

**KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT BERBAHAN CANGKANG  
TELUR AYAM DENGAN PENGIKAT KARET ALAM  
SEBAGAI PEMBANDING PLASTIK *ACRYLONITRILE*  
*BUTADIENE STYRENE* (ABS)**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**Siti Dara Fahma Shafira**

**3331200028**

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

**2023**

**KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT BERBAHAN CANGKANG  
TELUR AYAM DENGAN PENGIKAT KARET ALAM  
SEBAGAI PEMBANDING PLASTIK *ACRYLONITRILE*  
*BUTADIENE STYRENE* (ABS)**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Disusun Oleh:**

**Siti Dara Fahma Shafira**

**3331200028**

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

**2023**

## TUGAS AKHIR

**Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam Dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs)**


Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Siti Dara Fahma Shafira**  
3331200028

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 15 Desember 2023


Pembimbing Utama

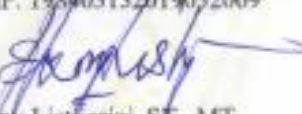
  
Emy Listijorini, ST., MT.  
NIP. 197011022005012001

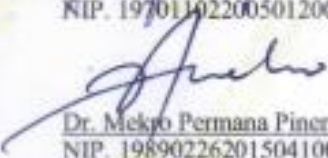
  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

Anggota Dewan Penguji

  
Sunardi, ST., M.Pd.  
NIP. 197312052006041002

  
Shofiatul Ula, S.Pd.L., M.Eng.  
NIP. 198403132019032009

  
Emy Listijorini, ST., MT.  
NIP. 197011022005012001

  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

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

  
Tanggal, 27 Desember 2023  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA  
  
Dhimas Satya, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Siti Dara Fahma Shafira

NPM : 3331200028

Judul : Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam  
Dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik  
*Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*

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, Desember 2023



Siti Dara Fahma Shafira

NPM. 3331200028

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS)” dengan baik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak penulis tidak dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan banyak motivasi dan dukungan.
2. Ibu Erny Listijorini, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan sekaligus menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan sekaligus menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Eng. Hendra, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing akademik yang telah membimbing selama proses perkuliahan penulis dari awal hingga penyusunan skripsi.
5. Civitas Akademika Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu, bantuan, dan bimbingan yang telah diberikan pada selama menjalani perkuliahan.
6. Bapak Fina Rosa dan Ibu Tita Rastika sebagai orang tua penulis. Proposal tugas akhir ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, yang menjadi orang paling istimewa dalam hidup penulis. Sebagai sosok terbaik, dan

penulis sangat beruntung memiliki bapak dan ibu yang senantiasa menemani setiap langkah perjalanan hidup penulis.

7. Moch Dera Fajar Septiano sebagai kakak yang menemani setiap momen hidup penulis, mendo'akan dan memberikan semangat agar proposal tugas akhir ini dapat segera terselesaikan.
8. Akhmad Ryandeka Efendi dan Aulia Rahil Asy syaidah sebagai sahabat terbaik penulis yang telah menemani, membantu, dan memberikan motivasi penulis agar mengerjakan tugas akhir dari awal hingga akhir dengan baik dan benar.
9. Intan Nazwa dan Fitri Sri Devi sebagai sahabat terdekat penulis yang telah menemani perjalanan sehari-hari penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
10. Asisten Laboratorium Fisika Terapan Angkatan 2018, 2019, 2020, dan 2021 sebagai rekan penulis yang selalu membantu dan mendukung penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
11. Rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan tahun 2020 yang memberikan semangat dan motivasi selama perkuliahan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian tugas akhir dengan baik.

Akhir kata, penulis berharap Allah Subhanahu Wa ta'ala berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sehingga penelitian ini membawa manfaat bagi perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan.

Cilegon, Desember 2023

Penulis

## ABSTRAK

### **Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS)**

Disusun Oleh:

Siti Dara Fahma Shafira

NIM. 3331200028

Perkembangan teknologi yang tidak terlepas dari ilmu material diperlukan guna tercipta sebuah peralatan dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan pada semua aspek kehidupan. Salah satu perkembangan tersebut adalah material komposit. Komposit dibuat untuk menyempurnakan kebutuhan material tertentu, salah satunya yaitu plastik konvensional yang bersifat tidak ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi *filler* serbuk cangkang telur ayam dan sulfur, serta mendapatkan nilai optimum berdasarkan variasi dan mengetahui variasi yang memiliki pengaruh tinggi terhadap densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Sampel komposit dibuat dengan metode pencampuran dari beberapa bahan matriksnya seperti karet alam, sulfur, ZnO, dan asam stearat dengan variasi *filler* serbuk cangkang telur sebesar 55%, 60%, 65%. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan menimbang massa, pengukuran volume, proses pengeringan, dan proses perendaman untuk mengetahui sifat fisik pada sampel komposit. Hasil pengujian membuktikan bahwa variasi komposisi *filler* dan sulfur berpengaruh pada densitas, porositas, kadar air, dan daya serap. Serta terdapat nilai optimum untuk *filler* sebesar 55%, tekanan *hot press* sebesar 50 MPa, temperatur *hot press* 150°C, waktu *hot press* 70 menit.

