

**KARAKTERISTIK KAMPAS REM YANG MENGGUNAKAN
SERBUK KULIT BUAH MAJA SEBAGAI PENGUAT DENGAN
PERLAKUAN RENDAM ALKALI**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana
Strata-1 (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Disusun Oleh :
ANANTO YUDA PERMANA
3331180047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2022**

**KARAKTERISTIK KAMPAS REM YANG MENGGUNAKAN
SERBUK KULIT BUAH MAJA SEBAGAI PENGUAT DENGAN
PERLAKUAN RENDAM ALKALI**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana
Strata-1 (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Disusun Oleh :
ANANTO YUDA PERMANA
3331180047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2022**

**CHARACTERISTICS OF BRAKE PADS USING MAJA FRUIT
SKIN POWDER AS REINFORCEMENT WITH ALKALI SOAK
TREATMENT**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana
Strata-1 (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



**Disusun Oleh :
ANANTO YUDA PERMANA
3331180047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2022**

TUGAS AKHIR

Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Ananto Yuda Permana

3331180047

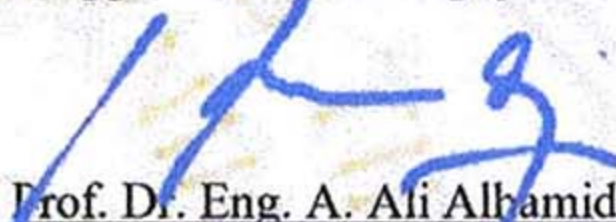
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 31 Oktober 2023

Pembimbing Utama

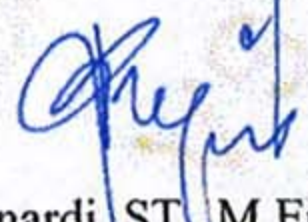

Sunardi, ST., M.Eng.
NIP. 197312052006041002

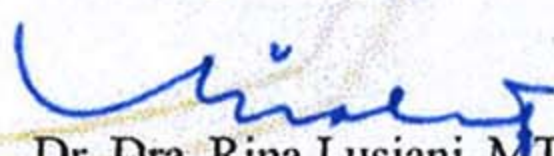

Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.
NIP.195904141986032002

Anggota Dewan Penguji


Prof. Dr. Eng. A. Ali Alhamidi, MT.
NIP. 197312131999031001


Iman Saefulloh, ST., M.Eng.
NIP. 197212072005011001


Sunardi, ST., M.Eng.
NIP. 197312052006041002


Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.
NIP.195904141986032002

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



Tanggal, 21 November 2023
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini,

Nama : Ananto Yuda Permana
NPM : 3331180047
Judul : Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit
Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali.

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa Tugas Akhir atau Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan tidak ada suatu duplikasi dengan karya penulis lain, kecuali beberapa karya yang telah disebutkan sumbernya.

Signa September 2022

METERAI TEMPEL
194CAMX068928C82
Ananto Yuda Permana

ABSTRAK

Meningkatnya mobilitas masyarakat menyebabkan banyaknya peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia sejak tahun 2016 – 2021 terjadi peningkatan yang semula hanya 112 juta menjadi 143 juta kendaraan pada tahun 2021. Meingkatnya jumlah kendaraan ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan penggunaan kampas rem yang merupakan salah satu komponen keselamatan dalam kendaraan bermotor. Kampas rem umumnya dibuat dari bahan serat *asbestos* yang tidak ramah lingkungan. Berdasarkan dengan permasalahan tersebut maka di lakukan inovasi terhadap penggunaan material kampas rem yang lebih ramah lingkungan. Bahan yang di gunakan dalam penelian ini yaitu serbuk kulit buah maja, abu jerami padi, dan resin epoxy. Penelitian dilakukan dengan variasi komposisi berdasarkan fraksi berat dengan 3 variasi A, B dan C. Material komposit ini kemudian melalui proses manufaktur untuk membentuk sesuai dengan spesimen yang akan melalui pengujian tekan , kekerasan dan juga XRD. Hasil uji tekan tertinggi pada variasi A dengan nilai sebesar 32,583 MPa dan terendah pada variasi C sebesar 19,731 MPa. Pada uji kekerasan diperoleh nilai tertinggi pada variasi C sebesar 82,3 HD dan terendah pada variasi A sebesar 79,9 HD. Karakterisasi XRD menunjukkan komposit terbentuk dengan presentase amorf, Ukuran Kristal tertinggi pada variasi A dengan nilai sebesar 9,6333 nm dengan nilai FWHM sebesar 0,9595 pada variasi C. Didapatkan nilai persentase kristalin tertinggi pada variasi A sebesar 36,2 %, dan Terendah pada variasi C dengan 31,02 %.

Kata Kunci : Abu Jerami, Kampas Rem, Kekuaran Tekan, Kekerasan ,Komposit, Pengujian, Resin Epoxy, Serbuk Maja, Pengujian, Variasi, XRD

ABSTRAK

The increasing mobility of society has resulted in an increase in the number of motorized vehicles. Based on data from the Indonesian Central Bureau of Statistics from 2016 - 2021, there was an increase from only 112 million to 143 million vehicles in 2021. This increase in the number of vehicles has led to an increase in the need to use brake pads, which is one of the safety components in motorized vehicles. Brake linings are generally made from asbestos fiber which is not environmentally friendly. Based on these problems, innovations were made to use brake lining materials that are more environmentally friendly. The materials used in this research were maja fruit peel powder, rice straw ash, and epoxy resin. The research was carried out with variations in composition based on weight fraction with 3 variations A, B and C. This composite material then goes through a manufacturing process to form according to the specimen which will undergo compression, hardness and also XRD testing. The highest compression test results were in variation A with a value of 32,583 MPa and the lowest was in variation C at 19,731 MPa. In the hardness test, the highest value was obtained for variation C at 82.3 HD and the lowest for variation A at 79.9 HD. XRD characterization showed that the composite was formed with an amorphous percentage. The highest crystalline size was in variation A with a value of 9.6333 nm with a FWHM value of 0.9595 in variation C. The highest crystalline percentage value was obtained in variation A at 36.2%, and the lowest was in variation C with 31.02%.

Keywords :Brake Pads, Composite, Compressive Strength, Epoxy Resin, Hardness, Maja Powder Straw Ash, Testing Variations, XRD

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunianya dan nikmat serta hidayah-Nya terutama nikmat kesempatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *“Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali ”*.

Penelitian dan penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Keberhasilan dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini ,tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan ,dukungan serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih atas semua dukungan serta semangat kepada:

1. Mamah , Papah, Zaki, dan Dinny yang selalu mendukung, mendoakan, memberi semangat dan bantuan setiap saat kepada penulis selama berkuliah.
2. Bapak Dhimas Satria,S.T.,M.Eng. selaku ketua Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Sunardi S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1 tugas akhir penulis yang senantiasa selalu memberikan ilmu baik teori maupun moril serta arahan dan dukungan penuh kepada penulis selama menjalankan tugas akhir penulis.
4. Ibu Dr.Rina Lusiani M.T. Dosen Pembimbing 2 tugas akhir penulis yang senantiasa selalu memberikan ilmu baik teori maupun moril serta arahan dan dukungan penuh kepada penulis selama menjalankan tugas akhir penulis.
5. Bapak Sidik Susilo S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang selalu membantu dan memberikan arahan kepada penulis selama berkuliah.

6. Bapak Dan Ibu dosen Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa , yang telah memberikan banyak ilmu baik teori atau pengalaman kehidupan selama penulis berkuliah.
7. Bapak dan Ibu Staff Administrasi Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang senantiasa selalu membantu penulis dalam segala urusan administrasi perkuliahan selama penulis berkuliah.
8. Bapak Agus, Bapak Saleh, Bapak Hidayat, Bapak Widi selaku intruktur BBPVP Serang dan rekan rekan siswa BBPVP Serang yang senantiasa mendukung , memberikan banyak pelajaran serta telah banyak membantu penulis dalam proses penelitian tugas akhir penulis.
9. Bang Rizki Putra (angkatan 2015) selaku partner penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan bang Ahmad Syamsudin S.T (angkatan 2016) selaku penggagas judul tugas akhir penulis yang telah banyak memberi dukungan, ilmu dan bantuan kepada penulis.
10. Rekan rekan Calon Sarjana, Exposix Boys, dan rekan Teknik Mesin 2018 atas segala pengalaman, pembelajaran, kekeluargaan, bantuan serta dukungan kepada penulis selama penulis berkuliah.
11. Keluarga Besar Pawiro Widarto (mamah) dan Zaenal abidin (papah) yang selalu mendukung, mendoakan, memberi semangat.
12. Dan seluruh orang yang tidak bisa disebut kan satu persatu yang telah memberikan banyak dukungan, doa , pembelajaran, semangat dan bantuan kepada penulis selama penulis berkuliah.

Adapun penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna maka penulis sangat terbuka untuk masukan, kritikan, dan saran yang dapat memperbaiki kesalahan dan menambah ilmu penulis. Demikian penulis ucapkan terimakasih dan penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah terlibat.

Serang, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Buah Maja	6
2.2 Komposit	7
2.3 Jenis Komposit	10
2.4 Sifat – Sifat Material	15
2.4.1 Sifat Mekanik	15
2.4.2 Sifat Fisik	18
2.5 Kampas Rem	19
2.6 Kekuatan Tekan	24
2.7 Uji Kekerasan	25
2.8 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	25
2.9 Jerami Padi	26
2.10 Resin Epoksi	26

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Metode Penelitian	30
3.3 Alat dan Bahan Yang Digunakan	31
3.4 Variabel Penelitian	42
3.5 Langkah Penelitian Dan Pengambilan Data	42
3.5.1 Persiapan Bahan Material Penyusun	42
3.5.2 Proses Percampuran Bahan Material Penyusun	46
3.5.3 Proses Manufaktur Spesimen	48
3.5.4 Proses Preparasi Spesimen	49
3.5.5 Pengujian Tekan	50
3.5.6 Pengujian Kekerasan	51
3.5.7 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	51

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Tekan	53
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan	57
4.3 Hasil Pengujian XRD	59

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> (L.)).....	6
Gambar 2.2 Struktur Hubungan Antar Material	8
Gambar 2.3 Komposit berserat (<i>Fibrous Composite</i>)	10
Gambar 2.4 Komposit laminar (<i>Laminated Composite</i>)	11
Gambar 2.5 Komposit Partikel (<i>Particulate Composite</i>)	11
Gambar 2.6 Kurva Tegangan-Regangan	15
Gambar 2.7 Kurva <i>Creep</i> Klasik.....	18
Gambar 2.8 Kampas Rem <i>Asbestos</i> (bawah) dan <i>Non Asbestos</i> (Atas).....	21
Gambar 2.9 Kampas Rem <i>Semi Metalic</i>	22
Gambar 2.10 Kampas Rem <i>Metalic</i>	23
Gambar 2.11 Kampas RemKeramik	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 <i>Universal Testing Machine RTF Series</i>	31
Gambar 3.3 <i>Hardness Test Durometer Type D</i>	31
Gambar 3.4 Alat Uji XRD	32
Gambar 3.5 Ember	32
Gambar 3.6 Amplas Kasar	33
Gambar 3.7 Cetakan Komposit	33
Gambar 3.8 Mesin Press Hidrolik.....	34
Gambar 3.9 Timbangan Digital.....	34
Gambar 3.10 Alat Pengaduk	34
Gambar 3.11 Saringan	35
Gambar 3.12 Sarung Tangan	35
Gambar 3.13 Jangka Sorong	36
Gambar 3.14 Penggaris	36
Gambar 3.15 Bor Tangan.....	37
Gambar 3.16 Mesin Bubut	37

Gambar 3.17 Perkakas Tangan	37
Gambar 3.18 Oven Listrik	38
Gambar 3.19 Cetakan Komposit.....	38
Gambar 3.20 Buah Maja	39
Gambar 3.21 Air	39
Gambar 3.22 Aquades.....	40
Gambar 3.23 NaOH	40
Gambar 3.24 Resin Epoksi	41
Gambar 3.25 <i>Kit Paste Wax</i> atau Krim Poles Pengkilap	41
Gambar 3.26 Abu Jerami Padi	42
Gambar 3.27 Buah Maja	43
Gambar 3.28 Proses Pemisahan.....	43
Gambar 3.29 Kulit Maja Sebelum Diberi Perlakuan	44
Gambar 3.30 (a)Perendaman,dan (b)Pengeringan Kulit Maja.....	44
Gambar 3.31 (a)Proses Pembuatan Serbuk,dan (b) Serbuk Kulit Maja	45
Gambar 3.32 Batang Jerami.....	45
Gambar 3.33 (a)Pembakaran,(b)Pengayakan,dan (c)Abu Batang Jerami	46
Gambar 3.34 Proses Penimbangan Material Kode C.....	47
Gambar 3.35 Proses Pencampuran Serbuk Kulit Buah Maja dan Abu Jerami	47
Gambar 3.36 Proses Pencampuran atau <i>mixing</i>	48
Gambar 3.37 Proses Kompaksi Material Komposit	48
Gambar 3.38 Komposit(a)Variasi A,(b)Variasi B,dan (c)Variasi C.....	49
Gambar 3.39 Proses Sintering Material	49
Gambar 3.40 Proses Preparasi Benda Uji	50
Gambar 3.41 Sampel Uji Komposit.....	50
Gambar 3.42 Pengujian Tekan.....	51
Gambar 4.1 Benda Uji Setelah Pengujian Tekan	53
Gambar 4.2 Grafik Uji Tekan Variasi A	54
Gambar 4.3 Grafik Uji Tekan Variasi B	55
Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C	56
Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Hasil Uji Tekan	57

Gambar 4.6 Benda Uji Setelah Pengujian Kekerasan	58
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan.....	59
Gambar 4.8 Grafik XRD Variasi A.....	60
Gambar 4.9 Grafik XRD Variasi B	61
Gambar 4.10 Grafik XRD Variasi C.....	62
Gambar 4.11 Grafik XRD	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Material Komposit	9
Tabel 3.1 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem	29
Tabel 3.2 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem	46
Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan Variasi A	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Tekan Variasi B	55
Tabel 4.3 Hasil Uji Tekan Variasi C	56
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan	58
Tabel 4.5 Hasil Uji XRD Variasi A	60
Tabel 4.6 Hasil Uji XRD Variasi B	61
Tabel 4.7 Hasil Uji XRD Variasi C	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini perkembangan teknologi mengalami kemajuan yang signifikan dalam segala sektor. Seiring dengan perkembangan zaman ini berpengaruh terhadap mobilitas masyarakat. Meningkatnya mobilitas masyarakat dan perkembangan zaman menyebabkan banyaknya peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia sejak tahun 2016 – 2021 mengalami banyak peningkatan yang semula hanya 112 juta kendaraan pada tahun 2016 menjadi 143 juta kendaraan pada tahun 2021. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan penggunaan kampas rem. Kampas rem merupakan salah satu komponen keselamatan yang terdapat dalam setiap kendaraan yang berfungsi memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kampas rem konvensional yang beredar dipasaran umumnya dibuat dari bahan serat *asbestos* yang tidak ramah lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia, terutama pada pernapasan dan dapat menyebabkan kanker paru-paru (Fitrianto dkk, 2013). Dari hal tersebut maka diperlukan inovasi terkait bahan baku kampas rem yang *non-asbestos*. Bahan yang saat ini banyak diinovasi yaitu komposit. Teknologi biokomposit polimer berpenguat serat khususnya serat alam saat ini mulai diminati alasannya ramah lingkungan, tidak berbahaya, ketersediaan dalam banyak, dan biaya produksi yang rendah (Mallick, 2007). Material komposit saat ini sudah banyak digunakan sebagai panel sekaligus struktur utama dari suatu komponen tertentu (Fajri dkk, 2013). Komposit adalah material atau bahan yang merupakan gabungan atau campuran dua atau lebih material pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang dibutuhkan. Material komposit tersusun dari 2 (dua) unsur utama, yaitu matriks atau bahan pengikat serat, dan serat (*fiber*). Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit didasari oleh sifat dari material komposit

organik tersebut untuk menghasilkan material komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, ekonomis dan pemanfaatan sumber daya alam (Maryanti, 2011).

