

**PENGARUH KOMPOSISI CANGKANG KELAPA SAWIT DAN
SERAT BAMBU TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT
TERMAL KAMPAS REM NON ASBESTOS**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

Muhammad Auliya Adriyanto

3331200106

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

No : 069/UN.43.3.1/PK.03.09/2024

TUGAS AKHIR


Pengaruh Komposisi Cangkang Kelapa Sawit dan Serat Bambu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Termal Kanvas Rem Non Asbestos

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Auliya Adriyanto
3331200106

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 03 Juli 2024

Pembimbing Utama



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



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

Anggota Dewan Penguji


Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001


Miftahul Jannah, S.T., M.T.
NIP. 199103052020122000


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


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

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

Tanggal, 24 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Auliya Adriyanto

NPM : 3331200106

Judul : Pengaruh Komposisi Cangkang Kelapa Sawit dan Serat Bambu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Termal Kampas Rem *Non Asbestos*

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya

Cilegon, 18 April 2024



Muhammad Auliya Adriyanto
NPM. 3331200106

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'alla karena memberikan banyak nikmat kepada penulis, baik nikmat Iman, nikmat Islam, dan nikmat ihsan, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Laporan yang berjudul "Pengaruh Komposisi Cangkang Kelapa Sawit dan Serat Bambu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Termal Kampas Rem *Non Asbestos*", laporan ini ditunjukkan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi kelulusan pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Akan tetapi penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi memperbaiki penulisan laporan ini dimasa yang akan datang. Selain itu penulis juga berterimakasih kepada para pihak yang sudah terlibat dalam merealisasikan atas bantuan dan bimbingannya, Kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan sekaligus menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan proposal tugas akhir ini.
3. Ibu Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan sekaligus menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan proposal tugas akhir ini.
4. Dr. Ir. Eng. Hendra, ST., M.Eng. Selaku Dosen Akademik yang telah membimbing selama proses perkuliahan penulis dari awal semester hingga penyusunan laporan skripsi
5. Seluruh Dosen dan Civitas Akademik Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu, bimbingan maupun motivasi yang telah diberikan pada selama menjalani perkuliahan

6. Bapak Eko Sutanto dan Ibu Yulyana sebagai orang tua penulis yang sangat berjasa dan istimewa yang selalu menemani dan mendoakan penulis disetiap langkah perjalanan hidup penulis
7. Seluruh teman teman warung padeh yang telah menemani setiap proses penulis dan memberikan motivasi dan semangat dari masa SMA sampai saat ini
8. Seluruh teman teman Teknik Mesin angkatan 2020 yang telah menemani dan memberikan motivasi serta mendoakan penulis dari awal perkuliahan sampai saat ini

Dengan demikian, penulisan laporan tugas akhir yang bisa saya sampaikan dengan segala kekurangan dan segala keterbatasan, dan saya berharap laporan yang saya buat dapat berguna untuk pembaca dan bermanfaat untuk masa yang akan datang. Atas segala kekurangan dan keterbatasan untuk memberikan saran dan kritik yang membangun agar dapat menulis laporan yang baik dan benar dikemudian hari

Cilegon, 18 April 2024

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan serat bambu terhadap sifat fisik dan termal kampas rem. Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit dengan variasi 20%, 15%, dan 5%, serta serat bambu dengan variasi 5%, 10%, dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi *filler* dan serat bambu mempengaruhi densitas, porositas, dan daya serap air kampas rem. Pengujian stabilitas termal melalui TGA mengungkapkan bahwa komposisi material yang berbeda mempengaruhi suhu dekomposisi dan residu abu yang dihasilkan. Penggunaan kombinasi cangkang kelapa sawit dan serat bambu dalam kampas rem menghasilkan material komposit dengan karakteristik yang menguntungkan, termasuk peningkatan ketahanan aus dan performa pengereman yang konsisten. Penelitian ini menyimpulkan bahwa komposisi material yang tepat dapat meningkatkan performa dan keamanan kampas rem secara signifikan. Sehingga didapatkan hasil *weight loss* tertinggi sebesar 2.471 mg pada varian ke 3 dengan komposisi 5%:20%, dan nilai terkecilnya pada varian ke 1 dengan komposisi 20%:5% sebesar 1.073 mg. Pengurangan massa ini yang dapat dianalisa apakah kampas rem dapat menahan panas dalam berbagai kondisi, selain itu *weight loss* tinggi menunjukkan kampas rem tersebut cepat mengalami keausan

