

**PENGARUH PERLAKUAN ASAP CAIR DAN LARUTAN  
KUNYIT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN  
IMPAK KOMPOSIT SERAT BATANG SERAI  
WANGI (CYMBOPOGON NARDUS)  
MATRIKS POLYESTER**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Salsabilla Rienra NIM : 1042053

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PERLAKUAN ASAP CAIR DAN LARUTAN KUNYIT  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT SERAT  
BATANG SERAI WANGI (CYMBOPOGON NARDUS)  
MATRIKS POLYESTER**

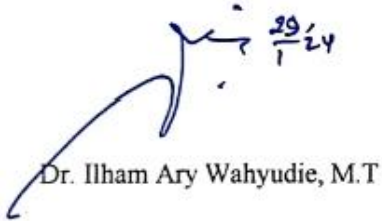
Oleh:

Salsabilla Rienera/NIM 1042053

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka

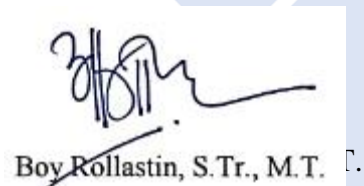
Belitung

Pembimbing 1



Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.

Pembimbing 2



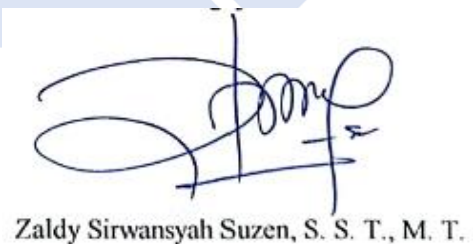
Boy Rollastin, S.Tr., M.T.

Penguji 1



Yuliyanto, S. S. T., M. T.

Penguji 2



Zaldy Sirwansyah Suzen, S. S. T., M. T.

## **PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Salsabilla Rienera NIM : 1042053

Dengan Judul : Pengaruh Perlakuan Asap Cair dan Larutan Kunyit Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus*) Matriks Polyester

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 3 Januari 2024

Nama Mahasiswa  
Salsabilla Rienera

Tanda Tangan



## ABSTRAK

*Dewasa ini pengembangan inovasi di bidang teknologi material terutama komposit berpenguat serat alam berkembang pesat dan berpotensi berkelanjutan di bidang industri karena memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanis komposit serta ketersediannya jangka panjang dan juga ramah lingkungan. Salah satu serat alam yang digunakan adalah serat serai wangi. Namun kandungan kimiawi dalam serat alam dapat mempengaruhi sifat mekanis komposit. Oleh karena itu, perlakuan kimiawi pada serat alam perlu dilakukan, agar dapat menghasilkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tarik dan dampak yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu perlakuan dan jenis larutan perlakuan serat pada serai wangi terhadap kekuatan tarik dan dampak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain faktorial  $2^k$ . Spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D638-01 dan spesimen uji dampak mengacu pada standar ISO 179-01 dengan perlakuan serat serai wangi direndam menggunakan larutan asap cair dan perebusan serat menggunakan larutan kunyit serta lama perlakuan keduanya selama 1 jam dan 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 10,93 MPa pada perlakuan serat perendaman dengan asap cair selama 1 jam dan nilai kekuatan dampak tertinggi yaitu 26,77 KJ/mm<sup>2</sup> pada perlakuan serat perendaman dengan asap cair selama 3 jam sedangkan nilai kekuatan tarik terendah yaitu 8,96 MPa pada perlakuan serat perendaman dengan asap cair selama 3 jam dan nilai kekuatan dampak terendah yaitu 12,19 KJ/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan analisis varian nilai kekuatan tarik tidak terdapat faktor yang berpengaruh, sedangkan nilai kekuatan dampak faktor yang berpengaruh adalah interaksi antara lama waktu perlakuan dan jenis larutan yang digunakan.*

*Kata kunci : Asap cair, Kekuatan Dampak, Kekuatan Tarik, Komposit, Serat Serai Wangi*

## ABSTRACT

Nowadays, the development of innovation in the field of material technology, especially natural fiber reinforced composites, is growing rapidly and has the potential to be sustainable in the industrial field because it has a significant influence on the mechanical properties of composites as well as long-term availability and is also environmentally friendly. One of the natural fibers used is citronella fiber. However, the chemical content in natural fibers can affect the mechanical properties of composites. Therefore, chemical treatment of natural fibers needs to be carried out, in order to produce composite mechanical properties such as optimal tensile and impact strength. This study aims to determine the effect of treatment time and type of fiber treatment solution on citronella on tensile and impact strength. The method used in this research is a  $2^k$  factorial design. The tensile test specimen refers to the ASTM D638-01 standard and the impact test specimen refers to the ISO 179-01 standard with citronella fiber treatment soaked using liquid smoke solution and fiber boiling using turmeric solution and the treatment time for both for 1 hour and 3 hours. The results showed the highest tensile strength value was 10.93 MPa in the treatment of fiber soaking with liquid smoke for 1 hour and the highest impact strength value was 26.77 KJ/mm<sup>2</sup> in the treatment of fiber soaking with liquid smoke for 3 hours while the lowest tensile strength value was 8.96 MPa in the treatment of fiber soaking with liquid smoke for 3 hours and the lowest impact strength value was 12.19 KJ/mm<sup>2</sup>. Based on the analysis of variance, the tensile strength value has no influential factor, while the impact strength value is the interaction between the length of time of treatment and the type of solution used.

**Keywords:** Liquid smoke, Impact Strength, Tensile Strength, Composite, Citronella Fiber

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas ridho-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini. adapun judul proyek akhir yang saya ajukan adalah **“PENGARUH PERLAKUAN ASAP CAIR DAN LARUTAN KUNYIT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT SERAT BATANG SERAI WANGI (CYMBOPOGON NARDUS) MATRIKS POLYESTER”**.

Proyek akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma IV (D-IV) Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat disangkal bahwa butuh perjuangan dan usaha yang keras, kegigihan dan kesabaran dalam menyelesaikan pengerjaan proyek akhir ini. Namun saya sangat menyadari bahwa tulisan ini tidak akan selesai tanpa orang-orang disekeliling saya yang mendukung dan membantu. Oleh karena itu, Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada :

1. Sang pencipta, Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, berkah dan karunia-Nya sehingga saya dimudahkan dan dilancarkan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan.
2. Dua orang yang paling berharga di hidup saya, Ayah Erawan dan Mama Marini Agustiani. Terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada ayah dan mama yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberi dukungan dan motivasi selama perjuangan saya mengerjakan proyek akhir ini. Terima kasih atas segala do'a tulus yang selalu kalian persembahkan kepada saya dan selalu menjadi penyemangat disetiap proses saya sehingga saya bisa berada sampai di titik ini. Semoga kalian sehat selalu. Tolong hiduplah lebih lama lagi karena ayah dan mama harus selalu ada di setiap perjalanan dan pencapaian hidup saya.
3. Adik tersayang saya, Qonita Adzra Rienera. Terimakasih atas dukungan dan semangat yang selalu diberikan kepada saya. Dan juga terima kasih karena

telah menjadi salah satu alasan saya untuk selalu berjuang, kuat dan bertahan hingga saat ini.

4. Diri sendiri, Salsabilla Rienera. Terima kasih atas kerja keras dan perjuangan yang telah dilalui sejauh ini. Tak mudah untuk mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan oleh karena itu terimakasih karena tak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses penyusunan proyek akhir ini hingga bisa menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin. Hal ini merupakan sebuah pencapaian yang patut dibanggakan dan diapresiasi untuk diri sendiri. Terima kasih diriku semoga tetap rendah hati karena ini awal dari segalanya, ayo semangat.
5. Bapak Pristiansyah, S.S. T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, M. T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikann dedikasi, nasehat dan motivasi serta yang telah membimbing saya dengan penuh kesabaran dan keikhlasan selama proses penelitian proyek akhir ini.
7. Bapak Boy Rollastin, S. Tr., M. T. selaku dosen pembimbing 2 sekaligus Kepala Prodi DIV Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah memberikan bimbingan, nasehat, motivasi dan berbagai pengalaman kepada saya dengan penuh kesabaran dan keikhlasan selama proses penelitian proyek akhir ini.
8. Bapak Yulianto, S.S. T., M. T selaku dosen penguji 1 yang telah sabar dan ikhlas dalam membimbing serta memberi nasehat, saran dan masukan yang membangun pada penelitian proyek akhir saya agar menjadi lebih baik.
9. Bapak Zaldy Suzen, S.S. T., M. T. selaku dosen penguji 2 sekaligus dosen wali saya yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan dedikasi selama proses perkuliahan saya serta telah memberi masukan dan saran yang membangun pada penelitian proyek akhir ini agar menjadi lebih baik dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
10. Bapak Masdani, S.S. T., M. T. yang telah membimbing saya dengan sabar dalam proses pengolahan serat alam pada penelitian proyek akhir saya ini.

11. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama saya kuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan seluruh staff yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian saya.
12. Teman-teman gacor saya Sulistiana Rachmadini, Thala Viniolita dan Wassi Ahadiatullah. Terima kasih telah menemani suka dan duka saya selama proses perkuliahan ini dan memberi dukungan kepada saya hingga berada di titik ini.
13. Salah satu teman terbaik saya, Marcellino Stevanus Seva. Terima kasih telah ikhlas membantu saya dari awal hingga akhir proyek akhir ini dengan penuh kesabaran.
14. Teman-teman seperjuangan saya, kelas TMM B angkatan 2020 yang telah saling mendoakan dan mendukung satu sama lain.

Saya menyadari penulisan proyek akhir ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi membangun proyek akhir ini.

Saya berharap, semoga penulisan proyek akhir ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang terkait, lingkungan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta para pembaca pada umumnya.

Sungailiat, 3 januari 2024



Salsabilla Rienera



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
BAB II .....	5
DASAR TEORI .....	5
2.1. Komposit .....	5
2.1.1. Definisi Komposit .....	5
2.1.2. Klasifikasi Komposit .....	5
2.1.2.1. <i>Particle reinforced composite</i> .....	6
2.1.2.2. <i>Fiber reinforced composite</i> .....	6
2.1.2.3. <i>Structural composite</i> .....	9
2.1.3. Material Penyusun Komposit .....	10

2.1.3.1.	Serat .....	10
2.1.3.2.	Matriks .....	11
2.1.3.3.	Katalis .....	11
2.2.	Serai Wangi .....	11
2.3.	Asap Cair .....	12
2.4.	Larutan Kunyit .....	12
2.5.	Pengujian Komposit .....	12
2.5.1.	Uji Tarik .....	12
2.5.2.	Uji Impak .....	13
2.5.2.1.	Metode <i>Charpy</i> .....	13
2.5.2.2.	Metode <i>Izod</i> .....	13
2.6.	Uji Normalitas .....	14
2.7.	Metode $2^k$ <i>Factorial Design</i> .....	15
2.7.1.	$2^2$ <i>Factorial Design</i> .....	15
2.7.2.	Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial .....	18
BAB III	.....	23
METODE PELAKSANAAN	.....	23
3.1.	Skema alur penelitian .....	23
3.2.	Studi Literatur .....	24
3.3.	Tahapan rancangan eksperimen .....	24
3.3.1.	Identifikasi rumusan masalah dan tujuan penelitian .....	24
3.3.2.	Menentukan variabel penelitian .....	24
3.3.3.	Menentukan Faktor dan Level Penelitian .....	25
3.3.4.	Menentukan Desain Eksperimen .....	25
3.3.5.	Perencanaan lokasi penelitian .....	26

3.4.	Persiapan alat dan bahan .....	26
3.4.1.	Alat.....	26
3.4.2.	Bahan.....	32
3.4.3.	Pengolahan serat serai wangi .....	35
3.5.	Proses perlakuan serat .....	37
3.6.	Pembuatan spesimen .....	37
3.7.	Validasi spesimen.....	44
3.8.	Pengujian spesimen .....	44
3.8.1.	Pengujian Tarik .....	44
3.8.2.	Pengujian Impak.....	44
3.9.	Pengolahan dan analisis data .....	46
3.10.	Kesimpulan dan Saran .....	46
BAB IV	.....	47
PEMBAHASAN	.....	47
4.1.	Pengambilan Data.....	47
4.2.	Analisis Data Respon Kekuatan Tarik .....	48
4.2.1.	Data Pengujian Kekuatan Tarik .....	48
4.2.2.	Uji Normalitas.....	48
4.2.3.	Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial .....	49
4.3.	Analisis Data Respon Kekuatan Impak.....	54
4.3.1.	Data Pengujian Kekuatan Impak.....	54
4.3.2.	Uji Normalitas .....	55
4.3.3.	Analisis Varian (ANOVA).....	56
BAB V	.....	61
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	61

5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kombinasi Perlakuan Desain Faktorial $2^2$ .....	16
Tabel 2.2 Estimasi efek dengan kontras .....	17
Tabel 2.3 Estimasi efek dengan tabel .....	17
Tabel 2.4 ANOVA Desain Faktorial $2^2$ .....	19
Tabel 3.1 Faktor dan Level Penelitian .....	25
Tabel 3.2 Rancangan Desain Eksperimen Penelitian.....	26
Tabel 3.3 Spesifikasi Timbangan Digital.....	27
Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Uji Impak <i>Gotech Testing Machines Inc</i> Metode <i>Charpy</i> .....	32
Tabel 4.1 Hasil uji tarik.....	48
Tabel 4.2 Kombinasi perlakuan kekuatan tarik.....	50
Tabel 4.3 ANOVA desain faktorial .....	53
Tabel 4.4 Hasil uji dampak .....	54
Tabel 4.5 Kombinasi perlakuan kekuatan dampak.....	56
Tabel 4.6 ANOVA desain faktorial .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Material Komposit .....	5
Gambar 2.2 Jenis-jenis <i>fiber reinforced composite</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Continuous fiber composite</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Woven fiber composite</i> .....	8
Gambar 2.5 <i>Chopped fiber composite</i> .....	8
Gambar 2.6 <i>Hybrid composite</i> .....	9
Gambar 2.7 Komposit laminat .....	9
Gambar 2. 8 <i>Sandwich Panels</i> .....	10
Gambar 2.9 posisi spesimen uji impak metode <i>charpy</i> .....	13
Gambar 2.10 Posisi spesimen uji impak metode <i>izod</i> .....	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian .....	23
Gambar 3.2 Timbangan digital .....	27
Gambar 3.3 Cetakan uji tarik dan uji impak .....	28
Gambar 3.4 Sikat kawat .....	28
Gambar 3.5 Wadah.....	29
Gambar 3.6 Akrilik dan bata.....	29
Gambar 3.7 Jangka sorong.....	30
Gambar 3.8 Alat uji tarik .....	30
Gambar 3.9 Alat uji impak model <i>charpy</i> .....	31
Gambar 3.10 Serat serai wangi .....	32
Gambar 3.11 Asap cair.....	33
Gambar 3.12 Larutan kunyit .....	33
Gambar 3.13 Resin.....	34
Gambar 3.14 Katalis.....	34
Gambar 3.15 Pengambilan tanaman serai.....	35
Gambar 3.16 Proses perendaman batang serai wangi .....	35
Gambar 3.17 Proses menyikat serat batang serai wangi .....	36
Gambar 3.18 hasil serat digunting .....	36
Gambar 3.19 Serat siap pakai .....	37