**Kata Kunci** : Komposit, Cangkang Telur, Densitas, Porositas, Kadar Air, Daya Serap

## **ABSTRACT**

### ***Characterization Of Biocomposites Made From Chicken Eggshells With Natural Rubber Binders As A Comparison Of Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Plastic***

*Arranged by:*

Siti Dara Fahma Shafira

3331200028

*Technological developments that cannot be separated from materials science are needed to create equipment and materials that suit the needs of all aspects of life. One of these developments is composite materials. Composites are made to improve the needs of certain materials, one of which is conventional plastic which is not environmentally friendly. This research was carried out to analyze the effect of variations in the composition of chicken egg shell powder and sulfur filler, as well as to obtain optimum values based on the variations and determine which variations have a high influence on density and percentage of water content, absorption capacity and porosity. Composite samples were made by mixing several matrix materials such as natural rubber, sulfur, ZnO, and stearic acid with variations in eggshell powder filler of 55%, 60%, 65%. This research was carried out by weighing the mass, measuring the volume, drying process and soaking process to determine the physical properties of the composite samples. The test results prove that variations in filler and sulfur composition have an effect on density, porosity, water content and absorption capacity. And there is an optimum value for filler of 55%, hot press pressure of 50 MPa, hot press temperature of 150°C, hot press time of 70 minutes.*

**Keywords** : Composite, EggShell, Density, Porosity, Water Content, Water Absorption



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>State of The Art</i> .....	5
2.2 Plastik .....	6
2.2.1 Plastik <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)</i> .....	7
2.3 Komposit .....	8
2.4 Cangkang Telur Ayam .....	11
2.5 Karet Alam .....	12
2.6 Proses Vulkanisasi Sulfur.....	13
2.7 Karakteristik Fisik Komposit .....	15
2.7.1 Densitas .....	15
2.7.2 <i>Water Content</i> (Kadar Air) .....	16
2.7.3 <i>Water Absorption</i> (Daya Serap).....	16
2.7.4 Porositas .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PRAKTIKUM</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.2.1 Alat .....	21
3.2.2 Bahan.....	25

3.3	Variabel Pengujian.....	27
3.4	Prosedur Pengujian.....	28
3.4.1	Penentuan Variasi Sampel .....	28
3.4.2	Preparasi Sampel .....	28
3.4.3	Pembuatan Sampel .....	29
3.4.4	Pengujian Sampel dan Analisis Data.....	30
3.5	Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian .....	34
<b>BAB IV DATA DAN ANALISIS</b>		
4.1	Kebutuhan Bahan Pembuatan Sampel Komposit.....	35
4.2	Data Sampel Komposit.....	38
4.3	Hasil Pengujian Densitas.....	39
4.4	Hasil Pengujian Porositas .....	43
4.5	Hasil Pengujian Kadar Air.....	46
4.6	Hasil Pengujian Daya Serap Air.....	48
4.7	Pembahasan .....	53
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Partikel Sebagai Penguat Komposit.....	9
<b>Gambar 2.2</b> Fiber Sebagai Penguat Komposit.....	10
<b>Gambar 2.3</b> Stukur Sebagai Penguat Komposit .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Komposit Berdasarkan Susunan Stuktur .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Cangkang Telur Ayam.....	12
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	19
<b>Gambar 3.2</b> Desikator.....	21
<b>Gambar 3.3</b> <i>Hot Press Machine</i> .....	22
<b>Gambar 3.4</b> <i>Oven</i> .....	22
<b>Gambar 3.5</b> Cetakan .....	23
<b>Gambar 3.6</b> <i>Cold Press Machine</i> .....	23
<b>Gambar 3.7</b> Jangka Sorong.....	24
<b>Gambar 3.8</b> Cawan Keramik .....	24
<b>Gambar 3.9</b> Gelas Ukur .....	25
<b>Gambar 3.10</b> Serbuk Cangkang Telur Ayam .....	25
<b>Gambar 3.11</b> Karet Alam Cair .....	25
<b>Gambar 3.12</b> Sulfur .....	26
<b>Gambar 3.13</b> ZnO .....	26
<b>Gambar 3.14</b> Asam stearat.....	26
<b>Gambar 3.15</b> Akuades.....	27
<b>Gambar 3.16</b> Diagram Alir Preparasi Sampel .....	29
<b>Gambar 3.17</b> Diagram Alir Pembuatan Sampel .....	30
<b>Gambar 3.18</b> Diagram Alir Pengujian Kadar Air .....	31
<b>Gambar 3.19</b> Diagram Alir Pengujian Densitas dan Porositas .....	33
<b>Gambar 3.20</b> Diagram Alir Pengujian Daya Serap Air .....	34
<b>Gambar 4.1</b> Densitas Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	41
<b>Gambar 4.2</b> Anova Densitas pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	42
<b>Gambar 4.3</b> Porositas Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	44
<b>Gambar 4.4</b> Anova Porositas pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	45

