

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM DAN KARBON
HITAM SEBAGAI *FILLER* SERTA PENGARUHNYA PADA SIFAT FISIK
KOMPON KARET PADAT**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



Oleh :

MUTHIARA ROMASTIUR BR SINAGA

08031282126067

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM DAN KARBON
HITAM SEBAGAI *FILLER* SERTA PENGARUHNYA PADA SIFAT FISIK
KOMPON KARET PADAT**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia

Oleh :

MUTHIARA ROMASTIUR BR SINAGA

NIM 08031282126067

Indralaya, 17 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing

Pembimbing I,


Dra. Fatma, M.S

NIP 196207131991022001

Pembimbing II,


Andi Wijaya, S.T. P., M. Eng

NIK 3021988140217

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Muthiara Romastiur Br Sinaga (08031282126067) dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Karbon Hitam Sebagai *Filler* Serta Pengaruhnya Pada Sifat Fisik Kompon Karet Padat” telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Juli 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, Juli 2025

Ketua

1. **Dr. Muhammad Said, M. T**
NIP. 197407212001121001

()

Anggota

1. **Dra. Fatma, M.S**
NIP 196207131991022001
2. **Andi Wijaya, S.T. P., M. Eng**
NIK 3021988140217
3. **Dra. Julinar, M. Si**
NIP. 196507251993032002

()

()

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Muthiara Romastiur br Sinaga

NIM : 08031282126067

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Juli 2025

Penulis,



Muthiara Romastiur br Sinaga

NIM. 08031282126067

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Muthiara Romastiur br Sinaga

NIM : 08031282126067

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Karbon Hitam Sebagai *Filler* Serta Pengaruhnya Pada Sifat Fisik Kompon Karet Padat”. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Juli 2025

Yang Menyatakan



Muthiara Romastiur br Sinaga

NIM. 08031282126067

HALAMAN PERSEMBAHAN

”Bersukacitalah senantiasa dalam Tuhan! Sekali lagi kukatakan: Bersukacitalah!”

(Filipi 4 : 4)

“Sebab sebelum lidahku mengeluarkan perkataan, sesungguhnya, semuanya telah
Kauketahui, ya TUHAN.”

(Mazmur 139 : 4)

“janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini
Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan
memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.”

(Yesaya 41 : 10)

Skripsi ini penulis persembahkan dengan ucapan Syukur dan terimakasih kepada
Tuhan Yesus Kristus, atas kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan
skripsi ini. Saya juga mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Bapak J Sinaga, Ibu R munthe, kakak Indah Novita Sari Sinaga, adik Regina Arta Lestari Sinaga, dan Adik Addrian Gregorius Sinaga.
2. Keluarga besar saya dari pihak bapak (Op. Novi Sinaga) dan keluarga besar saya dari pihak Ibu (Op. Sihol Munthe).
3. Dosen pembimbing saya, Ibu Dra. Fatma, M.S dan Bapak Andi Wijaya, S.T. P., M. Eng.
4. Sahabat, teman, saudara, dan semua orang yang telah berjasa dalam memberikan doa, bantuan, dan dukungannya.
5. Almamater Universitas Sriwijaya yang saya banggakan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Karbon Hitam Sebagai *Filler* Serta Pengaruhnya Pada Sifat Fisik Kompon Karet Padat”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Ibu Dra. Fatma, M.S dan Bapak Bapak Andi Wijaya, S.T. P., M. Eng yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus untuk setiap berkat kasih karunia dan kebaikan yang terus mengalir dalam hidup penulis.
2. Kedua orang tuaku yang sungguh hebat dan luar biasa dalam memberikan pengajaran, dukungan, dan nasehat yang tidak ternilai serta kasih sayang yang berkelimpahan sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.
3. Kakakku yang kukasihi, kucintai, dan kusayangi, yang telah bersama Bapa di surga. Terimakasih banyak untuk setiap teguran dan cinta yang kakak berikan sepanjang hidup kakak. Penulis sangat bersyukur bisa memiliki kakak yang hebat yang menjadi panutan dan motivator bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi dan perkuliahan ini.
4. Adikku arta dan adikku addrian yang ceria dan menggemaskan. Terimakasih karna telah memberikan semangat dan menjadi obat bagi penulis dikala penulis merasakan kesedihan.
5. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir. Terimakasih ibu untuk setiap pengajaran, saran, kritikan, masukan, dan nasehatnya selama di perkuliahan ini. Penulis sangat bersyukur bisa memiliki

pembimbing yang sangat baik seperti ibu. Kiranya kebaikan ibu ini akan dibalaskan Tuhan dengan berkat yang berkelimpahan, kesehatan, sukacita, dan damai sejahtera.