Buah maja yang memiliki nama latin *Aegle marmelos* (L.) memiliki beberapa ciri khas yaitu bentuk bulat seperti sebuah bola, berwarna hijau muda, memiliki daging buah berwarna putih dan kulit yang keras. Kulit buah maja memiliki banyak kandungan tanin yang dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk menghambat laju korosi pada sebuah besi dan baja (Hidayat, 2016). Kulit buah maja yang keras juga dinilai memiliki serat yang dapat digunakan menjadi bahan penguat komposit. Kulit buah maja akan diberikan perlakuan perendaman larutan alkali berupa NaOH 5% selama 1 jam sebelum diolah sampai menjadi serbuk. Konsentrasi NaOH dan waktu perendaman yang tepat ini dapat menghasilkan suatu sifat mekanik komposit yang optimal. Konsentrasi NaOH yang banyak digunakan para periset adalah 0,5-20%, sedangkan waktu perlakuan perendaman 15-96 menit (Jefferjee dkk, 2003). Proses alkalisasi ini merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kompatibilitas matriks dan serat kulit buah maja serta untuk menghilangkan kandungan lignin yang ada pada kulit buah maja tersebut (Maryanti, 2011). Pada penelitian kali ini menggunakan material serbuk kulit buah maja, abu jerami padi dan matriks berupa epoksi resin yang kemudian akan dicetak yang selanjutnya akan diberikan pembebanan dengan menggunakan mesin press hidrolik pada tekanan 30 bar selama 1 jam. Material komposit berpenguat serbuk buah maja tersebut akan dilakukan pengujian tekan, dan pengujian laju keausan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja tersebut. Penelitian ini perlu dilakukan untuk menemukan inovasi baru dalam penggunaan komposit organik untuk berbagai sektor khususnya pada penelitian kali ini yaitu pada penggunaan komposit serat alami (organik) sebagai bahan penguat material komposit.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu menemukan inovasi bahan penguat komposit organik dengan memanfaatkan kulit buah maja untuk menjadi bahanpenguat komposit kampas rem dan bagaimanakah karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat kampas rem dengan metode rendam alkali NaOH.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini dengan topik “Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali” memiliki beberapa batasan masalah. Tujuan dari dibuatnya batasan masalah ini agar pada proses penelitian pembahasan tidak meluas ke luar topik penelitian tersebut. Adapun batasan masalah pada penelitian kali ini adalah :

1. Proses perlakuan perendaman alkali NaOH5% terhadap kulit buah maja dilakukan selama 1 jam atau 60 menit dan akan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai mengering sekitar 2-4 jam dalam kondisi cuaca cerah.
2. Penelitian dilakukan dengan variasi komposisi berdasarkan fraksi berat antara resin epoksi :serbuk kulit buah maja : abu Jerami padi yaitu 60%:40%:0% (Variasi A), 60%:30%:10% (Variasi B), dan 60%:20%:20% (Variasi C).
3. Proses manufaktur komposit dengan cara menuangkan campuran adonan ke sebuah cetakan dengan bentuk silinder kemudian dipress menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 6 ton (30 bar) selama 1 jam atau 60 menit.
4. Material yang sudah kering dan mengeras dilakukan proses sintering selama 90 menit pada suhu 150° C.
5. Material komposit organik dari serbuk kulit buah maja akan di lakukan pengujian tekan dengan standar ASTM D695 (2 sampel/variasi), pengujian kekerasan (1 sampel/variasi) dan pengujian XRD.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dengan metode rendam alkali dengan melalui beberapa pengujian seperti pengujian tekan, pengujian kekerasan dan pengujian XRD.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian kali ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diadakannya penelitian tersebut yang dapat dirasakan oleh berbagai kalangan secara luas, berikut adalah manfaat penelitian kali ini:

1. Menjadi salah satu upaya dalam menangani pencemaran lingkungan.
2. Menjadi solusi dalam pemanfaatan kulit buah maja yang lebih ramah lingkungan.
3. Meningkatkan nilai ekonomis dari buah maja.
4. Menjadi inovasi bahan penguat komposit kampas rem yang lebih ramah lingkungan.
5. Mendapat Analisa tentang bagaimana sifat mekanik dan karakteristik kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dengan metode rendam alkali.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan dari laporan tugas akhir atau skripsi yang telah di buat dengan judul “Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali”.

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB I PENDAHULUAN ini berisikan dasar dasar yang mendasari penelitian ini yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematikan penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB II TINJAUAN PUSTAKA ini berisikan segala dasar teori yang

dapat menunjang berjalannya penelitian dan pembuatan laporan tugas akhir atau skripsi.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada BAB III METODELOGI PENELITIAN ini berisikan tentang metode penelitian tugas akhir seperti diagram alir , tahapan penelitian, alat bahan yang digunakan dan variable penelitian.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Pada BAB IV DATA DAN ANALISA ini berisikan data hasil penelitian beserta pembahasan dari penelitian ini seperti hasil pengujian, dan pembahasan analisa hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Pada BAB V PENUTUP ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang penulis lakukan serta saran untuk pengembangan material bahan dan inovasi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Maja

Buah majapahit atau yang biasa disebut buah maja ini merupakan salah satu buah yang sudah dikenal sejak jaman kerajaan majapahit pada abad XIII. Buah maja ini memiliki bentuk bulat seperti sebuah bola yang berwarna hijau. Menurut para ahli buah majapahit menjadi inspirasi terciptanya nama sebuah kerajaan majapahit yang merupakan salah satu kerajaan besar di Indonesia (Fatmawati, 2015). Buah maja atau majapahit yang memiliki nama latin *Aegle marmelos* (L.) ini memiliki beberapa ciri khas yaitu bentuk yang bulat seperti sebuah bola sepak, berwarna hijau muda, memiliki daging buah berwarna putih dan kulit keras. Buah maja termasuk kedalam *divisi spermatophyta*, *sub divisi angiospermae*, *ordo sapindales*, *famili rutaceae*, *genus aegle* dan *spesies aegle marmelos* L. (ESTIA, 2020).



Gambar 2.1 Buah Maja (*Aegle marmelos* (L.))

(Sumber : Fatmawati , 2015)

Buah maja atau majapahit ini memiliki sebuah arti yaitu sebuah buah yang memiliki rasa pahit pada daging buahnya. Buah maja ini memiliki cakupan wilayah penyebaran tidak hanya di Indonesia melainkan bah tersebut dapat ditemukan di wilayah negara Asia Tenggara lainnya dan beberapa wilayah Asia Selatan terutama pada daerah dataran rendah hingga ketinggian 500 MPDL dengan kondisi tanah basah (Fatmawati, 2015). Buah majamemiliki

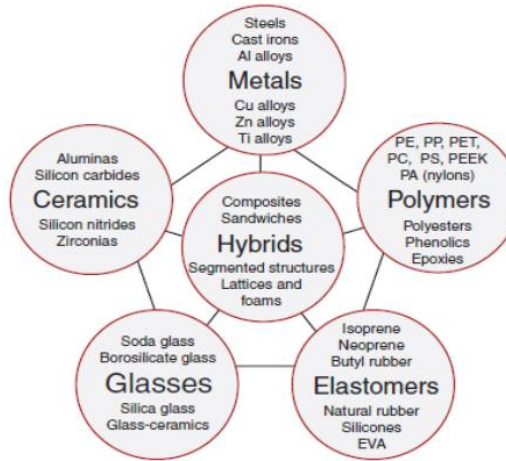
beberapa potensi untuk dikembangkan karena hampir setiap bagian tanaman tersebut dapat dimanfaatkan seperti daging buah, akar tanaman, daun, kulit batang dan getahnya. Pada dasarnya buah maja dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida nabati, dan sebagai obat tradisional beberapa penyakit seperti disentri dan diare. Berdasarkan hasil pengujian fitokimia pada kulit dan daging buah maja didapatkan hasil bahwa pada buah maja mengandung beberapa senyawa kimia seperti tanin, *alkaloid*, *terpenoid*, *flavonoid*, dan *saponin* yang bersifat sitotoksik yang membuat daging buah maja tersebut pahit (Ratnawati, 2012). Kulit buah maja memiliki banyak kandungan tanin yang dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk menghambat laju korosi pada sebuah besi dan baja (Hidayat dkk, 2016). Selain mengandung senyawa tanin, kulit buah maja yang keras juga dinilai memiliki serat yang dapat digunakan menjadi serat, bahan campuran, dan penguat komposit.

2.2 Komposit

Kebutuhan akan material dengan sifat-sifat yang sesuai baik secara fisik, kimiawi, maupun mekanik pada suatu kondisi kerja atau lingkungan tertentu mendorong dibuatnya material gabungan atau yang disebut sebagai komposit. Komposit adalah suatu sistem yang terbentuk melalui penggabungan dua material atau lebih yang berbeda dan dalam bentuk serta komposisi yang tidak larut satu dengan yang lainnya. Secara umum, material komposit adalah material yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponen pembentuknya (Surdia dkk, 2005). Material komposit telah banyak mengalami pengembangan dan pemanfaatan yang luas serta beragam di tanah air khususnya pada produk rumah tangga dan perindustrian baik berskala kecil maupun besar. Hal ini merupakan efek dari keunggulan komposit dibanding jenis material lainnya seperti lebih kuat, lebih tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan lainnya (Sriwita, 2014).

Material komposit adalah berbeda dengan paduan. Paduan adalah gabungan antara dua material atau lebih dimana material-material tersebut terjadi peleburan sementara komposit adalah kombinasi terekayasa dari dua

atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat seperti yang diinginkan dengan cara kombinasi yang sistematis pada kandungan-kandungan yang berbeda tersebut (Van Vlack, 1994)



Gambar 2.2 Struktur Hubungan Antar Material

(Sumber :Sunardidkk , 2015)

Secara umum, sebuah komposit tersusun atas komponen-komponen yang disebut serat (*fiber*) , pengikat (*matrix*) dan penguat (*reinforcement*).

1. Serat (*Fiber*)

Serat adalah komponen komposit yang berfungsi sebagai pengisi (*filler*). Fungsi utama dari serat dalam komposit adalah untuk membentuk sifat bahan seperti kekakuan, kekuatan, dan sifat-sifat mekanik lainnya (Yani dkk, 2018). Oleh karena itu, tingkat kekuatan material komposit sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat yang terkandung. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran Kristal) maka semakin kuat bahan tersebut karena cacat pada material tidak signifikan (Oroh dkk, 2013).

2. Matriks

Komponen pengikat atau penyatu *fiber* dalam material komposit disebut matriks. Matriks memiliki fungsi ideal sebagai penyelebung serat dari kerusakan antar serat seperti pengikisan (abrasi), perlindungan terhadap kondisi lingkungan seperti kontaminasi kimia dan kelembaban, pendukung dan menginfiltrasi serat, pemindah beban antar serat, dan sebagai perekat

untuk menjaga serat tetap stabil baik secara kimiawi maupun fisika setelah proses manufaktur. Matriks dapat berbentuk polimer, logam, karbon, ataupun keramik.

3. Penguat (*Reinforcement*)

Bahan penguat atau *reinforcement* merupakan salah satu komponen komposit. Bahan penguat memiliki fungsi untuk membentuk struktur penguat yang memberikan kekuatan pada material komposit. Pada dasarnya bahan penguat ini memiliki sifat yang lebih baik dari bahan pengisi dimana bahan penguat tersebut merupakan suatu konstruksi tempat melekatnya matriks (Sunardi dkk, 2015)

Material komposit dinilai memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan baik dari sisi sifat mekanik, sifat fisik, sifat termal dan sifat kimia dari material tersebut. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan material komposit pada tabel berikut :

Tabel 2.1Keuntungan dan kerugian material komposit (Mott, 2004).

NO	KEUNTUNGAN	NO	KERUGIAN
1	Berat berkurang	1	Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi
2	Rasio antara kekuatan atau rasio kekakuan dengan berat tinggi	2	Sifat – sifat bidang melintang
3	Sifat sifat yang mampu beradaptasi, kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban	3	Nilai kekerasan yang rendah
4	Lebih tahan korosi	4	Matriks dapat menimbulkan degradasi lingkungan
5	Kehilangan Sebagian dari sifat dasar material	5	Sedikit susah dalam mengikat

NO	KEUNTUNGAN	NO	KERUGIAN
6	Biaya manufaktur rendah	6	Analisa sifat – sifat fisik dan mekanik untuk efisiensi damping tidak mencapai <i>consensus</i>
7	Konduktivitas termal meningkat dan konduktivitas listrik menurun		

2.3 Jenis Komposit

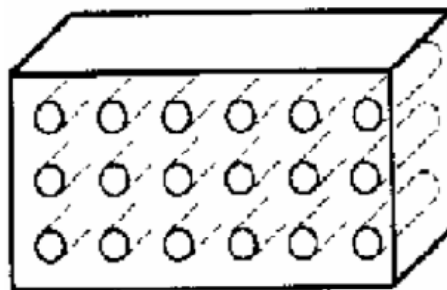
Material komposit sendiri dapat diklasifikasikan atau dikelompokkan menjadi berbagai jenis berdasarkan sejumlah aspek pembeda. Berikut ini adalah jenis-jenis komposit :

1. Berdasarkan Jenis Penguatnya

Jenis komposit berdasarkan dengan jenis penguatnya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut (Jones, 1999):

a) Komposit berserat (*Fibrous Composite*)

Komposit berserat (*Fibrous Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat berupa serat baik serat sintetis atau serat alam seperti serat kaca (*fiber glass*), serat karbon, serat baja, atau serat alam lainnya. Serat pada komposit dapat diletakkan secara acak ataupun dengan suatu posisi tertentu.

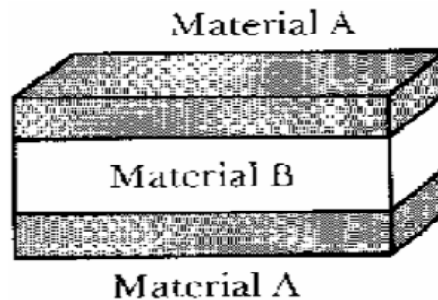


Gambar 2.3 Komposit berserat (*Fibrous Composite*)

(Sumber : Nayiroh , 2013)

b) Komposit laminar (*Laminated Composite*)

Komposit laminar atau lapisan (*Laminated Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat dalam bentuk lembaran yang terdiri dari dua lapis atau lebih dimana pada setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat masing masing.

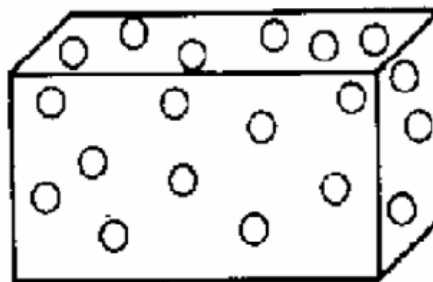


Gambar 2.4Komposit laminar (*Laminated Composite*)

(Sumber : Nayiroh , 2013)

c) Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit Partikel (*Particulate Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat dalam bentuk partikel ,butiran atau serbuk. Material penguat terdistribusi secara acak dan merata dalam matriksnya.



Gambar 2.5Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

(Sumber : Nayiroh , 2013)

2. Berdasarkan Jenis Matriks

Jenis atau klasifikasi komposit berdasarkan dengan jenis matriksnya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut :

a) Komposit Bermatriks Polimer (*Polymer Matrix Composite*)

Komposit bermatriks polimer (*polymer matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan polimer sebagai bahan penyusun utama atau komposisi dominan. Komposit jenis ini memiliki beberapa sifat , keuntungan, dan jenis polimer yang digunakan sebagai berikut :

1) Sifat Komposit Bermatrik Polimer

- Biaya produksi yang lebih rendah
- Dapat dibuat dengan metode produksi secara massal
- Ketangguhan baik
- Dapat bertahan lama
- Siklus fabrikasi dapat dipersingkat
- Dapat mengikuti bentuk cetakan yang digunakan
- Berat yang lebih ringan

2) Keuntungan Komposit Bermatrik Polimer

- Bobot yang lebih ringan
- *Specific stiffness* yang tinggi
- *Specific strength* yang tinggi

3) Jenis Polimer Yang Digunakan

- *Thermoplastic*

Thermoplastic merupakan material plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dan di daur ulang dengan cara dipanaskan. Bahan ini dapat mengeras saat didinginkan dan akan meleleh pada suhu tertentu, dapat melekat dengan baik , dan mempunyai sifat *reversibel*. Contoh nya adalah poliester, Nylon 66 dan Polieter eterketon (PEEK).

- *Thermoset*

Thermoset merupakan material yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*) maka jika bahan material tersebut sudah dikeraskan atau sudah terjadi sekali pengerasan

telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan Kembali. Material *thermoset* jika diberikan perlakuan pemanasan pada suhu tinggi tidak akan dapat melunakkan atau melelehkan material tersebut namun akan membentuk arang dan Kembali terurai karena sifat yang dimiliki oleh material tersebut.

b) Komposit Bermatriks Logam (*Metal Matrix Composite*)

Komposit bermatriks logam (*metal matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan logam sebagai penyusun utama atau komposisi dominan. Komposit jenis ini memiliki beberapa sifat, kelebihan, kekurangan, proses pembuatan komposit ini sebagai berikut:

1) Sifat Komposit Bermatriks Logam

- Mempunyai tingkat keuletan yang tinggi
- Mempunyai titik lebur yang rendah
- Mempunyai densitas yang rendah

2) Kelebihan Komposit Bermatriks Logam

- Transfer tegangan dan regangan yang baik
- Ketahanan terhadap temperature tinggi
- Tidak dapat menyerap kelembapan
- Memiliki kekuatan tekan dan geser yang baik
- Memiliki ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik

3) Kekurangan Komposit Bermatriks Logam

- Biaya produksi yang mahal
- Ketentuan standarisasi material dan proses yang sedikit

4) Proses Pembuatan Komposit Bermatriks Logam

- *Powder metallurgy*
- *Casting / liquid infiltration*
- *Compocasting*
- *Squeeze casting*

c) Komposit Bermatriks Keramik (*Ceramic Matrix Composite*)

Komposit bermatriks keramik (*ceramic matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan keramik sebagai penyusun utama atau komposisi dominan. Material komposit ini adalah material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks dan keduanya terbuat dari keramik. Komposit jenis ini didapatkan melalui proses DIMOX. Proses DIMOX merupakan proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler* (penguat). Komposit jenis ini memiliki beberapa kelebihan, kekurangan, jenis matriks yang banyak digunakan komposit ini sebagai berikut:

1) Keuntungan Komposit Bermatriks Keramik

- Dimensi yang lebih stabil dari logam
- Memiliki nilai ketangguhan yang tinggi
- Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus
- Memiliki unsur kimia stabil pada temperature tinggi
- Tahan terhadap temperature tinggi
- Kekuatan dan ketangguhan tinggi dan ketahanan korosi tinggi

2) Kerugian Komposit Bermatriks Keramik

- Sulit untuk di produksi massal
- Biaya dan harga yang relative mahal dan *non-cot effective*
- Hanya dapat digunakan untuk bagian dan hal tertentu

3) Jenis Matriks keramik Yang Banyak Digunakan

- *Silicon nitride*
- *Alumina*
- Keramik gelas
- *Anorganic glass*

2.4 Sifat – Sifat Material

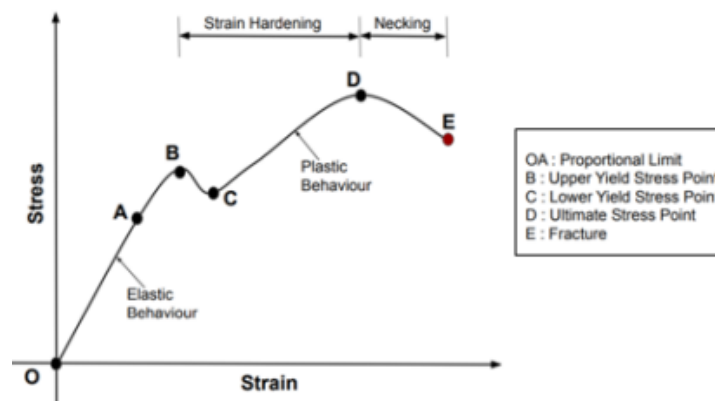
2.4.1 Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat-sifat yang mempengaruhi kekuatan mekanik dan kemampuan suatu bahan untuk dicetak dalam bentuk yang sesuai. Sifat-sifat ini berhubungan dengan kemampuan material untuk menahan gaya dan beban mekanik dan diukur dari perilaku material yang dikenai gaya. Sifat mekanik terdiri dari kekuatan, kekakuan, elastisitas, plastisitas, daktilitas, kerapuhan, kelenturan, ketangguhan dan pengujian, ketahanan, *creep*, kekerasan serta kemampuan mesin.

