

SEMHAS ALVINN.pdf

by divisi.bisnis.mitra ldc7@gmail.com 1

Submission date: 08-Aug-2024 10:35PM (UTC-0400)

Submission ID: 2429304005

File name: SEMHAS_ALVINN.pdf (1.4M)

Word count: 9578

Character count: 61347

**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

3
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

HALAMAN PENGESAHAN

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, 08 Agustus 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 yang selalu membimbing 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. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku koordinator 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 ²³ 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 ⁴³ 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 ⁴² 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 canggih. 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*. Dalam pembuatan 2 biokomposit ini menggunakan komposisi yang sama yaitu 65% *filler* dan perlakuan mesin *hotpress* yang sama dengan suhu 170°C, 0.7 MPa, dan waktu selama 60 menit. Tahap pengujian dilakukan menggunakan standar ASTM D638 tipe V menyesuaikan dengan dimensi dari spesimen tersebut. Dengan menggunakan alat mesin uji tarik *Universal Testing Machine* didapatkan Hasil penelitian pada biokomposit Cangkang Telur yang dipotong menjadi 3 spesimen memiliki nilai rata-rata UTS sebesar 18,29 MPa sedangkan pada biokomposit Cangkang Kerang memiliki nilai rata-rata 19,789 MPa. Kemudian dari perbandingan antara kedua biokomposit tersebut dengan menggunakan grafik distribusi normal untuk menentukan nilai *error barnya* disimpulkan bahwa terdapat kesamaan dan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua biokomposit tersebut.

Kata Kunci: *ASTM D638, Biokomposit, Cangkang Kerang, Cangkang Telur, Uji Tarik*

ABSTRACT

Comparison of Ultimate Tensile Strength Value Between Natural Rubber Biocomposites with Eggshells and Clamshells

Disusun Oleh:

Muhammad Alvin Raditya

NPM. 3331190059

Eggshells, which were previously considered waste, are now converted into raw materials for the manufacture of advanced materials. Similarly to Clamshells, researchers are developing ways to optimize a mixture of eggshells or clamshells, 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 eggshell and shell fillers and can compare the value of the mechanical test in the form of the ultimate tensile strength 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 stage is carried out 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 clamshells had an average value of 19.789 MPa. Then from the comparison between the two biocomposites using a normal distribution graph to determine the error bar value, it was concluded that there were similarities and there was no significant difference between the two biocomposites.

Keyword: *ASTM D638, Biocomposites, Shells, Eggshells, Tensile Test*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 ³¹ State of The Art	4
2.2 Komposit	5
2.3 Matriks	6
2.4 Lateks Cair	7
2.5 <i>Filler</i>	8
2.6 Sifat Mekanik Material	9
2.7 Pengujian Tarik	11
2.8 <i>Level of Significance</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3.1 Alat yang Digunakan	16

3.3.2	Bahan yang Digunakan	20
3.3	Variabel Pengujian	22
3.4	Prosedur Penelitian	23
3.5	Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	25
BAB IV DATA DAN ANALISIS		26
4.1	Perhitungan Takaran yang Digunakan	26
4.1.1	Cangkang Telur	26
4.1.2	Cangkang Kerang	27
4.2	Prosedur Pengambilan Data Menggunakan <i>Universal Testing Machine</i> ..	28
4.3	Data Hasil Universal Testing Machine	29
4.3.1	Cangkang Telur Ayam	30
4.3.2	Cangkang Kerang Darah	32
4.4	Perhitungan Mencari Perbandingan Hasil Uji Tarik	34
4.4.1	Cangkang Telur Ayam	34
4.4.2	Cangkang Kerang Darah	36
4.4.3	Mencari Error Bar	37
4.5	Pembahasan & Perbandingan Nilai <i>Ultimate tensile strength</i>	37
BAB V KESIMPULAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Mesin <i>Hot press</i>	17
Gambar 3.3 Mesin Rolling	17
Gambar 3.4 Oven	17
Gambar 3.5 Blender	18
Gambar 3.6 Cetakan	18
Gambar 3.7 Jangka Sorong	18
Gambar 3.8 Gelas Ukur	19
Gambar 3.9 Ayakan	19
Gambar 3.10 Neraca Digital	19
Gambar 3.11 Desikator	20
Gambar 3.12 Cawan Keramik	20
Gambar 3.13 Mesin Uji Tarik	20
Gambar 3.14 Karet Alam	21
Gambar 3.15 Serbuk Cangkang Telur	21
Gambar 3.16 Serbuk Cangkang Kerang	22
Gambar 3.17 Sulfur	22
Gambar 3.18 ZnO	23
Gambar 3.19 Stearic Acid	23
Gambar 3.20 Akuades	23
Gambar 3.21 Standar Uji Tarik ASTM D 638	27
Gambar 4.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik	28
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur A	30
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur B	31
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur C	31
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang A	32
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang B	33
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang C	33
Gambar 4.8 Grafik Distribusi Normal Filler Cangkang Telur	35

Gambar 4.9 Grafik Distribusi Normal Filler Cangkang Kerang	36
Gambar 4.10 Grafik Error Bar Nilai UTS Pengujian Tarik	37

DAFTAR TABEL

20	
Tabel 4.1 Data Spesimen Uji Tarik	29
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pengujian Tarik	29
Tabel 4.3 Data Nilai UTS Hasil Pengujian Tarik	34

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material biokomposit dalam berbagai aplikasi teknik telah meningkat secara signifikan karena sifat mekaniknya yang unggul. Salah satu jenis komposit yang menarik perhatian adalah biokomposit, yang menggabungkan bahan polimer alami dengan pengisi organik. Dalam penelitian ini, kami fokus pada biokomposit yang menggunakan karet alam sebagai matriks polimer dan cangkang kerang darah serta cangkang telur sebagai pengisi.

Karet alam memiliki sifat elastisitas dan ketahanan yang baik, menjadikannya pilihan yang ideal untuk berbagai aplikasi teknik (Setiawati & Sitorus, 2015). 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 2022), berhasil mendapatkan nilai hasil uji tarik tertinggi dengan memvariasikan ukuran mesh pada serbuk cangkang telur. Selain itu, cangkang kerang darah juga memiliki potensi sebagai pengisi yang efektif karena kandungan kalsium karbonatnya yang tinggi. Seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh Ginting et al. (2016) menunjukkan bahwasannya perubahan komposisi oleh kulit kerang darah dapat mempengaruhi sifat kerapatan dan kekuatan patah material tersebut. Sementara itu, penelitian oleh Nasution et al. (2016) menemukan bahwa penambahan cangkang kerang pada komposit epoksi dapat meningkatkan kekuatan impak dan penyerapan air pada komposisi yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai uji tarik pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur, termasuk nilai *ultimate tensile strength*, *modulus Young*, dan *yield strength*. Selain itu, kami 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.

25

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana nilai *ultimate tensile strength*, *modulus Young*, dan *yield strength* pada biokomposit karet alam yang berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur?
2. Bagaimana tingkat perbandingan nilai *ultimate tensile strength* pada biokomposit karet alam yang berpengisi cangkang telur ayam dan cangkang kerang darah?

40

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui nilai uji tarik pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur berupa nilai *ultimate tensile strength*, *modulus young*, *yield strength*.
2. Untuk menganalisis dan membandingkan nilai *ultimate tensile strength* pada biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur berupa nilai standar deviasi dan koefisien variasi (CV).

1

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. Menggunakan matriks karet alam dan bahan tambahan seperti sulfur, ZnO, dan asam stearat.
4. Menggunakan perlakuan mesin *hot press* pada sampel dengan tekanan 40MPa, suhu 170°C, dan waktu selama 60 menit

11

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.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of The Art

Penelitian ini dilakukan dengan didasari oleh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti sebagai literatur dan sumber referensi. Pada tabel 2.1 menunjukkan referensi berdasarkan jurnal atau tulisan ilmiah yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian ini.

No.	Judul dan Tahun penelitian	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
1.	PENGARUH KOMPOSISI KULIT KERANG DARAH (ANADARA GRANOSA) TERHADAP KERAPATAN, KETEGUHAN PATAH KOMPOSIT PARTIKEL POLIESTER	Mengevaluasi dampak komposisi cangkang kerang darah terhadap keteguhan patah	Metode penelitian ini menggunakan pengempaan plat cetakan papan partikel sejajar dengan variasi komposisi kulit kerang darah (Anadara Granosa) sebesar 0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 (% w). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keteguhan patah tertinggi mencapai 40,941 MPa pada komposisi 30 (% w) berat, sedangkan densitas tertinggi adalah 1,618 gram/cm ³ pada komposisi 60 (% w) kulit kerang darah
2.	KAJIAN UKURAN SERBUK KOMPOSIT LIMBAH CANGKANG TELUR TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK (Dody Irnawan et al., 2019)	Mengevaluasi dampak ukuran serbuk cangkang telur terhadap ketangguhan impak.	Penelitian ini menggunakan filler cangkang telur dengan ukuran mesh 80, 100, 120, dan 180. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran mesh 180 memiliki nilai ketangguhan impak tertinggi, yaitu sebesar 6422,78 J/m ² . Kesimpulannya, semakin kecil ukuran serbuk cangkang telur, semakin tinggi nilai ketangguhan

			impak yang diperoleh. mekanik ketangguhan impak semakin meningkat.
--	--	--	--

2.2 Komposit

Komposit adalah produk yang terdiri dari minimal dua bahan berbeda yang digabungkan untuk menciptakan material dengan struktur dan sifat berbeda, dengan tujuan menghasilkan bahan yang memiliki karakteristik yang diinginkan. Komposisi komposit mencakup matriks, filler, dan coupling agent. Secara umum, matriks dalam komposit memiliki beberapa kelemahan, seperti viskositas tinggi, penyerapan air yang besar, penyusutan, dan kurangnya adhesi terhadap struktur gigi. Oleh karena itu, diperlukan bahan pengisi (filler) dengan sifat mekanis yang baik untuk membuat komposit memiliki performa yang optimal. (Ibnu Suryatmojo, 2020)

Bahan penguat bisa berupa serat alam, yang terdiri dari serat primer atau serat sekunder. Serat primer adalah serat yang diperoleh langsung dari tumbuhan penghasil serat, seperti rami, sisal, dan abaca, sedangkan serat sekunder adalah serat yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari industri, contohnya bagas tebu dan serat kelapa (Agustina, 2018). Hutabarat (2014) menyatakan bahwa penguat untuk komposit baru dapat dibuat dari limbah serat buah kelapa, yang banyak tersedia di Indonesia.