Kata Kunci : *Fraksi Volume, Pengujian Fisik, Pengujian TGA, Weight Loss*

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in the composition of palm shell filler and bamboo fiber on the physical and thermal properties of brake pads. The composition used in this study is oil palm shells with variations of 20%, 15%, and 5%, as well as bamboo fiber with variations of 5%, 10%, and 20%. The results showed that the variation in the composition of filler and bamboo fiber affected the density, porosity, and water absorption of brake pads. Thermal stability testing through TGA revealed that different material compositions affect the decomposition temperature and ash residues produced. The use of a combination of palm shell and bamboo fibre in brake pads results in a composite material with favorable characteristics, including improved wear resistance and consistent braking performance. This study concluded that the right material composition can significantly improve the performance and safety of brake pads. So that the highest weight loss result was obtained at 2,471 mg in the 3rd variant with a composition of 5%:20%, and the smallest value in the 1st variant with a composition of 20%:5% was 1,073 mg. This mass reduction can be analyzed to see if brake pads can withstand heat in various conditions. In addition, the high weight loss indicates that the brake pads wear out quickly

Keywords: *Volume Fraction, Physical Testing, TGA Testing, Weight Loss*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>State of Art</i>	4
2.2 Kampas Rem	5
2.2.1 Klasifikasi Kampas Rem	7
2.2.2 Karakteristik Kampas Rem.....	8
2.2.3 Standar Kampas Rem.....	9
2.3 Komposit	10
2.5.1 Bagian Utama Komposit.....	11
2.5.2 Hubungan Interaksi Penguat dan Matriks.....	12
2.5.3 Klasifikasi Komposit Menurut Jenis Penguatnya.....	13
2.5.4 Klasifikasi Komposit Menurut Jenis Matriksnya	14
2.4 Serat Alami.....	16
2.5 Cangkang Kelapa Sawit	17
2.6 Serat Bambu	19
2.7 Sifat Fisik Komposit.....	20
2.6.1 Densitas.....	20

2.6.2 Porositas.....	21
2.6.3 Daya Serap Air.....	22
2.8 Sifat Termal Komposit	22
2.7.1 Pengujian TGA	23
2.7.2 Paparan Panas	24
2.9 Alumina Powder	25
2.10 Graphite Powder	26
2.11 ZnO.....	27
2.12 Perlakuan Alkali	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Prosedur Penelitian.....	30
3.3 Alat dan Bahan	34
3.3.1 Alat yang Digunakan	34
3.3.2 Bahan yang Digunakan	38
3.4 Variabel Pengujian	40
3.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Komposisi Varian Kampas Rem	42
4.4.1 Massa Jenis Bahan yang Digunakan.....	43
4.4.2 Fraksi Volume Kampas Rem	43
4.2 Sifat Fisik Kampas Rem	44
4.2.1 Hasil Pengujian Densitas	44
4.2.2 Hasil Pengujian Porositas	47
4.2.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air	50
4.3 Sifat Termal Kampas Rem	52
4.3.1 Hasil Pengujian Paparan Panas	52
4.3.2 Hasil Pengujian TGA (<i>Thermogravimetry Analysis</i>).....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59

Daftar Pustaka

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kampas Rem.....	6
Gambar 2.2 Kampas Rem <i>Asbestos</i> dan <i>Non Asbestos</i>	7
Gambar 2.3 Standar SNI 09-9134-1987	10
Gambar 2.4 Komposit.....	10
Gambar 2.5 <i>Fibre Composite</i>	13
Gambar 2.6 <i>Particular Composite</i>	14
Gambar 2.7 <i>Laminates Composite</i>	14
Gambar 2.8 <i>Polymer Matrix Composite</i>	15
Gambar 2.9 <i>Metal Matrix Composite</i>	15
Gambar 2.10 <i>Ceramic Matrix Composite</i>	16
Gambar 2.11 <i>Carbon Matrix Composite</i>	16
Gambar 2.12 Cangkang Kelapa Sawit.....	18
Gambar 2.13 Serat Bambu.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2 Saringan Mesh 80	34
Gambar 3.3 Neraca Digital.....	35
Gambar 3.4 Blender.....	35
Gambar 3.5 Cetakan	36
Gambar 3.6 Sigmat Digital	36
Gambar 3.7 Oven.....	36
Gambar 3.8 Mesin <i>Coldpress</i>	37
Gambar 3.9 Gelas Ukur	37
Gambar 3.10 Mixer Pengaduk.....	37
Gambar 3.11 Cangkang Kelapa Sawit.....	38
Gambar 3.12 Serat Bambu.....	38
Gambar 3.13 ZnO	39
Gambar 3.14 Resin Epoksi	39
Gambar 3.15 <i>Alumina Powder</i>	40
Gambar 3.16 <i>Graphite Powder</i>	40