<b>Gambar 4.5</b> Kadar Air pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	48
<b>Gambar 4.6</b> Anova Kadar Air pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	49
<b>Gambar 4.7</b> Daya Serap Air pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	51
<b>Gambar 4.8</b> Anova Daya Serap Air pada Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	52
<b>Gambar 4.9</b> Nilai Optimum Sampel Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	53
<b>Gambar 4.9</b> Nilai <i>Signal to Noise</i> Sampel Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> <i>State of Art</i> .....	5
<b>Tabel 2.2</b> Komposisi Nutrisi Cangkang Telur Ayam .....	11
<b>Tabel 2.3</b> Persentase Kadar pada Berbagai Jenis Plastik .....	17
<b>Tabel 2.4</b> Persentase Daya Serap pada Berbagai Jenis Plastik .....	17
<b>Tabel 3.1</b> Matrik Otogonal Tiga Level .....	26
<b>Tabel 4.1</b> Komposisi Papan Partikel A .....	35
<b>Tabel 4.2</b> Komposisi Papan Partikel A dalam gram .....	35
<b>Tabel 4.3</b> Komposisi Papan Partikel B .....	36
<b>Tabel 4.4</b> Komposisi Papan Partikel B dalam gram .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Komposisi Papan Partikel C .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Komposisi Papan Partikel C dalam gram .....	37
<b>Tabel 4.7</b> Sampel dengan Variasi Komposisi Filler dan Matriks .....	38
<b>Tabel 4.8</b> Densitas Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	39
<b>Tabel 4.9</b> <i>Percent Difference</i> Densitas Sampel dengan Plastik ABS .....	41
<b>Tabel 4.10</b> Porositas Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	43
<b>Tabel 4.11</b> Perbandingan Porositas Sampel dengan Plastik ABS .....	44
<b>Tabel 4.12</b> Kadar Air Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	46
<b>Tabel 4.13</b> <i>Percent Difference</i> Kadar Air Sampel dengan Plastik ABS .....	49
<b>Tabel 4.14</b> Daya Serap Sampel dengan Variasi Komposisi <i>Filler</i> .....	50
<b>Tabel 4.15</b> Daya Serap Sampel dengan Plastik ABS.....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dunia yang sangat pesat berdampak besar terhadap seluruh sektor. Berkembangnya teknologi tidak terlepas dari ilmu material, semua aspek kehidupan memerlukannya guna tercipta sebuah peralatan dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satunya kemajuan ilmu untuk mengembangkan material yang ramah lingkungan. Saat ini plastik konvensional atau senyawa sintesis melalui reaksi polimerisasi yang berasal dari minyak bumi masih menjadi daya tarik tersendiri bagi masyarakat di dunia. Plastik yang merupakan polimer yang memiliki ukuran molekul yang sangat besar dan bersifat *inert* (tidak mudah bereaksi), berat molekulnya mencapai ratusan ribu hingga jutaan, dan hanya dapat terdegradasi dalam waktu ratusan tahun, bahkan ribuan tahun (Sanjaya dan Puspita, 2010). Sifatnya yang ringan, kuat, anti korosi, dan murah menjadi nilai tambah bagi penggunaan plastik diberbagai peralatan. Pada tahun 2022, Direktur Pengelolaan Sampah Kementerian Hidup dan Kehutan menyampaikan bahwa total sampah plastik di Indonesia mencapai 12,54 juta ton. Timbunan sampah plastik di Indonesia terus meningkat sejak tahun 1995. Kurangnya kesadaran masyarakat akan pengolahan sampah plastik menjadi masalah terakrit penimbunan sampah plastik di Indonesia. Hal ini menjadi fokus perhatian terhadap proses pengembangan plastik yang memiliki sifat ramah lingkungan. Seiring berkembangnya teknologi, muncul berbagai cara untuk mengganti peran plastik salah satunya melalui komposit. Saat ini komposit banyak dikembangkan dalam bidang sains dan teknologi. Bahan komposit yang banyak diaplikasikan saat ini yakni bahan komposit dengan matrik polimer. Dalam hal ini polimer digunakan sering digunakan sebagai matrik diharapkan dapat memperbaiki sifat dari material paduannya termasuk pada sifat kekakuan dan kekuatan dari *filler*. Terdapat banyak material yang digunakan sebagai *filler* yang berbasis material