8. Bapak Andi Wijaya, S.T. P., M. Eng selaku pembimbing magang dan pembimbing tugas akhir. Terimakasih bapak untuk setiap pengajaran, saran, kritikan, nasehat, dan diskusi yang bapak berikan selama ini. Penulis sangat bersyukur bisa memiliki pembimbing yang sangat baik seperti bapak, biarlah kiranya kebaikan bapak ini dapat dibalas Tuhan dengan berkat-Nya yang berkelimpahan, kesehatan, sukacita, dan damai sejahtera.
9. Bapak Dr. Muhammad Said, M. T dan Ibu Dra. Julinar, M. Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana yang telah banyak memberikan masukan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa perkuliahan hingga lulus.
11. Seluruh Analis jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan arahan selama masa perkuliahan.
12. Kak Chosiin dan Mbak Novi selaku Admin Jurusan yang sangat baik, sabar, dan selalu membantu penulis dalam memberikan informasi dan pengurusan pemberkasan sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
13. Pusat Penelitian Karet Sembawa, khususnya kepada Kak Kevin, Pak sungkowo, Pak Supri, Pak Sular, dan bapak-bapak lainnya yang telah banyak membantu penulis dalam menjalani magang dan penyelesaian penelitian. Terimakasih untuk setiap ilmu dan cerita menyenangkan yang diberikan, kiranya semua kebaikan bapak ini akan dibalaskan Tuhan dengan berkat-Nya yang berkelimpahan.
14. Cia, Yuyun, dan Adel yang telah menjadi sahabat dan saudara bagi penulis. Terimakasih untuk setiap warna yang telah diberikan kepada penulis dalam menjalani 8 semester perkuliahan ini. Terimakasih untuk setiap tawa dan pertengkaran yang akan selalu menjadi kenangan indah. Terimakasih untuk setiap pelajaran hidup dan motivasi yang membangkitkan semangat penulis. Sehat selalu untuk kalian, sukses terus kedepannya, biarlah Tuhan yang akan selalu memberkati kalian disetiap proses kehidupan kalian, kiranya Tuhan

memberkati kalian semua dengan sukacita, keberhasilan, dan percintaan yang manis.

15. Jelicia yang telah menjadi sahabat dan saudara bagi penulis. Terimakasih buat awal perjumpaan yang manis sehingga kita bisa menjadi sangat dekat seperti saudara. Terimakasih untuk setiap dukungan, doa, dan nasehat yang selalu datang setiap harinya. Terimakasih telah membawa warna dalam kehidupan bergereja penulis. Biarlah kebaikan yang Jeli berikan akan dibalas Tuhan dengan berkat-Nya yang berkelimpahan, semangat terus untuk kerjanya dan lancar buat kuliahnya. Kiranya Tuhan akan selalu menolong Jeli disetiap proses kehidupan jeli, dipertemukan dengan orang-orang baik yang mengasihi Jeli, dan kisah percintaan yang manis.

16. Teman-teman kimia Angkatan 2021 (Lawrensium). Terimakasih untuk kebersamaannya selama perkuliahan, sukses selalu untuk kita semua.

17. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penulisan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih untuk setiap dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf untuk kesalahan dan kekurangan dalam penulisan ini, dan penulis menerima segala kritik maupun saran yang akan membangun dan menyempurnakan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Indralaya, 16 Juli 2025

Penulis

SUMMARY

UTILIZATION OF CHICKEN EGGSHELL WASTE AND CARBON BLACK AS FILLER AND ITS EFFECT ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOLID RUBBER COMPONENTS

Muthiara Romastiur br Sinaga: Supervised by Dra. Fatma, M.S and Andi Wijaya, S. T.P., M. Eng.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University ix + 61 pages, 3 Tables, 15 Figures, 4 Appendices.