1. Kekuatan dan Kurva Tegangan-regangan

Kekuatan material mengacu pada kemampuan material untuk menahan gaya yang diterapkan secara eksternal tanpa putus.

Gambar 2.6 menunjukkan hubungan tegangan dan regangan yang diperoleh selama uji tarik yang menggambarkan daktilitas dan kekuatannya.



Gambar 2.6 Kurva Tegangan-Regangan

(Sumber: Murugan, 2020)

Menurut **Gambar 2.6** sampai batas elastis, bahan akan kembali ke dimensi semula, dipertahankan dan dilanjutkan ke tahap plastisitasnya. Setelah material melebihi titik tegangan ultimit (D), *necking* mulai terjadi pada spesimen. Kurva tegangan dan regangan digunakan untuk modulus young dengan

membandingkan nilai tegangan dan regangan hingga batas elastis. Kemampuan material untuk menahan beban tanpa kegagalan atau distorsi yang tidak semestestinya dikenal sebagai kekuatan dan diketahui bahwa kemampuan material untuk memberikan reaksi yang sama terhadap gaya yang diberikan (tarik, tekan, geser) tanpa pecah.

2. Kekakuan

Kekakuan adalah kemampuan material untuk menahan deformasi di bawah tekanan atau kemampuan material untuk menahan defleksi. Ukuran dari kekakuan digambarkan oleh modulus elastisitas.

3. Elastitas

Elastisitas adalah sifat bahan untuk mendapatkan kembali bentuk aslinya setelah deformasi setelah deformasi ketika gaya eksternal dihilangkan. Elastisitas juga disebut dengan sifat tarik bahan yang ditunjukkan oleh batas proporsional dan batas elastis. Batas proporsional adalah tegangan maksimum suatu bahan akan mempertahankan tingkat regangan yang seragam sempurna terhadap tegangan. Batas elastis adalah tegangan terbesar yang dapat ditahan material tanpa mengambil beberapa set permanen, diluar batas elastis bahan tidak dapat kembali ke bentuk aslinya.

4. Plastisitas

Plastisitas adalah kemampuan material untuk mengalami beberapa derajat deformasi permanen tanpa pecah. Deformasi plastis terjadi setelah rentang elastis terlampaui oleh proses slip ketika tegangan geser pada bidang slip mencapai nilai kritis. Perpindahan yang disebabkan oleh slip bersifat permanen dan bidang kristal tidak dapat kembali ke posisi semula setelah tegangan dihilangkan.

5. Daktilitas

Daktilitas adalah sifat suatu bahan yang memungkinkannya

untuk ditarik menjadi kawat tipis dengan penerapan gaya tarik. Daksilitas diukur dengan istilah presentase perpanjangan dan presentase pengurangan luas.

6. Kerapuhan

Pemutusan bahan dengan sedikit distorsi permanen menyatakan sifat kerapuhan. Bahan yang bersifat rapuh ketika mengalami beban tarik putus tanpa memberikan perpanjangan. Contohnya adalah kaca, batu bata, besi tuang.

7. Kelenturan

Kelenturan adalah kemampuan bahan untuk digulung, diratakan, atau dipalu menjadi lembaran tipis tanpa retak akibat adanya pengaruh suhu baik dingin ataupun panas.

8. Ketangguhan

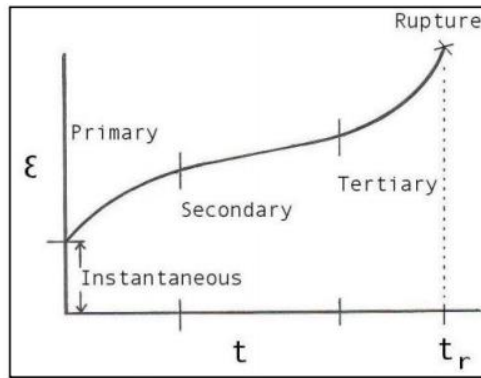
Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menahan lentur tanpa patah karena beban impak yang tinggi. Ketangguhan bahan berkurang ketika dipanaskan yang diukur dengan jumlah energi yang diserap oleh satu unit volume material setelah diberikan tegangan hingga titik keruntuhan.

9. Ketahanan

Ketahanan material untuk menyerap energi dan menahan beban kejutan dan benturan yang dinyatakan dengan jumlah energi yang diserap per satuan volume dalam batas elastis.

10. Creep

Apabila suatu bagian diberi tegangan konstan pada temperatur tinggi dalam jangka waktu yang lama, maka akan mengalami deformasi yang lambat dan permanen yang disebut *creep*. Tiga tahap *creep* klasik ditunjukkan dalam **Gambar 2.7**. *Creep primer* dimulai dengan kecepatan tinggi dan melambat seiring berjalannya waktu. Tetapi *creep* sekunder memiliki laju yang relatif seragam. Sementara tahap ketiga, pada *creep* tersier, laju *creep* dipercepat dan berakhir ketika material pecah.



Gambar 2.7 Kurva *Creep* Klasik
(Sumber:Murugan, 2020)

11. Kelelahan

Kelelahan (*fatigue*) adalah kegagalan bahan di bawah beban siklik. Ketika suatu bagian mengalami tegangan yang berulang atau berfluktuasi, patahan terjadi di bawah tegangan yang nilai maksimumnya lebih kecil dari kekuatan tarik material. Jika suatu bagian dibebani satu kali sampai tegangan luluh, maka bagian tersebut tidak akan putus. Namun, jika dimuat berulang kali ke bagian ini, pada akhirnya akan rusak.

12. Kekerasan

Kekerasan adalah sifat suatu bahan untuk menahan penetrasi oleh bahan lain. Sifat ini mencakup keausan, goresan, deformasi, dll. Kekerasan material dapat diartikan seperti ketahanan terhadap abrasi, deformasi atau lekukan. Beberapa metode pengukuran kekerasan yaitu skala Moh, kekerasan Vicker, kekerasan Rockwell, uji Knop dan kekerasan Brinell.

2.4.2 Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan suatu bahan atau material ditinjau dari sifat-sifat fisiknya yang dapat dilihat langsung dari suatu bahan atau material. Sifat fisik dapat dibedakan menjadi *density*, titik leleh(Munro, 2000).

1. Kepadatan (*density*)

Kepadatan atau masa jenis didefinisikan sebagai massa persatuan volume (Kg/cm^3) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

ρ = kepadatan atau massa jenis (Kg/cm^3)

m = massa (Kg)

v = Volume (cm^3)

Massa jenis suatu bahan merupakan fungsi dari suatu suhu. Secara umum, kepadatan berkurang dengan meningkatnya suhu dan volume per satuan berat seiring bertambahnya suhu.

2. Titik leleh

Titik leleh merupakan suatu keadaan ketika suhu zat padat dan cair berada dalam kesetimbangan. Ketika panas diterapkan ke suatu padatan, suhu akan meningkat hingga titik leleh tercapai. Suhu leleh padatan atau kristal adalah gambaran karakteristik dan digunakan untuk mengidentifikasi senyawa dan unsur murni.

2.5 Kampas Rem

Komponen rem merupakan salah satu komponen keselamatan yang sangat penting pada kendaraan bermotor yang memiliki fungsi yang sangat penting untuk mereduksi energi gerak kendaraan tersebut sehingga dapat memperlambat atau menghentikan laju kendaraan tersebut (Elhafid dkk, 2017). Rem adalah sebuah komponen dengan menggunakan tahanan gesek buatan pada sebuah mesin berputar untuk mengurangi atau memberhentikan putaran mesin tersebut. Pada sebuah kendaraan bermotor baik atau tidaknya kemampuan sistem pengereman merupakan hal yang sangat penting karena sangat dapat mempengaruhi keselamatan pengendara kendaraan dan orang disekitarnya. Semakin tinggi kendaraan tersebut dapat melaju maka kemampuan sistem pengereman pun harus semakin baik, handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan tersebut dengan baik

(Qurohman dkk, 2016). Komponen rem akan menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak dan energi yang diserap akan berubah dalam energi panas. Dengan adanya rem ini pengendara dapat mengatur kecepatan atau memperlambat laju kendaraan sesuai dengan yang kita harapkan. Pada sebuah desain sebuah komponen rem terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sebagai berikut (Sumiyanto dkk, 2019):

1. Besar tekanan antara permukaan rem.
2. Koefisien gesek antara permukaan rem.
3. Kemampuan rem untuk menghilangkan panas terhadap energi yang diserap.
4. Kecepatan keliling dari tromol atau cakram rem.

Pada sistem pengereman, bagian terpenting adalah kampas rem yang merupakan media yang bekerja untuk memperlambat laju kendaraan (Wicaksono, 2016). Komponen kampas rem memiliki fungsi untuk menekan cakram atau dinding rem tromol untuk memperlambat atau menghentikan laju roda kendaraan tersebut. Komponen kampas rem saat ini terbuat dari beberapa jenis material sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang dibutuhkan. Berikut adalah jenis jenis material kampas rem (Sumiyanto dkk, 2019) :

1. Kampas Rem Organik

Kampas rem jenis ini tersusun dari *cellulose* yang di ikat bersamaan dengan material lain dengan menggunakan *phenolic resin* yang memiliki kemampuan untuk tahan terhadap temperature tinggi. Kampas rem jenis ini merupakan material kampas rem yang paling lunak di antara material lainnya, sehingga kampas rem dapat cepat aus. Jenis ini tidak baik atau tidak cocok digunakan untuk pemakaian *high performance* yang tinggi dan menimbulkan temperatur yang sangat tinggi. Kampas rem organik pada umumnya menggunakan bahan dasar seperti kaca, karbon dan resin.

2. Kampas Rem *Asbestos* Dan *Non – Asbestos*

Kampas rem jenis ini hanya dibedakan dengan jenis bahan yang digunakan , dimana bahan *non-asbestos* merupakan sebuah inovasi pada

tahun 90-an. Inovasi ini dilakukan karena bahan *asbestos* dinilai memiliki beberapa kekurangan seperti tidak ramah lingkungan dan dapat menyebabkan penyakit berbahaya untuk manusia sehingga dilakukan inovasi bahan *non – asbestos* yang lebih ramah lingkungan dan memiliki daya tahan atas perubahan suhu kerja yang lebih baik. Kampas rem berbahan *non-asbestos* terdiri dari resin yang digunakan untuk memperkuat *friction material* dan memberikan kekuatan pada kampas rem. Bahan ini pada umumnya menggunakan resin *aramyd*, *rockwool*, *cellulose*, atau *fiberglass*. *Friction material non-asbestos* mengandung serat baja kurang dari 20%.



Gambar 2.8Kampas Rem *Asbestos* (bawah)
dan *Non Asbestos* (Atas)
(Sumber : Sumiyanto dkk., 2019)

3. Kampas Rem *Semi Metallic*

Kampas rem *semi metallic* memiliki bahan dasar berbagai serbuk metal yang ditambahkan pada campuran untuk menstabilkan COF pada temperature tinggi. Adapun bahan yang biasa ditambahkan untuk menambah kekuatan mekanis dari komposit ini yaitu *chopped brass*, *brass powder*, *iron*, atau *steel fiber*. Kampas rem jenis ini memiliki ketahanan *fading* yang baik juga memiliki friksi yang baik dan tidak dapat membuat rotor atau drum pada rem mengalami keausan.



Gambar 2.9Kampas Rem *Semi Metallic*

(Sumber : Sumiyanto dkk, 2019)

4. Kampas Rem *Metallic*

Kampas rem jenis ini Sebagian besar penyusunnya adalah metal dan sedikit resin. *Steel fiber* digunakan sebaga penguat serat.*Friction* material metalik mengandung setidaknya $\geq 60\%$ serat serat baja (*steel fiber*). Kampas rem jenis ini sangat kuat dan pakem sehingga kampas rem jenis ini banyak digunakan untuk kebutuhan temperatur tinggi seperti balapan atau untuk perjalanan jauh melewati medan yang berat. Kampas rem jenis ini pada proses kerjanya sangat memerlukan putara yang memiliki tenaga yang cukup besar saat menghentikan atau memperlambat laju kendaraan. Adapun kekurangan dari material ini yaitu dapat menghasilkan debu bekas gesekan yang dapat mengakibatkan timbulnya karat pada drum atau disk brake pada kesatuan komponen pengereman sehingga harus lebih sering membersihkan bagian tersebut. Jenis ini mengandung beberapa bahan seperti *raphite*, *friction particle*, *steel fiber*, *iron powder*, *barium sulfat*, *magnesium oxide*, *resin*, dan *binder*.



Metallic

Gambar 2.10Kampas Rem *Metalic*

(Sumber : Elhafid, 2017)

5. Kampas Rem Keramik

Pada dasarnya kampas rem jenis ini sama sekali tidak mengandung baja, namun menggunakan bahan serat keramik dan tembaga untuk dapat mengelola disipasi panas yang dihasilkan pada saat pengereman (Elhafid dkk, 2017). Kampas rem jenis ini memiliki daya tahan yang sangat baik terhadap temperatur tinggi karena material ini dapat menyerap panas dengan sangat baik. Kampas rem jenis ini tidak mudah *fading* dan akan terus terasa sistem rem baik (pakem) sekalipun pada temperatur tinggi dan juga tidak menimbulkan suara serta residu yang mengganggu. Kampas rem jenis ini biasa di gunakan pada mobil balap , dan *supercar*. Kampas rem berbahan keramik ini tidak dapat di gunakan pada kendaraan sehari hari, hal tersebut di karenakan untuk berfungsi secara maksimal kampas ini harus mencapai temperatur operasional yang optimal sedangkan saat berjalan di lalu lintas perkotaan temperatur operasional yang optimal sulit di dapatkan. Kampas rem kerami mengandung beberapa bahan yaitu *Aluminum, Antimony Trisulfide, Barium Sulfate, Calcium Hydroxide, Copper, Magnesium Oxide, Molybdenum Disulfide, Magnesium Potassium Titanium Oxide, Graphite, Man-made Vitreous Fibers, Crystalline Silica, dan Misc. Non-hazardous Ingredients.*



Ceramic

Gambar 2.11Kampas RemKeramik

(Sumber : (Elhafid dkk, 2017)

2.6 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan yaitu kapasitas dari sebuah bahan material , sebuah struktur atau komponen dalam menahan beban yang dapat mengurangi besar dimensi material , struktur atau komponen tersebut. Untuk mengukur kekuatan tekan dapat dengan memasukkan ke dalam sebuah kurva regangan – tegangan berdasarkan dengan data data yang sebelumnya telah di dapatkan dari proses pengujian tekan dengan mesin uji tekan. Pada sebuah pengujian tekan bahan atau material uji akan mengalami kehancuran , patah atau deformasi permanen. Terjadinya kehancuran , patah atau deformasi bahan atau material tersebut dapat dikatakan sebagai batas kekuatan tekan dari bahan atau material tersebut. Kuat tekan suatu material merupakan kemampuan dari material, bahan atau komponen tersebut dalam menahan beban gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan material seperti hancur, patah atau mengalami deformasi permanen (Adibroto, 2014). Pengujian tekan dilakukan untuk mengetahui nilai besar beban maksimal yang dapat di terima oleh material , bahan atau komponen tersebut sampai mengalami kerusakan. Pada uji tekan untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Nasmi, 2013):

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots \dots \dots (4)$$

σ = Kekuatan tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A_0 = Luas penampang mula - mula (mm^2)

Untuk mengetahui regangan tekan dapat menggunakan formula sebagai berikut (Harsi dkk, 2015) :

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \dots \dots \dots (5)$$

σ = Regangan tekan

l_1 = Panjang setelah pembebanan (mm)

l_0 = Panjang mula - mula (mm)

2.7 Uji Kekerasan

Kekerasan adalah sifat suatu bahan untuk menahan penetrasi oleh bahan lain. Sifat ini mencakup keausan, goresan, deformasi, dll. Kekerasan merupakan kemampuan sebuah material dalam menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan. Kekerasan merupakan salah satu metode yang paling mudah dan relative memakan biaya lebih sedikit untuk menentukan suatu sifat mekanik sebuah material. Kekerasan material dapat diartikan seperti ketahanan terhadap abrasi, deformasi atau lekukan. Nilai kekerasan bukan sebuah nilai konstanta fisika, dan nilainya tidak hanya bergantung pada jenis material uji (Kumayasari dkk, 2017). Jika suatu metode pengujian berbeda maka hasil dari sifat mekanik pun berbeda (Verdins dkk, 2013). Uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu material, dimana dalam setiap material akan di uji pada beberapa titik untuk di dapatkan rata-rata nilai kekerasan. Uji kekerasan memiliki beberapa metode pengukuran kekerasan yaitu skala Moh, kekerasan Vicker, kekerasan Rockwell, uji Knop dan kekerasan Brinell.