organik seperti serbuk cangkang telur ayam dan karet alam sebagai matrik polimer.

Cangkang telur ayam menjadi salah satu material organik yang mudah ditemukan dan mudah pengolahannya. Telur ayam menjadi salah bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Sepanjang tahun 2022, Badan Pusat Statistik (BPS) menyampaikan produksi telur ayam ras petelur di Indonesia mencapai 5,57 juta ton. Hal tersebut membuat telur ayam menjadi penghasil limbah organik yang akan terbuang tanpa diolah kembali dan dimanfaatkan. Limbah telur ayam berupa cangkang telur dan diolah menjadi serbuk dapat digunakan sebagai *filler* dan dapat berpengaruh terhadap bahan komposit yang dihasilkan akan semakin kuat. Selain itu penambahan karet alam sebagai matrik akan mendapatkan daya tekan yang lebih tinggi dan resistansi terhadap air, sehingga dapat menggantikan peran plastik konvensional seperti plastik ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) yang saat ini diaplikasikan sebagai salah satu material pada *electric vehicle*. Pada penelitian ini diharapkan agar penelitian yang berjudul “Karakterisasi Biokomposit Berbahan Cangkang Telur Ayam dengan Pengikat Karet Alam Sebagai Pembanding Plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS)” ini dapat menjadi acuan tentang pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai bahan pembuat biokomposit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang terdapat rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variasi komposisi *filler* serbuk cangkang telur ayam terhadap densitas, persentase kadar air, daya serap, dan porositas?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dengan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh variasi komposisi *filler* serbuk cangkang telur ayam terhadap densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.
2. Mendapatkan nilai optimum berdasarkan variasi terhadap densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.
3. Mengetahui variasi yang memiliki pengaruh tinggi terhadap densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.

### 1.4 Batasan Masalah

Terdapat ruang lingkup yang membatasi pada penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Provinsi Banten dan Laboratorium Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Cibinong. Bahan yang digunakan adalah serbuk cangkang telur ayam sebagai *filler* (bahan pengisi) dengan ukuran 100 mesh dan zat perekat (matriks) yang digunakan adalah karet alam cair, sulfur, ZnO, dan asam stearat. Uji yang dilakukan terhadap komposit adalah analisis sifat fisik berupa densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas. Pokok permasalahan yang dibahas adalah pengaruh komposisi *filler* serbuk cangkang telur ayam sebesar 55%, 60%, 65% dan matriks karet alam cair sebesar 45%, 40% dan 35%, dengan variasi temperatur *hott press*, tekanan *hott press*, dan waktu *hot press* terhadap sifat fisik berupa densitas serta persentase kadar air, daya serap, dan porositas.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti, pembaca, dan industri secara langsung. Adapun beberapa manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :



1. Solusi pengolahan sampah organik dan penimbunan sampah plastik di Indonesia.
2. Menjadi solusi pengolahan limbah cangkang telur ayam agar meningkatkan nilai ekonomis.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap *reduce*, *reuse*, dan *recycle* sebuah bahan yang dianggap limbah sekali pakai.
4. Produk biokomposit dapat dijadikan solusi pengganti plastik konvensional yaitu plastik ABS yang memiliki karakteristik kuat, ringan, daya serap air yang rendah, murah, dan tahan korosi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Diana, L., Safitra, A. G., & Ariansyah, M. N. (2020). Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Materia*, 4, 59-67.
- Fajri, R. I., Tarkono, & Sugiyatno. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindrica* Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester. *Jurnal FEMA*, 85-86.
- Febriyanti, R. (n.d.). PENGARUH KONSENTRASI ASAM STEARAT SEBAGAI BASIS TERHADAP SIFAT FISIK SABUN TRANSPARAN MINYAK JERUK PURUT (*Oleum Citrushystrix* D. C.) DENGAN METODE DESTILASI.
- Gibson, R. (2016). *Principles of Composite Material Mechanics 4th Edition*. New York: Taylor & Francis Group.
- Handayani, H., Cifriadi, A., Handayani, A., Chalid, M., Herlina, R., & Savetlana, S. (2018). SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT KARET ALAM/SELULOSA DENGAN VARIASI JENIS SELULOSA. *Jurnal Penelitian Karet*, 36, 173-182.
- Handiskawati. (2012). *Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu dan Tepung Bonggol Pisang (Musa Paradisiaca) Terhadap Daya Serap Air dan Daya Terima Brownies*. Surakarta: Program Studi Gizi DIII .
- Krishnaiah, & Shahabudeen. (2012). *Applied Design of Experiments and Taguchi Methods*. New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Lokesh, Shobika, Omer, S., Reddy, M., Saravanan, P., Rajeshkannan, . . . Ventkatkumar, S. (2023). Bioremediation of plastics by the help of microbial tool: A way for control of plastic pollution. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 3-4. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2023.100027>
- Malcolm, S. (2001). *Kimia Polimer*. (I. Sopyan, Trans.) Jakarta: Pradnya Paramita.