Carbon black is a filler material that is often used in the manufacture of solid rubber compounds. The availability of carbon black is limited and its price is increasing, therefore alternative filler materials are needed to reduce the use of carbon black. The use of chicken eggshell waste as an alternative filler material in the manufacture of solid rubber compounds has become an innovative solution to reduce dependence on carbon black derived from petroleum. This study aims to optimize the use of chicken eggshell waste with carbon black as a filler material in solid rubber compounds and to analyze its physical properties.

In this study, variations in the amount of filler material between eggshells and carbon black were carried out. The purpose of varying the amount of filler material was to determine the most optimal filler composition for the physical properties of solid rubber compounds. Variations in the amount of filler material used between eggshells and carbon black were 15: 35, 25: 25, 35: 15. Eggshells were activated using 2M sulfuric acid solution. The activated eggshells were analyzed using X-Ray Diffraction (XRD) to determine the composition of calcium carbonate and Scanning Electron Microscopy (SEM) to observe the surface morphology of chicken eggshells. The solid rubber compound was tested for its physical properties including hardness, tensile strength, elongation at break, tear resistance, and abrasion resistance according to ASTM standards.

The results of the study indicate that the combination of chicken eggshell filler and carbon black as a filler can improve the physical properties of solid rubber compounds but not as good as carbon black. The increase in surface area and pore size due to eggshell activation contributes significantly to the mechanical strength of the compound. Based on the results of XRD testing, the main content in eggshells is calcium carbonate (CaCO_3) and based on the results of SEM testing, there are changes in the morphological structure of the shells before and after activation, which is characterized by an increase in pore size after activation. Thus, this study not only provides an alternative and is environmentally friendly, but also provides added value to household organic waste.

Keywords: Chicken Egg Shell, Carbon Black, Solid Rubber Compound, XRD, SEM, Physical Properties.

Citations : 45 (2008-2024)

RINGKASAN

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM DAN KARBON HITAM SEBAGAI *FILLER* SERTA PENGARUHNYA PADA SIFAT FISIK KOMPON KARET PADAT

Muthiara Romastiur br Sinaga : Dibimbing oleh Dra. Fatma, M.S dan Andi Wijaya, S.T.P., M. Eng.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya ix + 61 halaman, 3 Tabel, 15 Gambar, 4 Lampiran.

Karbon hitam merupakan bahan pengisi (*filler*) yang sering digunakan dalam pembuatan kompon karet padat. Ketersediaan karbon hitam yang terbatas dan harganya yang mengalami peningkatan, oleh karena itu diperlukan bahan pengisi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pemakaian karbon hitam. Penggunaan limbah cangkang telur ayam sebagai bahan pengisi alternatif dalam pembuatan kompon karet padat telah menjadi solusi inovatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap karbon hitam yang berasal dari minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah cangkang telur ayam dengan karbon hitam sebagai bahan pengisi (*filler*) pada kompon karet padat serta menganalisis sifat fisiknya.

Pada penelitian ini dilakukan variasi jumlah bahan pengisi antara cangkang telur dan karbon hitam. Tujuan variasi jumlah bahan pengisi untuk mengetahui komposisi bahan pengisi yang paling optimal terhadap sifat fisik kompon karet padat. Variasi jumlah bahan pengisi yang digunakan antara cangkang telur dan karbon hitam sebesar 15 : 35, 25 : 25, 35 : 15. Cangkang telur diaktivasi menggunakan larutan asam sulfat 2M. Cangkang telur yang telah diaktivasi dilakukan analisis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui komposisi kalsium karbonat serta *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati morfologi permukaan cangkang telur ayam. Kompon karet padat dilakukan uji sifat fisiknya meliputi kekerasan, kekuatan tarik, perpanjangan putus, ketahanan sobek, dan ketahanan kikis sesuai standar ASTM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *filler* cangkang telur ayam dan karbon hitam sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan sifat fisik kompon karet padat akan tetapi tidak sebaik karbon hitam. Peningkatan luas permukaan dan ukuran pori akibat aktivasi cangkang telur memberikan kontribusi signifikan terhadap kekuatan mekanis kompon. Berdasarkan hasil pengujian XRD menunjukkan kandungan utama dalam cangkang telur berupa kalsium karbonat (CaCO_3) dan berdasarkan hasil pengujian SEM menunjukkan adanya perubahan struktur morfologi cangkang sebelum dan sesudah dilakukan aktivasi yang ditandai dengan ukuran pori-pori yang meningkat setelah diaktivasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan alternatif dan ramah lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah pada limbah organik rumah tangga.