Secara umum, komposit dapat dikategorikan menjadi tiga jenis (Dian, 2022), yaitu:

1. Komposit Serat (*Fibrous composites*)

Komposit serat adalah jenis komposit yang menggabungkan fiber dengan matriks. Secara alami, serat yang panjang memiliki kekuatan lebih tinggi dibandingkan dengan serat berbentuk curah (bulk). Jenis komposit ini terdiri dari satu lamina atau lapisan tunggal yang menggunakan penguat berupa serat fiber. Fiber yang digunakan dalam komposit bisa berupa fiberglass, carbon fiber, dan lain-lain. Fiber ini dapat disusun secara acak, dengan orientasi tertentu, atau bahkan dalam bentuk yang lebih kompleks. Perbedaan dalam penempatan dan arah serat membuat komposit serat dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain:

- a. Komposit diperkuat dengan serat anyaman (woven fiber composite)
- b. Komposit diperkuat dengan serat kontinu (continuous fiber composite)
- c. Komposit diperkuat dengan serat pendek atau acak (chopped fiber composite)
- d. Komposit diperkuat dengan kombinasi serat kontinu dan serat acak (hybrid composite)

2. Komposit lapis (*Laminates Composite*)

Komposit lapis adalah jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu, di mana setiap lapis memiliki karakteristiknya sendiri. Komposit ini terdiri dari berbagai lapisan material dalam satu matriks. Matriks berfungsi sebagai pengikat dan pelindung serat (Hermawan, 2017)

3. Komposit partikel (*Particulate composites*)

Komposit ini menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguat yang terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Biasanya, bahan penguat dalam komposit ini memiliki dimensi yang serupa, seperti berbentuk bulat, serpih, balok, atau bentuk lain dengan sumbu hampir sama, yang sering disebut sebagai partikel. Partikel ini dapat terbuat dari satu atau beberapa material yang diletakkan dalam matriks yang berbeda. Selain itu, ada juga polimer yang mengandung partikel yang hanya bertujuan untuk meningkatkan volume material, bukan sebagai bahan penguat (Dian, 2022).

2.3 Matriks

Matriks dalam bahan komposit berfungsi sebagai pengikat dan penopang bagian sekunder yang menanggung beban, sehingga kekuatan bahan komposit sangat bergantung pada kekuatan matriksnya. Selain itu, matriks juga memiliki fungsi sekunder sebagai berikut:

- a. Menyokong beban.
- b. Memberikan berbagai sifat tambahan pada komposit.
- c. Menyediakan isolasi listrik pada komposit, tergantung pada jenis matriks yang digunakan.

Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Dalam komposit serat, matriks yang digunakan adalah lateks (karet alam). Karena lateks berfungsi sebagai matriks atau bahan pengikat dalam bentuk cair, bahan kimia tambahan yang digunakan juga harus berbentuk cair, yang dikenal sebagai dispersi. Ini bertujuan untuk menghasilkan campuran yang homogen (Sutrisno, 2016).

2.4 Lateks Cair

Dalam penelitian ini, bahan komposit yang digunakan adalah karet alam sebagai matriksnya. Lateks, yang merupakan cairan kental mirip susu, dihasilkan oleh berbagai jenis tumbuhan dan akan mengeras saat terkena udara terbuka. Lateks terdiri dari partikel karet dan bahan non-karet yang terdispersi dalam air (Erwin, 2019). Lateks dari getah pohon karet adalah sumber utama karet alam. Karet alam memiliki sifat mekanis, dinamis, dan karakteristik proses yang baik serta merupakan polimer bio-sintesis alami. Struktur molekul karet alam terdiri dari cis-1,4-polyisoprene, dan memiliki kelemahan seperti tidak tahan terhadap ozon, minyak, dan suhu tinggi. Keunggulan karet alam terletak pada elastisitasnya, yang tidak dimiliki oleh karet sintetis, serta kekuatan dan ketahanannya terhadap benturan (Nesi Susilawati, 2021).

1. Jenis Karet

Menurut Syakir dan rekan-rekannya (2010), karet umumnya dibagi menjadi dua kategori: karet alam dan karet sintetis. Setiap jenis karet memiliki karakteristik khas yang saling melengkapi satu sama lain. Saat ini, industri memanfaatkan kedua jenis karet tersebut.

2. Sifat Pada Karet Alam

Karet alam (*polyisoprene*) termasuk dalam kategori elastomer, yaitu material yang dapat diregangkan dan kembali ke bentuk semula. Karet alam memiliki beberapa keunggulan dibandingkan karet sintetis, terutama dalam hal elastisitas, kemampuan meredam getaran, sifat lentur, dan ketahanan terhadap kelelahan. Menurut Andriyanti (2010), sifat fisik karet alam mencakup perubahan warna dari putih menjadi coklat setelah penggumpalan, peningkatan elastisitas setelah pemanasan,

ketidaklarutannya dalam air, dan sensitivitas terhadap perubahan suhu. Sifat kimia karet alam melibatkan kemampuannya untuk teroksidasi oleh udara dan berubah menjadi CO₂ dan H₂O saat dibakar.

Dalam proses pembuatan komposit karet alam, terdapat istilah vulkanisasi. Sistem vulkanisasi memainkan peran penting dalam menentukan sifat fisik dan ketahanan karet terhadap penuaan. Karakterisasi vulkanisasi memberikan informasi mengenai waktu pra-vulkanisasi, waktu pemasakan, laju vulkanisasi, dan modulus torsi untuk sistem vulkanisasi pada suhu yang diinginkan. (Erwin, 2019). Proses vulkanisasi sulfur adalah tahapan pemanasan karet setelah penambahan sulfur. Secara kimia, vulkanisasi adalah proses pembentukan ikatan silang antar polimer karet, yang dikenal sebagai *crosslinking*. Tanpa proses ini, karet alam tidak akan memiliki elastisitas yang diperlukan dan akan menjadi tidak stabil pada berbagai suhu. Tanpa vulkanisasi, karet akan menjadi lengket dan basah pada suhu tinggi, serta rapuh pada suhu rendah. Selama vulkanisasi, ikatan silang antara rantai polimer memperkuat struktur karet, menjadikannya lebih tahan terhadap perubahan suhu.

2.5 Filler

Filler dalam komposit merupakan bahan tambahan yang dimasukkan ke dalam matriks polimer untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik dari material komposit. Filler bisa berupa serat, partikel, atau bahan lain yang berperan sebagai elemen utama dalam menanggung beban komposit. Filler ini memainkan peran krusial dalam meningkatkan sifat mekanik dan fisik komposit, memungkinkan material tersebut untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam berbagai aplikasi. Filler berfungsi sebagai penanggung beban utama, memberikan kekuatan dan stabilitas yang diperlukan untuk performa optimal komposit.

2.5.1 Serbuk Cangkang Telur Ayam

Secara khusus, kulit telur merupakan sumber penting kalsium karbonat atau kalsit, produk sampingan kulit telur biasanya merupakan bahan yang tidak berharga setelah penggunaan telur dan turunannya. TPA tanpa pengolahan awal merupakan cara yang umum untuk membuang limbah

tetapi menyebabkan polusi bau akibat biodegradasi. Cangkang telur tersusun atas kalsium karbonat 96% berat, kalsium fosfat 1% berat, magnesium karbonat 1% berat, dan bahan organik lainnya 2% berat. Berat cangkang telur produk sampingan adalah sekitar 11% berat dari total berat telur atau sekitar 60 g untuk sebutir telur. Oleh karena itu, cangkang telur merupakan bahan biokeramik yang mengandung kalsium karbonat dalam bentuk polimorfik kalsit dan telah dianggap sebagai kandidat yang baik sebagai *bio-filler* karena murah, melimpah, dan memiliki kepadatan rendah yang cocok untuk berbagai produk karet spons. (Nuchnapa, 2015).

2.5.2 Serbuk Cangkang Kerang Darah

Salah satu bahan alami yang signifikan untuk digunakan sebagai pengisi adalah bahan-bahan laut, seperti kulit kerang. Kerang laut adalah salah satu komoditas laut yang banyak diminati, tetapi umumnya hanya daging kerangnya yang dimanfaatkan untuk konsumsi. Di antara jenis-jenis kerang, kerang darah (*Anadara granosa*) adalah yang paling populer di masyarakat (Hudaya, 2010). Hasil panen kerang per hektar setiap tahun bisa mencapai 200–300ton kerang utuh, yang menghasilkan daging kerang antara 60 hingga 100 ton (Siregar, 2009). Selain kulit cangkang telur, cangkang kerang juga bisa menjadi filler yang baik karena ia juga mempunyai kandungan CaCO_3 yang besar.

2.6 Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik adalah salah satu atribut utama dalam pengujian kekuatan material karena menunjukkan sejauh mana sebuah bahan, atau komponen yang terbuat dari bahan tersebut, dapat menahan beban, gaya, atau energi tanpa mengalami kerusakan. Ketika sebuah bahan memiliki sifat mekanik yang baik tetapi kekurangan dalam atribut lainnya, biasanya dilakukan upaya untuk memperbaiki kekurangan tersebut dengan berbagai metode. Contohnya, baja memiliki sifat mekanik yang memadai untuk berbagai aplikasi, namun ketahanan terhadap korosi baja biasanya kurang. Untuk mengatasi masalah ini, seringkali dilakukan perbaikan melalui pengecatan, galvanisasi, atau metode

lainnya, daripada mencari bahan alternatif yang sekaligus kuat dan tahan korosi (Suarsana, 2014). Beberapa sifat mekanik yang penting meliputi:

1. Kekuatan (*strength*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, tergantung pada jenis beban yang bekerja, yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan kekuatan torsi dan kekuatan lengkung.
2. Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan (abrasi), indentasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (wear resistance). Kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
3. Kekenyalan (*elasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Bila suatu benda mengalami tegangan maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila tegangan yang bekerja besarnya tidak melewati suatu batas tertentu maka perubahan bentuk yang terjadi hanya bersifat sementara, perubahan bentuk itu akan hilang bersama dengan hilangnya tegangan, tetapi bila tegangan yang bekerja telah melampaui batas tersebut maka sebagian dari perubahan bentuk itu tetap ada walaupun tegangan telah dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, dengan kata lain kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi.
4. Kekakuan (*stiffness*) mengukur kemampuan bahan untuk menahan tegangan atau beban tanpa menyebabkan perubahan bentuk (deformasi) atau defleksi. Dalam beberapa situasi, kekakuan bisa lebih penting daripada kekuatan bahan.
5. Plastisitas (*plasticity*) mengacu pada kemampuan bahan untuk mengalami deformasi plastik (permanen) tanpa mengalami keretakan. Sifat ini sangat penting untuk bahan yang akan diproses melalui berbagai metode pembentukan seperti *forging*, *rolling*, *extruding*, dan sebagainya. Seringkali, sifat ini juga dikenal sebagai keuletan (*ductility*). Bahan yang

36 dapat mengalami deformasi plastik dalam jumlah besar dikategorikan sebagai bahan dengan keuletan tinggi atau ulet (*ductile*). Sebaliknya, bahan yang tidak menunjukkan deformasi plastik dianggap memiliki keuletan rendah atau bersifat getas (*brittle*).