- Nasruddin. (2019). Pengaruh Komposit Bahan Pelunak Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam Sir-20. *Jurnal Dinamika Penelitian Industr*, 30, 65-66.
- Niraku. (2020, September 20). *Niraku*. Retrieved from Niraku News: <https://niraku.co.id/kelebihan-calcium-carbonate-sebagai-filler-polymer/>
- Nuryati, Amalia, R. R., & Hairiyah, N. (2020). Pembuatan Komposit dari Limbah Plastik Polyethylene Terephthlate (PET) Berbasis Serat Alam Daun Pandan. *Jurnal Agro Industri*, 107-117. doi:10.31186/j.agroind.10.2.107-117
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi, H. (2019). Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air Pada Bahan Pangan Berbasis Internet of Things. *SMARTICS Journal*, 1, 81-96.
- Rani, S. R. (2021). Studi Sifat Mekanik Komposit Peg (Polyethylene Glycol) - 4000 Penambahan 10 Wt% Sio<sub>2</sub> Quartz Dari Pasir Alam Dengan Menggunakan Dynamic Mechanical Analysis (Dma). *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 8, 19-27. doi:10.24252/jft.v8i1.21134
- Riyanto, Sunjana, I., & Wicaksono, R. (2021). Karakterisasi Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Sifat Fisis Komposit Partikel Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 2, 13-18.
- Saputra, A. T., Wicaksono, M. A., & Irsan. (2017). Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alat Teraktivasi. *Jurnal Chemurgy*, 1, 1-6.
- Sipayung, M., & Eddyanto. (2022). Process and Characterization of Natural Rubber Modification (Sir-20) With Grafting Maleat Anhydride. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 5, 16-17.
- Suhail Hyder Vattathurvalappil, S. F., & Haq, M. (2023). Mechanics of ABS Polymer under Low & Intermediate Strain Rates. *Recent Progress in Materials*, 5(1), 1-13. doi:10.21926/rpm.2301012
- Sulaeman, J. A. (2023). *Pengaruh Variasi Kandungan Filler Serbuk Cangkang Telur Ayam Dengan Pengikat Karet Alam Terhadap Konduktivitas Termal Biokomposit*. Cilegon: UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA.

- Surya, I., & Philbert. (2021). Pengaruh Oleamida Terhadap Karakteristik Pematangan Karet Alam Terisi Silika. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10, 90-94.
- Syam, W. M. (2016). *Optimalisasi Kalsium Karbonat Dari Cangkang Telur Untuk Produksi Pasta Komposit*. Makassar: FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN ALAUDDIN MAKASSAR.
- Thoufan, M. F. (2017). *Karakterisasi Termomekanik Plastik Biodegradable Dari Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Dynamic Mechanical Analyzer (Dma)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wicaksono, T. T., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2019). Karakterisasi Sifat Mekanis Dan Sifat Thermal Campuran Daur Ulang Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs) Dan Polycarbonate (Pc). *Jurnal Material dan Proses Manufaktur* V, 1, 2-3. Retrieved from <https://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- Yuniari, A., Sholeh, M., & Indrajati, I. N. (2015). The Effect Of Conventional (Cv) And Semi Efficient (Sev) Curing System On Aging And Thermal Properties Of Natural Curing System On Aging And Thermal Properties Of Natural. *Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik*, 99-100.
- Yuniari, A., Sarengat, N., & Lestari, S. P. (2023). The Effect Of Sulfur On Physical Properties Of Pale Crepe And Sbr Blends Used For Heat Resistant Rubber. *Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik*, 29, 63-68.