 Akuades.....	24
Gambar 3.21 Standar Uji Tarik ASTM D 638.....	28
Gambar 4.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	30
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur A	32
Gambar 4.3 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Telur A.....	32
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur B.....	32
Gambar 4.5 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Telur B.....	34
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur C.....	35
Gambar 4.7 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Telur C.....	35
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang A	36

Gambar 4.9 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Kerang A.....	36
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang B.....	37
Gambar 4.11 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Kerang B.....	37
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang C.....	38
Gambar 4.13 Grafik Modulus young Komposit Cangkang Kerang C.....	38
Gambar 4.14 Grafik Distribusi Normal <i>Filler</i> Cangkang Telur	41
Gambar 4.15 Grafik Distribusi Normal <i>Filler</i> Cangkang Kerang	42
Gambar 4.16 Grafik Error bar Nilai UTS Pengujian Tarik.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Spesimen Uji Tarik.....	31
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pengujian Tarik.....	31
Tabel 4.3 Nilai Hasil Pengujian Tarik Sampel	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi produsen karet alam terbesar di dunia. Berdasarkan data Gapkindo, produksi karet alam nasional pada tahun 2023 diperkirakan sebanyak 2,25 juta ton atau turun dari produksi tahun lalu sebanyak 2,65 juta ton. Begitupun dari segi ekspor yang turun dari 2,08 juta ton pada 2022 menjadi 1,76 juta ton hingga akhir tahun 2023. Karet alam merupakan salah satu bahan baku penting dalam industri manufaktur. Karet alam memiliki sifat elastisitas dan ketahanan yang baik, menjadikannya pilihan yang ideal untuk berbagai aplikasi teknik [1].

Namun, untuk meningkatkan sifat mekaniknya, diperlukan penambahan pengisi seperti cangkang kerang darah dan cangkang telur. Penggunaan cangkang telur sebagai pengisi telah terbukti dalam peningkatan kekuatan tarik serta *Modulus young* dari komposit karet alam. Sudah banyak penelitian yang menggunakan serbuk cangkang telur sebagai *fillernya*, contohnya adalah pada penelitian Rangga dkk [2], berhasil mendapatkan nilai hasil uji tarik yang tinggi dengan memvariasikan ukuran mesh pada serbuk cangkang telur, ini membuktikan bahwa serbuk cangkang telur efektif dalam meningkatkan sifat mekanis material. Selain itu, cangkang kerang darah juga memiliki potensi sebagai pengisi yang efektif karena terdapat kandungan yang sama dengan cangkang telur yaitu kalsium karbonatnya yang tinggi yang berfungsi sebagai peningkatan kekuatan pada komposit. Seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh Ginting et al. [3] menunjukkan bahwasannya perubahan komposisi oleh kulit kerang darah dapat mempengaruhi sifat kerapatan dan kekuatan patah material tersebut. Sementara itu, penelitian oleh Nasution et al. [4] menemukan bahwa penambahan cangkang kerang pada komposit epoksi dapat meningkatkan kekuatan impak dan penyerapan air pada komposisi yang optimal. Dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan terbukti bahwa

penambahan *filler* cangkang telur maupun cangkang kerang dapat meningkatkan sifat mekanis yang baik.

Meskipun Indonesia merupakan salah satu produsen karet alam terbesar di dunia, produksi dan ekspor karet mengalami penurunan yang signifikan. Selain itu, meskipun karet alam memiliki sifat elastisitas yang baik, kekuatan mekaniknya masih perlu ditingkatkan untuk aplikasi teknik yang lebih kompleks. Upaya penambahan pengisi seperti cangkang telur dan cangkang kerang darah telah terbukti efektif dalam meningkatkan sifat mekanis komposit karet alam, namun belum ada penelitian yang mendalam membandingkan kinerja kedua filler ini secara langsung, terutama dalam hal kekuatan tarik dan kehomogenan distribusi sifat mekanis.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai uji tarik pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur, termasuk nilai *Ultimate tensile strength*, *Yield strength*, dan *Modulus elastisitas*. Selain itu, penulis juga akan menganalisis dan membandingkan nilai *Ultimate tensile strength* dari kedua jenis biokomposit tersebut. Nantinya pada penelitian ini akan menggunakan distribusi normal yang berfungsi untuk mencari tahu adakah perbedaan yang signifikan antara kedua komposit tersebut. Dengan memahami sifat mekanik dari biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur, diharapkan pada penelitian ini dapat memberi kontribusi yang cukup untuk pengembangan material komposit yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang penelitian ini, didapatkan beberapa rumusan masalah yang akan dibahas antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai optimum hasil uji tarik pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dibandingkan dengan biokomposit karet alam berpengisi cangkang telur?
2. Bagaimana perbandingan nilai *Ultimate tensile strength*, *Modulus young*, dan *Yield strength* antara biokomposit karet alam berpengisi

cangkang kerang darah dan biokomposit karet alam berpengisi cangkang telur?