Kata kunci: Cangkang Telur Ayam, Karbon Hitam, Kompon Karet Padat, XRD, SEM, Sifat Fisik.

Sitasi : 45 (2008-2024)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	x
RINGKASAN.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Cangkang Telur Ayam.....	4
2.2 Limbah Cangkang Telur Ayam	4
2.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	5
2.4 Karet Alam	6
2.5 Kompon Karet Padat.....	8
2.6 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	8
2.7 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	9
2.8 Sifat Fisik Kompon Karet Padat.....	11
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu.....	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Persiapan Bahan Pengisi Cangkang Telur	14

3.3.2	Pengeringan, Penghalusan dan Pengayakan	14
3.3.3	Proses Aktivasi Cangkang Telur	14
3.3.4	Analisis Karakterisasi Filler Cangkang Telur	15
3.3.4.1	Analisis Menggunakan XRD	15
3.3.4.2	Analisis Menggunakan SEM.....	15
3.3.5	Pembuatan Kompon Karet	16
3.3.6	Analisis Karakterisasi Kompon Karet	17
3.3.6.1	Analisis Kekerasan	17
3.3.6.2	Analisis Kekuatan Tarik	17
3.3.6.3	Analisis Perpanjangan Putus	18
3.3.6.4	Analisis Ketahanan Sobek	18
3.3.6.5	Analisis <i>Specific Gravity</i>	18
3.3.6.6	Analisis Rheometer 150 °C.....	19
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	<i>Filler</i> Cangkang Telur	20
4.2	Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) <i>Filler</i> Cangkang Telur	21
4.3	Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) <i>Filler</i> Cangkang Telur	22
4.4	Sifat Fisik Kompon Karet	24
4.4.1	Analisis Kekerasan	27
4.4.2	Analisis Kekuatan Tarik	29
4.4.3	Analisis Perpanjangan Putus.....	30
4.4.4	Analisis Ketahanan Sobek	32
4.4.5	Analisis <i>Specific Gravity</i>	34
4.4.6	Analisis Rheometer 150 °C.....	36
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Limbah Cangkang Telur Ayam (Hasibuan dkk, 2021).....	5
Gambar 2. Karet alam	6
Gambar 3. Struktur 1,4-cis poliisoprena dengan tanda posisi C (Winarti dkk, 2022).....	7
Gambar 4. Kompon Karet	8
Gambar 5. Pola XRD CaCO_3 berdasarkan JCPDS nomor 96-901-6707.....	9
Gambar 6. Serbuk cangkang telur diaktivasi dan tidak diaktivasi.....	20
Gambar 7. Pola XRD cangkang telur.....	22
Gambar 8. Morfologi SEM dari cangkang telur sebelum diaktivasi dengan perbesaran 1000x, 2000x, dan 4000x.....	23
Gambar 9. Morfologi SEM dari cangkang telur setelah diaktivasi dengan perbesaran 1500x, 2000x, dan 4000.....	23
Gambar 10. Kompon karet padat	26
Gambar 11. Grafik nilai kekerasan kompon karet padat.....	27
Gambar 12. Grafik nilai kekuatan tarik kompon karet padat.....	29
Gambar 13. Grafik perpanjangan putus kompon karet padat.....	31
Gambar 14. Grafik nilai ketahanan sobek kompon karet padat.....	33
Gambar 15. Grafik nilai <i>specific gravity</i> kompon karet padat.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Formula kompon karet untuk setiap perlakuan.....	16
Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisik Kompon Karet	25
Tabel 3. Hasil uji rheometer kompon karet padat.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja.....	45
Lampiran 2. Spektra XRD dan Perhitungan Ukuran Partikel.....	47
Lampiran 3. Data Pengujian Sifat Fisik dan Perhitungan Delta Torsi.....	49
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karet termasuk salah satu bahan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia karena ringan, praktis, dan mudah ditemukan. Karet digunakan hampir di semua industri dan kegiatan sehari-hari. Sebelum dibuat menjadi produk, karet alam harus dibuat menjadi kompon (Rifdah et al., 2022). Karet alam didefinisikan sebagai polimer isoprene (C_5H_8) yang memiliki bobot molekul yang besar. Cis-1,4 poliisoprena merupakan struktur dasar karet alam, yang dapat disintesis secara alami melalui polimerisasi bahan lain. Karet alam dapat digunakan sebagai bahan dasar atau kompon padat untuk membuat berbagai produk jadi karet. Kompon karet terdiri dari campuran karet alam dan bahan kimia yang memiliki komposisi yang berbeda berdasarkan bagaimana produk dibuat (Marlina et al., 2015).