6. Ketangguhan (*toughness*) merujuk pada kemampuan bahan untuk menyerap energi tanpa mengalami kerusakan. Ini juga dapat diartikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu benda kerja dalam kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga sulit untuk diukur secara akurat

Sifat mekanik dapat dibedakan berdasarkan jenis pembebanannya, yaitu sifat mekanik statis, yang berkaitan dengan beban tetap atau beban yang berubah perlahan, dan sifat mekanik dinamik, yang berkaitan dengan beban yang berubah-ubah atau beban kejutan. Perbedaan ini penting karena respons bahan terhadap berbagai jenis pembebanan bisa berbeda-beda (Suarsana, 2014).

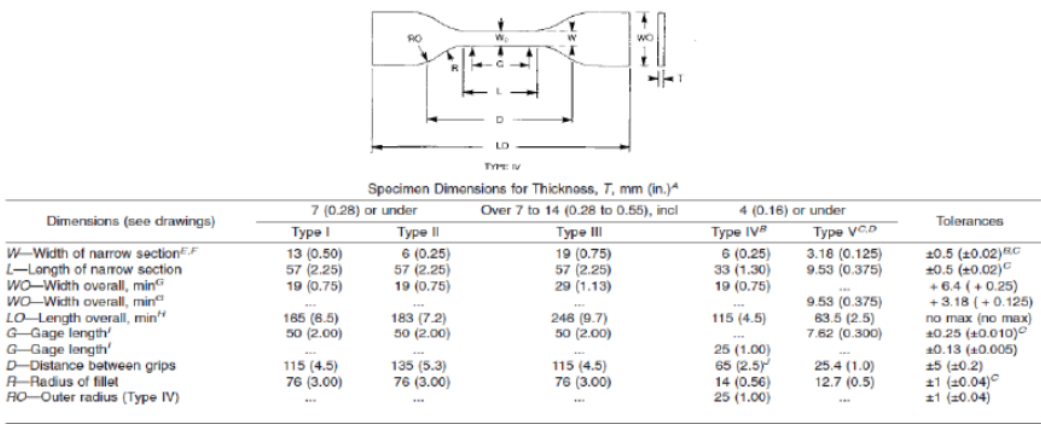
2.7 Pengujian Tarik

Uji tarik adalah metode untuk menilai sifat mekanik material dengan mengukur respons bahan terhadap tegangan tertentu, guna mengetahui keuletan dan ketangguhan serta perubahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Uji tarik adalah metode dasar untuk menguji bahan, yang sederhana, ekonomis, dan diakui secara internasional. Contohnya, ASTM E8 dipakai di Amerika Serikat dan JIS 2241 di Jepang. Dengan menerapkan tegangan pada material, kita bisa dengan cepat menilai respons material terhadap tegangan serta mengetahui kekuatan tariknya. Selama pengujian, panjang bahan akan meningkat. Peralatan untuk uji tarik perlu memiliki daya cengkram yang kuat dan kekakuan tinggi (Pujiati, 2017)

67 Uji kekuatan tarik adalah salah satu metode fisik yang penting dan sering dilakukan pada karet. Melalui pengujian ini, dapat ditentukan waktu vulkanisasi yang optimal untuk suatu komponen serta efek penuaan pada proses vulkanisasi. Selain itu, uji kekuatan tarik juga menunjukkan kekuatan dan

kelenturan karet. Nilai kekuatan tarik yang tinggi menandakan bahwa komponen karet tersebut semakin elastis (Erwin, 2019)

Dalam uji tarik (*Tensile Test*), benda uji dipasang pada kedua ujungnya, dengan salah satu ujung terhubung ke perangkat penegang. Regangan diterapkan melalui kepala silang yang digerakkan oleh motor, menyebabkan benda uji meregang melalui pergerakan relatifnya. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk menentukan kemampuan maksimum bahan dalam menahan beban, yang disebut sebagai "*Ultimate Tensile Strength*" (UTS) atau tegangan tarik maksimum dalam bahasa Indonesia. Agar uji tarik dapat dilakukan dengan tepat, spesimen harus sesuai dengan spesifikasi standar tertentu. Untuk penelitian ini, standar yang digunakan adalah ASTM D638 tipe V, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Standar Pengujian Tarik ASTM D638

2.8 Level of Significance

Dalam pengujian hipotesis, dua konsep utama yang perlu dipahami adalah *Level of Significance* (α) dan nilai Probability (p). *Level of Significance* adalah taraf pengujian data untuk membuktikan sebuah hipotesis (Agresti, 2009) dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Uji statistik pada dasarnya bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sampel dapat menjelaskan populasi (Gujarati, 2009) dengan tingkat ketelitian error yang telah ditentukan. Besarnya

kesalahan dalam penelitian tersebut dikenal sebagai level of significance dan dilambangkan dengan α .

Tingkat signifikansi dinyatakan dalam persentase dan dilambangkan dengan α , misalnya $\alpha = 5\%$ atau $\alpha = 10\%$. Ini berarti bahwa ada kemungkinan 5% atau 10% bahwa keputusan untuk menolak atau menerima hipotesis nol mengandung kesalahan. Dalam banyak program statistik berbasis komputer, tingkat signifikansi sering ditampilkan sebagai "Sig." (singkatan dari significance) atau "p-value". Nilai Sig atau p-value ini mencerminkan probabilitas kesalahan yang dihitung, yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan keputusan dalam pengujian hipotesis.

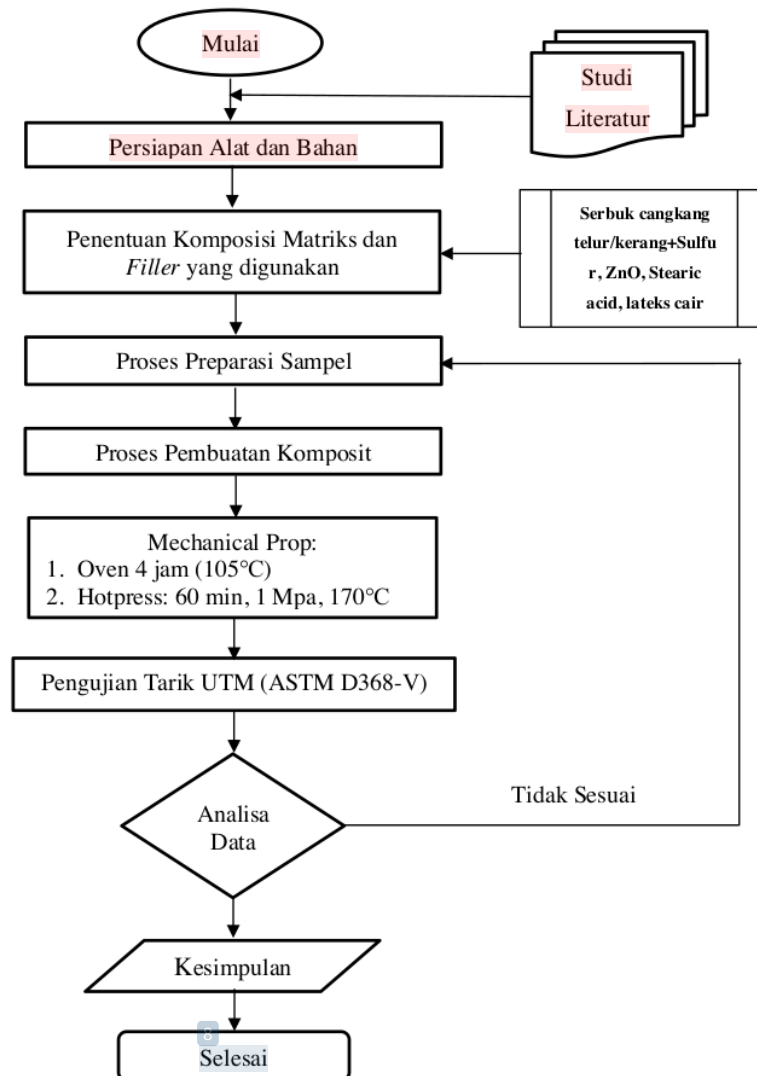
Tingkat kepercayaan mengindikasikan sejauh mana hasil statistik sampel dapat diandalkan untuk memperkirakan parameter populasi dan seberapa yakin keputusan tentang hipotesis nol dapat diambil. Dalam statistika, tingkat kepercayaan bervariasi antara 0 hingga 100% dan dinyatakan sebagai $1 - \alpha$. Biasanya, peneliti di bidang ilmu sosial memilih tingkat kepercayaan antara 95% dan 99%. Jika tingkat kepercayaan yang dipilih adalah 95%, ini menunjukkan bahwa ada 95% kepastian bahwa statistik sampel memperkirakan parameter populasi dengan benar, atau ada 95% keyakinan bahwa keputusan untuk menolak atau mendukung hipotesis nol adalah tepat. Salah satu metode untuk menentukan apakah hasil uji tarik signifikan atau tidak adalah dengan melakukan uji t, yang melibatkan perhitungan sebagai berikut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tahapan-tahapan prosedur penelitian yang dijabarkan melalui diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah jabaran penjelasan dari diagram alir di atas antara lain sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada tahapan pertama yaitu studi literatur merupakan cara peneliti untuk mencari informasi dan referensi tentang penelitian yang akan dilakukan berupa jurnal, buku, atau sumber terpercaya lainnya untuk mencari informasi seputar penelitian yang akan dilakukan yaitu pembuatan komposit serta sifat-sifatnya.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Kemudian pada tahapan kedua yaitu menyiapkan alat dan bahan yang sudah dijabarkan pada sub bab 3.3. Untuk persiapan alat dan bahan sebagian ada yang dilakukan peminjaman dan sebagian lagi dilakukan pembelian.