Gambar 3.20 Serat direndam asap cair .....	38
Gambar 3.21 Serat direbus larutan kunyit.....	38
Gambar 3.22 Proses penimbangan serat .....	38
Gambar 3.23 Penyusunan serat sampel uji tarik .....	40
Gambar 3.24 Penyusunan serat sampel uji impact .....	40
Gambar 3.25 proses mencetak sampel komposit .....	38
Gambar 3.26 komposit ditutup akrilik .....	38
Gambar 3.27 Komposit ditekan dengan bata .....	42
Gambar 3.28 Hasil mencetak sampel uji tarik .....	42
Gambar 3.29 Hasil mencetak sampel uji impact.....	43
Gambar 3.30 Validasi sampel uji tarik.....	43
Gambar 3.31 Validasi sampel uji impact .....	44
Gambar 3.32 Proses pengujian tarik .....	44
Gambar 3.33 Proses pengujian impact.....	45
Gambar 4.1 (a) Sampel uji tarik, (b) Sampel uji impact .....	47
Gambar 4.2 Grafik uji normalitas kekuatan tarik (MPa) .....	49
Gambar 4.4 Grafik uji normalitas kekuatan impact ( $\text{KJ/mm}^2$ ) .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar riwayat hidup
- Lampiran 2 : Hasil pengujian kekuatan tarik
- Lampiran 3 : Perhitungan nilai kekuatan impak
- Lampiran 4 : Hasil ANOVA dengan *software Minitab*
- Lampiran 5 : Dokumentasi pengolahan serat
- Lampiran 6 : Poster
- Lampiran 7 : Bukti submit jurnal
- Lampiran 8 : Pemeriksaan plagiasi
- Lampiran 9 : Form bimbingan Proyek Akhir
- Lampiran 10 : Form monitoring Proyek Akhir
- Lampiran 11 : Form revisi laporan Proyek Akhir



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang begitu pesat menghasilkan inovasi-inovasi terbaru di dunia industri yang dikembangkan secara kontinu guna kemajuan teknologi saat ini. Saat ini gaya baru teknologi di bidang material yang berkembang pesat adalah komposit. Komposit dihasilkan dari gabungan dua material atau lebih yang memiliki kekuatan mekanik lebih baik daripada material yang membentuknya. Beberapa jenis komposit difokuskan pada penggunaannya sebagai komponen struktural dan pemilihan serat komposisi penguat berperan penting dalam menentukan karakteristik komposit. Dalam hal ini, ketertarikan terhadap serat alam cukup beralasan karena keunggulan material ini dibandingkan dengan material lain, seperti komposit serat sintetis. Karena serat alam ramah lingkungan dan biaya yang murah serta mendukung potensinya untuk digunakan [1]. Serat alam sering digunakan sebagai penguat komposit karena persediaan jumlahnya cukup banyak di alam, sehingga penelitian tentang serat alam terus dikembangkan. Bagi industri, beberapa parameter ini menjadi dasar pemanfaatan serat alam yaitu nilai kekakuan dan kekuatan yang mengacu standar industri, stabilitas thermal, ikatan serat-matriks, sifat dinamis, biaya proses dan persediannya [2].

Serai merupakan salah satu tanaman yang mengandung serat alam dan paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman serai yang ada di Indonesia ada dua jenis yakni serai dapur (*cymbopogon citrus*) dan serai wangi (*cymbopogon nardus*). Serai dapur (*cymbopogon citrus*) yang sering kita temui digunakan sebagai bahan bumbu dapur masakan, sedangkan serai wangi diolah untuk memperoleh minyak atsiri lewat proses penyulingan. Pada tanaman serai wangi (*cymbopogon nardus*) bagian yang memiliki serat alam adalah batang serai yang dapat dimanfaatkan sebagai penguat komposit. Kandungan serat dalam serai wangi berkisar 25,73% dengan menjadikan serat pada tanaman serai wangi sebagai inovasi penguat komposit, tanaman serai wangi menjadi lebih bermanfaat

di bidang material. Lignoselulosa merupakan kandungan utama serat alam yang tersusun atas senyawa hemiselulosa, selulosa serta lignin [3]. Kadar selulosa dan lignin pada serat serai wangi masing-masing sebesar 35,0% dan 27,38% [4]. Karena kandungan lignin pada serat bersifat kaku dan rapuh maka suatu komposit akan memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik apabila serat yang digunakan mengandung sedikit lignin [5]. Oleh karena itu, perlakuan kimiawi pada serat diperlukan seperti pada serat serai wangi ini agar menghasilkan sifat mekanik yang baik pada komposit yang dibuat. Perlakuan yang dilakukan menunjukkan bahwa sifat mekanik dari komposit yang diperkuat serat alami seperti tarik lentur (kekuatan dan modulus) dan lentur (kekuatan dan modulus) dapat ditingkatkan secara signifikan [6]. Banyak penelitian yang menggunakan bahan kimia seperti larutan NaOH,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan KOH untuk perlakuan serat yang sering disebut perlakuan alkalisasi. Pada penelitian ini, perlakuan kimiawi pada serat serai wangi (*cymbopogon nardus*) akan menggunakan bahan alami yaitu asap cair tempurung kelapa dan larutan kunyit.

Saat ini, inovasi perlakuan kimiawi pada serat alam telah dilakukan penelitian. Berikut ini beberapa penelitian inovasi perlakuan kimiawi pada material komposit berpenguat serat alam yaitu penelitian tentang pengaruh perlakuan asap cair pada sifat mekanik komposit serat sabut kelapa [7]. Penelitian ini telah dilakukan dengan metode merendam serat dalam asap cair dalam wadah dengan variasi waktu perendaman 1 jam, 2 jam, 3 jam, serta tanpa perlakuan. Pengaruh perlakuan asap cair terhadap nilai uji tarik menghasilkan nilai tertinggi sebesar 79,655 MPa pada serat yang direndam dengan asap cair dalam waktu 1 jam dan hasil uji impak tertinggi terdapat pada serat yang direndam dengan asap cair dalam waktu 3 jam sebesar 2,128 KJ/m<sup>2</sup>.

Bahkan ada pula penelitian mengenai analisis hasil kekuatan impak dan kekuatan tarik komposit dengan penguat serat tandan sawit melalui perendaman menggunakan asap cair [8]. Pengujian spesimen dalam penelitian berikut ada dua yakni uji impak dan uji tarik. Uji tarik memakai standar ASTM D-638 dan uji impak memakai standar ISO 179. Variasi fraksi volume serat yakni 15%, 20%, 25% serta variasi durasi perendaman serat memakai asap cair selama 1 jam, 2 jam,

dan 3 jam. Dari penelitian yang telah dilakukan menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 25,83 MPa dan kekuatan dampak paling tinggi ialah 156,97 kJ/m<sup>2</sup> yang ada dalam spesimen dengan direndam asap cair dalam waktu 3 jam dengan fraksi volume seratnya 25% .

Kemudian ada juga yang melakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan larutan kunyit (*Curcuma*) terhadap tegangan geser antarmuka dan wettability serat tunggal Akaa (*Corypha*) pada matriks epoksi [9]. Metode penelitian dilakukan dengan merendam serat dengan akuades dan merebus serat dalam larutan kunyit dalam waktu 1 jam, 2 jam serta 3 jam. Pengujian yang dijalankan pada penelitian berikut diantaranya uji tarik dengan spesimen sesuai aturan ASTM 3309-02 dan aturan wettability, uji SEM dan EDS (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) serta uji hidrolisis dan uji FITR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Dari hasil penelitian disimpulkan bahwasannya perlakuan kunyit akan mempengaruhi tegangan geser antar muka serat tunggal dan keterbasahan serat tunggal. Tegangan geser tertinggi adalah 29,48 N/mm<sup>2</sup> pada serat yang diperlakukan selama 1 jam direbus dalam larutan kunyit.

Selanjutnya, adapun penelitian tentang pengaruh komposit serat batang serai wangi matriks epoxy dengan perlakuan NaOH terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan dengan Konsentrasi larutan NaOH 3%, 5%, serta 7% [4]. Melalui hasil penelitian diperoleh hasil kekuatan tarik komposit paling tinggi senilai 50,30 MPa pada spesimen dengan perendaman NaOH 7%.