Bahan pengisi sebagai bahan pendukung dengan porsi terbesar dalam pembuatan kompon karet, memiliki fungsi untuk meningkatkan sifat fisik karet, meningkatkan karakteristik pengolahan dan mengurangi biaya. Karena ukurannya yang besar, pemilihan bahan baku untuk pembuatan kompon karet sangat penting karena dapat mempengaruhi sifat fisik karet dan biaya produksi (Vachlepi dan Suwardin, 2015). Bahan pengisi (*filler*) yang sering digunakan dalam pembuatan kompon karet merupakan karbon hitam, yang didapat dari minyak bumi dan diimpor dari negara lain. Selain itu, sebagai sumber energi tak terbarukan, minyak bumi cenderung akan habis jika digunakan terus menerus dan harganya selalu naik setiap tahun. Peningkatan ini berdampak pada harga karbon hitam yang semakin mahal (Vachlepi dan Suwardin, 2015). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap karbon hitam, maka diperlukan bahan pengisi alternatif terutama yang berasal dari limbah industri maupun rumah tangga yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Salah satu limbah rumah tangga yang mudah dijumpai dan banyak ditemukan adalah cangkang telur. Limbah cangkang telur sulit didegradasi oleh tanah maupun mikroorganisme di dalamnya, sehingga hal tersebut dapat menimbulkan masalah lingkungan. Kandungan cangkang telur ayam terdiri dari kalsium karbonat ($CaCO_3$) 95%, magnesium oksida (MgO) 0,83%, sulfur trioksida (SO_3) 0,66%, fosfor pentoksida (P_2O_5) 0,43%, aluminium oksida (Al_2O_3) 0,08%,