3. Penentuan Komposisi Matriks dan *Filler* yang Digunakan

Setelah itu penentuan berupa komposisi matriks dan *filler* yang pas untuk dilakukan penelitian yang didapat dari beberapa referensi jurnal. Pada penelitian ini digunakan komposisi sampel berdasarkan penelitian yang sudah diuji sebelumnya dan sudah didapatkan nilai yang paling optimal.

4. Proses Preparasi Sampel

Tahapan selanjutnya yaitu proses preparasi sampel dengan menyiapkan *filler* cangkang telur dan cangkang kerang dengan mesh 100. Kemudian proses *mixing* yaitu mencampurkan *filler* tersebut ke matriks karet alam dan bahan lainnya dengan menggunakan blender.

5. Proses Pembuatan Komposit

Setelah proses preparasi selesai dilakukan kemudian sampel yang sudah dicampurkan tersebut dilakukan proses *rolling* yang nantinya sampel tersebut akan dimasukan ke dalam sebuah cetakan. Sebelum dilakukan proses *pressing*, sampel dimasukan ke dalam oven terlebih dahulu guna menghilangkan kadar air pada sampel. Setelah itu baru dilakukan *pressing* menggunakan mesin *Hot press* dengan waktu dan temperatur yang telah dilakukan. Lalu sampel yang sudah dilakukan proses *hot pressing* langsung

dimasukan ke dalam mesin *cold press* dengan tujuan agar sampel tidak memuai.

6. Pengujian Mekanik Komposit

Sampel yang telah jadi kemudian dilakukan pengujian mekanik untuk mengetahui sifat dari material tersebut. Untuk pengujian mekaniknya akan dilakukan pengujian tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik pada sampel. Nantinya sampel akan dibuat menyesuaikan ketentuan dari pengujian-pengujian yang dilakukan

7. Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian tarik kemudian data yang didapatkan selanjutnya menganalisis data dengan mencari standar deviasi dari masing-masing spesimen untuk menentukan apakah dari kedua spesimen tersebut mempunyai perbedaan yang signifikan.

32

3.2 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut

3.3.1 Alat yang Digunakan

13

Berikut merupakan alat-alat yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.

1. Mesin *hot press*

Mesin *hot press* digunakan untuk memadatkan sampel menjadi papan partikel. Dalam prosesnya sampel mengalami proses vulkanisasi yang nantinya akan membuat sampel menjadi lebih padat, lentur, dan kuat.



Gambar 3.2 Mesin *Hot press*

2. Mesin Rolling

Mesin rolling digunakan untuk membuat adonan menjadi beberapa lapisan yang disesuaikan.



Gambar 3.3 Mesin Rolling

3. Oven

Oven digunakan untuk menurunkan kadar air yang ada dalam sampel dengan melakukan proses pengeringan pada suhu 100°C selama 4 jam dalam pembuatan sampel.



Gambar 3.4 Oven

4. Blender

Blender dengan rpm tinggi digunakan untuk mencampurkan semua bahan menjadi satu

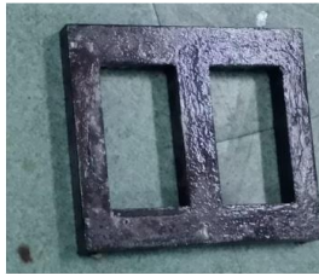


Gambar 3.5 Blender

5. Cetakan

53

Cetakan dibuat dengan ukuran 100 mm x 50 mm x 5 mm dimana ukuran tersebut menyesuaikan dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 3.6 Cetakan

6. Jangka Sorong

Penggunaan jangka sorong yaitu untuk mengukur dimensi dari sampel yang akan diuji.



Gambar 3.7 Jangka Sorong

7. Ayakan

Ayakan digunakan untuk menyaring partikel dari serbuk cangkang telur sesuai dengan mesh yang diperlukan.



Gambar 3.9 Ayakan

8. Neraca Digital

Penggunaan neraca digital yaitu untuk menentukan massa serbuk cangkang telur, serbuk cangkang kerang, komposisi bahan perekat serta bahan lainnya yang diperlukan.



Gambar 3.10 Neraca Digital

9. ¹⁸ Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik digunakan dalam pengujian tarik kepada papan partikel yang dibuat yang berguna untuk mendapatkan nilai *tensile strength* yang baik.



Gambar 3.13 ⁴⁵ Mesin Uji Tarik

3.3.2 Bahan yang Digunakan

Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.

1. Karet Alam

Karet alam berperan sebagai matriks komposit yang berfungsi sebagai pengikat antara *filler* dengan bahan tambahan lainnya.



Gambar 3.14 Karet Alam

2. Serbuk Cangkang Telur Ayam

Serbuk cangkang telur berperan sebagai *filler* atau pengisi dalam komposit. Serbuk cangkang telur yang digunakan berukuran mesh 100.



Gambar 3.15 Serbuk Cangkang Telur Ayam

3. Serbuk Cangkang Kerang Darah

Serbuk cangkang kerang berperan sebagai *filler* atau pengisi dalam komposit. Serbuk cangkang kerang yang digunakan berukuran mesh 100.



Gambar 3.16 Serbuk Cangkang Kerang Darah

4. Sulfur

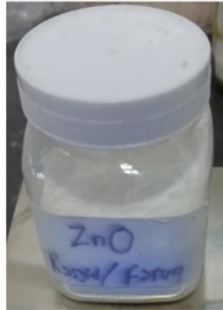
Sulfur digunakan sebagai bahan untuk vulkanisasi karet alam. Salah satu kelebihan dari penggunaan sulfur pada komposit polimer seperti karet alam adalah untuk menambah elastisitas, memberikan kekuatan dan material menjadi lebih kokoh. (Sulaeman, 2023).



Gambar 3.17 Sulfur

5. ZnO

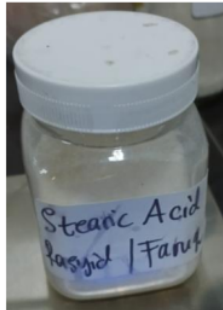
ZnO digunakan sebagai tambahan pada bahan dasar biokomposit dari cangkang telur/cangkang kerang yang bertindak sebagai bahan penguat yang meningkatkan sifat mekanik biokomposit. Selain itu, ZnO juga meningkatkan kepadatan partikel cangkang telur/cangkang kerang, yang pada gilirannya meningkatkan kekuatan dan ketahanan biokomposit terhadap deformasi dan retakan. Selain itu, ZnO berperan sebagai bahan aktivator yang mempercepat proses vulkanisasi (Zabidi, 2023).



Gambar 3.18 ZnO

6. Stearic Acid

Stearic acid digunakan sebagai bahan pelunak karet alam agar dapat mudah diolah dalam proses pencampuran serta pada saat proses *rolling*.



Gambar 3.19 Stearic Acid

3.3 Variabel Pengujian

Berikut merupakan variabel-variabel yang terdapat pada penelitian kali ini, antara lain sebagai berikut.

1. Variabel Bebas

Menggunakan filler berupa cangkang kerang dan cangkang telur dengan serbuk berukuran mesh 100.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu sifat mekanik berupa nilai *ultimate tensile strength*, *modulus Young*, dan *yield strength*.

3. Variabel Kontrol

1. Perlakuan vulkanisasi dengan suhu 170°C, tekanan 0,7 MPa, dan dalam kurung waktu 60 menit
2. Menggunakan serbuk cangkang telur dan cangkang kerang dengan mesh 100 serta matriks karet alam.
3. Pengeringan sampel menggunakan oven selama 4 jam dengan temperatur 100°C

3.4 Prosedur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan prosedur penelitian, antara lain sebagai berikut

1. Pembuatan Sampel Komposit

Pembuatan sampel dilakukan dengan tahapan awal yaitu dengan menyiapkan bahan-bahan yang diperlukan seperti karet alam, serbuk cangkang telur, serbuk cangkang kerang, dan bahan lainnya. Setelah itu bahan-bahan tersebut diukur dan disesuaikan komposisinya sesuai yang telah ditentukan. Kemudian bahan-bahan tersebut dilakukan proses *mixing* ke dalam blender agar tercampur menjadi sampel adonan mentah. Lalu proses *rolling* dimulai guna untuk memotong adonan menjadi beberapa sampel yang akan dimasukkan ke dalam oven untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada sampel. Tahapan berikutnya sampel dimasukkan kedalam cetakan berukuran 100 x 50 x 20 mm untuk dilakukan proses vulkanisasi dengan menggunakan mesin *hot press* berdasarkan tekanan, temperatur, dan waktu yang telah ditentukan hingga menjadi sampel padat berupa papan partikel.

2. Pengujian Sifat Mekanik Sampel

Pada pengujian untuk mengetahui sifat mekanik sampel yaitu dengan melakukan pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D638 Tipe V. Dimana sampel yang akan diuji disesuaikan ukurannya terhadap standar tersebut.

The diagram illustrates the geometry of a Type IV tensile specimen. The top view shows a rectangular specimen with a central narrow section of width W and length L . The overall width is WO and the overall length is LO . The distance between the grips is D . The fillet radius is R , and the outer radius is RO . A side view shows the thickness T .

TYPE IV

Specimen Dimensions for Thickness, T , mm (in.)^A

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	Type V ^{C,D}	
W —Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	3.18 (0.125)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^{B,C}$
L —Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	9.53 (0.375)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^C$
WO —Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO —Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO —Length overall, min ^H	185 (8.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	83.5 (2.5)	83.5 (2.5)	no max (no max)
G —Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	7.62 (0.300)	$\pm 0.25 (\pm 0.010)^C$
G —Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	...	$\pm 0.13 (\pm 0.005)$
D —Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	25.4 (1.0)	$\pm 5 (\pm 0.2)$
R —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	12.7 (0.5)	$\pm 1 (\pm 0.04)^C$
RO —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	...	$\pm 1 (\pm 0.04)$

Gambar 3.21 Standar Uji Tarik ASTM D638

Gambar diatas merupakan standar yang digunakan dalam pengujian tarik.

Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut.