2.8 Pengujian X-Ray Diffraction(XRD)

X-Ray Diffraction merupakan salah satu teknik untuk menganalisa atau mengidentifikasi fase bahan tersebut dan dapat mengetahui informasi ukuran kristal pada sebuah material untuk mengetahui karakterisasi dari material tersebut. Pengujian XRD atau *X-ray Diffraction* dilakukan bertujuan untuk

mengetahui struktur fasa bahan penyusun dan produk komposit yang dihasilkan berstruktur *Kristal* atau *amorf*, dimana jika dilihat dari hasil grafik XRD puncak kromatogram menunjukkan puncak-puncak *kristalin* atau *amorf*

2.9 Jerami Padi

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman yang pemanfaatannya sangat penting untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari masyarakat Indonesia. Tanaman padi ditanam untuk diambil bagian bijinya untuk dijadikan beras. Selain menghasilkan biji tanaman padi juga akan menghasilkan sisa limbah organik berupa jerami padi dan sekam padi. Jerami padi merupakan sisa hasil sampingan dari tanaman padi yang merupakan bagian dari batang dan daun tanaman padi setelah tanaman padi tersebut diambil biji tanaman padi untuk dijadikan beras yang merupakan salah satu bahan pokok makanan masyarakat Indonesia. Jerami merupakan limbah dari tanaman padi yang kurang diperhatikan sehingga saat ini hanya digunakan sebagai pakan ternak, alas kandang ternak atau hanya didiamkan atau dibakar begitu saja. Jerami yang tidak terpakai akan dibakar dan menghasilkan abu jerami. Abu jerami dihasilkan dari proses pembakaran abu jerami yang sudah kering setelah tanaman padi dipanen. Pada abu jerami mengandung nilai silika hampir sama dengan kandungan silika pada semen. Nilai kandungan silika pada abu jerami yaitu sebesar 69,97% (Sutrisno, 2017)

2.10 Resin Epoksi

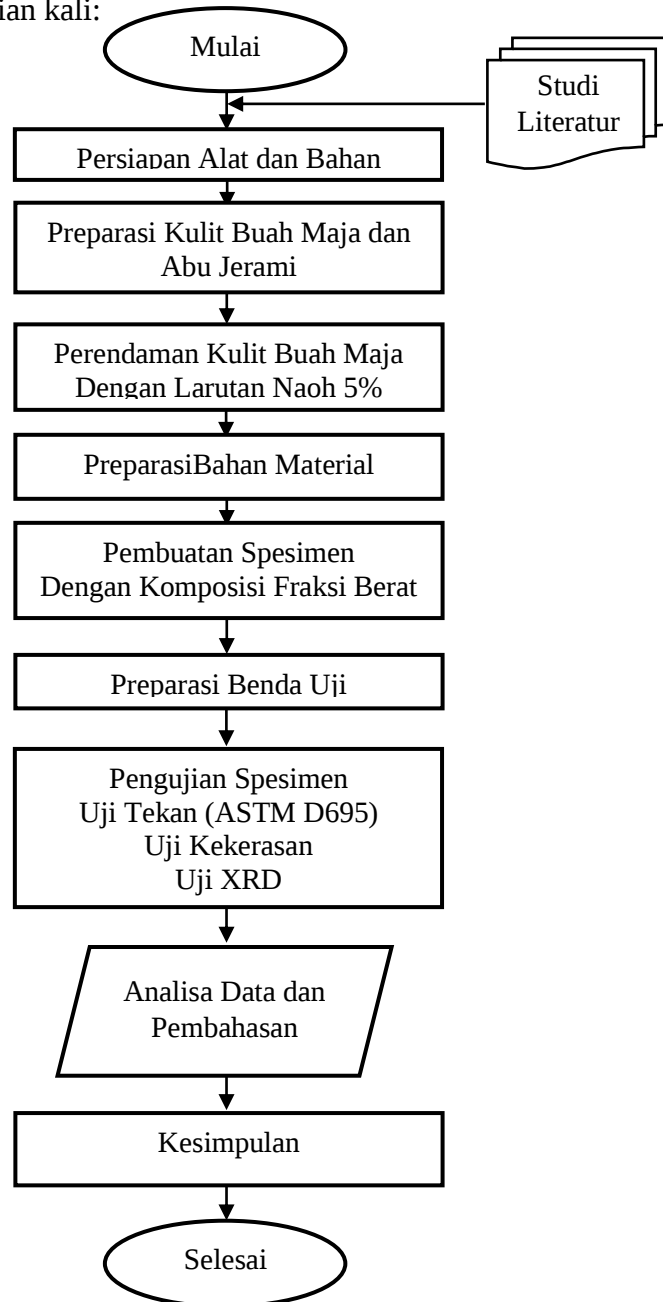
Resin epoksi merupakan salah satu jenis polimer yang banyak digunakan sebagai matriks sebuah komposit. Resin epoksi tergolong kedalam jenis polimer *thermoset*. *Thermoset* merupakan material polimer yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*) maka jika bahan material tersebut sudah dikeraskan atau sudah terjadi sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Resin epoksi merupakan salah satu polimer cair yang dapat diubah menjadi bahan padat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini memiliki diagram alir penelitian yang digunakan untuk memberikan gambaran langkah – langkah yang dilakukan. Berikut adalah diagram alir penelitian kali:



Gambar 3.1Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah penjabaran dari diagram alir penelitian ini :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan salah satu bagian atau tahapan dari sebuah penelitian yang menjadi sebuah persiapan sebelum melakukan penelitian yang akan menjadi referensi dan landasan teori dalam sebuah penelitian. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan segala informasi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menunjang berjalannya penelitian.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan ini merupakan persiapan segala kebutuhan penelitian setelah mengumpulkan dan mendapatkan studi literatur yang membantu dan dapat menunjang penelitian. Persiapan alat dan bahan seperti mencari bahan buah maja, jerami padi, membuat larutan NaOH , menyiapkan peralatan yang akan di gunakan, membuat cetakan dan mengecek kesiapan alat dan bahan yang akan di gunakan.

3. Preparasi Kulit Buah Majadan Abu Jerami

Pada tahap preparasi ini dilakukan pengolahan buah majaseperti pemecahan buah , pembuangan atau pembersihan daging buah yang tidak terpakai, penjemuran buah sampai kering dibawah sinar matahari, pembakaran Jerami padi sampai menjadi abu.

4. Perendaman Kulit Buah Maja

Kulit buah maja yang sudah dipisahkan dari daging buah , dan di cuci serta dikeringkan kemudian akan di rendam dalam sebuah ember yang berisi larutan NaOH 5% selama 60 menit yang kemudian akan di rendam kembali di air bersih untuk membersihkan atau menetralsir sisa NaoH atau kotoran yang masih menempel pada kulit buah maja dengan air mengalir dan di rendam aquades selama 30 menit dan akan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-4 jam.

5. Preparasi Bahan Material

Pada tahap preparasi ini dilakukan proses pembubukan kulit buah maja dengan cara di amplas dengan menggunakan amplas kasar, dan kemudian

serbuk tersebut di ayak dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120. Abu jerami padi di ayak kembali dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120.

6. Pembuatan Spesimen Dengan Komposisi Fraksi Berat

Pembuatan spesimen menjadi sebuah komposit dengan komposisi perbandingan fraksi berat ini menggunakan bahan berupa serbuk buah maja, abu Jerami padi dan matriks berupa resin epoksi dengan komposisi berdasarkan fraksi berat serbuk kulit buah maja : abu Jerami padi : resin epoksi yaitu 40%:0%:60%, 30%:10%:60%, dan 20%:20%:60%. Ketiga bahan tersebut dicampurkan dengan epoksi dan di tuangkan kedalam cetakan silinder yang telah dibuat sesuai dengan standar ASTM D695 (uji tekan), dan akan di press dengan menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 6 ton (30 bar) selama 1 jam lalu dikeringkan sampai material secara total. Setelah material kering dan didiam kan 6 jam kemudian akan dilakukan proses sintering pada suhu 150°C selama 90 menit.

Tabel 3.1 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem

Kode Spesimen	Serbuk Kulit Maja	Abu Jerami	Resin Epoksi
A	40%	0%	60%
B	30%	10%	60%
C	20%	20%	60%

7. Preparasi Benda Uji

Spesimen yang sudah melalui proses manufaktur kemudian akan di lakukan proses preparasi benda uji seperti pemotongan, pembentukan sesuai dimensi standar, penghalusan , pembuatan serbuk dan perataan. Setelah benda uji di preparasi maka akan dilanjutkan ke proses pengujian tekan, kekerasan dan XRD.

8. Pengujian Spesimen

Spesimen yang sudah dibuat kemudian akan dipreparasi untuk dilakukan pengujian uji tekan dengan standar ASTM D695, uji kekerasan dan uji XRD. Pengujian tekan dan kekerasan dilakukan di Balai Besar Pelatihan

Vokasi dan Produktivitas (BBPVP Serang).Pengujian XRD dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

9. Analisa Data dan Pembahasan

Hasil yang didapatkan berdasarkan hasil pengujian akan diolah dan dianalisa terkait dengan bagaimana karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dan pengaruh dari variasi komposisi fraksi berat terhadap sifat mekanik yang dihasilkan.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian dilakukan beberapa metode yaitu metode studi literatur dan metode eksperimen atau percobaan. Metode studi literatur ini dilakukan dengan melakukan studi pustaka berdasarkan dengan buku atau pun jurnal - jurnal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan sebelum melakukan penelitian. Metode eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahan kulit buah maja, abu jerami padi dan matriks berupa epoksi resin.kulit buah maja sebelumnya diberikan perlakuan perendaman alkali dengan variasi NaOH 5% dalam waktu 1 jam,kemudian akan diolah menjadi serbuk kulit buah maja. Serbuk kulit maja, abu Jerami padi, dan resin epoksi dibentuk menjadi komposit untuk dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja tersebut dengan variasi komposisi berdasarkan fraksi berat serbuk kulit maja : abu jerami padi : resin epoksi yaitu 40%:0%:60% (variasi A), 30%:10%:60% (Variasi B), dan 20%:20%:60% (Variasi C) yang kemudian akan dicetak dengan menggunakan cetakan silinder kemudian diberikan tekanan 6 ton (30 bar) selama 60 menit dengan mesin press hidrolik. Setelah material kering dan mengeras maka dilakukan proses preparasi benda uji menggunakan perkakas tangan ,dan mesin bubut yang dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian tekan , kekerasan ,dan XRD. Pengujian tekan dan kekerasan dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

3.3 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan, berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- *Universal Testing Machine RTF Series*

Universal Testing Machine RTF Series alat ini digunakan untuk pengujian tekan material komposit. *UTM RTF Series* memiliki kapasitas jangkauan mulai dari 1 kN sampai dengan 300 kN. Mesin ini dapat digunakan untuk uji tekan, tarik dan bending.



Gambar 3.2 *Universal Testing Machine RTF Series*

- *Hardness Test Durometer Type D*

Alat ini digunakan untuk pengujian kekerasan material komposit khususnya polimer, dimana hasil kekerasan yang didapatkan memiliki satuan HD dan memiliki penampang uji berbentuk lancip /segitiga.



Gambar 3.3 *Hardness Test Durometer Type D*

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

- *Bruker D8 Advance Eco*

Alat ini digunakan untuk pengujian XRD , yang bertujuan untuk mengetahui bagaimanakan struktur yang terbentuk dari material komposit tersebut, ukuran Kristal dan juga persentase kristalin.



Gambar 3.4Alat Uji XRD

(Sumber : <https://www.bruker.com/>)

- Ember

Alat ini digunakan untuk merendam dan mencuci kulit buah maja yang sudah dibuah atau pisahkan daging buahnya dari kulit buah.



Gambar 3.5Ember

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

- Amplas Kasar

Alat ini digunakan untuk menghaluskan kulit buah maja sampai menjadi bubuk setelah diberikan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 60 menit.



Gambar 3.6Amplas Kasar

(Sumber : <https://www.shopee.co.id/>)

- Cetakan komposit

Alat ini digunakan untuk menjadi media pembuatan komposit.



Gambar 3.7Cetakan Komposit

- Mesin Press Hidrolik

Mesin press hidrolik digunakan untuk mempress komposit yang ada disetakan setelah adonan komposit tersebut diituangkan kedalam cetakan, dimana tekanan yang digunakan adalah 30 bar (6 ton) dan di tahan selama 1 jam atau 60 menit.



Gambar 3.8 Mesin Press Hidrolik

- Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa dari bahan.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

(Sumber : <https://frackingargentina.org>)

- Alat Pengaduk

Alat pengaduk ini digunakan untuk mengaduk NaOH saat pelarutan.



Gambar 3.10 Alat Pengaduk

(Sumber : <https://www.dinomarket.com>)

- Ayakan *Mesh* 100-120

Ayakan *Mesh* 100-120 digunakan untuk menyaring atau mengayak serbuk kulit buah maja dan abu jerami agar di dapatkan ukuran serbuk yang sama.



Gambar 3.11Saringan

(Sumber : <https://id.aliexpress.com>)

- Sarung Tangan

Sarung tangan merupakan salah satu alat pelindung diri yang digunakan dalam penelitian kali ini.



Gambar 3.12Sarung Tangan

(Sumber : <https://www.fikhaglobalteknik.co.id>)

- Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi dari spesien uji agar spesimen tersebut presisi dan sesuai dengan standar yang berlaku.



Gambar 3.13Jangka Sorong

(Sumber : <https://teknikjaya.co.id>)

- Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur dimensi specimen uji komposit pada penelitian ini.



Gambar 3.14Penggaris

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com>)

- Bor Tangan

Bor tangan digunakan untuk mengaduk adonan komposit setelah disatukan berdasarkan komposisi fraksi berat.



Gambar 3.15Bor Tangan
(Sumber : <https://bukalapak.com>)

- Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk pembuatan cetakan dan preparasi benda uji.



Gambar 3.16Mesin Bubut

- Perkakas Tangan

Perkakas tangan digunakan untuk pembuatan cetakan dan preparasi benda uji.



Gambar 3.17Perkakas Tangan

- Oven Listrik

Oven listrik digunakan untuk proses sintering spesimen setelah dilakukan proses manufaktur.



Gambar 3.18Oven Listrik

- Cetakan Komposit

Cetakan komposit digunakan untuk proses manufaktur spesimen.



Gambar 3.19Cetakan Komposit

2. Bahan

Adapun beberapa bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Buah Maja

Buah maja merupakan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini. Buah maja akan di ambil kulitnya yang kemudian kulit tersebut akan diberikan perlakuan perendaman terlebih dahulu dan kemudian di jadikan serbuk yang akan di jadikan bahan penguat komposit.



Gambar 3.20Buah Maja

(Sumber : Fatmawati , 2015)

- Air

Air dibutuhkan dan digunakan untuk proses pencucian buah maja baik sebelum pengolahan atau pun setelah pengolahan kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.21Air

(Sumber : <https://www.sehatq.com>)

- Aquades

Aquades digunakan untuk menjadi pelarut NaOH saat membuat larutan NaOH untuk proses perendaman alkali kulit buah maja dengan NaOH yang memiliki konsentrasi NaOH 5%.



Gambar 3.22Aquades

(Sumber : <https://shopee.co.id>)

- NaOH

NaOH atau natrium hidroksida digunakan sebagai media alkali untuk proses perlakuan perendaman alkali kulit buah maja sebelum di jadikan serbuk yang berfungsi meningkatkan kompatibilitas matriks dan serat kulit buah maja serta untuk menghilangkan kandungan lignin yang ada pada kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.23NaOH

(Sumber : <https://www.jagadkimia.com>)

- Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan matriks yang digunakan dalam penelitian kali ini.



Gambar 3.24 Resin Epoksi

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com>)

- *Kit Paste Wax* atau Krim Poles Pengkilap

Kit Paste Wax atau Krim Poles Pengkilap ini digunakan untuk melapisi permukaan cetakan komposit agar komposit tidak menempel pada cetakan dan untuk memudahkan pada proses pelepasan komposit dari cetakan setelah komposit tersebut jadi.



Gambar 3.25 *Kit Paste Wax* atau Krim Poles Pengkilap

(Sumber : <https://www.monotaro.id>)

- Abu Jerami Padi

Abu Jerami padi ini digunakan sebagai *filler* dalam penelitian ini.



Gambar 3.26 Abu Jerami Padi

(Sumber : <https://www.bukalapak.com>)

3.4 Variabel Pengujian

Pada penelitian ini terdapat 2 (dua) variabel yang saling berkaitan satu sama lain yaitu variabel tetap dan variabel bebas. Berikut adalah variabel tetap dan variabel bebas pada penelitian kali ini :

1. Variabel Terikat : Komposisi fraksi berat resin epoksi 60%
2. Variabel Bebas : Komposisi fraksi berat serbuk kulit maja dan abujerami padi yaitu 40%:0% , 30% :10% dan 20% : 20.

Penelitian ini menggunakan bahan dasar berupa material komposit organik dengan menggunakan serat alam. Serat alam menggunakan kulit buah maja yang diberikan perlakuan perendaman alkali NaOH 5% selama 1 jam yang kemudian akan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-4 jam dan diolah menjadi serbuk kulit buah maja yang akan digunakan menjadi bahan penguat komposit.