silikon dioksida (SiO_2) 0,07%, dikloro trioksida (Cl_2O_3) 0,06%, dan stronsium peroksida (SrO_2) 0,04% (Iskandar dan Wahyudi, 2023). Besarnya kandungan kalsium karbonat pada cangkang telur, membuat cangkang telur dapat digunakan sebagai *filler* kompon karet karena memiliki sifat yang mengikat pada ikatan bahan karet. Setiyawan, dkk (2021) menyatakan bahwa dalam cangkang telur terdapat silika yang dapat dimanfaatkan. Silika sebagai salah satu bahan pengisi aktif yang akan meningkatkan kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis, dan perpanjangan putus komposit karet.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Febriani dkk (2016) penggunaan bahan pengisi cangkang telur sebagai *filler* sol karet cetak, didapatkan nilai sifat fisika yang dihasilkan baik dan memenuhi SNI 0778 : 2009 mengenai persyaratan mutu sol karet cetak. Cangkang telur memiliki banyak potensi untuk digunakan karena ketersediaan dari cangkang telur yang banyak terutama dari industri makanan dan peternakan, selain itu cangkang telur mengandung kalsium karbonat yang memiliki beragam manfaat sebagai bahan baku dalam industri seperti pupuk organik serta bahan dalam pembuatan semen dan harganya yang ekonomis jika dibandingkan *filler* konvensional. Oleh karena itu pada penelitian ini, penulis akan melakukan penggabungan bahan pengisi (*filler*) antara cangkang telur ayam sebagai bahan pengisi tidak aktif dengan karbon hitam sebagai bahan pengisi aktif akan menghasilkan produk dengan sifat fisik yang baik serta dapat mengurangi penggunaan karbon hitam dalam jumlah yang besar dan dapat mengurangi limbah cangkang telur yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari cangkang telur ayam sebagai filler kompon karet padat?
2. Bagaimana pengaruh variasi berat cangkang telur ayam dan karbon hitam yang baik sebagai filler kompon karet padat?
3. Bagaimana sifat fisik kompon karet padat yang menggunakan cangkang telur ayam dan karbon hitam sebagai filler kompon karet padat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik dari cangkang telur ayam dengan menggunakan XRD untuk mengetahui komposisi kalsium karbonat, dan SEM untuk melihat permukaan cangkang yang telah diaktivasi.
2. Mengetahui variasi berat cangkang telur ayam dan karbon hitam yang baik sebagai filler kompon karet padat.
3. Mengetahui sifat fisik kompon karet padat yang dihasilkan dari penggunaan cangkang telur ayam dan karbon hitam sebagai filler kompon karet padat terhadap kekerasan, kekuatan tarik, perpanjangan putus, ketahanan sobek, *specific gravity*, dan rheometer 150°C.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan solusi terkait masalah limbah cangkang telur ayam yang sulit terurai serta dapat mengurangi penggunaan karbon hitam sebagai bahan pengisi (filler) kompon karet padat dalam jumlah yang besar. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menambah sifat fisik dan karakteristik dari kompon karet padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Amelia, D., Pratiwi, A., Saputri, L. W., Deviany, Yuniarti, R., Suhartono, dan Suharto. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Koagulan Alami terhadap Karakteristik Karet Klon PB 260. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11 (1): 36–43. <https://doi.org/10.32734/jtk.v11i1.8418>
- Amanah, I. N., Indah, F., Indriyani, P., dan Asriza, R. O. 2022. Pengaruh Jenis Asam Pada Aktivasi Cangkang Telur Sebagai Adsorben Logam Cu Pada Air Kolong. Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat, 117–122.
- Anti, J., dan Ginting, E, M. 2019. Pengaruh Campuran Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) dan Carbon Black Terhadap Sifat Mekanik Kompon Karet. *Jurnal Einstein*. 7 (3): 22-29.
- Ardi, A., Anggriyani Ria, Ayadi, S., Fitri, N., dan Nurhasanah, D. 2023. Studi Literatur Pemanfaatan Cangkang Telur Menjadi Pupuk Organik Yang Baik Untuk Tanaman. *Prosiding Semnas Bio* : 828–841.
- Choudhary, O. P., dan Priyanka. 2017. Scanning Electron Microscope: Advantages and Disadvantages in Imaging Components. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6 (5): 1877–1882. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2017.605.207>
- Cifriadi, A., Falaah, A, F., Handayani, H., Ramadhan, A., Fitriani, R., dan Fitriani, I, N. 2024. Formulasi dan Analisis Mutu Selang Karet Untuk DME, LPG, dan Gas Alam (LNG). *Jurnal Penelitian Karet*. 42 (1) : 47-56.
- Cifriadi, A., Sugita, P., Kemala, T., dan Nikmatin, S. 2023. Kajian Penggunaan Carbon Black N990 Sebagai Bahan Pengisi Kompon Karet Alam Sifat Dinamik, Kestabilan Termal, dan Ketahanan Panas. *Jurnal Riset Kimia*. 14 (1) : 24-34.
- Diningsih, C., dan Rohmawati, L. 2022. Synthesis Of Calcium Carbonate (CaCO_3) From Eggshell By Calcination Method. *Indonesian Physical Review*. 5 (3): 208–215. <https://doi.org/10.29303/ipr.v5i3.174>.
- Delvitasari, F., Maryanti., dan Winarto. Pengaruh Jumlah Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan Kompon Footstep Sepeda Motor. 2017. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. 127-133.
- Evanuarini, H., Thohari, I., dan Safitri, A, R. 2021. *Industri Pengolahan Telur*. Malang: UB Press.
- Farida, E., Bukit, N., Ginting, E, M., dan Bukit, B, F. 2019. The Effect of Carbon Black Composition in Natural Rubber Compound. Case Studies in Thermal Engineering. 16 : 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100566>.
- Febriani, N., Fachry, A. R., dan Suharman. 2016. Mempelajari Sifat Fisika Sol Karet Cetak Dengan Filler Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 27 (1): 69–75.