- Mengukur dimensi sampel sebelum dilakukan pengujian
- Menyesuaikan dimensi sampel dengan standar Tipe 5
- Memasukan data dimensi sampel pada *software* uji tarik
- Memasangkan Spesimen pada alat uji kemudian melakukan pemberian beban hingga spesimen patah. Kemudian Mengukur perpanjangan patah dari spesimen.
- Nilai yang didapatkan kemudian dimasukan ke dalam *software* sebagai nilai F_{maks} . Kemudian bisa didapatkan nilai kekuatan tarik maksimum menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

3. Analisis Data

Dalam pengujian tarik pada papan partikel ini akan didapatkan berupa nilai *ultimate tensile strength* yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan antara kedua komposit cangkang telur dan juga cangkang kerang yang bertujuan mendapatkan kesimpulan pada penelitian ini.

Adapun perhitungan yang digunakan dalam mencari perbandingan tiap spesimen adalah sebagai berikut:

- a. Mencari Rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

- b. Mencari Penyimpangan Setiap Data

$$(xi - \bar{x})$$

- c. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- d. Menghitung Varians

$$\text{Varians} = S^2$$

- e. Menghitung Koefisien Variasi

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

3.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada periode bulan Februari 2024 hingga Juli 2024. Dimana dalam penelitian ini akan menggunakan beberapa tempat yaitu Laboratorium Material, Laboratorium Metalurgi, dan Laboratorium Sindang Sari di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Provinsi Banten.

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Perhitungan Takaran yang Digunakan

Pada penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan beberapa bahan yang digunakan selama proses pembuatan sampel percobaan dan selanjutnya melakukan proses pengujian yakni konduktivitas termal. Perhitungan kebutuhan bahan yang digunakan menggunakan fraksi massa dengan mempertimbangkan ukuran dari cetakan yang digunakan. Ukuran cetakan sampel yang digunakan adalah 100 mm x 50 mm x 20 mm. Estimasi atau perkiraan kebutuhan dari beberapa bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

4.1.1 Cangkang Telur

Dalam penelitian ini menggunakan komposisi yang mengacu pada penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi, yang dimana penelitian sebelumnya menguji nilai konduktivitas termal, sifat fisik dan pengujian tarik pada cangkang telur dengan perlakuan mesin hotpress yang berbeda, yaitu dengan tekanan maksimal sebesar 1 MPa. Perbandingan komposisi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu serbuk pengisi sebesar 65 % dan matriks sebesar 35%. Perlu diketahui dan diingat bahwa konversi Karet Alam – Lateks (Karet Cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6. Maka perhitungan sebagai berikut:

- Karet Alam	= 100 phr
- Sulfur	= 25 phr
- ZnO	= 5 phr
- Stearic Acid	= 2 phr
Total Matriks	= 132 phr

Total Formula Kompon Ebonit = $\frac{132}{35\%} = 377,14$ phr (35%)

$$\text{Serbuk Cangkang Telur} = 377,14 - 132 = 245,14$$

Kemudian mencari komposisi massa pada setiap bahan sebagai berikut.

$$\text{- Karet Alam} = \frac{100}{377,14} = 0,270 \times 480 \text{ gr} = 127,32 \text{ gr}$$

$$\text{- Sulfur} = \frac{25}{377,14} = 0,070 \times 480 \text{ gr} = 31,82 \text{ gr}$$

$$\text{- ZnO} = \frac{5}{377,14} = 0,013 \times 480 \text{ gr} = 6,36 \text{ gr}$$

$$\text{- Stearic Acid} = \frac{2}{377,14} = 0,005 \times 480 \text{ gr} = 2,55 \text{ gr}$$

$$\text{- Serbuk Cangkang Telur} = \frac{245,14}{377,14} = 0,650 \times 480 \text{ gr} = 311,99 \text{ gr}$$

$$\text{- Konversi Karet Alam} = \frac{127,32}{0,6} = 212,2 \text{ gr}$$

4.1.2 Cangkang Kerang

Untuk menentukan komposisi cangkang kerang mengacu pada penelitian sebelumnya untuk dijadikan referensi, yang dimana penelitian sebelumnya menguji nilai konduktivitas termal, sifat fisik dan pengujian tarik pada cangkang telur dengan perlakuan mesin hotpress yang berbeda, yaitu dengan tekanan maksimal sebesar 1 MPa. Perbandingan komposisi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu serbuk pengisi sebesar 65 % dan matriks sebesar 35%. Perlu diketahui dan diingat bahwa konversi Karet Alam – Lateks (Karet Cair) berdasarkan standar karet alam dan lateks ASTM D.1076 dengan DRC (*Dry Rubber Content*) sebesar 60% = 0,6. Maka perhitungan sebagai berikut:

$$\text{- Karet Alam} = 100 \text{ phr}$$

$$\text{- Sulfur} = 25 \text{ phr}$$

$$\text{- ZnO} = 5 \text{ phr}$$

$$\text{- Stearic Acid} = 2 \text{ phr}$$

$$\text{Total Matriks} = 132 \text{ phr}$$

$$\text{Total Formula Kompon Ebonit} = \frac{132}{35\%} = 377,14 \text{ phr (35\%)}$$

$$\text{Serbuk Cangkang Kerang} = 377,14 - 132 = 245,14$$

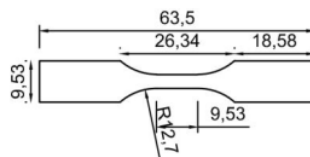
Kemudian mencari komposisi massa pada setiap bahan sebagai berikut.

- Karet Alam $= \frac{100}{377,14} = 0,270 \times 480 \text{ gr} = 127,32 \text{ gr}$
- Sulfur $= \frac{25}{377,14} = 0,070 \times 480 \text{ gr} = 31,82 \text{ gr}$
- ZnO $= \frac{5}{377,14} = 0,013 \times 480 \text{ gr} = 6,36 \text{ gr}$
- Stearic Acid $= \frac{2}{377,14} = 0,005 \times 480 \text{ gr} = 2,55 \text{ gr}$
- Serbuk Cangkang Kerang $= \frac{245,14}{377,14} = 0,650 \times 480 \text{ gr} = 311,99 \text{ gr}$
- Konversi Karet Alam $= \frac{127,32}{0,6} = 212,2 \text{ gr}$

Dimensi sampel biokomposit pada penelitian ini adalah 100 mm x 50 mm x 20 mm. Pada pengujian ini mencari nilai uji tarik dan perbandingan antara material dari sampel pengujian berdasarkan variasi filler yang digunakan. Sebelum dilakukan tahapan pemanasan sampel menggunakan *hotpress*, sampel terlebih dahulu melalui beberapa tahapan seperti proses *mixing*, *rolling*, dan tahapan pemanasan pada temperatur 100°C pada oven selama 4 jam untuk mengeringkan sampel. Setelah itu proses kempa panas (*hot press*) pada temperatur, tekanan dan waktu yang telah ditentukan. Temperatur yang digunakan adalah 170°C, dengan tekanan 0,7 MPa, dan waktu selama 60 menit.

4.2 Prosedur Pengambilan Data Menggunakan *Universal Testing Machine*

Prosedur pengambilan data Uji Tarik menggunakan standar ASTM D638 Tipe V, dimana tiap spesimen dipotong menggunakan alat *waterjet cutting* menjadi 3 potongan yang dimensinya menyesuaikan standar contohnya seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik

Setelah dilakukan pemotongan papan partikel dimana terdapat 2 spesimen yang dipotong menjadi 3 potongan per-spesimen maka dapat dijabarkan data sebelum pemotongan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Spesimen Uji Tarik

Jenis <i>Filler</i>	Sampel	Komposisi (%)	Tekanan <i>Hotpress</i> (Mpa)	Temperatur <i>Hotpress</i>	Waktu <i>Hotpress</i>
Serbuk Cangkang Telur Ayam	A	65	0,7	170°C	60 Menit
	B	65	0,7	170°C	60 Menit
	C	65	0,7	170°C	60 Menit
Serbuk Cangkang Kerang Darah	A	65	0,7	170°C	60 Menit
	B	65	0,7	170°C	60 Menit
	C	65	0,7	170°C	60 Menit

Prosedur selanjutnya yaitu melakukan proses uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* yang terdapat di Laboratorium Sindang Sari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Prosesnya yaitu dengan mengkalibrasi mesin terlebih dahulu yang kemudian menentukan spesifikasi mesin yang akan digunakan untuk pengujian. Berikut spesifikasi yang digunakan dalam pengujian sesuai standar yang diperlukan.

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pengujian Tarik

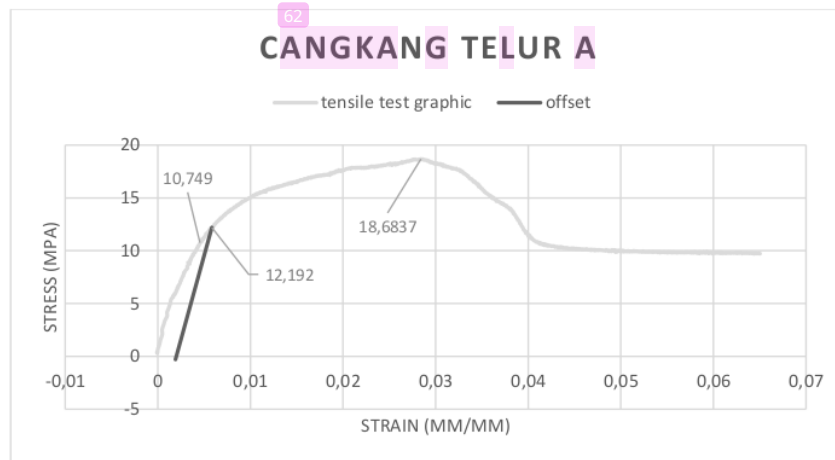
Alat	Universal Testing Machine (UTM) <i>Dynamic</i> 100k
Merk	MTS <i>System Corp</i>
Kapasitas Max	100 kN (kilo newton)
Kekuatan Grip	500 Psi (<i>pound per square inch</i>)
Kecepatan Tarik	1mm/sec

4.3 Data Hasil Universal Testing Machine

Berikut merupakan data hasil yang didapat dari pengujian tarik menggunakan *Universal Testing Machine* berupa penjelasan grafik dan nilai-

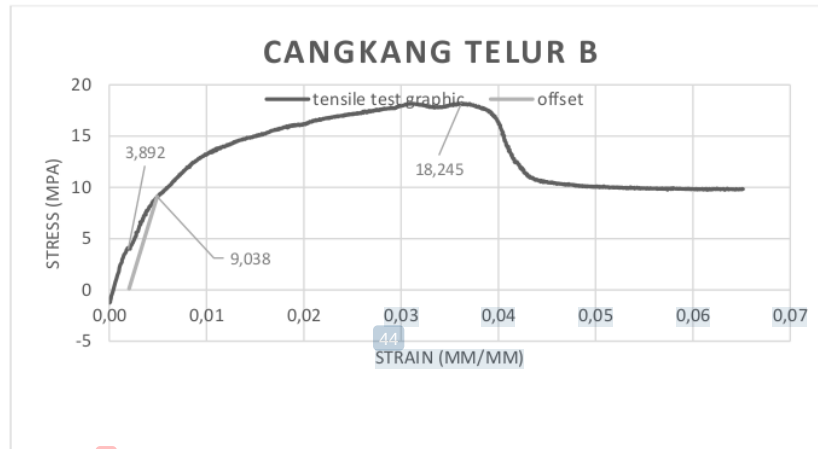
nilai yang diperlukan seperti *ultimate tensile strength*, *modulus young*, *yield strength*.