3.5 Langkah Penelitian Dan Pengambilan Data

3.5.1 Persiapan Bahan Material Penyusun

Penelitian ini menggunakan bahan penyusun berupa serbuk kulit buah maja, abu batang jerami dan resin epoksi. Bahan penyusun komposit tersebut sebelumnya di lakukan beberapa preparasi untuk

kulit buah maja dan abu jerami.berikut adalah tahapan preparasi bahan material.

A) Kulit Buah Maja

Buah maja yang digunakan dalam penelitian ini di dapatkan dari desa pelamunan kecamatan kramatwatu serang banten.



Gambar 3.27Buah Maja

Setelah buah maja di dapatkan, pisahkan bagian daging dan kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.28Proses Pemisahan

Kulit buah maja yang sudah bersih dan terpisah dari daging buha maja kemudian akan di cuci dan dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 2-4 jam.



Gambar 3.29Kulit Maja Sebelum Diberi Perlakuan

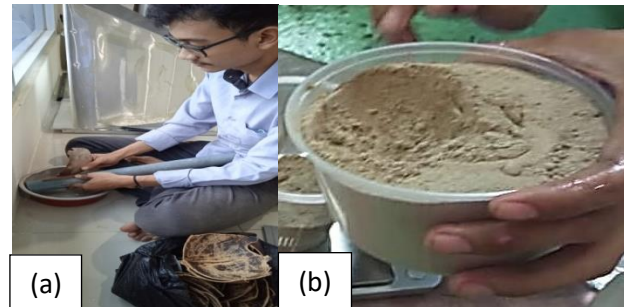
Kulit yang sudah bersih dan kering kemudian diberikan perlakuan perendaman alkali NaOH 5% selama 1 jam. Kulit buah maja yang sudah di rendam kemudian di bilas dengan menggunakan aquades lalu kemudian di keringkan kembali di bawah sinar matahari selama 2-4 jam sampai mengering. Terlihat perbedaan dari kulit buah maja yang belum di berikan perlakuan perendaman dengan yang sudah diberikan perlakuan perendaman. Kulit maja yang telah di berikan perlakuan memiliki warna yang cenderung lebih gelap atau menghitam, sedangkan kulit buah maja yang belum diberikan perlakuan memiliki warna yang cenderung lebih cerah.



Gambar 3.30(a)Perendaman, dan (b)Pengeringan Kulit Maja

Buah maja yang sudah melalui proses perendaman NaOH dan sudah di keringkan , kemudian akan dibuat menjadi serbuk. Proses pembuatan serbuk ini dilakukan secara manual dengan menggunakan amplas untuk mendapatkan serbuk kulit

maja. Serbuk buah maja yang dihasilkan kemudian akan di ayak menggunakan ayakan *mesh* 100-120. Proses pengayakan ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.



Gambar 3.31(a)Proses Pembuatan Serbuk, dan (b)Serbuk Kulit Maja

B) Abu Jerami

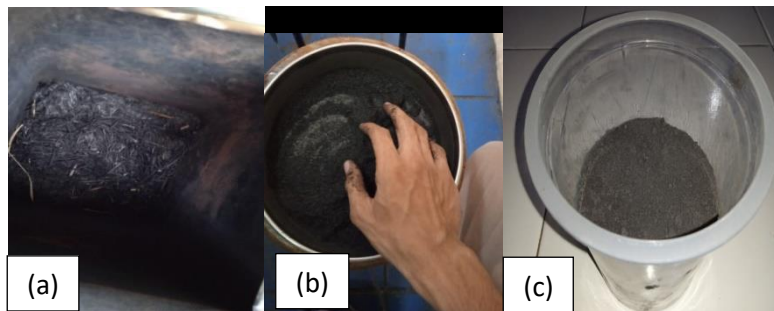
Jerami yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari salah satu sawah milik warga di daerah bojonegara. Jerami kering yang didapatkan kemudian dibersihkan dan dipisahkan antara bagian batang, daun, dan sekam. Pada penelitian ini bagian yang digunakan adalah bagian batang jeraminya saja.



Gambar 3.32Batang Jerami

Batang jerami yang sudah dipisahkan dari bagian daun dan sekam padi, kemudian dibakar sampai menjadi abu. Abu jerami hasil pembakaran akan disaring dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120 untuk mendapatkan ukuran serbuk atau

abu batang jerami yang sama seperti seperti serbuk kulit maja yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.33(a)Pembakaran,(b)Pengayakan, dan (c)Abu Batang Jerami

3.5.2 Proses Percampuran Bahan Material Penyusun

Pada penelitian ini menggunakan 3 (tiga) bahan penyusun, yaitu serbuk kulit buah maja, abu batang jerami, dan resin epoksi. Komposisi bahan yang dipakai menggunakan perbandingan fraksi berat. Proses ini dilakukann di Workshop Manufaktur Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

Tabel 3.2 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem

Kode Spesimen	Serbuk Kulit Maja	Abu Jerami	Resin Epoksi
A	40%	0%	60%
B	30%	10%	60%
C	20%	20%	60%

Pada penelitian ini membuat 3 (tiga) variasi material yang diberi kode A,B,dan C. Setiap variasi memiliki komposisi resin epoksi yang sama sebesar 60%, namun untuk komposisi serbuk kulit maja dan abu batang jerami berubah setiap variasi. Bahan material yang sudah di siapkan kemudian di timbang sesuai dengan komposisi perbandingan fraksi berat yang sudah di tentukan.



Gambar 3.34Proses Penimbangan Bahan Material Kode C

Bahan yang sudah di timbang berdasarkan komposisi yang sudah di tentukan tiap variasinya, kemudian akan dicampurkan atau *mixing* dengan menggunakan bor tangan yang sudah di atur untuk proses pengadukan atau pencampuran bahan material tersebut. Pada proses pencampuran ini serbuk buah maja dan abu batang jerami terlebih dahulu dicampurkan dengan menggunakan bor tangan..



Gambar 3.35Proses Pencampuran Serbuk Kulit Maja Dan Abu Jerami

Masukkan sedikit demi sedikit campuran serbuk kulit maja dan abu batang jerami kedalam wadah plastik yang berisi resin sambil dilakukan proses pengadukan dengan menggunakan bor tangan dengan rpm rendah, dan aduk sampai merata atau tercampur sempurna.



Gambar 3.36Proses Pencampuran atau *mixing*

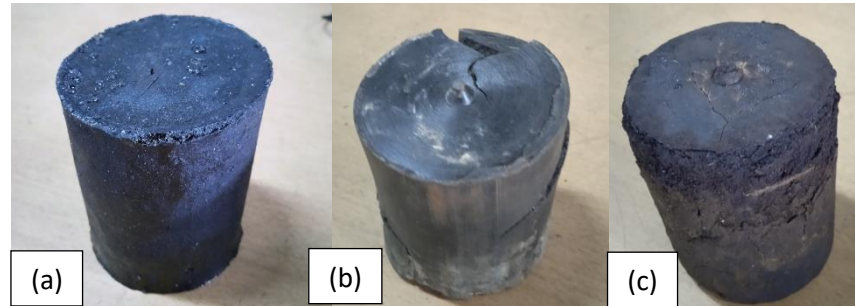
3.5.3 Proses Manufaktur Spesimen

Pada penelitian ini dilakukan beberapa proses manufaktur spesimen uji seperti pembuatan serbuk, pembuatan cetakan dan pembuatan spesimen uji. Proses ini dilakukan di di Workshop Manufaktur Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Campuran bahan penyusun komposit yang sudah di aduk atau *mixing* kemudian di tuangkan kedalam cetakan silinder yang sebelumnya sudah dibuat dan sudah di lumuri oleh wax terlebih dahulu. Pelumuran wax ini dilakukan agar material tersebut tidak menempel pada dinding cetakan dan mudah dilepas. Proses manufaktur komposit ini melalui proses kompaksi atau pengepresan dengan tekanan 30 bar atau jika dikonversikan ke pembebanan menjadi 6 ton dan ditahan selama 1 jam.



Gambar 3.37Proses Kompaksi Material Komposit

Proses kompaksi material dilakukan selama 1 jam pada tekanan 30 bar atau 6 ton. Material yang sudah selesai proses kompaksi kemudian di keluarkan dan didiamkan selama 6 jam.



Gambar 3.38 Komposit(a) Variasi A, (b) Variasi B, dan (c) Variasi C

Material komposit yang sudah jadi kemudian dilakukan proses sintering dengan menggunakan oven listrik pada suhu 150°C selama 90 menit.



Gambar 3.39 Proses Sintering Material

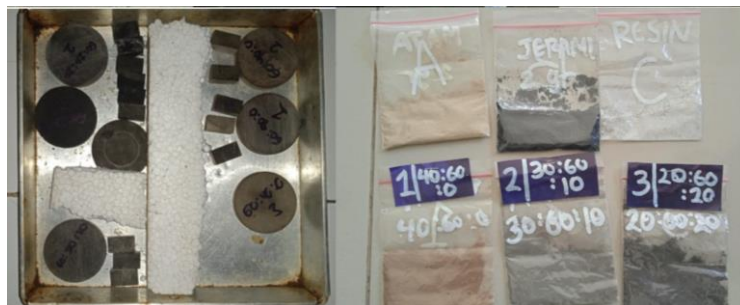
3.5.4 Proses Preparasi Sample Uji

Material komposit yang sudah jadi dan sudah melalui proses manufaktur, akan di uji melalui beberapa pengujian untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik dari material komposit tersebut. Komposit yang sudah selesai di manufaktur dan telah melalui proses sintering kemudian akan di manufaktur atau dilakukan praparsi kembali menjadi spesimen uji tekan, laju keausan dan XRD. Komposit tersebut dibentuk sesuai dengan standar yang akan digunakan. Proses preparasi ini dilakukan menggunakan mesin bubut, dan perkakas tangan. Proses ini dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.



Gambar 3.40Proses Preparasi Benda Uji

Material komposit yang sudah di preparasi menjadi benda uji sesuai dengan standar yang digunakan, kemudian di bawa ke laboratorium tempat pengujian dilakukan. Benda uji tekan berbentuk balok kecil dengan dimensi 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm (ASTM D695), benda uji kekerasan berbentuk silinder dengan diameter 50 mm dan tebal 8 mm, dan sampe uji XRD berupa serbuk.



Gambar 3.41Sampel Uji Komposit

3.5.5 Pengujian Tekan

Pengujian tekan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik berupa kekuatan tekan dari material komposit ini dan apa pengaruh dari setiap perubahan komposisi terhadap sifat mekaniknya. Pengujian tekan ini menggunakan standar ASTM D695 dengan dimensi benda uji 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm. Benda uji akan diuji menggunakan alat uji UTM (Universal Test Machine) Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan

Produktivitas (BBPVP) Serang. Benda uji yang sudah di preparasi kemudian di letakkan di bawah piston penekan, dan kemudian akan di beri tekanan dengan kecepatan konstan sesuai dengan standar yang digunakan sampai benda uji tersebut mengalami kerusakan. Besaran nilai *Load* yang di tampilkan pada display komputer alat uji tersebut kemudian di olah dan di dapatkan hasil kekuatan tekan dalam satuan MPa.



Gambar 3.42 Pengujian Tekan

3.5.6 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik berupa kekerasan dari material komposit ini dan apa pengaruh dari setiap perubahan komposisi terhadap sifat mekaniknya. Benda uji akan diuji menggunakan alat uji khusus komposit polimer, termoplastik dan sejenisnya dengan menggunakan durometer tipe D. Nilai kekerasan yang di hasilkan dari pengujian ini memiliki satuan HD. Benda uji yang sudah di preparasi kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

3.5.7 Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian XRD atau *X-ray Diffraction* dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur fasa ,bahan penyusun dan produk komposit yang dihasilkan berstruktur *Kristal* atau *amorf*,dimana jika dilihat dari hasil grafik XRD puncak kromatogram menunjukan puncak

puncak kristalin maka struktur dari komposit tersebut dapat telah sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Data hasil XRD kemudian di analisa menggunakan *software Match* untuk mengetahui letak puncak, fasa yang terbentuk dan senyawa apa saja yang terbentuk.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Tekan

Sampel komposit kampas rem organik telah divariasikan menjadi tiga bagian berdasarkan perbandingan komposisi fraksi berat.

Variasi A : 60% resin + 40% maja

Variasi B : 60% resin + 30% maja + 10% abu batang jerami

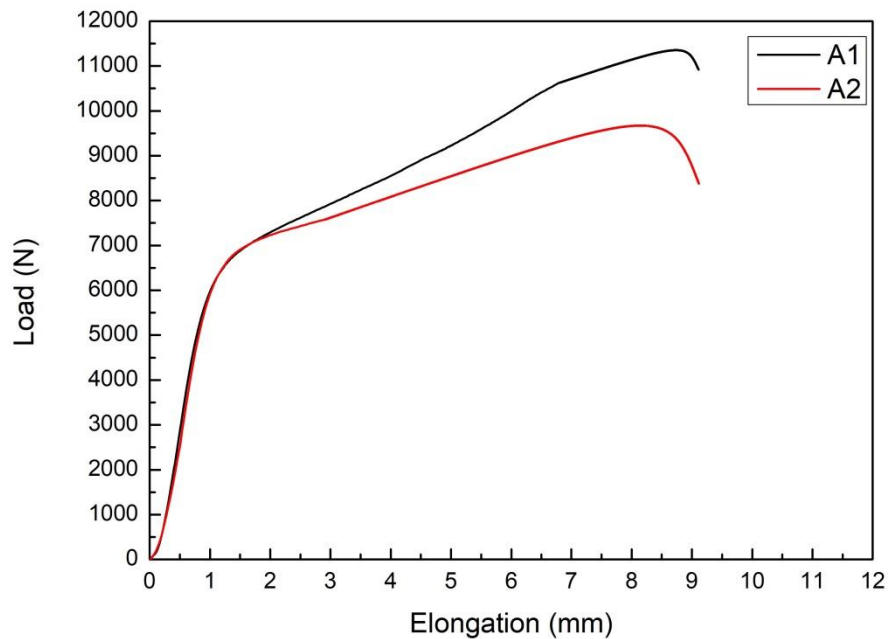
Variasi C : 60% resin + 20% maja + 20% abu batang jerami

Hasil komposit setelah dilakukan uji tekan ditunjukkan seperti **Gambar 4.1** dibawah ini.



Gambar 4.1Benda Uji Setelah Pengujian Tekan

Proses pengujian tekan dilaksanakan di Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Uji tekan ini dilakukan dengan menggunakan mesin UTM atau *Universal Test Machine* dengan menggunakan standar ASTM D695. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil berupa grafik dan beberapa data seperti tekanan maksimum dalam satuan Newton (N) dan kekuatan tekan dalam satuan *megapascal* (MPa), kemudian di analisis berdasarkan grafik yang dihasilkan pada tiap variasi. Pada **Gambar 4.2** Grafik Uji Tekan Variasi A, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi A



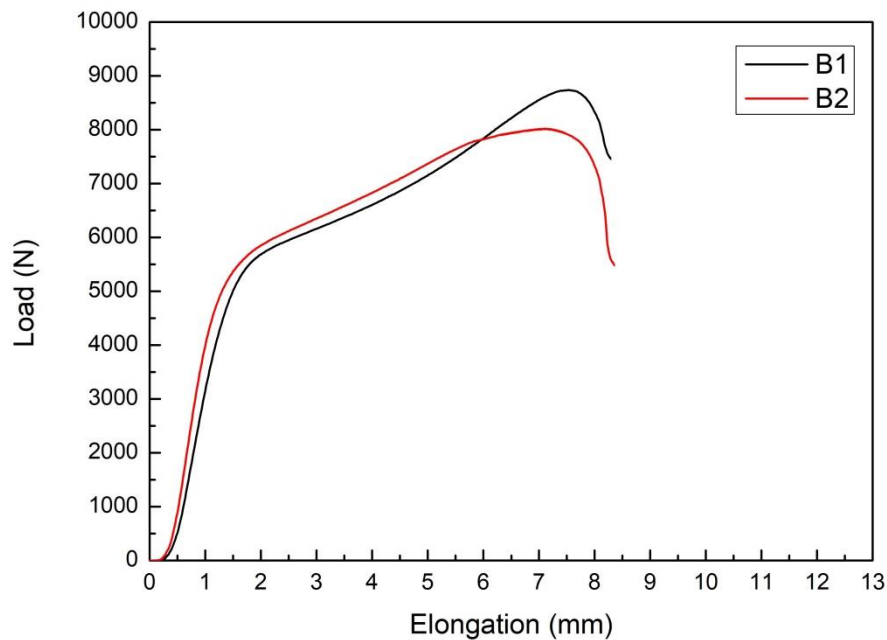
Gambar 4.2 Grafik Uji Tekan Variasi A

Dari **Gambar 4.2** Grafik Uji Tekan Variasi A tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi A. Kedua sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 11354 N pada A1 (uji 1). Nilai kekuatan tekan tertinggi pada A1 sebesar 35,197 Mpa .dan terendah pada A2 dengan nilai sebesar 29,969 Mpa sesuai dengan **Tabel 4.1** Hasil Uji Tekan Variasi A

Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan Variasi A

Variasi A					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin Load	Maximum poin Stress
Test No	mm	mm	mm ²	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	11354	35.197
2	12.700	25.400	322.58	9667.7	29.969
Average	12.700	25.400	322.58	10510.8	32.583

Pada **Gambar 4.3** Grafik Uji Tekan Variasi B, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi B.