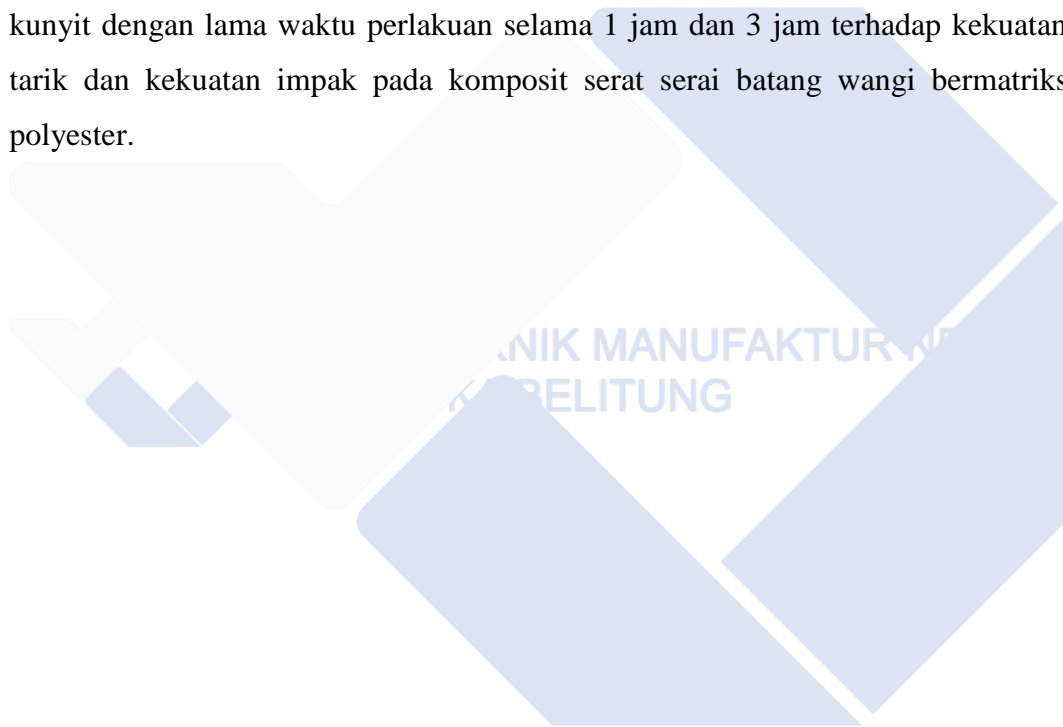
Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan asap cair dan larutan kunyit terhadap kekuatan tarik dan dampak komposit serat batang serai wangi (*cymbopogon nardus*) matriks polyester. Dari penggunaan matriks polyester penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan sebagai bahan material seperti pembuatan cangkang helm, papan komposit pada kapal maupun material pada bidang konstruksi ringan. Metode yang dipakai dalam pembuatan komposit dalam penelitian ini ialah metode *hand-lay up* serta serat disusun sepanjang arah cetakan. Proses perlakuan pada serat serai wangi yaitu direndam dengan menggunakan asap cair dan direbus dengan larutan kunyit dengan lama waktu perlakuan selama 1 jam dan 3 jam.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh perlakuan serat menggunakan asap cair dan larutan kunyit dengan lama waktu perlakuan selama 1 jam dan 3 jam terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak pada komposit serat batang serai wangi bermatriks polyester tersebut?

## **1.3. Tujuan**

Mengetahui pengaruh perlakuan serat menggunakan asap cair dan larutan kunyit dengan lama waktu perlakuan selama 1 jam dan 3 jam terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak pada komposit serat serai batang wangi bermatriks polyester.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Komposit

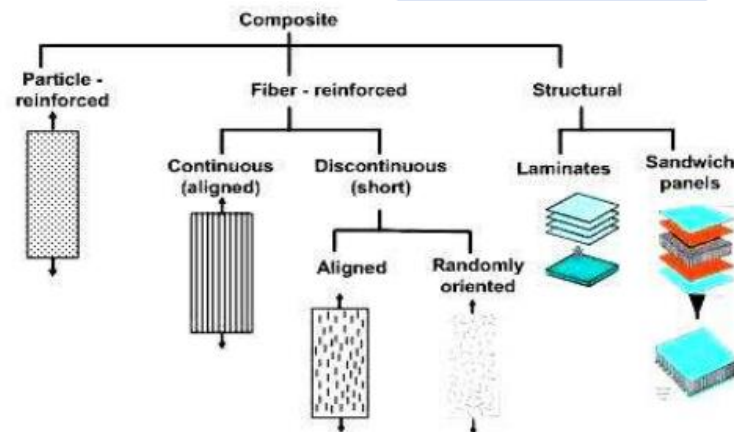
##### 2.1.1. Definisi Komposit

Material bisa dikelompokkan ke dalam empat golongan yakni polimer, logam, komposit dan keramik. Komposit mencakup dua bahan berbeda atau lebih yang digabungkan menjadi satu unit struktur makroskopis dan dibuat dari berbagai kombinasi tiga bahan lainnya [10]. Oleh karena itu, dalam istilah material kata komposit didefinisikan bahwa komposit suatu material dengan pengabungan dua bahan atau lebih agar dapat memperoleh material yang baru dengan karakteristik yang lebih baik [11].

Komposit memiliki keuntungan dari segi sifatnya. Material komposit dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan dengan mengatur material pembentuknya. Material pembentuk komposit terdiri atas dua macam material diantaranya, pertama matriks yang sering kali memiliki tingkat kekakuan lebih rendah, dan kedua penguat yang memiliki tingkat kekakuan lebih tinggi [4].

##### 2.1.2. Klasifikasi Komposit

Sederhananya komposit bisa digolongkan menjadi tiga bagian berdasarkan penguat materialnya sebagai berikut [12] :



Gambar 2.1 Klasifikasi Material Komposit [13]

#### **2.1.2.1. Particle reinforced composite**

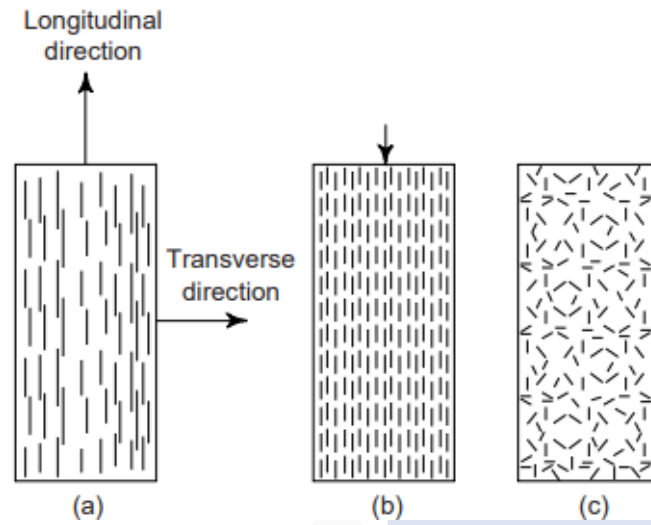
komposit yang diperkuat oleh partikel (*Particle reinforced composite*) dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *large particle* dan *dispersion strengthened* [12].

1. *Large particle* merupakan partikel besar yang berinteraksi dengan matriks yang tidak dapat diperlakukan pada tingkat atom atau molekuler melainkan mekanika kontinu yang digunakan.
2. *Dispersion strengthened* merupakan partikel yang biasanya jauh lebih kecil (diameter antara 0,01 dan 0,1  $\mu\text{m}$ ) dan interaksi partikel-matriksnya terjadi pada tingkat atom atau molekuler.

#### **2.1.2.2. Fiber reinforced composite**

komposit yang berpenguat serat (*Fiber reinforced composite*) berikut dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu *discontinuous and aligned composite*, *continuous and aligned composite*, serta *discontinuous and randomly oriented fibre-reinforced composite* [12].

1. *Discontinuous and aligned composite* ialah komposit yang memakai serat pendek ataupun serat yang terputus-putus dan disusun secara sejajar.
2. *Continuous and aligned composite* ialah komposit yang memakai serat panjang atau kontinu dan disusun secara sejajar.
3. *Discontinuous and randomly oriented fibre-reinforced composite* ialah komposit yang seratnya pendek ataupun terputus-putus dan disusun secara acak.