- Hakim, L., Dirgantara, M., dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 1 (10): 44-51.
- Hasan, A., Dewi, E., Purnamasari, I., Irawan, D., dan Yoga, P. 2019. Sifat Fisik Vulkanisat Karet Dengan Bahan Pengisi Variasi Tanah Liat Di Berbagai Lapisan Area Tambang PT. Bukit Asam (PERSERO) TBK. *Jurnal Kinetika*. 10 (1): 31-37.
- Hasibuan, S., Nugraha, M,R., Kevin, A., Rumbata, N., Syahkila., Dhewanty, A, A., Fadillah, M, R., Kurniati, M., Trilanda, N., Afifah, S, N., dan Shafira, T. 2021. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Pupuk Organik Cair di Kecamatan Rumbai Bukit. *Journal Of Community Empowering and Services*. 5 (2): 154-160
- Hisyam, H, H., Listijorini, E., dan Dwinanto. 2024. Analisis Perbandingan Sifat Mekanik dari Variasi Kandungan *Filler* Serbuk Cangkang Kerang Darah dan Serbuk Cangkang Telur dengan Pengikat Karet Alam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. 10 (3) : 86-94.
- Hoten, H. Van. 2020. Analisis Karakterisasi Serbuk Biokeramik Dari Cangkang Telur Ayam Broiler. *Rotor*. 13 (1): 1. <https://doi.org/10.19184/rotor.v13i1.18874>
- Irmawan, D., dan Kromah, B. 2019. Kajian Ukuran Serbuk Komposit Limbah Cangkang Telur Terhadap Ketangguhan Impak. *Jurnal Arsitektur Grid*. 1 (2) : 24-27.
- Sari, T, I., Fatma, A, N., Damayanti, A, Z., Rosdiana., Moeksin., dan Selpiana. 2021. the Effect of Fly Ash and Carbon Black As Reinforcing Filler on the Mechanical Properties of Rubber Seals From Natural Rubber. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 31 (2): 145–155.
- Irmawan, D., dan Karomah, B. 2019. Kajian Ukuran Serbuk Komposit Limbah Cangkang Telur Terhadap Ketangguhan Impak. *Journal of Architecture and Built Environment*. 1 (2) : 24-27.
- Iskandar, I., dan Wahyudi, H. 2023. Pengaruh Fraksi Volume dan Ukuran Partikel Cangkang Telur Ayam terhadap Kekuatan Impak Komposit Polyester. *International Conference on Chemical and Material Engineering*. 26 (1) : 21-27.
- Iqbal, M., Firdaus, M., Fauzan, M. A., Novayanti, M., Sujana, F. S., Maulana, M, R., Maulidiah, H, M., Puspita, W, R., Mustanir, M., Jefiza, A., Budiana, B., dan Asaad, N. S. 2021. Penggunaan SEM dan Image-J dalam Mempelajari Ketebalan Lapisan Mikrostruktur. *Journal of Applied Electrical Engineering*. 5 (2): 69–74. <https://doi.org/10.30871/jaee.v5i2.3746>
- Khoerunisa., Nofriyadi, dan Adlina, S. 2024. Kadar Kalsium Karbonat Limbah. *Perjuangan Nature Pharmaceutical Conference*. 1 (1): 25–37.
- Kinasih, N, A., Cifriadi, A., dan Wijaya, T. 2018. Karakterisasi Sifat Fisik dan