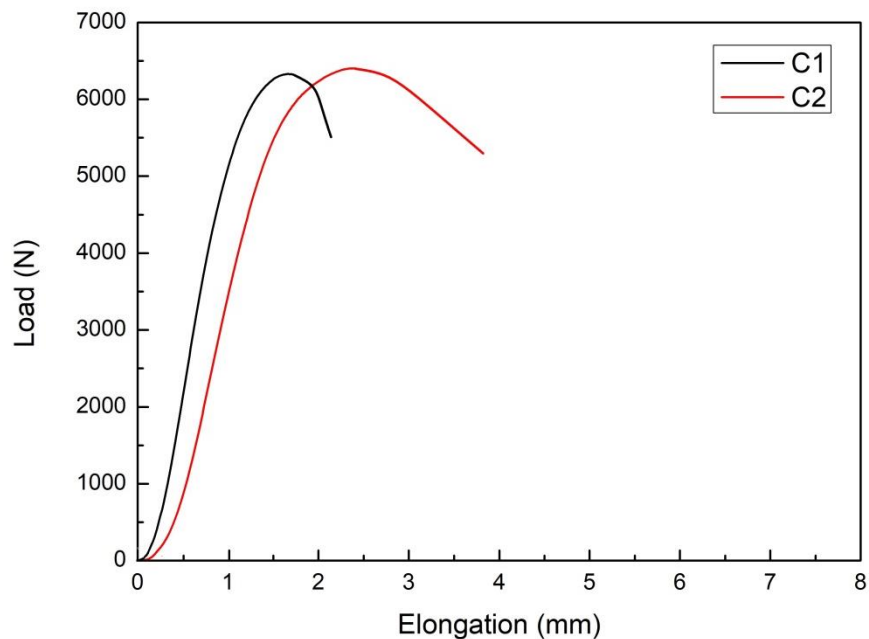
Gambar 4.3 Grafik Uji Tekan Variasi B

Dari **Gambar 4.3** Grafik Uji Tekan Variasi B tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi B. Kedua sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 8732,8 N pada B1 (uji 1). Nilai kekatan tekan tertinggi pada B1 sebesar 27,071 Mpa .dan terendah pada B2 dengan nilai sebesar 24,647 Mpa sesuai dengan **Tabel 4.2** Hasil Uji Tekan Variasi B.

Tabel 4.2 Hasil Uji Tekan Variasi B

Variasi B					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin Load	Maximum poin Stress
Test No	mm	mm	mm ²	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	8732.8	27.071
2	12.700	25.400	322.58	7950.9	24.647
Average	12.700	25.400	322.58	8341.8	25.859

Pada **Gambar 4.4** Grafik Uji Tekan Variasi C, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi C



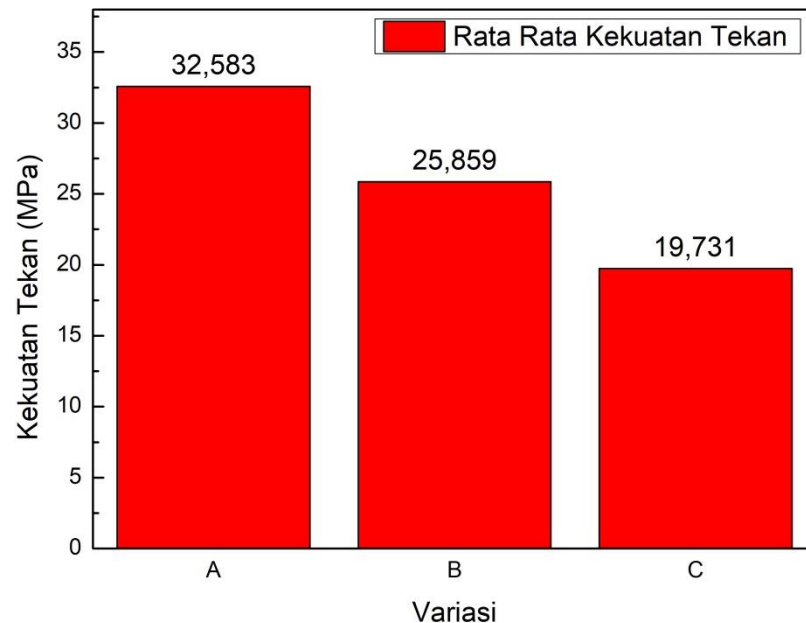
Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C

Dari **Gambar 4.4** Grafik Uji Tekan Variasi C tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi C. Kedua sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 6401,2 N pada C2 (uji 1). Nilai kekatan tekan tertinggi pada C2 sebesar 19,843 Mpa .dan terendah pada C1 dengan nilai sebesar 19,619 Mpa sesuai dengan **Tabel 4.3** Hasil Uji Tekan Variasi C.

Tabel 4.3 Hasil Uji Tekan Variasi C

Variasi C					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin Load	Maximum poin Stress
Test No	mm	mm	mm ²	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	6328.9	19.619
2	12.700	25.400	322.58	6401.2	19.843
Average	12.700	25.400	322.58	6365.05	19.731

Pada **Gambar 4.5** Grafik Rata-rata Uji Tekan, menunjukkan grafik rata-rata hasil pengujian tekan pada variasi A (A1, dan A2), variasi B (B1, dan B2), dan variasi C (C1, dan C2).



Gambar 4.5 Grafik Rata- Rata Hasil Uji Tekan

Berdasarkan hasil uji tekan komposit organik ini didapatkan kekuatan tekan tertinggi pada variasi B1 dengan nilai kekuatan tekan sebesar 35,197 MPa dan terendah pada C1 sebesar 19,619 MPa. Berdasarkan rata rata hasil uji tekan didapatkan rata rata tertinggi pada variasi A dengan nilai 32,583 MPa dan terendah pada variasi C dengan nilai 19,731 MPa. Penambahan abu jerami ke material dapat menurunkan nilai kekuatan tekan, Oleh sebab itu, komposit yang tanpa di tambahkan abu jerami memiliki kekuatan tekan tertinggi.

4.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Karakterisasi lebih lanjut terhadap sifat mekanik komposit organik kampas rem yaitu menggunakan uji kekerasan terhadap ketiga variasi. Sampel hasil uji kekerasan ditunjukkan pada **Gambar 4.6** Benda Uji Setelah

Pengujian Kekerasan sebagai berikut.



Gambar 4.6Benda Uji Setelah Pengujian Kekerasan

Dari hasil uji kekerasan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dihasilkan enam titik pada tiap variasi. Pada masing-masing variasi diperoleh nilai rata-rata sebesar 79,9 HD, variasi B sebesar 81 HD, dan variasi C sebesar 82,3 HD.

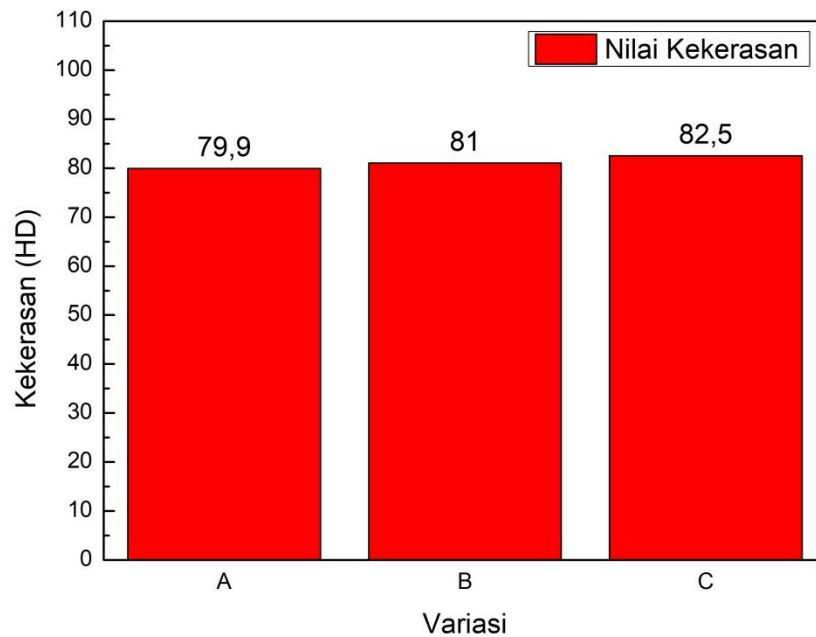
Tabel 4.4Hasil Uji Kekerasan

Titik/Variasi	Variasi A	Variasi B	Variasi C
1	82 HD	80,5 HD	83,5 HD
2	78,5 HD	80 HD	82,5 HD
3	81,5 HD	82 HD	82 HD
4	79 HD	80,5 HD	82 HD
5	79 HD	81 HD	82,5 HD
6	79,5 HD	82 HD	81,5 HD
Rata Rata	79,9 HD	81 HD	82,3 HD

Selanjutnya, dari **Tabel 4.4**Hasil Uji Kekerasandidapatkan kesimpulan bahawa Variasi A menunjukkan nilai kekerasan paling rendah dengan nilai sebesar 78,5 HD, sedangkan variasi C menunjukkan nilai kekerasan tertinggi dengan nilai sebesar 83,5 HD. Variasi B cenderung konstan dengan nilai tertinggi sebesar 82 HD.

Pada **Gambar 4.7** Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan, menunjukkan grafik perbandingan rata-rata hasil pengujian kekerasan. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa peningkatan komposisi dari abu batang jerami dapat mempengaruhi nilai kekerasan dari komposit tersebut, dimana kekerasan

tertinggi pada komposisi 60%resin:20%maja.dan 20% abu batang jerami.



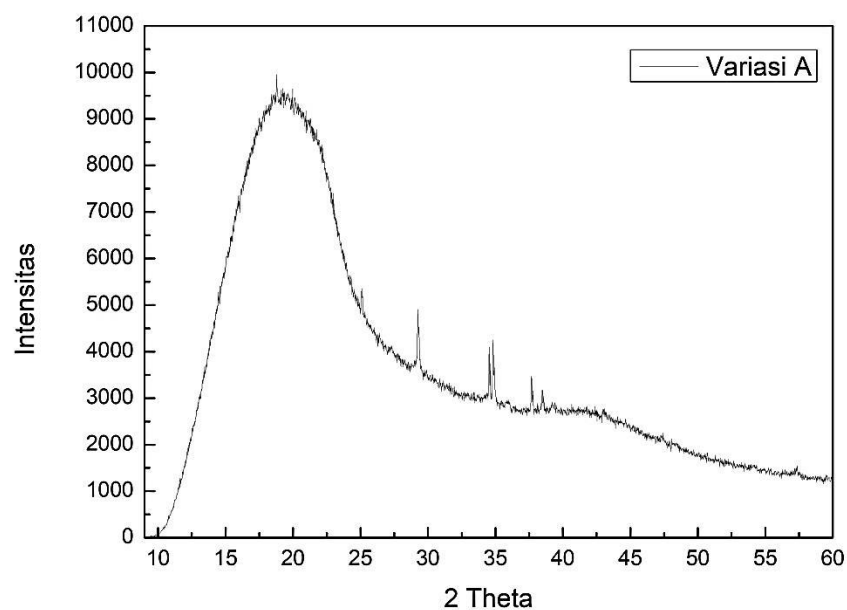
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan

4.3 Hasil Pengujian XRD

Untuk menentukan komposit telah terbentuk dapat dikarakterisasi lebih lanjut menggunakan XRD dimana dapat dilihat perubahan fasa antara standard dan material uji. Pada **Gambar 4.8** merupakan variasi A yang telah terbentuk komposisi kampas rem seperti yang ditunjukkan pada kurva. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena komposit lebih cenderung amorf. Nilai FWHM tertinggi pada variasi A yaitu 0,8306 dan memiliki ukuran Kristal rata rata sebesar 9,633 nm seperti pada **Tabel 4.5** Hasil Uji XRD Variasi A.

Tabel 4.5 Hasil Uji XRD Variasi A.

Posisi 2Theta	FWHM	Ukuran Kristal (nm)	Persentase Kristalin
0,4999	0,8306	9,5646	36,2
0,7536	0,8303	9,5681	
0,745	0,8281	9,5935	
0,8053	8,16E-01	9,7335	
0,4476	0,8228	9,6552	
0,4342	0,8203	9,6846	
1	0,8145	9,7537	
0,4888	0,8119	9,7849	
Rata Rata Ukuran		9,6333	

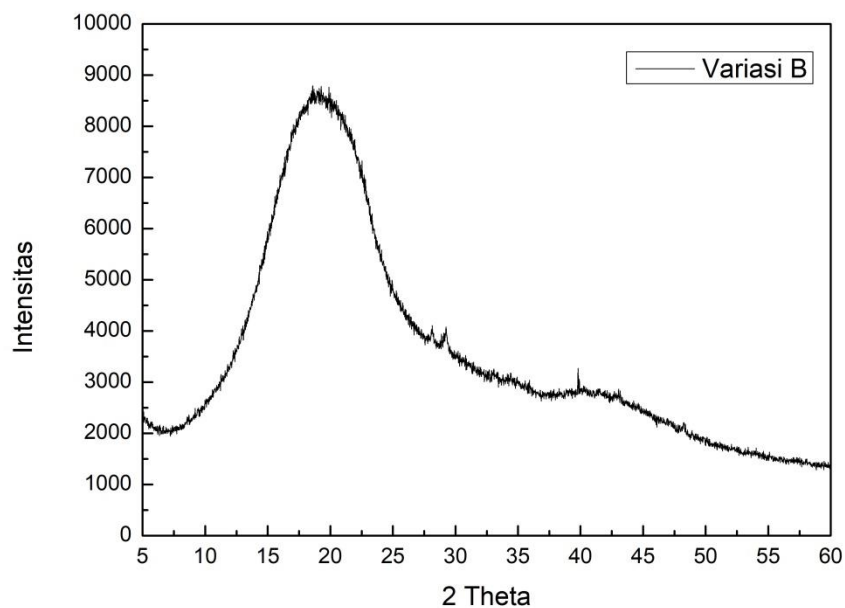


Gambar 4.8 Grafik XRD Variasi A

Pada **Gambar 4.9** merupakan variasi B yang telah terbentuk komposisi kampas rem seperti yang ditunjukkan pada kurva. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena

komposit lebih cenderung amorf. Nilai FWHM tertinggi pada variasi B yaitu 0,8859 dan memiliki ukuran Kristal rata rata sebesar 9,1562 nm seperti pada **Tabel 4.6** Hasil Uji XRD Variasi B.

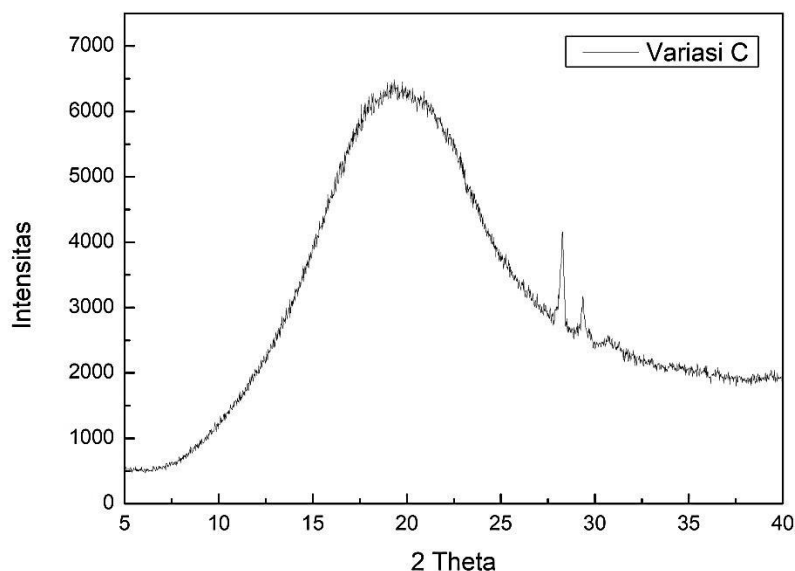
Posisi 2Theta	FWHM	Ukuran Kristal (nm)	Persentase Kristalin
0,9779	0,8859	8,9678	33,3
0,7496	0,8773	9,0555	
0,9942	0,8643	9,1919	
0,9933	8,63E-01	9,2100	
0,9934	0,861	9,2271	
0,774	0,8556	9,2852	
1	0,855	9,2919	
0,9839	0,8544	9,2984	
Rata Rata Ukuran		9,1563	



Gambar 4.9 Grafik XRD Variasi B

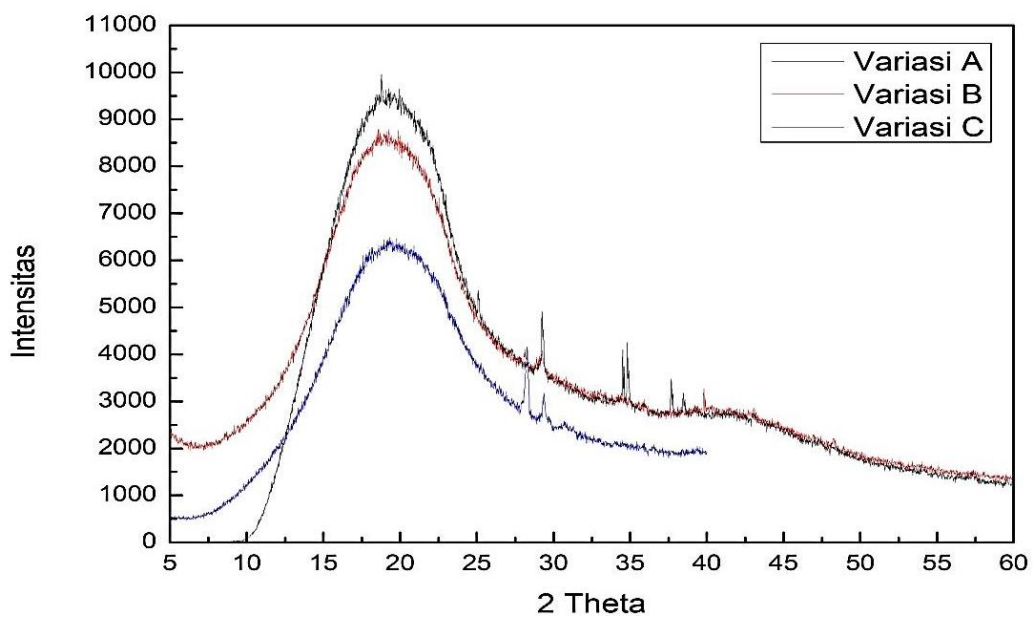
Pada **Gambar 4.10** merupakan variasi C yang telah terbentuk komposisi kampas rem seperti yang ditunjukkan pada kurva. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena komposit lebih cenderung amorf. Nilai FWHM tertinggi pada variasi C yaitu 0,9595 dan memiliki ukuran Kristal rata rata sebesar 8,3307 nm seperti pada **Tabel 4.7** Hasil Uji XRD Variasi C.