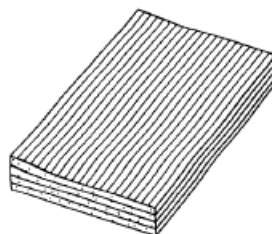
Gambar 2.2 Jenis-jenis *fiber reinforced composite*

(a) *Continuous and aligned* (b) *Discontinuous and aligned composite* (c) *Discontinuous and randomly oriented fibre-reinforced composite* [12]

Komposit berpenguat serat ini juga memiliki empat jenis, berdasarkan penempatan arah seratnya yaitu [14] :

1. *Continuous fiber composite* (Komposit serat kontinu)

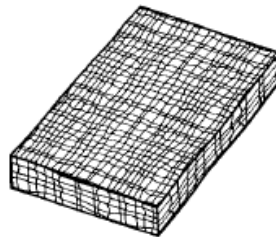
*Continuous fiber composite* ialah komposit berpenguat serat yang disusun secara kontinu atau lurus berkesinambungan. Komposit jenis ini sering digunakan karena mudah diarahkan. Akan tetapi matrik yang digunakan membuat lemah struktur lapisan kompositnya.



Gambar 2.3 *Continuous fiber composite* [14]

2. *Woven fiber composite* (Komposit serat anyaman)

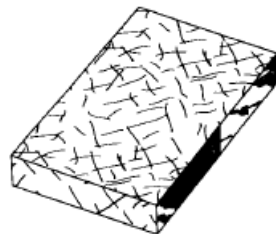
*Woven fiber composite* ialah komposit berpenguat serat yang dianyam dan susunan seratnya memanjang tapi tidak lurus hingga menyebabkan ikatan diantara matriks dan seratnya tidak baik dan kekuatan kompositnya tidaklah kuat.



Gambar 2.4 *Woven fiber composite* [14]

3. *Chopped fiber composite* (Komposit serat acak/pendek)

*Chopped fiber composite* adalah komposit berpenguat serat yang disusun acak dan dipotong pendek. Penggunaan komposit serat jenis ini akan menghasilkan struktur komposit yang padat.

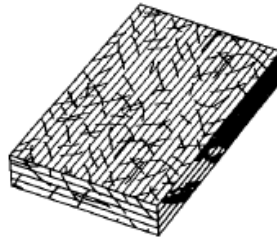


Gambar 2.5 *Chopped fiber composite* [14]

4. *Hybrid composite* (Komposit serat kontinu dan acak)

*Hybrid composite* adalah jenis komposit kombinasi serat kontinu dan acak yang berfungsi mengisi kekurangan satu dengan yang lainnya sehingga mendapatkan komposit dengan kekuatan yang lebih kuat.



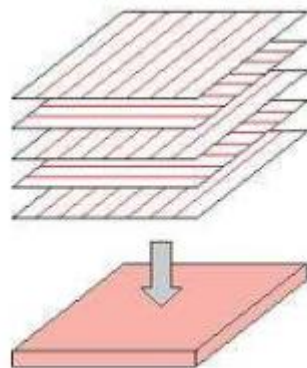


Gambar 2.6 *Hybrid composite* [14]

### 2.1.2.3. *Structural composite*

*Structural composite* merupakan komposit yang memiliki dua material atau lebih dengan material yang berbeda dan menghasilkan satu komposit yang materialnya digabungkan (berlapis) agar mendapatkan sifat material yang lebih baik. Secara umum komposit struktural ini memiliki dua jenis yaitu komposit laminat dan *sandwich panels*.

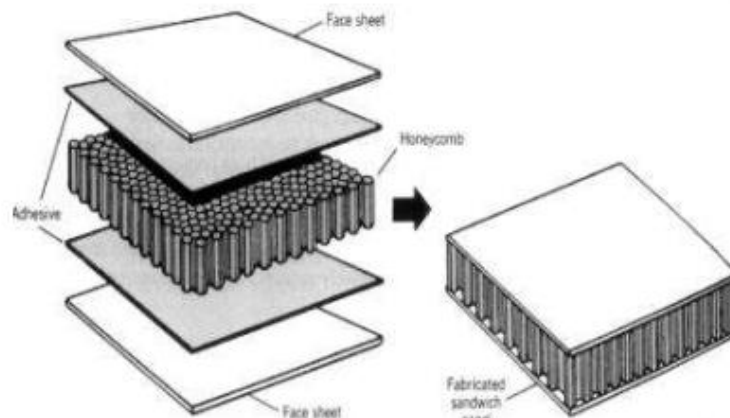
1. Komposit laminat adalah komposit yang memiliki dua ataupun lebih lapisan bahan yang direkatkan menjadi satu serta memiliki arah kekuatan yang lebih tinggi.



Gambar 2.7 Komposit laminat [13]

2. *Sandwich panels* adalah komposit yang memiliki dua lapisan ataupun lebih, yang dimana lapisan luar (*faces*) lebih kuat dari lapisan lainnya.

Kemudian kedua lapisan tersebut dipisahkan oleh lapisan inti material (core) dengan kekuatan yang lebih rendah.



Gambar 2. 8 *Sandwich Panels* [13]

### 2.1.3. Material Penyusun Komposit

Material yang membentuk komposit tersusun atas dua komponen yakni penguat dan pengikat. Pada komposit ini material penguatnya adalah serat dan material pengikatnya adalah matriks.

#### 2.1.3.1. Serat

Serat merupakan komponen penyusun utama komposit karena sebagai elemen pembawa beban serta memberikan kekakuan dan kekuatan mekanis pada komposit [1]. Secara umum ada dua jenis serat yang sering digunakan sebagai penyusun komposit ada dua yakni serat alam dan serat sintetis. Serat buatan atau sintetis yang biasa digunakan memiliki harga yang lebih mahal dan ketersediannya terbatas karena menggunakan sumber daya yang tidak bisa dilakukan pembaruan. Sehingga serat alam memiliki kualitas yang lebih unggul daripada serat sintetis sehingga menjadikannya salah satu bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

### 2.1.3.2. Matriks

Matriks merupakan komponen struktur komposit yang berfungsi untuk melindungi dan merekat filler komposit dari kerusakan lingkungan luar serta sebagai penopang gaya dan beban yang diberikan pada komposit. Beberapa bahan matriks komposit ini yaitu polimer, logam dan keramik yang penggunaannya tergantung pada syarat atau kebutuhan tertentu.

Matriks polimer ialah satu diantara bahan matriks yang seringkali dipakai. Adapun jenis matriks polimer yang seringkali dipakai pada komposit [10] :

1. *Termoset*, bahan yang termasuk jenis ini yaitu *epoxy*, *polyester*, *phenolic*, dsb.
2. *Termoplastik*, bahan yang termasuk jenis ini yaitu *polysulfone (PS)*, *polyimide (PI)*, *polyphenylene sulfide (PPS)* dan *polyetheretherketone (PEEK)*.

### 2.1.3.3. Katalis

Katalis ialah bahan tambahan matriks yang dicampurkan dengan resin agar proses pengerasan komposit lebih cepat. Semakin banyak jumlah katalis digunakan semakin cepat pula proses pengerasan komposit nya, akan tetapi, penggunaan katalis yang berlebihan dapat meningkatkan panas yang berlebihan pada saat proses pengerasan cairan resin [15].

## 2.2. Serai Wangi

Satu diantara tanaman rerumputan yang sering dibudidayakan oleh penduduk Indonesia ialah tanaman serai. Secara umum jenis tanaman serai ini ada dua yakni serai dapur dan wangi. Serai wangi mempunyai nama latin *Cymbopogon Nardus* yakni tanaman serai yang banyak mengandung minyak atsiri dan sudah banyak dikembangkan. Kadar minyak atsiri yang ada dalam serai wangi kisaran 0,5% dan 1,5% sedangkan kandungan serat yang ada pada batangnya sekitar 25,73% [4]. Selain kandungan minyak atsiri serai wangi memiliki banyak manfaat, serat yang terkandung dalam serai wangi pun bisa dimanfaatkan sebagai penguat komposit. Oleh karena itu, dengan menjadikan serat serai wangi untuk komposit maka kegunaan serai wangi akan menjadi lebih banyak.