4.3.1 Cangkang Telur Ayam



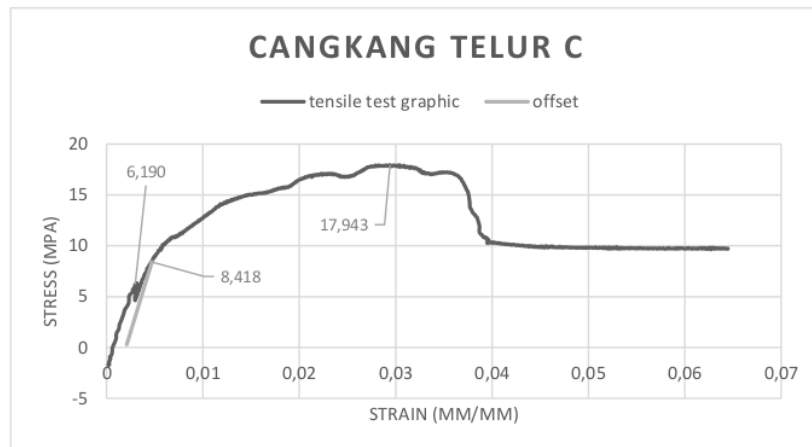
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Telur A

Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang telur A. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 12,192 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 18,684 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 1,8286 GPa



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Komposit Canggang Telur B

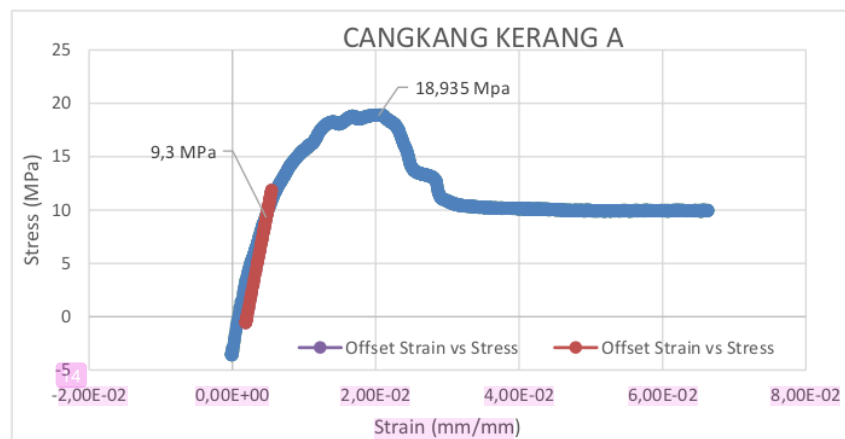
Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang telur B. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 9,038 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 18,245 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 2,9911 GPa



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Komposit Canggang Telur C

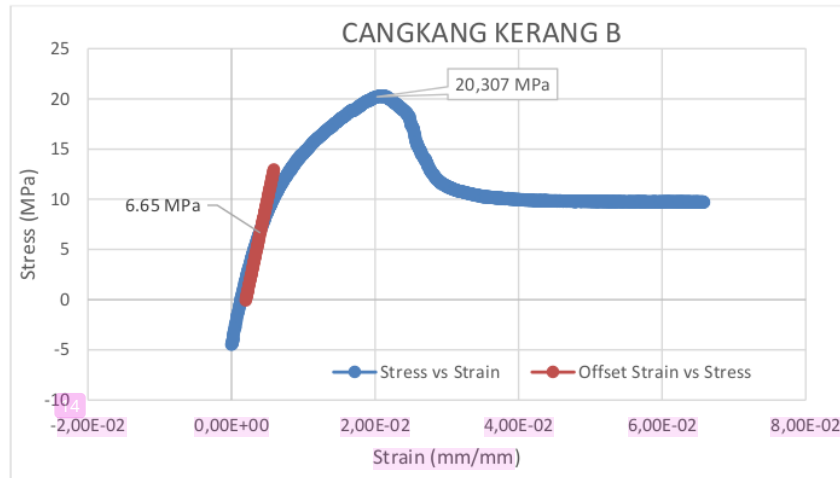
Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang telur C. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 8,418 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 17,943 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 3,0379 GPa

4.3.2 Cangkang Kerang Darah



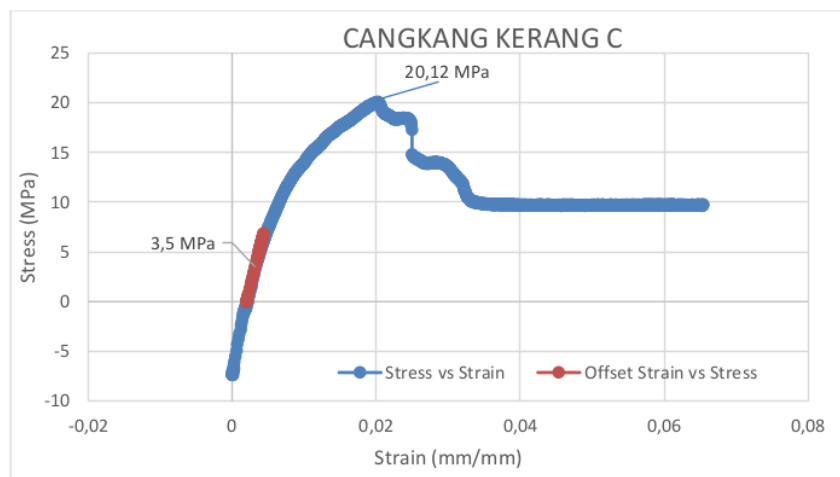
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang A

Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang kerang A. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 9,3 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 18,935 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 3,4341 GPa



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang B

Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang telur B. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 6,65 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 20,307 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 3,3224 GPa



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Komposit Cangkang Kerang C

Gambar di atas merupakan grafik hasil pengujian tarik dari spesimen komposit cangkang telur C. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa spesimen mempunyai nilai Yield Strength yang terbaca dari grafik adalah 3,5 MPa, sedangkan nilai *Ultimate tensile strength* mencapai 20,127 MPa. Setelah melewati titik UTS, retakan mulai terbentuk pada material. Berdasarkan grafik modulus young -nya, diketahui bahwa nilai yang didapatkan yaitu sebesar 2,9237 GPa

4.4 Perhitungan Mencari Perbandingan Hasil Uji Tarik

Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan nilai rata-rata pengujian serta nilai standar deviasi yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan antara kedua komposit yang diuji. Hal tersebut merupakan aspek penting dalam penilaian kualitas biokomposit. Dengan mencari nilai standar deviasi akan memberikan gambaran mengenai seberapa besar variasi nilai tarik di dalam masing-masing potongan spesimen. Nilai yang lebih rendah menunjukkan bahwa hasil uji tarik dari ketiga potongan lebih seragam, yang menandakan bahwa biokomposit tersebut lebih homogen. Sebaliknya, nilai standar deviasi yang tinggi menunjukkan variasi yang lebih besar, mengindikasikan bahwa biokomposit kurang homogen. Berikut merupakan perhitungan yang dilakukan dengan data sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Nilai UTS Hasil Pengujian Tarik

Jenis Filler	Spesimen	Nilai UTS (MPa)
Cangkang Telur Ayam	A	18,684
	B	18,245
	C	17,943
Cangkang Kerang Darah	A	18,935
	B	20,307
	C	20,127

4.4.1 Cangkang Telur Ayam

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan menghitung banyak data (n), $n = 3$, kemudian menghitung mean (rata-rata) sebagai berikut:

1. Mencari Rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{18,684 + 18,245 + 17,943}{3} = 18,29$$

2. Mencari Penyimpangan Setiap Data

$$(xi - \bar{x})$$

$$A = (18,684 - 18,29) = 0,394^2 = 0,155$$

$$B = (18,245 - 18,29) = -0,045^2 = 0,002025$$

$$C = (17,943 - 18,29) = -0,347^2 = 0,1204$$

3. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,155 + 0,002025 + 0,1204}{3-1}} = 0,372$$

4. Menghitung Varians

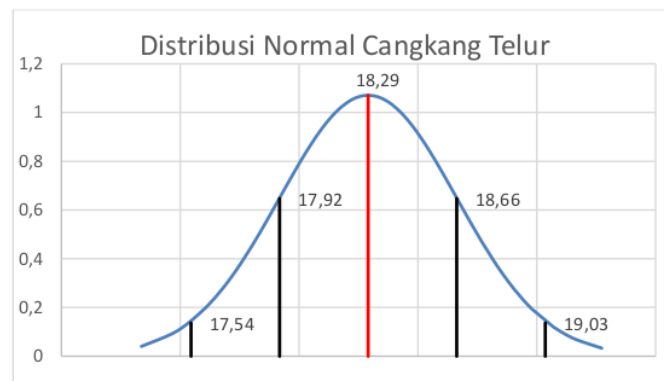
$$S^2 = 0,372^2 = 0,139$$

5. Menghitung Koefisien Variasi

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,372}{18,29} \times 100\% = 2,03\%$$

6. Membuat Grafik Distribusi Normal



Gambar 4.8 Grafik Distribusi Normal Filler Cangkang Telur

4.4.2 Cangkang Kerang Darah

1. Mencari Rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{18,935 + 20,307 + 20,127}{3} = 19,789$$

2. Mencari Penyimpangan Setiap Data

$$(xi - \bar{x})$$

$$A = (18,935 - 19,789) = -0,854^2 = 0,729$$

$$B = (20,307 - 19,789) = 0,518^2 = 0,268$$

$$C = (20,127 - 19,789) = 0,338^2 = 0,114$$

3. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,729 + 0,268 + 0,114}{3-1}} = 0,745$$