Posisi 2Theta	FWHM	Ukuran Kristal (nm)	Persentase Kristalin (%)
0,9085	0,9595	8,2798	31,02
0,8816	0,9543	8,3249	
0,8763	0,9533	8,3337	
0,879	9,53E-01	8,3337	
0,8729	0,9527	8,3389	
0,8552	0,9488	8,3732	
1	0,9429	8,4255	
0,7865	0,936	8,4876	
Rata Rata Ukuran		8,3307	



Gambar 4.10 Grafik XRD Variasi C

Dari hasil XRD menunjukkan bahwa senyawa organik kampak rem telah terbentuk dimana senyawa epoxy resin telah mengikat dengan buah maja dan abu batang jerami membentuk struktur kompleks. Ukuran Kristal tertinggi ada pada variasi A (60% resin + 40% maja + 0% abu batang jerami) dengan nilai sebesar 9,6333 nm dengan nilai FWHM sebesar 0,9595 pada variasi C. berdasarkan hasil data yang didapatkan semakin besar nilai FWHM atau *Full Width Of Half Maximum* maka ukuran Kristal semakin mengecil. pada setiap variasi terdapat perubahan struktur seperti pada **Gambar 4.11**. Penambahan abu jerami dapat merubah struktur komposit yang dihasilkan, jika dilihat dari bentuk grafiknya variasi A memiliki puncak yang lebih tinggi dan jelas. Didapatkan nilai persentase kristalin tertinggi pada variasi A sebesar 36,2 %, dan Terendah pada variasi C dengan 31,02 %.



Gambar 4.11 Grafik XRD

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil uji tekan terhadap komposit organik menunjukkan kekuatan tekan tertinggi pada variasi A (60% resin:40% maja:0% abu batang jerami) dengan nilai sebesar 32,583 MPa, dan nilai terendah pada variasi C (60% resin:20% maja:20% abu batang jerami) dengan nilai sebesar 19,731 MPa.
2. Pada uji kekerasan diperoleh nilai rata-rata variasi sebesar 79,9 HD, variasi B sebesar 81 HD, dan variasi C sebesar 82,3 HD sehingga nilai tertinggi diperoleh pada variasi C. Satuan HD ini merupakan satuan berdasarkan tipe durometer yang di gunakan , yaitu durometer Tipe D yang di peruntukan untuk komposit yang menggunakan bahan resin.
3. Karakterisasi XRD menunjukkan bahwa komposit telah terbentuk dengan presentase amorf, Ukuran Kristal tertinggi ada pada variasi A (60% resin + 40% maja + 0% abu batang jerami) dengan nilai sebesar 9,6333 nm dengan nilai FWHM sebesar 0,9595 pada variasi C. Nilai FWHM atau *Full of Width Half Maximum* berbanding terbalik dengan ukuran Kristal, dimana semakin besar nilai FWHM maka ukuran kristalnya semakin kecil. Didapatkan nilai persentase kristalin tertinggi pada variasi A sebesar 36,2 %, dan Terendah pada variasi C dengan 31,02 %.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Pada proses pengayakan dianjurkan untuk menggunakan *mesh* diatas 120 supaya struktur dihasilkan lebih baik karena ukurannya lebih kecil.

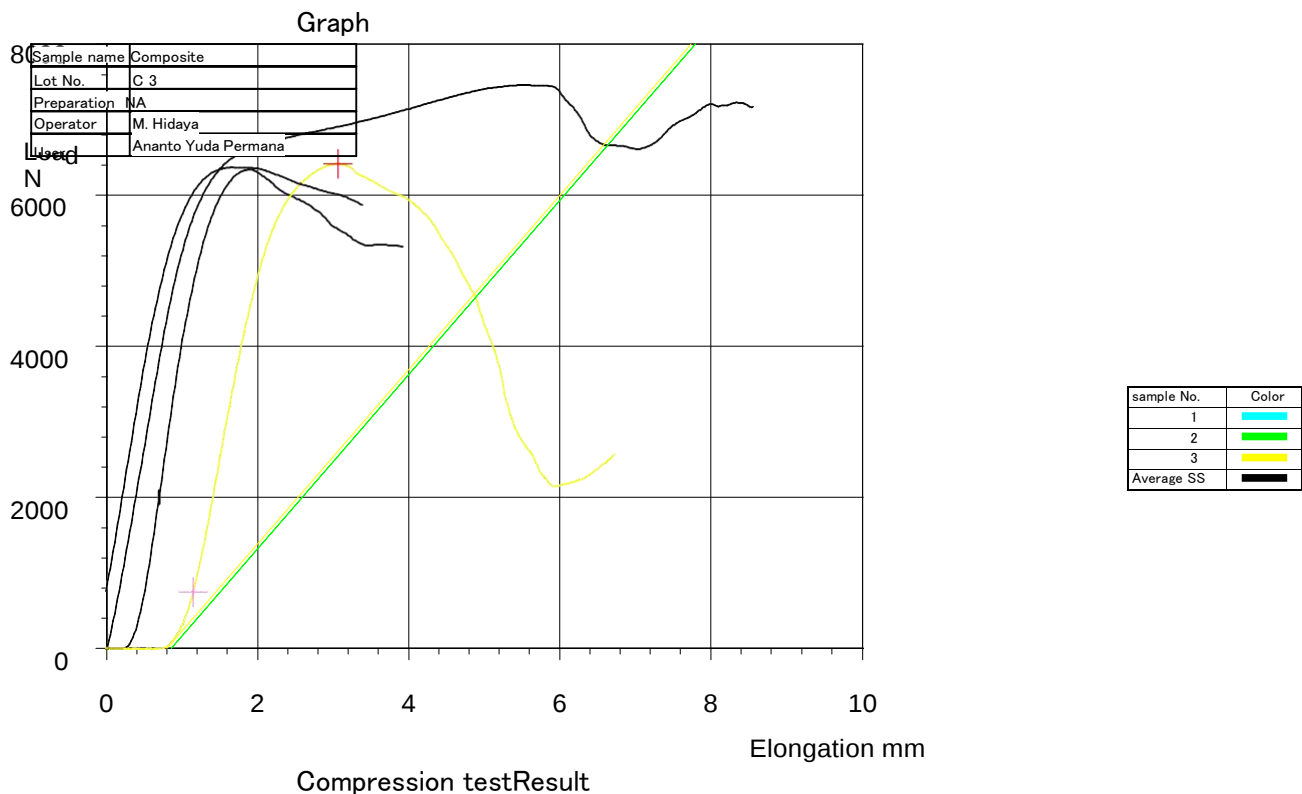
2. Pada proses pengadukan diharapkan lebih merata dan alat yang sesuai supaya bahan-bahan pembentuk komposit tercampur sempurna.
3. Pada karakterisasi XRD diharapkan supaya dilakukan preparasi supaya sampel didapatkan dalam serbuk halus sehingga puncak yang dihasilkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. (2014). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 10(1), 1-11.
- Elhafid, M. M., Susilo, D. D., & Widodo, P. J. (2017). Pengaruh Bahan Kampas Rem Terhadap Respon Getaran Pada Sistem Rem Cakram. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(1), 1-7.
- Estia, D. (2020). *Pengaruh Ekstrak Daun Sambiloto (Andrographis Paniculata (Burm. F)) Dan Buah Maja (Aegle Marmelos L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Kutu Putih (Paracoccus Marginatus) Pada Tanaman Pepaya (Carica Papaya).* Uin Raden Intan Lampung.
- Fajri, R. I., Tarkono, T., & Sugiyanto, S. (2013). *Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester.* Lampung University.
- Fatmawati, I. (2015). Efektivitas Buah Maja (\$ Hjoh Oduphorv (L.) Corr.) Sebagai Bahan Pembersih Logam Besi. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 9(1), 81-87.
- Fitrianto. F.D., Estriyanto. Y., Harjanto., B, (2013). Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor. *Jurnal teknik Mesin FKIP*.
- Harsi, H., Sari, N. H., & Sinarep, S. (2015). Karakteristik Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(2).
- Hidayat, I. F., & Sumarji, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Maja Terhadap Laju Korosi Baja Karbon A53 Dengan Media Air Laut. *Jurnal Rotor*.
- Jefferje, B., Heyleys, dan Zylyon. (2003). Composite Aplication using Coir Fibres in Sri Lanka.Final Report of Fast Track Project from Common Fun for Commodities.Nederlands.Delft Unive.Of Tech.
- Jones, R. M. (1999). Taylor And Francis,“. Mechanics Of Composite Materials.

- Kumayasari, M. F., & Sultoni, A. I. (2017). Studi Uji kekerasan Rockwell Superficial vs Micro Vickers. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(2).
- Mallick, P.K., (2007). Fiber-reinforced Composites Materials Manufacturing, and Design. 3rd ed. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Maryanti, B., Sonief, A. A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Mott, R. L. (2004). *Machine Elements In Mechanical Design*: Pearson Educación.
- Munro, R. G. (2000). Material Properties Of Titanium Diboride. *Journal Of Research Of The National Institute Of Standards And Technology*, 105(5), 709.
- Murugan, S. S. (2020). Mechanical Properties Of Materials: Definition, Testing And Application. *Int. J. Modern. Studies. Mech. Eng*, 6(2), 28-38.
- Nasmi, S., Azizul. (2013). Analisis Sifat Kekuatan Tekan Dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1).
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi Material Komposit. *Yogyakarta. Ebalta*. [Www. Ebalta. De/Rs/Datasheet/En](http://www.ebalta.de/Rs/Datasheet/En).
- Oroh, J., Sappu, F. P., & Lumintang, R. C. (2013). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat*, 1(1).
- Qurohman, M. T., & Syarifudin, S. (2016). Analisa Beban Pengereman Terhadap Kualitas Kampas Rem Tromol Mobil Dengan Metode Oghosi. *Jurnal Matematika*.
- Ratnawati, D. (2012). Uji Aktifitas Biologis Ekstrak Kulit Dan Daging Buah Maja (Aegle Marmelos (L.) Corr) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test. *Molluca Journal Of Chemistry Education (Mjoce)*, 2(1), 17-26.
- Sriwita, D. (2014). Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(1).

- Sumiyanto, S., Abdunnaser, A., & Fajri, A. N. (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus Dan Lentur Pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Bina Teknika*, 15(1), 49-59.
- Sunardi, S., Fawaid, M., & Noor, M. F. R. (2015). Variasi Campuran Fly Ash Batubara Untuk Material Komposit. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2(1).
- Surdia, T., & Saito, S. (2005). Pengetahuan Bahan Teknik, Pt. *Pradnya Paramita, Jakarta*.
- Sutrisno, A. E., & Kartikasari, D. (2017). Pengaruh penambahan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 2(2), 9.
- Van Vlack, L. (1994). Terjemahan Japrie, S. *Ilmu Dan Teknologi Bahan, E-Disi Kelima, Erlangga, Jakarta*.
- Verdins, G., Kanaska, D., & Kleinbergs, V. (2013). Selection of the method of hardness test. *Engineering for Rural Development*, 217-222.
- Wicaksono, R. B. (2016). Kaji Eksperimental Performansi Pengereman Kampas Rem Serat Bonggol Jagung Sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Mobil. *Jurnal Nosel*, 4(3).
- Yani, M., & Faisal, L. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. *Mekanik*, 4(2).

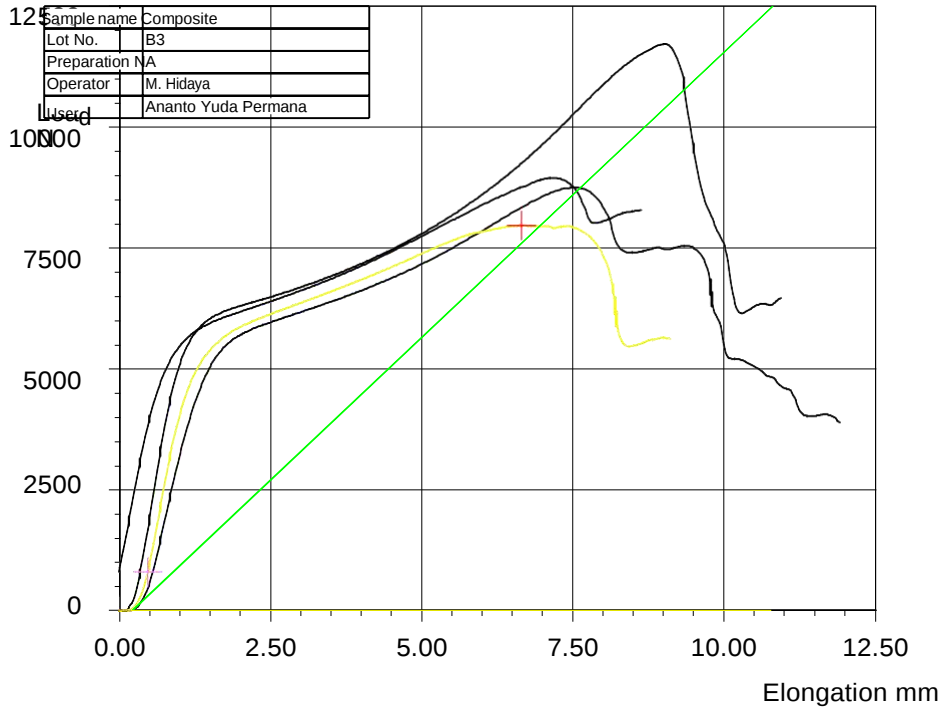


Machine name	RTF			Test type	Tension Compression		
Strain input 1	Not used			Test speed	5.0 mm/min		
Chart speed OFF				Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Loac)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
N	0	0	0	mm	0	0	0
Elastic modulus anal.	Interval	1 100		Initial sample length	Distance	10 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.3 %RO	
Elong adjust	No			Break point measurem	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

Test date	2022/08/09			Temperature	25 C		
Humidity	60 %RH			Sample name	Composite		
Lot No.	C 3			Preparation	NA		
Operator	M. Hidayat			User	Ananto Yuda Permana		
Comment 1	Skripsi			Comment 2	Untirta		

TestID=63	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
Test No	mm	mm	mm2	Load N	Stress MPa
2	12.700	25.400	322.58	6328.9	19.619
3	12.700	25.400	322.58	6401.2	19.843
Min.	12.700	25.400	322.58	6328.9	19.619
Max.	12.700	25.400	322.58	6401.2	19.843
Average	12.700	25.400	322.58	6365.05	19.731

Graph



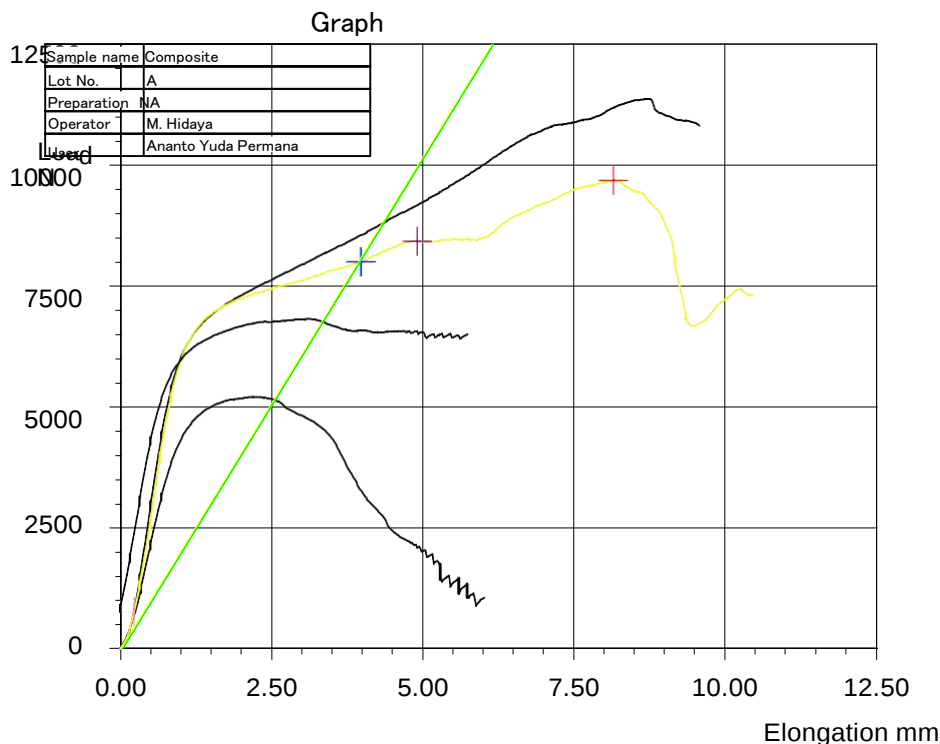
sample No.	Color
1	Blue
2	Red
3	Black
Average SS	Green

Compression testResult

Machine name	RTF			Test type	Tension Compression		
Strain input 1	Not used			Test speed	5.0 mm/min		
Chart speed OFF				Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Loac)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
N	0	0	0	mm	0	0	0
Elastic modulus anal.	Interval	1	100	Initial sample length	Distance	10 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.3 %RO	
Elong adjust	No			Break point measurem	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