### **2.3. Asap Cair**

Asap cair diperoleh dari pengembunan atau destilasi uap dari bahan yang kaya akan karbon serta senyawa-senyawa yang lainnya [16]. Tempurung kelapa ialah satu diantara bahan yang seringkali dipakai guna pembuatan asap cair. Tahap pembuatan asap cair ini dilakukan melalui cara membakar tempurung kelapa pada tungku (reactor pirolisis) dengan suhu 400°C - 650°C. Tungku tersebut ditutup rapat-rapat tanpa ada udara yang keluar. Kemudian kompor bertekanan tinggi digunakan untuk memanaskan tungku. Satu pipa menampung asap yang berubah menjadi zat. Zat ini berubah menjadi uap cair bewarna bening yang disebut dengan asap cair melalui proses destilasi tahap II. [17].

Perendaman dengan menggunakan asap cair dapat mengubah tekstur alami dari serat karena kandungan senyawa fenolik. Senyawa karbonil dan asam yang ada pada asap cair dapat mengubah sifat mekanis serat [18] sehingga kualitas serat yang dihasilkan untuk penggunaan komposit dapat ditingkatkan menjadi lebih baik.

### **2.4. Larutan Kunyit**

Kunyit merupakan tanaman ramah lingkungan yang memiliki banyak kandungan zat yang dapat dimanfaatkan. Salah satu kandungan kunyit adalah minyak atsiri yang dapat membunuh bakteri dan menghambat pertumbuhan sel basil vegetatif sehingga serat terjaga dengan baik dan bersih dari bakteri. Larutan kunyit merupakan senyawa asam selulosa yang berfungsi untuk menaikkan selulosa dan menurunkan sebagian lignin serta akan mempengaruhi sifat mekanik serat, terutama kuat tarik serat [3].

### **2.5. Pengujian Komposit**

#### **2.5.1. Uji Tarik**

Uji tarik ialah uji mekanis pada komposit untuk pengukuran regangan dan tegangan, yang dijalankan melalui cara menarik spesimen pengujian sampai patah. Tegangan tarik material ialah tegangan yang dibutuhkan guna mematahkan spesimen dengan sedikit perengangan pada tahap awal tegangan dan peningkatan

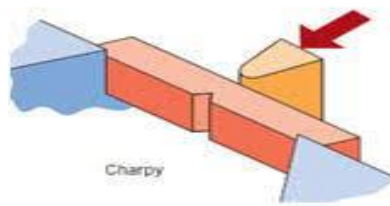
gaya spesimen [19]. Hasil dari pengujian tarik ini dapat digunakan untuk mengetahui spesifikasi bahan sebagai data pendukung serta memenuhi kebutuhan informasi data mengenai kekuatan bahannya.

### 2.5.2. Uji Impak

Uji impak ialah uji mekanis komposit yang menguji ketahanan material pada beban kejut dengan menggunakan pembebanan yang cepat [19]. Pada saat melakukan uji impak, spesimen yang dihantam oleh beban mengalami proses penyerapan energi yang besar sehingga mengubah energi ini dalam bentuk berbagai reaksi pada material spesimen yaitu deformasi plastis, gesekan, inyerisis dan efek inersia. Secara umum uji impak memiliki dua jenis metode, yaitu :

#### 2.5.2.1. Metode *Charpy*

Metode Charpy ialah suatu metode pengujian tumbukan dimana sampel diletakkan secara mendatar atau horizontal dalam suatu penyangga dan arah beban berlawanan dengan bagian takik. Bagian yang tidak bertakik dipasang pendulum yang berayun dengan kecepatan kurang lebih 16 ft/detik dimana panjang lengan pendulumnya 400 mm [19]. Biasanya metode *charpy* seringkali dipakai di Negara Amerika Serikat [8].

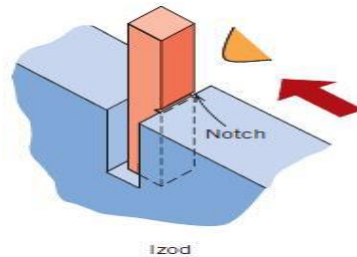


Gambar 2.9 posisi spesimen uji impak metode *charpy* [8]

#### 2.5.2.2. Metode *Izod*

Metode izod yakni uji impak melalui peletakan spesimen pengujian bagian yang bertakik searah dengan pembebanannya dan pada tumpuannya. Metode izod pada uji impak ini sangat jarang digunakan dan umumnya Negara Eropa yang sering menggunakan metode ini [8]. Pada spesimen pengujian metode izod

memiliki penampang lintang persegi ataupun lingkaran dengan takik V pada ujung yang dijepitnya [19].



Gambar 2.10 Posisi spesimen uji impact metode *izod* [8]

Dasar perhitungan untuk menghitung energi yang diserap oleh material dengan memakai rumus persamaan energi potensial yaitu [8] :

$$E = m \cdot g \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- $E$  = Energi sebelum tumbukan (J)
- $m$  = Berat massa pendulum (kg)
- $g$  = Gaya gravitasi ( $m/s^2$ )
- $\cos \beta$  = sudut pendulum menggunakan benda uji ( $^\circ$ )
- $\cos \alpha$  = sudut pendulum tidak menggunakan benda uji ( $^\circ$ )

Kekuatan impact benda yang diuji dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$H1 = \frac{E}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- $H1$  = kekuatan Impact ( $J/mm^2$ )
- $E$  = Energi sebelum tumbukan (J)
- $A$  = Luas penampang spesimen di bawah takikan ( $mm^2$ )

## 2.6. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah sebuah pengujian statistik yang dilakukan bertujuan untuk menguji apakah data yang dilakukan pengamatan tersebut memiliki distribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas data secara sederhana yakni

dengan membentuk grafik distribusi frekuensi dari data yang ada. Kemampuan untuk melihat *plotting* data adalah kunci untuk menguji normalitas data [20]. Satu diantara pengujian normalitas yang sering dipakai ialah pengujian *Kolmogorov-Smirnov*.

Dalam statistik, uji *Kolmogorov-Smirnov* atau biasa disebut dengan uji KS adalah pengujian nonparametrik distribusi probabilitas satu dimensi persamaan kontinu. Ini bisa dipakai guna perbandingan sebuah sampel dengan distribusi probabilitas referensi atau dua sampel [21].

Uji normalitas data menggunakan pengujian *Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ , kriteria pengambilan keputusan apakah sebaran datanya normal ataukah tidak yakni meliputi [22] :

1. Apabila nilai KS pada grafik probabilitas  $<$  taraf signifikansi ( $\alpha = 0,05$ ) maka distribusi data tersebut tidak normal
2. Apabila nilai KS pada grafik probabilitas  $>$  taraf signifikansi ( $\alpha = 0,05$ ) maka distribusi data tersebut normal

## **2.7. Metode $2^k$ Factorial Design**

*Factorial design* atau desain faktorial adalah metode eksperimen yang mengkombinasi seluruh level faktor dengan cara melakukan perkalian antara satu level faktor dengan level faktor yang lainnya. Desain faktorial merupakan desain eksperimen yang bertujuan mengukur dampak variabel, menetapkan variabel yang sangat berdampak dalam percobaan serta mengukur hubungan diantara variabel. Penggunaan desain faktorial dalam bidang penelitian sangat meluas, salah satu desain faktorial yang penting dalam pengembangan dan perbaikan proses penelitian adalah desain faktorial  $2^k$ . Desain faktorial  $2^k$  merupakan rancangan faktorial sederhana yang tersusun atas k-faktor, dimana tiap-tiap faktornya memiliki dua level [23].

### **2.7.1. $2^2$ Factorial Design**

Desain faktorial  $2^2$  merupakan desain faktorial yang mengikutsertakan dua faktor, Dimana tiap-tiap faktor mempunyai 2 level. Pada level untuk desain faktorial ini dikelompokkan menjadi “rendah” dengan simbol (-) dan “tinggi”

dengan simbol (+) [24]. Untuk desain kombinasi perlakuan antara level dari kedua faktor dengan percobaan yang dilakukan sebanyak  $n$  ulangan, bisa dicermati dalam tabel 2.1 .