3. Bagaimana pengaruh variasi nilai koefisien variasi serta pola grafik distribusi normal dalam menganalisis perbedaan antara biokomposit karet alam berpengisi cangkang telur ayam dan cangkang kerang darah?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan ini antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai optimum dari hasil uji tarik pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan biokomposit karet alam berpengisi cangkang telur.
2. Membandingkan nilai *Ultimate tensile strength*, *Modulus young*, dan *Yield strength* pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur.
3. Menganalisis perbedaan antara komposit karet alam berpengisi cangkang telur ayam dan cangkang kerang darah dengan mencari nilai koefisien variasi beserta grafik distribusi normal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada penelitian kali ini mencakup beberapa hal antara lain sebagai berikut.

1. Menggunakan *filler* berupa cangkang kerang dan cangkang telur dengan serbuk berukuran mesh 100.
2. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai sifat mekanik berupa nilai kekuatan tarik yang nantinya akan diuji lebih lanjut perbandingan nilai UTS pada kedua komposit tersebut.
3. Komposisi biokomposit disamakan dengan perbandingan sebesar 65% *filler* dan 35% matriks.
4. Menggunakan matriks karet alam dan bahan tambahan seperti sulfur, ZnO, dan asam stearat.

5. Menggunakan perlakuan mesin *hot press* pada sampel dengan tekanan 0,7 MPa, suhu 170°C, dan waktu selama 60 menit

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti, pembaca, dan industri secara langsung. Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pemanfaatan limbah menjadi produk yang bisa berguna bagi masyarakat.
2. Memotivasi masyarakat agar dapat menggunakan bahan yang mudah didapat dan ramah lingkungan.
3. Diharapkan penelitian ini mampu menjadi referensi yang baik untuk peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawati, S., Sitorus, B., Bara, M., Malino, allo, & Hadari Nawawi, J. H. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Komposit Karet Alam-Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Variasi Massa Selulosa. 4(3), 65–72.
- [2] Prastika Rangga, D., Hartono, P., & Basjir, M. (2022). Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Telur dan Serat Tebu Sebagai Komposit Terhadap Sifat Mekanis.
- [3] Hendra, M., Ginting, S., Helina Siregar, N., Suwito, F., & Tanujaya, B. (2016). Pengaruh Komposisi Kulit Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Terhadap Kerapatan, Keteguhan Patah Komposit Partikel Poliester.
- [4] H. Nasution, A. Tantra, and T. Arista P. (2016). "*The effect of filler content and particle size on the impact strength and water absorption of epoxy/cockleshell powder (anadora granosa) composite*,".
- [5] Suryatmojo, I., Djamil, M. S., & Suwartini, T. (2020). Flexural Strength pada Geopolimer Komposit dengan *Filler* Zirconia Alumina dan Nanoselulosa Kristalin. In *SONDE (Sound of Dentistry)* (Vol. 6, Issue 2).
- [6] Hutabarat, U., I., J. (2014). Sifat Mekanik Komposit *Fiber Glass* Dengan Penguat Serat Sabut Buah Kelapa Sawit Ber-orientasi Presentase Jumlah Serat Secara *Random*. Politeknik Medan, 8 (2), 18–27.
- [7] Dian Ratna U (2022). Sifat Fisik dan Mekanis Komposit *Hybrid* Kayu Setelah Terpapar Uji Rayap di Lapangan. Fakultas Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [8] Erwin Herbet F Manurung (2019). Pendekatan Mutu Karet Alam SIR 3L, SIR 5, SIR 10, SIR 20 dan RSS Terhadap Mutu Karet Sintetis *Polychloroprene*.
- [9] Susilawati, N., Nurhayati, C., & Susanto, T. (2021). Komposit Limbah Serabut Kelapa Dan Karet Alam Sebagai Alternatif Bahan Peredam Suara. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* (Vol. 32).
- [10] Nuchnapa. T, S. Rortchanakarn, K. Petcharoen, Sirivat (2015). *Effect Of Foaming Agents And Eggshell Calcium Carbonate (CaCO₃) Filler On*

Natural Rubber Foam Physical-thermal – Mechanical Properties. J Rubb. Res., 19(2), 71-96

- [11] Suarsana (2014). Pengetahuan Material Teknik, pp 1 – 71.
- [12] Pujiati Retno (2017). Analisa Teknis Bahan Komposit Dari Serat Alami Ampas Tebu Untuk Bahan Alternatif Pembuatan Kulit Kapal. Fakultas Teknologi Kelautan, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [13] Agresti, A. (2009). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. 2nd ed., Wiley.
- [14] Damodar, N. Gujarati (2009). *Basic Econometrics*. 5th ed., McGraw-Hill Irwin.
- [15] Sulaeman, J. A. (2023). Pengaruh Variasi Kandungan *Filler* Serbuk Cangkang Telur Ayam Dengan Pengikat Karet Alam Terhadap Konduktivitas Termal Biokomposit.
- [16] Shafira, S. D. F. (2024). Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam Dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS). Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [17] Zabidi, F. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Kandungan Sulfur Pada Konduktivitas Termal Biokomposit Berbahan Dasar Cangkang Telur. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [18] ASTM D638 (2022). *Standard Test Method Tensile Properties of Plastics*, ASTM International
- [19] ASTM D1076 (2023). *Standard Specification for Rubber Concentrated, Ammonia Preserved, Creamed, and Centrifuged Natural Latex*, ASTM International
- [20] Febriani, S. (2022). Analisis Deskriptif Standar Deviasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai* (Volume 6 Nomor 1).