- Ketahanan Terhadap Lingkungan Asam Gambut Material Canal Blocking Berbasis Komposit Karet Alam. *Jurnal Penelitian Karet*. 36 (1) : 51-64.
- Marlina, P., Pratama, F., Hamzah, B., dan Pambayun, R. 2015. Karakteristik Kompon Karet Dengan Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa Dan Nano Silika Sekam Padi Characteristics of Rubber Compound With the Fillers of Activated Coconut Shell Carbon and Nano-Sized Silica From Rice Husks. *Rindit Pambayun J Tek Ind Pert*. 25 (1): 85–93.
- Maryanti., Delvitasari, F., dan Winarto. 2018. Karakteristik Sifat Fisika Kompon Karet Alam Sebagai Bahan Dasar Footstep Sepeda Motor Dengan Berbagai Formula. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29 (1) : 29-34.
- Mayasari, H, E., Setyorini, I., dan Setyadewi, N, M. 2018. Kemampuan Proses dan Karakterisasi Vulkanisasi Campuran NBR/EPDM. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29 (1) : 19-28.
- Mukhlisin., dan Febrialdi, A. 2019. Pengaruh Penggunaan Ekstrak Belimbing Wulu (*Averrhoa bilimbi L.*) Sebagai Penggumpal Getah Karet. *Jurnal Sains Agro*. 4(2) : 1-8.
- Nasruddin. 2018. Sifat Mekanik Rubber Waves dari Komposit Karet Alam dan Karet Sintesis Menggunakan Multi Filler. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29 (1) : 35-45.
- Nasruddin, N., dan Bondan, A. T. 2018. Efek Penambahan Epdm Pada Karet Alam Terhadap Sifat Mekanik Karet Busa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29 (2): 155. <https://doi.org/10.28959/jdpi.v29i2.4327>
- Pebrianti, S. A ., dan Ilyas, F, M.. 2024. *Pemanfaatan hasil samping cangkang telur untuk fortifikasi kalsium pada berbagai produk pangan : tinjauan literatur*. *Journal of Food and Agricultural Product*. 4 : 8–18.
- Praesillia, C. 2015. Kriteria Marshall Pada Campuran Lapis Aspal Beton-Lapis Antara Bergradasi Halus. *Jurnal Sipil*. 3 (12) : 813–820. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/10702>
- Prasetya, H. A. 2014. Penentuan Umur Simpan Kompon Karet Pegangan Setang Kendaraan Bermotor dengan Bahan Pengisi Abu Sekam Padi. *Journal of Industrial Research*. 8 (1) : 147-157.
- Prasetyo, B, D., dan Wulung, S. 2023. Optimasi Penggunaan *Carbon Black* Pada Bantalan Dermaga dengan Mempertimbangkan Sifat Fisis Produk. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 8 (1) : 14-23.
- Rifdah, R., Juniar, H., & Sariska, E. D. 2022. P Pengaruh Jenis Bahan Pengisi Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 13 (1) : 39–47. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i01.142>.
- Sari, T, I., Fatma, A, N., Damayanti, A, Z., Moeksin, R, M., dan Selpiana. 2021. Pengaruh Fly Ash dan Carbon Black Sebagai Reinforcing Filler Terhadap Sifat Mekanik Seal Karet Tabung Gas Dari Karet Alam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 31 (2) : 145-155.

- Septiano, A, F., Susilo., dan Setyaningsih, N, E. 2021. Analisis Citra Hasil Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray (SEM EDX) Komposit Resin Timbal Dengan Metode Contrast to Noise Ratio (CNR). *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*. 44 (2) : 81-85.
- Setiyawan, A, I., Karimy, M, F., dan Erwinda, Z. 2021. Karakteristik Mikro Struktur dan komposisi Cangkang Telur Unggas Domestik dengan Menggunakan SEM dan XRF. Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan. 490-496.
- Sipayung, M. 2022. *Process and Characterization of Natural Rubber Modification (Sir-20) With Grafting Maleat Anhydride*. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*. 5 (1) : 18–24.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., dan Dimyati, A. 2017. Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9 (1) : 44. <https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3563>
- Suliknyo. 2017. Pengembangan Formula Compound Rubber Dalam Pembuatan Sol Sepatu. *Jurnal Teknik Mesin*. 6 (1) : 1-5.
- Susanto, T., dan Rahmaniar. 2020. Pengaruh Komposisi Bahan Pengisi Kaolin dan Karbon Hitam Terhadap Sifat Fisik, Kekuatan tarik, dan Ketahanan Usang Pada Vulkanisat Karet Alam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 32(1):1-7.
- Vachlepi, A., dan Suwardin, D. 2015. Kajian Pembuatan Kompon Karet Alam dari Bahan Pengisi Abu Briket Batubara dan Arang Cangkang Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 26 (1) : 1-9.
- Winarto, D, A., Liza, C., Fathurrohman, M, I., dan Chalid, M. 2022. Mini Review Hidrohenasi Karet Alam. *Warta Perkaretan*. 41 (1) : 45-60.
- Yaman, A. M. 2019. *Teknologi Penangan Pengolahan Limbah Ternak dan Hasil Samping Peternakan*. Syiah Kuala University Press : Aceh.