Tabel 2.1 Kombinasi Perlakuan Desain Faktorial  $2^2$  [23]

Kombinasi perlakuan	A	B
(1)	-	-
$a$	+	-
$b$	-	+
$ab$	+	+

Dalam desain faktorial  $2^2$ , kombinasi perlakuan ditulis dalam urutan tertentu yang sesuai dengan standar baku, yaitu (1),  $a$ ,  $b$  dan  $ab$ . Di sini, (1) menunjukkan kombinasi perlakuan faktor A rendah (-) dan faktor B rendah (-),  $a$  menunjukkan kombinasi perlakuan faktor A tinggi (+) dan faktor B rendah (-), dan  $b$  menunjukkan kombinasi perlakuan faktor A yang rendah (-) dan faktor B yang tinggi (+),  $ab$  menunjukkan kombinasi perlakuan antara faktor A yang tinggi (+) dan yang tinggi faktor B (+).

Pada penggunaan desain faktorial  $2^2$  yang mempunyai efek faktor dan efek level dengan jumlah masing-masing dua buah, akan dilakukan estimasi untuk pengujian dalam penentuan jumlah kuadrat pada tahap selanjutnya. Estimasi efek dilakukan menggunakan tiga cara yaitu rata-rata, kontras dan tabel [23].

1. Estimasi Efek dengan Rata-rata

Perhitungan estimasi efek dengan rata-rata dapat dilihat pada berikut ini [23] :

a. Rata-rata efek A

$$A = \frac{1}{2n} [ab + a - b - (1)] \dots\dots\dots(2.3)$$

b. Rata-rata efek B

$$B = \frac{1}{2n} [ab + b - a - (1)] \dots\dots\dots(2.4)$$

c. Rata-rata efek AB



$$AB = \frac{1}{2n}[ab - a + b + (1)] \dots \dots \dots (2.5)$$

2. Estimasi Efek dengan Kontras

Pada rancangan desain faktorial ini, kombinasi perlakuan ditulis dengan urutan yang baku yaitu (1), *a*, *b*, dan *ab* dengan urutan standar tersebut koefisien kontras digunakan untuk estimasi pada efek yang dimana koefisien tersebut adalah +1 dan -1.

Tabel 2.2 Estimasi efek dengan kontras [23]

Kombinasi Perlakuan				
Efek	(1)	A	B	ab
A	-1	+1	-1	+1
B	-1	+1	+1	+1
AB	+1	-1	-1	+1
Total	-1	-1	-1	+3

3. Estimasi Efek dengan Tabel

Untuk tabel dengan tanda positif dan negatif pada rancangan desain faktorial ini, digunakan untuk menentukan tanda di setiap kombinasi perlakuan.

Tabel 2.3 Estimasi efek dengan tabel [23]

Kombinasi perlakuan	Faktorial			
	I	A	B	AB
(1)	+	-	-	+
A	+	+	-	-
B	+	-	+	-
Ab	+	+	+	+

- a. Untuk mengestimasi A, kontrasnya yaitu = (1) + *a* - *b* + *ab*
- b. Untuk mengestimasi B, kontrasnya yaitu = (1) - *a* + *b* + *ab*

### 2.7.2. Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial

Analisis varians desain faktorial merupakan analisis lanjutan dari analisis varians dua arah atau *two-way*. Yang membedakan analisis varians faktorial dengan *two-way* ini adalah adanya “interaksi”. Interaksi dalam analisis varians faktorial merupakan kombinasi antar variabel independent membentuk variasi yang terjadi pada variabel terikat (*dependen*).

Dalam analisis variansi terdapat perhitungan jumlah kuadrat. Perhitungan jumlah kuadrat ini sama dengan kuadrat kontras faktorial dibagi dengan jumlah banyaknya pengulangan disetiap kontras kemudian dikali jumlah kuadrat koefisien kontras, sehingga didapatkan [23] :

$$a. JK_A = \frac{[ab+a-b-(1)]^2}{n.4} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$b. JK_B = \frac{[ab+b-a-(1)]^2}{n.4} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$c. JK_{AB} = \frac{[ab+(1)-a-b]^2}{n.4} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$d. JK_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^n y^2_{ijk} - \frac{y^2}{4n} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$e. JK_E = JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dari perhitungan jumlah kuadrat di atas, maka dapat diperoleh tabel ANOVA desain faktorial yang terdiri dari desain faktorial yang terdiri dari db (derajat kebebasan), JK (jumlah kuadrat), RK (rerata kuadrat) dan  $F_{hitung}$  seperti pada tabel 2.4 [23] :

Tabel 2.4 ANOVA Desain Faktorial 2<sup>2</sup>

Sumber Variasi	JK	Db	RK	F <sub>hitung</sub>
A	$JK_A = \frac{[ab + a - b - (1)]^2}{n \cdot 4}$	$a - 1 = 1$	$RK_A = \frac{JK_A}{1}$	$\frac{RK_A}{RK_E}$
B	$JK_B = \frac{[ab + b - a - (1)]^2}{n \cdot 4}$	$b - 1 = 1$	$RK_B = \frac{JK_B}{1}$	$\frac{RK_B}{RK_E}$
AB	$JK_{AB} = \frac{[ab + (1) - a - b]^2}{n \cdot 4}$	$(a - 1)(b - 1) = 1$	$RK_{AB} = \frac{JK_{AB}}{1}$	$\frac{RK_{AB}}{RK_E}$
Error	$JK_E = JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB}$	$ab(n - 1)$	$RK_E = \frac{JK_E}{ab(n - 1)}$	
Total	$JK_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^n y^2_{ijk} - \frac{y^2}{4n}$	$N - 1$		

Berdasarkan tabel 2.4 ANOVA di atas, untuk membuat keputusan hipotesis awal ( $H_0$ ) didasarkan pada nilai  $F_{hitung}$  yaitu apabila nilai  $F_{hitung}$  melebihi nilai  $F_{tabel}$  ataupun nilai  $P_{value}$  lebih kecil daripada taraf signifikan  $\alpha$  (0,05) maka keputusannya berhasil menolak  $H_0$  [25].

## 2.8. Metode *Hand-Lay up*

*Hand lay-up* ialah teknik membuat komposit yang sangat sederhana. Pada pembuatan komposit melalui metode *hand lay-up*, resin dituangkan ke dalam cetakan kemudian serat-seratnya diletakkan di atas resin yang dituangkan. Langkah selanjutnya adalah menekan serat yang diletakkan di cetakan dengan roller atau sikat. Resin dituangkan dan serat ditambahkan sesuai dengan ketebalan tertentu. Tahap resin yang dituangkan dan penyusunan serat dilakukan dengan kontak langsung terhadap udara sekitar dan proses mencetak biasanya dilakukan pada temperatur kamar [26]. Kelebihan menggunakan metode ini dalam

pembuatan komposit adalah proses pencetakannya mudah dan volumenya rendah serta cocok digunakan untuk pembuatan material yang besar.

## 2.9. Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan deskripsi latar belakang yang ada di bab 1, penelitian berikut mengkaji perihal komposit berpenguat serat batang serai wangi yang mengacu pada pengaruh perendaman serat menggunakan asap cair tempurung kelapa dan perebusan serat menggunakan larutan kunyit selama 1 jam dan 3 jam terhadap kekuatan tarik dan impak. Oleh karena itu, referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diperlukan dengan pembahasan yang serupa.

Perihal penelitian komposit berpenguat serat alam dengan perlakuan memakai asap cair masih dikatakan jarang dilakukan dikarenakan saat ini ditemukan hanya dua peneliti yang melakukan penelitian tersebut.