Test date	2022/08/09	Temperature	25 C
Humidity	60 %RH	Sample name	Composite
Lot No.	B3	Preparation	NA
Operator	M. Hidayat	User	Ananto Yuda Permana
Comment 1	Skripsi	Comment 2	Untirta

TestID=62	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
Test No	mm	mm	mm2	Load N	Stress MPa
1	12.700	25.400	322.58	8732.8	27.071
2	12.700	25.400	322.58	7950.9	24.647
Min.	12.700	25.400	322.58	7950.9	24.647
Max.	12.700	25.400	322.58	8732.8	27.071
Average	12.700	25.400	322.58	8341.8	25.859



sample No.	Color
1	Blue
2	Red
3	Black
Average SS	Green

Compression testResult

Machine name	RTF			Test type	Tension Compression		
Strain input 1	Not used			Test speed	5.0 mm/min		
Chart speed OFF				Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Loac) N	0	0	0	Point data(Disp) mm	0	0	0
	0	0	0		0	0	0
Elastic modulus anal. Load	Interval	1	100	Initial sample length	Distance	10 mm	
	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.3 %RO	
Elong adjust	No			Break point measuren	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

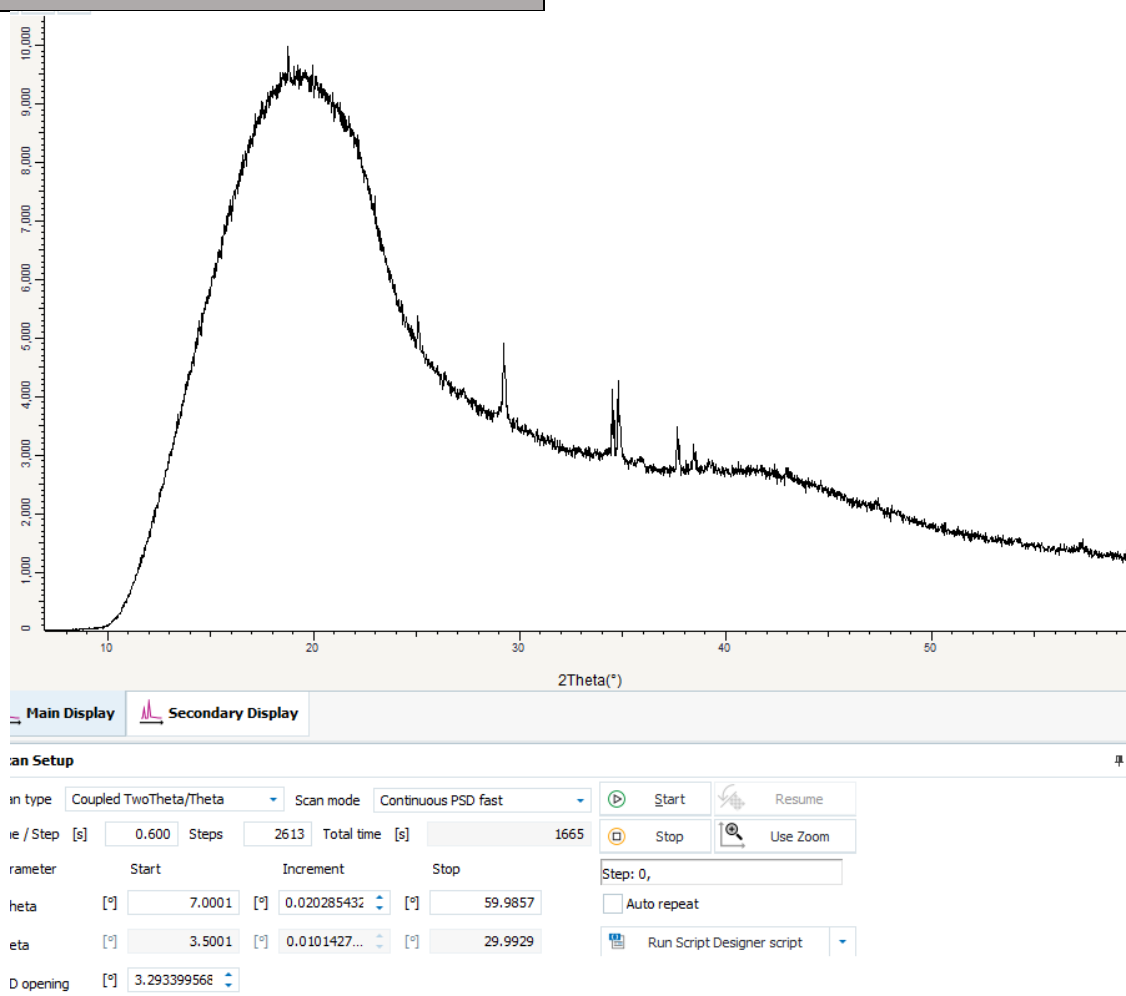
Test date	2022/08/09			Temperature	25 C		
Humidity	60 %RH			Sample name	Composite		
Lot No.	A			Preparation	NA		
Operator	M. Hidayat			User	Ananto Yuda Permana		
Comment 1	Skripsi			Comment 2	Untirta		

TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin Load	Maximum poin Stress
Test No	mm	mm	mm2	N	MPa
1	12.700	25.400	322.58	11354.	35,197
2	12.700	25.400	322.58	9667.7	29,969
Min.	12.700	25.400	322.58	9667.7	29,969
Max.	12.700	25.400	322.58	11354.	35,197
Average	12.700	25.400	322.58	10510,8	32,583

Test Report

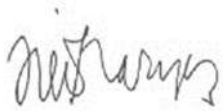
Name of Project	XRD 19 – Komposit 1/A (60%:40%:0%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	07 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory



Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

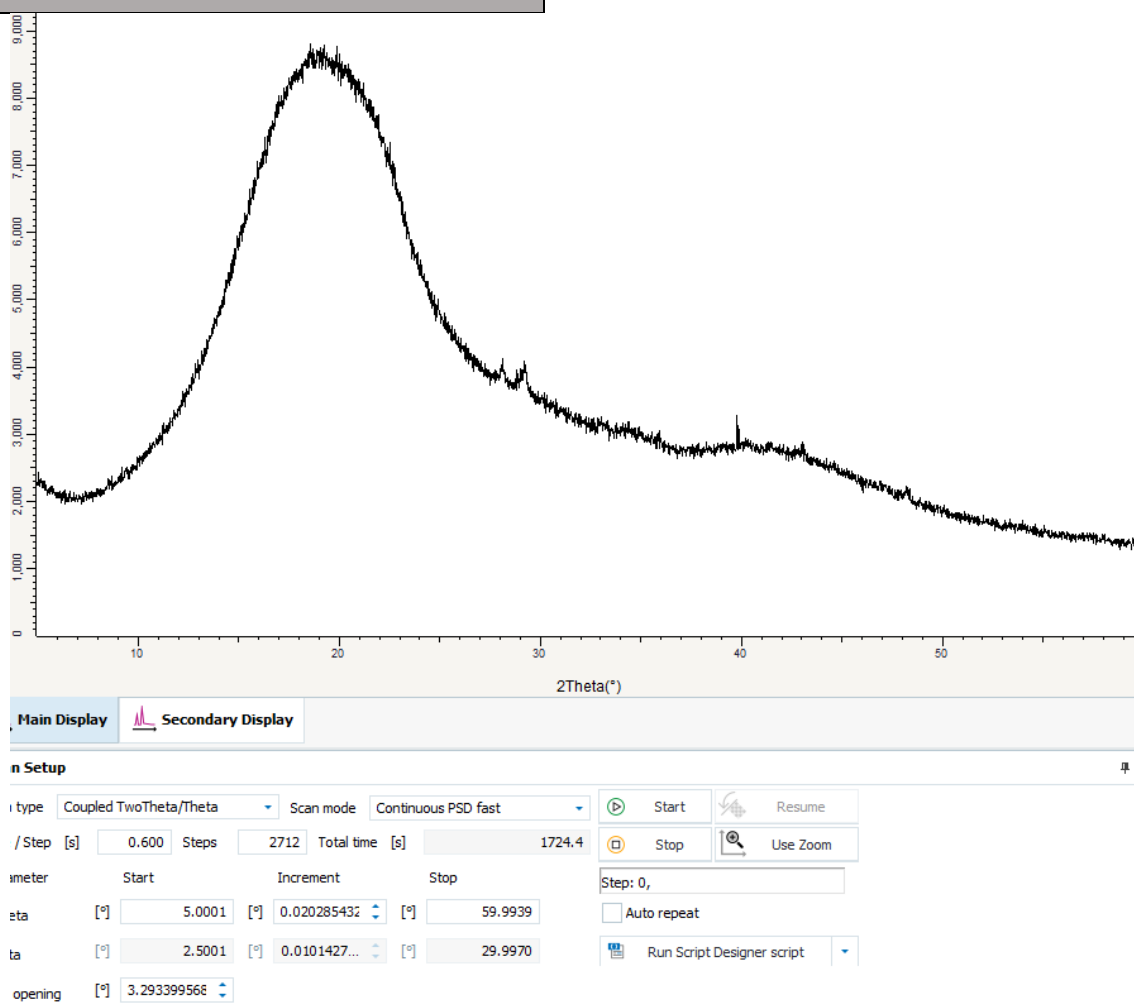
NIP.

198010102005012003

Test Report

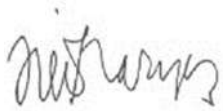
Name of Project	XRD 20 – Komposit 2/B (60%:30%:10%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	07 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory



Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

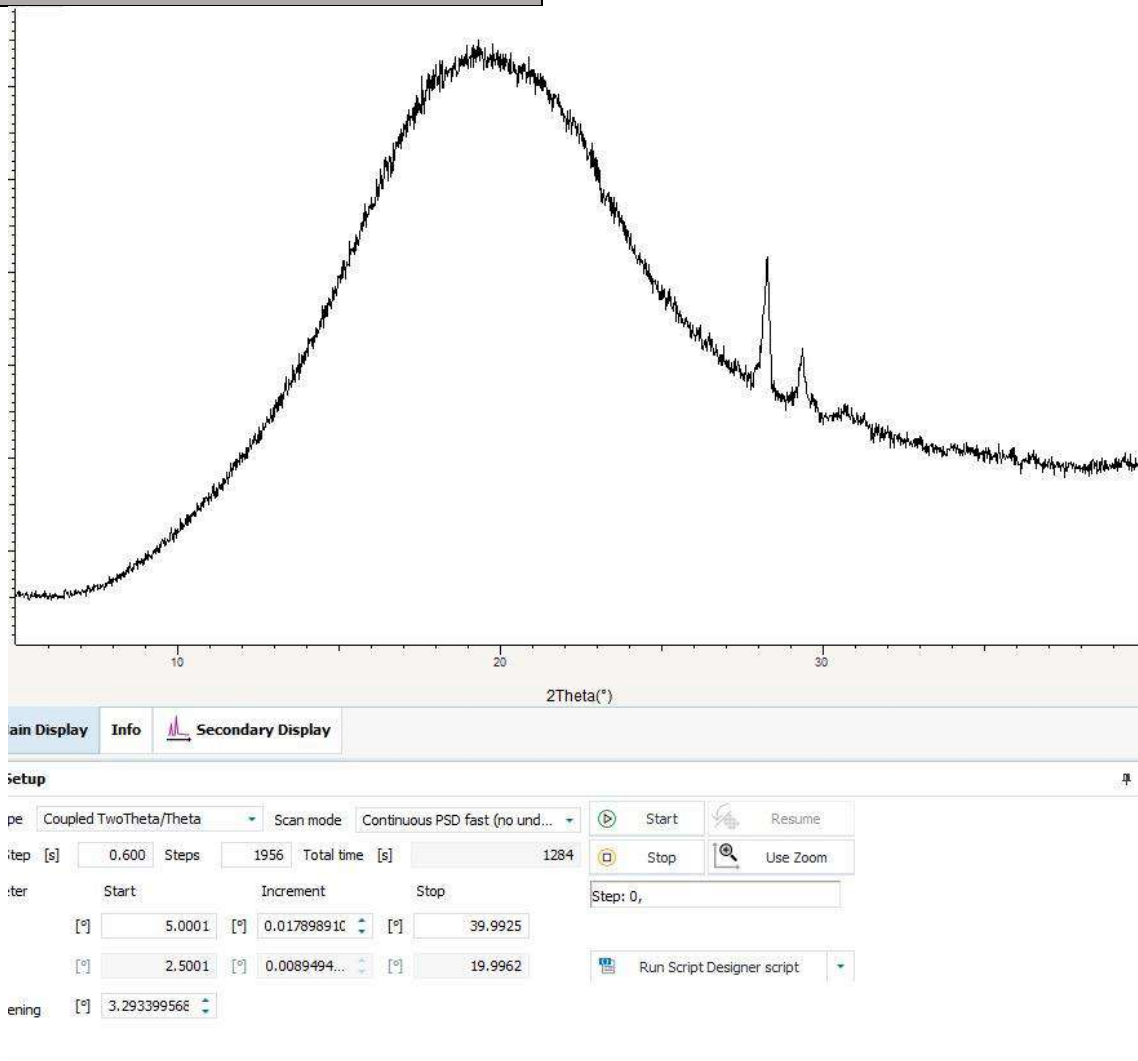
NIP.

198010102005012003

Test Report

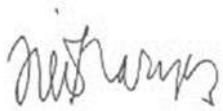
Name of Project	XRD 21 – Komposit 3/C (60%:20%:20%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	12 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory



Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

NIP.

198010102005012003

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 001HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

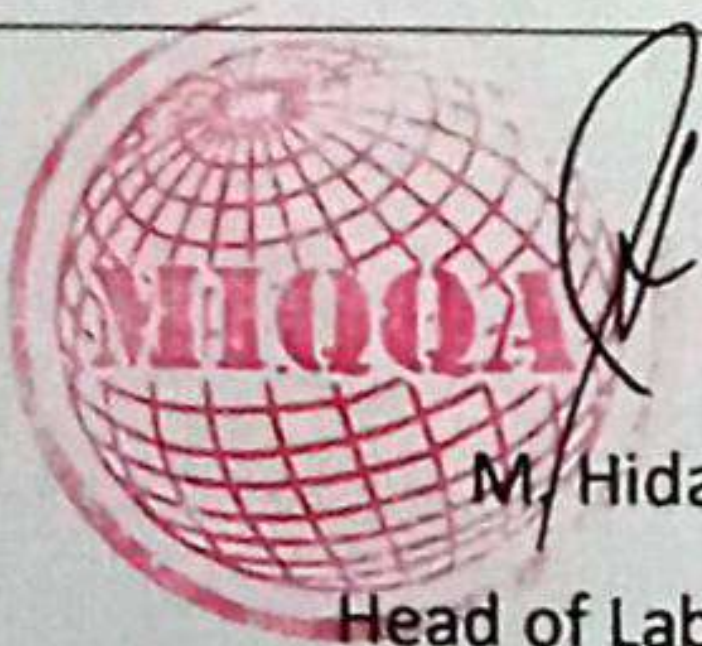
HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)							
Project Name	:	Skripsi							
Material	:	Komposit			Part No.	:	A		
Surface Preparation	:	☐	Grinding	☒	Machining	☐	Lapping	☐	Filling
		☐	Other _____						
Test Location	:	☒	Base Metal	☐	HAZ	☐	Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒	Durometer type D						
Test Witness	:	☐	Yes	☒	No				

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	82 HD	78.5 HD	81.5 HD	79 HD	79 HD	79.5 HD

Approved Signatory



M. Hidayat

Head of Laboratory

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 002HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

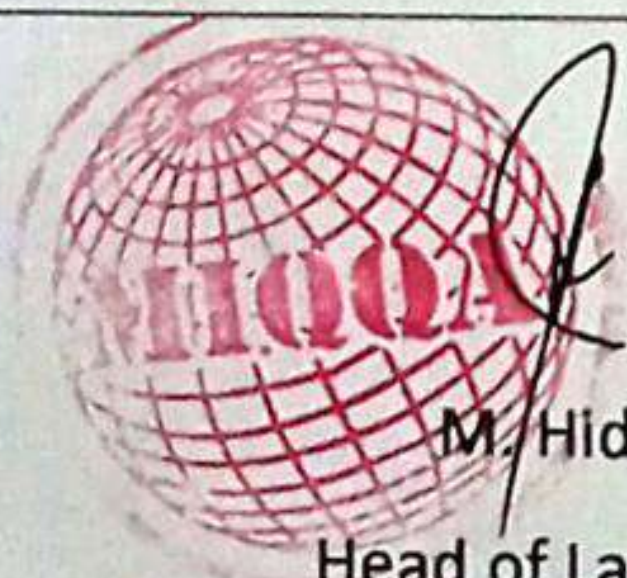
HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)							
Project Name	:	Skripsi							
Material	:	Komposit			Part No.	:	B		
Surface Preparation	:	☐	Grinding	☒	Machining	☐	Lapping	☐	Filling
	:	☐	Other _____						
Test Location	:	☒	Base Metal	☐	HAZ	☐	Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒	Durometer type D						
Test Witness	:	☐	Yes	☒	No				

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	80.5 HD	80 HD	82 HD	80.5 HD	81 HD	82 HD

Approved Signatory



M. Hidayat
Head of Laboratory

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 003HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)				
Project Name	:	Skripsi				
Material	:	Komposit	Part No.	:	C	
Surface Preparation	:	☐ Grinding	☒ Machined	☐ Lapping	☐ Filling	
	:	☐ Other _____				
Test Location	:	☒ Base Metal	☐ HAZ	☐ Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒ Durometer type D				
Test Witness	:	☐ Yes	☒ No			

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	83.5 HD	82.5 HD	82 HD	82 HD	82.5 HD	81.5 HD

Approved Signatory


M. Hidayat
Head of Laboratory