4. Menghitung Varians

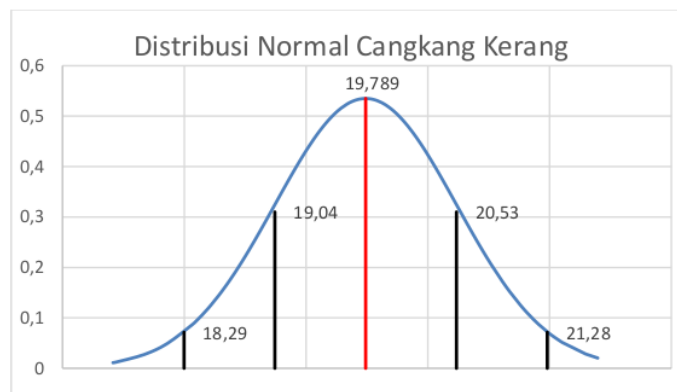
$$S^2 = 0,745^2 = 0,555$$

5. Menghitung Koefisien Variasi

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,745}{19,789} \times 100\% = 3,76\%$$

6. Membuat Grafik Distribusi Normal



Gambar 4.9 Grafik Distribusi Normal Filler Cangkang Kerang

4.4.3 Mencari Error Bar

1. Cangkang Telur

$$\mu \pm 2\sigma$$

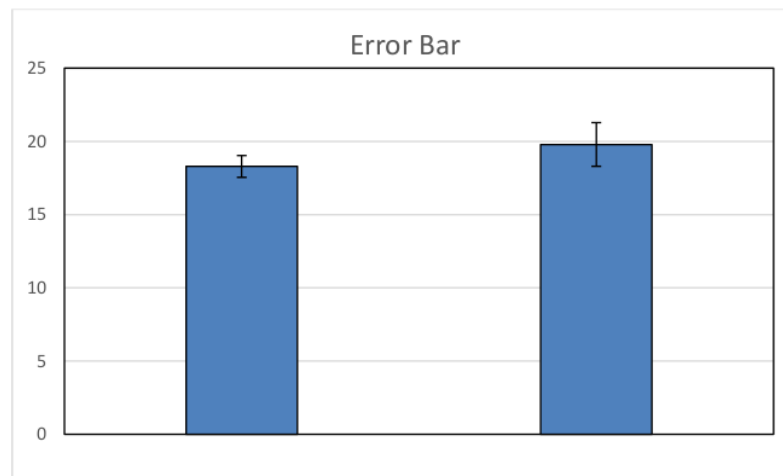
$$18,29 \pm 0,744$$

2. Cangkang Kerang

$$\mu \pm 2\sigma$$

$$19,789 \pm 1,49$$

3. Grafik Error Bar



Gambar 4.10 Grafik *Error Bar* Nilai UTS Pengujian Tarik

1 4.5 Pembahasan & Perbandingan Nilai *Ultimate tensile strength*

Setelah menghitung nilai dari kedua biokomposit, ditemukan bahwa komposit dengan filler cangkang telur ayam memiliki koefisien variasi (CV) sebesar 2,03%, sementara komposit dengan filler cangkang kerang darah memiliki CV sebesar 3,76%. Berdasarkan interval kepercayaan, kedua jenis komposit menunjukkan tingkat kehomogenan yang baik, karena nilai CV mereka berada di bawah batas umum 5%.

Namun, jika dibandingkan antara keduanya, komposit dengan filler cangkang telur ayam menunjukkan nilai koefisien variasi yang lebih unggul dibandingkan dengan komposit cangkang kerang darah. Hal ini terlihat dari nilai CV cangkang telur ayam yang lebih rendah, yaitu 2,03%, dibandingkan

dengan nilai CV cangkang kerang darah yang mencapai 3,76%, dengan selisih perbandingan 1,73%. Ini menunjukkan bahwa komposit dengan filler cangkang telur ayam memiliki tingkat konsistensi yang lebih tinggi dalam hasil uji tarik dibandingkan dengan komposit cangkang kerang.

Selain itu standar error untuk komposit cangkang kerang (1,49 MPa) lebih besar dibandingkan dengan komposit cangkang telur (0,744 MPa). Hal ini mengindikasikan bahwa data kekuatan tarik untuk komposit cangkang kerang memiliki variasi yang lebih besar dibandingkan dengan komposit cangkang telur. Selain itu hal ini juga menunjukkan bahwa biokomposit dengan cangkang telur dan juga cangkang kerang tidak ada perbedaan yang signifikan antara keduanya karena nilai dari error bar menunjukkan adanya tumpang tindih antara kedua komposit.

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait pengujian sifat mekanik material didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur memiliki nilai *ultimate tensile strength*, *modulus Young*, dan *yield strength* yang bervariasi. Biokomposit dengan pengisi cangkang kerang darah menunjukkan nilai *ultimate tensile strength* yang lebih tinggi dengan nilai 20,307 MPa dibandingkan dengan biokomposit cangkang telur dengan nilai 18,684 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang kerang darah lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan tarik komposit karet alam. Modulus Young dari biokomposit berpengisi cangkang kerang darah juga lebih tinggi dibandingkan dengan biokomposit berpengisi cangkang telur, menunjukkan kekakuan yang lebih baik. Yield strength dari kedua jenis biokomposit menunjukkan perbedaan yang signifikan, dengan biokomposit berpengisi cangkang kerang darah memiliki nilai yang lebih tinggi.
2. Perbandingan Nilai *Ultimate tensile strength* biokomposit karet alam berpengisi cangkang kerang darah dan cangkang telur dianalisis menggunakan nilai standar deviasi dan koefisien variasi (CV). Hasil analisis menunjukkan bahwa biokomposit berpengisi cangkang telur memiliki nilai koefisien variasi yang lebih rendah dibandingkan dengan biokomposit berpengisi cangkang kerang darah. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran komposisi pada komposit cangkang telur lebih merata. Tetapi jika dilihat dari perbandingan nilai standar deviasi yang diolah menjadi grafik distribusi normal dan grafik error bar menunjukkan bahwa sebenarnya tidak ada perbedaan yang cukup signifikan antara kedua biokomposit tersebut.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang ingin diberikan penulis guna untuk meningkatkan proses penelitian maupun penulisan agar lebih baik lagi kedepannya adalah:

1. Menambahkan variasi spesimen pengujian pada setiap komposit dalam rangka mempertajam penelitian
- 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Allam, D. A., Jannah, S. M., & Fitriani, L. N. (2021). Alternatif Anoda Limbah Kulit Udang dan Cangkang Telur. *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 2(2). <https://doi.org/10.18196/mt.v2i2.10721>
- Ayu Laely Putri, N., & Lecture Ir Wajan Berata, A. (2016). *EFFECT OF VOLUME FRACTION SISAL FIBER-EPOXY AND FIBER STRUCTURE ON TENSILE PROPERTIES OF COMPOSITE*.
- Benselfelt, T., Kummer, N., Nordenström, M., Fall, A. B., Nyström, G., & Wågberg, L. (2023). The Colloidal Properties of Nanocellulose. In *ChemSusChem* (Vol. 16, Issue 8). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/cssc.202201955>
- Bentia Effendi, D., Rosyid, N. H., Bayu, A., Nandiyanto, D., & Mudzakir, A. (2015). REVIEW: SINTESIS NANOSELULOSA. In *Jurnal Integrasi Proses* (Vol. 5, Issue 2). <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>
- Dittanet, P., Somphol, W., Lampang, T. N., Prapainainar, P., & Loykulnan, S. (2019). Natural rubber reinforced by nanocellulose extracted from dried rubber leaves. *AIP Conference Proceedings*, 2083. <https://doi.org/10.1063/1.5094318>
- Handayani, A. (2016). Uji Sifat Dan Mekanik Papan Komposit Dari Campuran Serat Bambu Dan Serbuk gergaji Dengan Perekat Polyester Resin. Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makasar.
- Iqbal, O. M., & Nugraha, A. (2021). *STUDI PENGARUH KADAR SELULOSA TERHADAP SIFAT TARIK KOMPOSIT KARET ALAM (Skripsi)*.
- Irnawan, D., & Karomah, B. (2019). KAJIAN UKURAN SERBUK KOMPOSIT LIMBAH CANGKANG TELUR TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK. In *JURNAL ARSITEKTUR GRID-Journal of Architecture and Built Environment* (Vol. 1, Issue 2).
- Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, A. K., & Sudirman, D. (2002). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT POLIMER

- BERPENGUAT SERAT ALAM. In *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science* (Vol. 3, Issue 3).
- Low, D. Y. S., Supramaniam, J., Soottitantawat, A., Charinpanitkul, T., Tanthapanichakoon, W., Tan, K. W., & Tang, S. Y. (2021). Recent developments in nanocellulose-reinforced rubber matrix composites: A review. *Polymers*, 13(4), 1–35. <https://doi.org/10.3390/polym13040550>
- Pembimbing Mashuri, D., & Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Ms. (2015). *PENGARUH PEMANASAN SERBUK AL PRA-KOMPAKSI TERHADAP SIFAT FISIS KOMPOSIT Al/SiC HASIL METODE METALURGI SERBUK IMROATUL MUFIDAH NRP 1110 100 703*.
- Setiawan, A., Prihantoro, T., Teknik Mesin, J., Teknologi mesin, P., Negeri Pontianak Kampus Kabupaten Sanggau Jl Sabang Merah, P., Sanggau, K., Barat, K., Negeri Pontianak Jl Jenderal Ahmad Yani, P., Laut, B., Pontianak Tenggara, K., Pontianak, K., & Teknik mesin, P. (2021). *Pengaruh sifat mekanik dari fraksi volume komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit*.
- 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.
- SULAEMAN, J. A. (2023). Pengaruh Variasi Kandungan *Filler* Serbuk Cangkang Telur Ayam Dengan Pengikat Karet Alam Terhadap Konduktivitas Termal Biokomposit.
- Sosiati, H., Wahyono, T., Firmansyah, W. A., Irawansyah, M., Utama, D. S., & Farahsani, Y. (2022). Meja Hibrid Berbasis Limbah Serbuk Gergaji dan Cangkang Telur untuk Pasien Rumah Sakit. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 55–61. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v6i1.3866>
- 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).