Gambar 4.1 Grafik Densitas Teoritis dan Aktual.....	46
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Porositas	49
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Daya Serap Air	51
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Densitas dengan Porositas dan DSA	52
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan pada Suhu 150°C dan Suhu 250°C	57
Gambar 4.6 Grafik Pengujian TGA (20%:5%).....	59
Gambar 4.7 Grafik Pengujian TGA (15%:10%).....	60
Gambar 4.8 Grafik Pengujian TGA (5%:20%).....	62
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan <i>Weight Loss</i>	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Standar SNI 09-9134-1987	9
Tabel 2.2 Kandungan Cangkang Kelapa Sawit	18
Tabel 4.1 Fraksi Volume Varian Kampas Rem	42
Tabel 4.2 Massa Jenis	43
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Densitas.....	45
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Porositas.....	48
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Daya Serap Air.....	50
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Paparan Panas 150°C	53
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Paparan Panas 250°C	54
Tabel 4.8 Spesifikasi DSC	58
Tabel 4.9 <i>Weight Loss</i> Setiap Varian.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan teknologi dalam bidang otomotif sangat pesat, sehingga permintaan material otomotif pun semakin meningkat. Salah satu kebutuhan material utama pada sebuah kendaraan adalah sistem pengereman. Sistem pengereman dirancang untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan yang bergerak, serta mencegahnya bergerak jika kendaraan dalam keadaan diam (Iman, 2020). Umumnya kampas rem terbuat dari dua jenis bahan yaitu *Asbestos* dan *Non Asbestos*. Kampas rem yang terbuat dari serat asbes terkenal dengan ketahanan aus dan ketahanan gesekan yang baik, namun penggunaan material asbes pada kampas rem memiliki komponen yang tidak ramah lingkungan dan bersifat karsinogenik bagi kesehatan manusia. Sedangkan kampas rem non asbes terbuat dari material komposit yang aman dan ramah lingkungan seperti serat organik dan logam yang memiliki sifat tahan aus, panas, dan gesekan yang baik (Suhardiman, 2022).

Pada pembuatan kampas rem *non asbestos*, material pengisi atau *filler* yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit dan ZnO sebagai bahan tambahannya. Karakteristik cangkang kelapa sawit memiliki sifat fisik dan termal yang cukup baik untuk memastikan bahwa kampas rem dapat berfungsi dengan baik dalam mencapai koefisien gesek dan ketahanan panas dalam berbagai kondisi dan suhu yang berbeda beda, selain itu penggunaan cangkang kelapa sawit memiliki biaya yang relatif murah dan dapat membantu mengurangi limbah serta ketergantungan pada bahan *non-renewable* seperti asbes, yang dikenal memiliki dampak yang buruk bagi kesehatan dan lingkungan (Rehan, 2021). Penambahan senyawa ZnO mempunyai pengaruh yang sangat penting dalam mengurangi gesekan dan keausan antara kampas rem dengan cakram rem, serta meningkatkan stabilitas termal kampas rem dan mengurangi risiko penurunan performa akibat panas tinggi saat pengereman. Kampas rem yang terbuat dari ZnO umumnya lebih aman bagi kesehatan manusia dari debu yang dihasilkan (Danni, 2023).

Selain itu penggunaan serat bambu sebagai penguat atau *reinforced* merujuk pada penggunaan bahan tambahan dalam pembuatan material komposit, karena mempunyai kekuatan yang cukup tinggi sehingga dapat membantu meningkatkan ketahanan aus pada kampas rem. Ketahanan aus yang baik dapat memastikan kinerja pengereman yang konsisten pada melakukan pengereman (Raliannoor, 2019). Dapat diambil kesimpulan penggunaan komposisi *filler* berupa cangkang kelapa sawit dan penguat berupa serat bambu dalam pembuatan kampas rem dapat menghasilkan produk yang memiliki karakteristik yang menguntungkan

Komposisi bahan pengisi cangkang kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini adalah 20%, 15%, 5% dan komposisi serat bambu sebesar 5%, 10%, 20% serta matriks/pengikat yang digunakan adalah resin epoksi. Selain itu juga dilakukan perlakuan alkali yaitu suatu metode perubahan tegangan permukaan serat bambu dengan perlakuan alkali 5%. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai densitas, porositas, daya serap air dan stabilitas termal kampas rem dengan menggunakan material komposit ekologis dari beberapa variasi komposisi material

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ada beberapa rumusan masalah yang berisikan pertanyaan terhadap suatu masalah yang didapat dan disesuaikan pada saat melakukan penelitian, yaitu ;

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan komposisi *reinforced* serat bambu terhadap densitas, serapan air dan porositas?
2. Jelaskan perbandingan nilai stabilitas termal pada pengujian TGA terhadap kinerja kampas rem dengan variasi komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan komposisi *reinforced* serat bambu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan suatu bentuk penjelasan untuk meningkatkan pemahaman terhadap suatu penelitian yang sedang dilakukan. Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai, diantaranya sebagai berikut :

1. Mendapatkan pengetahuan tentang pengaruh variasi komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan *reinforced* serat bambu terhadap pengujian densitas, serapan air dan porositas pada kampas rem *non asbestos*
2. Menghitung perbandingan nilai stabilitas termal dan paparan panas terhadap kinerja kampas rem *non asbestos* dengan variasi komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan komposisi *reinforced* serat bambu

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat penelitian yang didapat pada saat melakukan penelitian, yaitu :

1. Dapat memberikan inovasi baru terhadap produk kampas rem yang terbuat dari komposisi *filler* cangkang kelapa sawit dan memberikan inovasi dalam pengembangan material ramah lingkungan
2. Solusi pengolahan sampah yang dapat didaur ulang menjadi suatu produk
3. Dapat berkontribusi pada keselamatan pengguna kendaraan, karena kampas rem yang lebih baik secara termal akan meningkatkan kinerja sistem pengereman dan mengurangi risiko kecelakaan

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan suatu ruang lingkup masalah yang ingin dibatasi, Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan limbah cangkang kelapa sawit sebagai *filler* yang berasal dari pandeglang dan serat bambu sebagai penguat/ *reinforced*
2. Mesh yang digunakan berukuran 80
3. Pengujian termal yang dilakukan pengujian TGA (*Thermal Gravimetry Analysis*)
4. Pengujian fisik yang dilakukan yaitu pengujian densitas, daya serap air dan porositas

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. &. (2022). *Soil Properties with Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) and Palm Kernel Shell (PKS) Composts*. *Sustainability*, 14(5), 2580-2592.
- Ahmad, M. &. (2020). *Mechanical Properties of Bamboo Fiber-Based Polymer Composites*. *Mechanical Properties of Bamboo Fiber-Based Polymer Composites. A Review. Polymer Composites*, 41(7), 2419-2430.
- Bokarev, A. S. (2020). *The effect of ZnO nanoparticles on the tribotechnical characteristics of brake shoe friction materials*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 871(1), 012022.
- Danni, E. R. (2023). Pengaruh Penambahan Filler dari Selulosa Tongkol Jagung dan Zink Oksida Pada Plastik Biodegradable. *Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi*, 92 - 95.
- Drastinawati, C. D. (2023). Pembuatan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Resin Polyester sebagai Material untuk Helm. *Journal of the Bioprocess, Chemical, and Environmental Engineering Science*, 59-64.
- Faruk, d. (2019). *Biocomposites Reinforced with Natural Fibers*. *Progress in Polymer Science*, 37(11), 1552-1596.
- Gao, S. &. (2019). *Effects of alkali treatment on the mechanical properties of bamboo fiber and bamboo fiber/polylactic acid composites*. *Journal of Natural Fibers*, 16(3), 339-350.
- Gibson, R. F. (2019). *Principles of Composite Material Mechanics*. New York: 2nd Edition.
- Hagwood, C. T. (2019). *Thermal Analysis of Polymers*. *Jurnal Chemical Reviews*.
- Harper, C. A. (2022). *Handbook of Plastics, Elastomers, and Composites, 4th Edition*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hybler, P. K. (2020). *Applications of Differential Scanning Calorimetry (DSC) in Quality Control and Research of Polymers*. *Literature Review*.
- Ikram, M. A. (2023). Karakteristik Komposit Cangkang Kelapa Sawit/Alumina/Epoksi sebagai Material Kampas Rem Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 13 - 17.