- Susilawati, N., Nurhayati, C., & Susanto, T. (2021). KOMPOSIT LIMBAH SERABUT KELAPA DAN KARET ALAM SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PEREDAM SUARA UTILIZATION OF FIBER WASTE AND NATURAL RUBBER AS AN ALTERNATIVE NOISE REDUCTION. In *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* (Vol. 32).
- Tangboriboona, N., Pannangpetsa, W., Aranyika, K., Petcharoenbdan, K., & Sirivatb, A. (2016). *Cangkang Telur Tertanam sebagai Bio-Filler pada Karet Alam untuk Busa Komposit Insulasi Termal*.
- Wardhono, E. Y., Pinem, M. P., Kustiningsih, I., Agustina, S., Oudet, F., Lefebvre, C., Clausse, D., Saleh, K., & Guénin, E. (2019). Cellulose nanocrystals to improve stability and functional properties of emulsified film based on chitosan nanoparticles and beeswax. *Nanomaterials*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/nano9121707>
- Wardhono, E. Y., Wahyudi, H., Agustina, S., Oudet, F., Pinem, M. P., Clausse, D., Saleh, K., & Guénin, E. (2018). Ultrasonic irradiation coupled with microwave treatment for eco-friendly process of isolating bacterial cellulose nanocrystals. *Nanomaterials*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/nano8100859>
- Yang, Y., Chen, Z., Zhang, J., Wang, G., Zhang, R., & Suo, D. (2019). Preparation and Applications of the Cellulose Nanocrystal. In *International Journal of Polymer Science* (Vol. 2019). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2019/1767028>
- Yuni Hendrawati, T., Umar, E., Ilmar Ramadhan, A., Meta Sari, A., Salsabila, M., Suryani, R., & Budhi Rahardja, I. (2023). *SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOSELULOSA SERBUK DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN ULTRASONIFIKASI*. <https://doi.org/10.24853/jurtek.15.1.159-166>
- ZABIDI, F. (2023). ANALISA PENGARUH VARIASI KANDUNGAN SULFUR PADA KONDUKTIVITAS TERMAL BIOKOMPOSIT BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa].

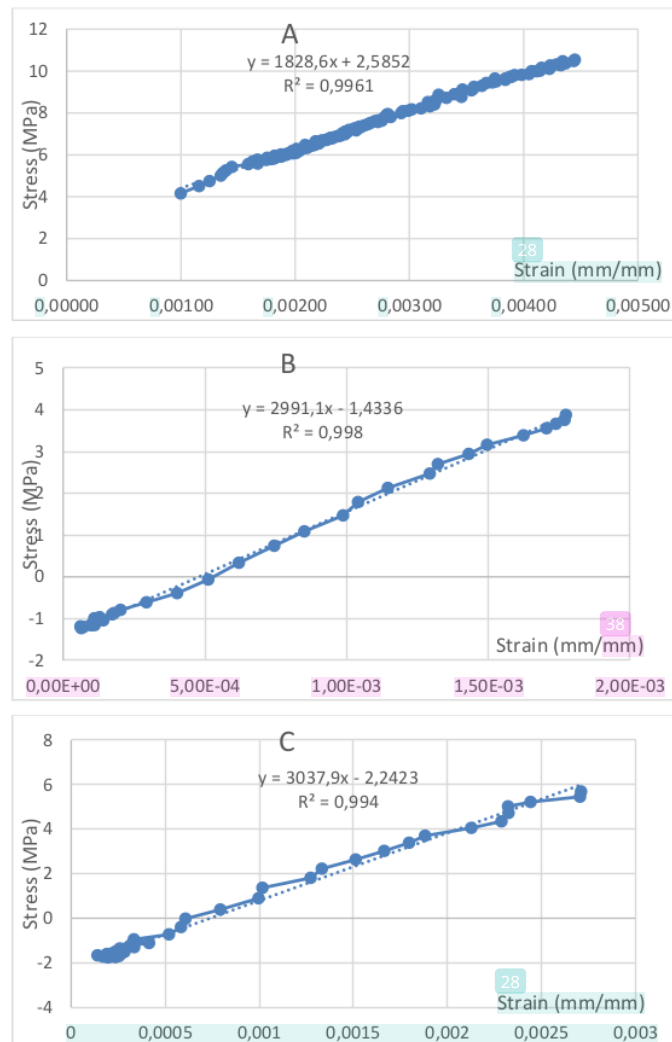
LAMPIRAN

Lampiran Proses Pembuatan Spesimen

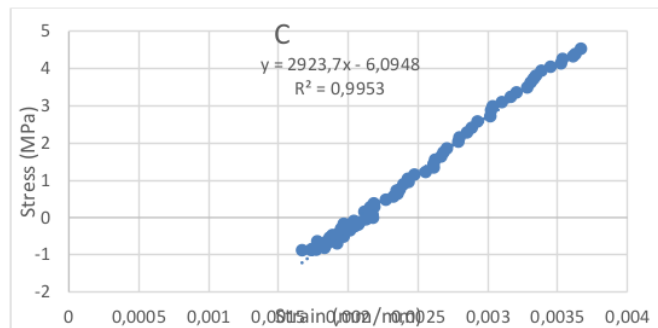
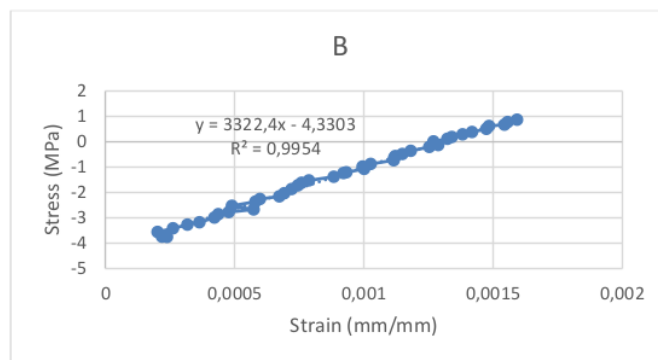
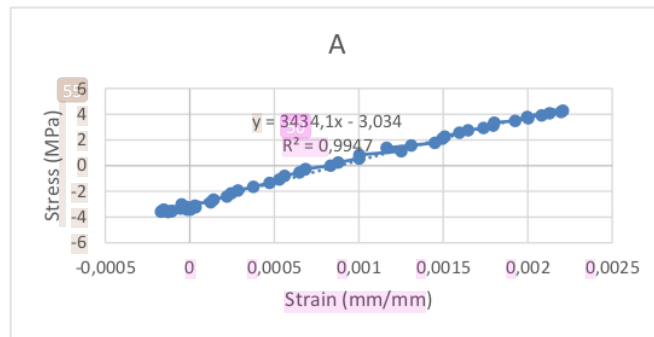
Lampiran Proses Pengujian Tarik

Lampiran Grafik *Modulus Young*

a. Cangkang Telur



b. Cangkang kerang



SEMHAS ALVINN.pdf

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	3%
2	repository.unhas.ac.id Internet Source	2%
3	eprints.untirta.ac.id Internet Source	1%
4	media.neliti.com Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	repository.uin-alauddin.ac.id Internet Source	1%
7	Submitted to Universitas Muhammadiyah Buton Student Paper	1%
8	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
9	repository.um-palembang.ac.id Internet Source	1%

10	simdos.unud.ac.id Internet Source	1 %
11	text-id.123dok.com Internet Source	1 %
12	ejournal.unsa.ac.id Internet Source	1 %
13	www.scribd.com Internet Source	<1 %
14	Submitted to University at Buffalo Student Paper	<1 %
15	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.ittelkom-pwt.ac.id Internet Source	<1 %
17	123dok.com Internet Source	<1 %
18	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
19	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
20	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	<1 %
21	journal.maranatha.edu Internet Source	<1 %

22	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
23	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %
24	ejournal.kemenperin.go.id Internet Source	<1 %
25	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
26	www.iqra.my.id Internet Source	<1 %
27	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
28	digitalrepository.unm.edu Internet Source	<1 %
29	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
30	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
31	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
32	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
33	eprints.kwikkiangie.ac.id Internet Source	<1 %

34	link.springer.com Internet Source	<1 %
35	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
36	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
37	brightideas.houstontx.gov Internet Source	<1 %
38	repository.tudelft.nl Internet Source	<1 %
39	adoc.pub Internet Source	<1 %
40	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	<1 %
41	Submitted to Universitas Islam Bandung Student Paper	<1 %
42	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
43	repo.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
44	Submitted to University of Newcastle Student Paper	<1 %
45	Submitted to poltera Student Paper	<1 %

46	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	<1 %
47	Submitted to Defense University Student Paper	<1 %
48	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
49	repository.unismabekasi.ac.id Internet Source	<1 %
50	core.ac.uk Internet Source	<1 %
51	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
52	e-jurnal.pnl.ac.id Internet Source	<1 %
53	ebook.itenas.ac.id Internet Source	<1 %
54	Annisa Amalia Febrianti, Eko Susanto, Lukita Purnamayati, Sumardianto Sumardianto, Slamet Suharto. "Penggunaan gelatin kulit ikan cobia (<i>Rachycentron canadum</i>) untuk perbaikan karakteristik fruit leather buah naga merah", Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 2023 Publication	<1 %
55	ccc.mines.edu	

<1 %

56

eprints.uny.ac.id

Internet Source

<1 %

57

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

58

jmums.mazums.ac.ir

Internet Source

<1 %

59

smart.stmikplk.ac.id

Internet Source

<1 %

60

digilib.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

61

doku.pub

Internet Source

<1 %

62

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

63

futureloka.com

Internet Source

<1 %

64

garuda.kemdikbud.go.id

Internet Source

<1 %

65

oneiee.blogspot.com

Internet Source

<1 %

66

online-journal.unja.ac.id

Internet Source

<1 %

67	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
68	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
69	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
70	repository.unisma.ac.id Internet Source	<1 %
71	www.koreascience.or.kr Internet Source	<1 %
72	www.lankaweb.com Internet Source	<1 %
73	Rahmat Wijaya, Nanik Setyowati, Masdar Masdar. "PENGARUH JENIS KOMPOS DAN WAKTU PENGENDALIAN GULMA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS SECARA ORGANIK", INA-Rxiv, 2017 Publication	<1 %
74	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
75	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %
76	sersasih.wordpress.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

SEMHAS ALVINN.pdf

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61