- Iman, N. (2020). Karakteristik Komposit Partikel Arang Kayu Akasia Bermatrik Epoxy Sebagai Salah Satu Alternatif Kampas Rem Non-Asbestos. *Iman, dkk./ ROTASI, Vol. 22 No. 1*, 7 -12.
- Khalil, H. P. (2019). *Bamboo Fiber Reinforced Biocomposites: A Sustainable Alternative to Conventional Structural Materials*. Springer.
- Kumar, R. &. (2019). Alkali treatment of bamboo and its effect on mechanical properties of bamboo fibers. *Journal of Natural Fibers* 16(6), 832-840.
- Lange, F. F. (2019). *Powder Processing Science and Technology for Increased Reliability*. Springer.
- Mrozowski, T. &. (2020). Mechanical Properties of Alumina Ceramics Based on Different Powder Batches. *Materials*, 13(20), 4601-4609.
- Mukesh, d. (2018). Applications of thermal analysis techniques in the quality control of medicines. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.
- Nakagaito, A. N. (2021). A simple chemical treatment for the surface modification of bamboo fibers. *Cellulose*, 22(1), 637-647.
- Nguyen, H. (2020). The tribological performance of brake friction composites reinforced by ZnO. *Advanced Materials and Devices*, 5(4), 579-586.
- Padture, N. P. (2022). Thermal Barrier Coatings for Gas-Turbine Engine Applications. *Science*, 296(5566), 280-284.
- Park, C. &. (2019). Graphite Powder for Thermal Management Applications. A Review." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 133(3), 1399-1410.
- Perdana, M. (2019). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serbuk Cangkang Kelapa Sawit/Epoksi terhadap Kekerasan dan Laju Keausan. *Jurnal Iptek Terapan Research of Applied Science and Education* V13, 45 - 54.
- Poowadin, S. S. (2020). A review of thermogravimetric analysis (TGA) techniques. *Kasetsart Journal of Natural Science*.
- Rahaman, M. (2019). Applications of thermal analysis characterizing the thermal properties of natural fibers. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*.
- Raliannoor. (2019). Pengaruh Fraksi Volume Penguat 2, 2,5 dan 3% Serat Bambu Haur dan Fiberglass terhadap Kekuatan Tarik Matriks Poliester. *Info Teknik, Volume 20No. 2* , 141 - 145.

- Rehan, M. &. (2021). *Effect of Palm Kernel Shell and Rice Husk on Properties of Sustainable Lightweight Concrete*. *Journal of Building Materials and Structures*, 8(2), 109-120.
- Ridwan, d. (2022). Pengaruh Sifat Material dan Termal Komposit PLA (Poly Lactid Acid) /Coconut Fiber (Sabut Kelapa) dengan Modifikasi Perendaman NaOH. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol. 20 No.02, Desember 2022 ISSN 1693-248X*, 1 - 5.
- Sanjay, A. (2019). *Applications of Natural Fibers and Its Composites. An Overview*. *Natural Resources*, 7(3), 108 - 114.
- Sharma, P. &. (2019). *Electrical Conductivity of Graphite Powders: Effects of Particle Size and Compaction Pressure*. *Carbon*, 147, 558-567.
- Sudibyo, A. (2021). Pengaruh Penampang Ingate terhadap Cacat Porositas dan Nilai Kekerasan pada Proses Pengecoran Alumunium menggunakan Cetakan Pasir. *Jurnal Mekanika Volume 12 Nomor 1*, 53 - 56.
- Suhardiman, M. S. (2022). Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes dari Komposit Polimer Serbuk Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Invontek Polbeng*, VOL. 07, NO. 2.
- Sukamto. (2022). Analisis Keausan Kampas Rem pada Sepeda Motor. *Jurnal Teknik VOL. 2 NO. 1*, 36.
- Sumiyanto, A. (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus dan Lentur pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Bina Teknika, Volume 15 Nomor 1, Edisi Juni* , 49 - 59.
- Sunardi, d. (2015). Variasi Campuran Fly Ash Batubara Material Komposit. *Jurnal Volume I Nomor 1 ISSN 2407-7852*, 90 - 98.
- Taktak, S. (2019). *Development and Characterization of Alumina-Based Ceramic Powders for Biomedical Applications*. *Ceramics International*, 44(9), 11000-11007.
- Thiruchelvam, S. &. (2020). *Strength Characteristics of Stabilized Soft Soil with Cement and Palm Kernel Shell Powder*. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(2), 221-229.

- Thomas, S. &. (2020). *Natural Fiber Reinforced Polymer Composites. A Review*. Nova Science Publishers.
- Tiwari, N. &. (2014). *Composite Materials: Properties, Characteristics, and Applications*. Scrivener Publishing LLC.
- Upara, N. (2019). Analisis Komparasi Kualitas Produk Kampas Rem Cakram. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah & Inovasi Volume 1.1*, 27 -31.
- Wanberg, J. (2010). *Composite Materials: Fabrication Handbook #1*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Zhang, W. (2020). *Differential Scanning Calorimetry Study of Epoxy–Graphene Nanoplatelet Composites*. *Journal of Applied Polymer Science*.