Penelitian yang pertama berjudul “pengaruh perlakuan serat sabut kelapa dengan asap cair terhadap sifat mekanik komposit” [7]. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan komposit berpenguat serat sabut kelapa yang diambil di kota Ternate, Provinsi Maluku Utara. Serat sabut kelapa ini dilakukan perlakuan perendaman menggunakan asap cair selama 1 jam, 2 jam, 3 jam serta tanpa perlakuan. Uji komposit yang dilakukan yakni uji tarik dan uji impak. Untuk spesimen uji tarik, serat yang akan digunakan dikeringkan menggunakan oven bersuhu 40°C dalam waktu 30 menit dan dipotong 9 cm serta pembuatan spesimennya ditambah dengan lem dan kertas. Sedangkan pada spesimen uji impak serat yang akan digunakan dipotong sepanjang 4 cm dan pembuatan spesimennya menggunakan fraksi volume serat 2% dan resin YUKALAC 157 98%. Dari pengaruh perlakuan asap cair terhadap uji tarik didapatkan hasil dengan nilai tertinggi pada perendaman dalam waktu 1 jam bernilai 79,655 Mpa dan nilai paling rendah pada perendaman asap cair dalam waktu 2 jam yakni senilai 48,187 Mpa. Kemudian pengaruh perlakuan asap cair terhadap uji impak didapatkan hasil dengan nilai tertinggi pada perendaman selama 3 jam dengan nilai 2,128  $\text{kJ/m}^2$  dan nilai terendah pada perendaman selama 2 jam dengan nilai 1,085  $\text{kJ/m}^2$ .

Kemudian untuk penelitian yang kedua dengan judul “analisis komposit berpenguat serat tandan sawit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impact dengan perendaman asap cair” [8]. Penelitian ini telah dilakukan pada komposit berpenguat serat tandan sawit dengan fraksi volume 15%, 20%, 25% dan serat direndam selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini ialah uji tarik berstandar ASTM D-638 dan uji impact berstandar ISO 179. Dari penelitian berikut didapatkan hasil uji tarik yang tertinggi dengan nilai 25,83 Mpa dalam spesimen fraksi volume serat 25% yang direndam asap cair selama 3 jam dan hasil uji tarik terendah dengan nilai 13,53 Mpa dalam spesimen fraksi volume 15% yang direndam asap cair selama 1 jam. Adapun hasil uji impact dari penelitian berikut, uji impact yang tertinggi dengan nilai 156,97  $\text{kJ/m}^2$  dalam spesimen fraksi volume serat 25% yang direndam asap cair dalam waktu 3 jam dan hasil uji impact terendah dengan nilai 41,97  $\text{kJ/m}^2$  dalam spesimen fraksi volume 15% yang direndam asap cair dalam waktu 1 jam. Hasil penelitian berikut disimpulkan bahwasannya nilai kekuatan tarik dan impact yang tertinggi diperoleh dari tingginya fraksi volume serat yang digunakan. Selain itu, serat yang direndam pada asap cair dapat digunakan sebagai alternatif guna mengoptimalkan sifat mekanik komposit.

Selanjutnya penelitian tentang komposit berpenguat serat alam dengan perlakuan serat menggunakan larutan kunyit masih terbilang sedikit lantaran hanya satu peneliti yang melakukannya yakni dengan judul pengaruh perlakuan larutan kunyit terhadap tegangan geser antarmuka dan kebasahan serat tunggal akaa (*Corypha*) pada matriks epoksi [9]. Penelitian ini telah selesai dilakukan dengan membuat komposit berpenguat serat pelepah Akaa (*chorpya*) yang diambil di daerah Wajo, Provinsi Sulawesi Selatan. Serat Akaa ini akan dilakukan tanpa perlakuan dan perlakuan dengan melakukan perendaman menggunakan larutan akuades terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan melakukan perebusan serat dengan menggunakan larutan kunyit dengan variasi waktu selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam serta suhu didih diatur menjadi 100°C. Larutan kunyit yang digunakan adalah larutan dengan konsentrasi serbuk kunyit 20% dan akuades 80%. Setelah semua serat selesai dilakukan perebusan maka seratnya dikeringkan di suhu ruang

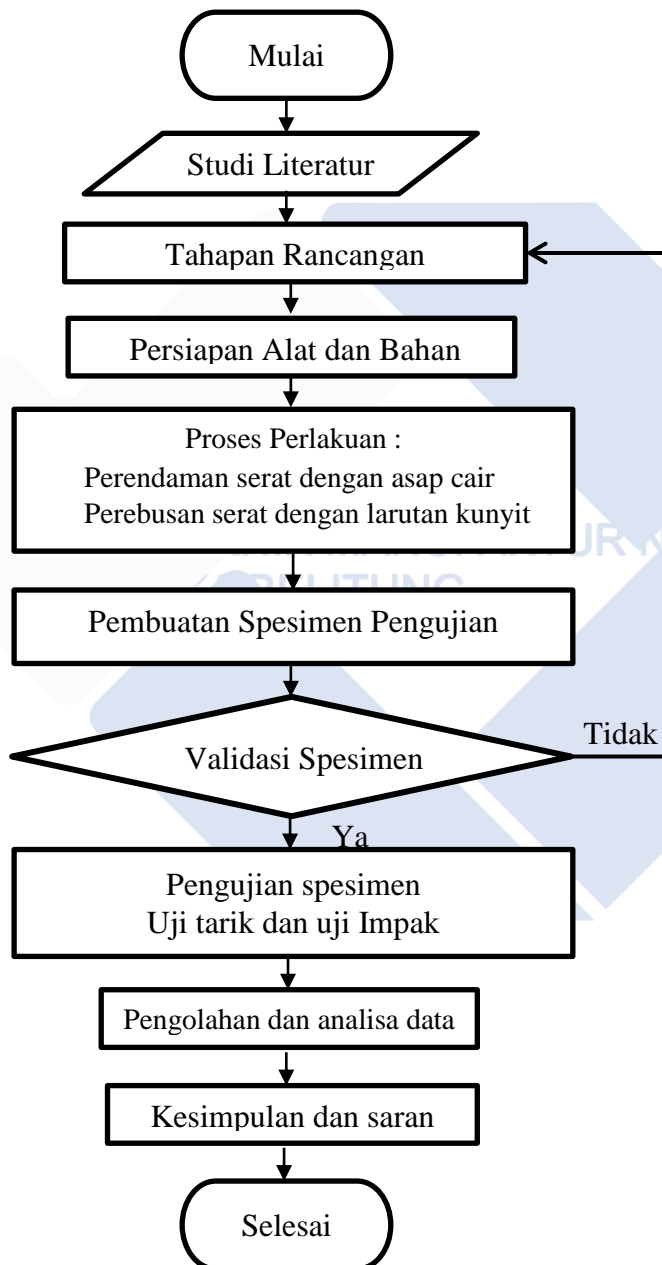
30°C - 32°C selama 48 jam. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji tarik untuk mendapatkan tegangan geser spesimen berdasarkan aturan ASTM 3309-02 dan aturan wettability, uji SEM dan EDS (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) serta uji hidrolisis dan uji FITR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Hasil penelitian berikut dalam tegangan geser antarmuka spesimen tertinggi dengan nilai 29,28 N/mm<sup>2</sup> pada perlakuan perebusan selama 1 jam dan tegangan geser antarmuka terendah dengan nilai 13,63 N/mm<sup>2</sup> tanpa perlakuan. Kemudian hasil uji wettability dengan nilai sudut kontak yang tertinggi sebesar 52,6557° dengan tanpa perlakuan dan uji wettability terendah dengan nilai sudut kontak sebesar 17,7166° dengan perlakuan perebusan selama 3 jam. Selanjutnya untuk uji morfologi serat dan topografi permukaan serat terbaik ada di perlakuan perebusan serat selama 1 jam.

Adapun penelitian sebelumnya mengenai komposit berpenguat serat serai wangi yang masih jarang dilakukan penelitian karena hanya ada satu peneliti yang melakukan penelitian tersebut dengan judul pengaruh perlakuan larutan NaOH terhadap kekuatan tarik komposit serat batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) bermatriks epoxy [4]. Penelitian ini telah dilakukan dengan membuat komposit berpenguat serat serai wangi dengan variasi konsentrasi larutan NaOH sebesar 3%,5% dan 7% yang direndam dalam waktu 1 jam dengan metode *vacuum infushion*. Pembuatan spesimen dengan mengacu standar ASTM D638-03 serta pengujian spesimen dilakukan dengan uji tarik dan uji SEM. Pada hasil pengujian, uji tarik paling tinggi ada pada spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 7% sebesar 50,30 Mpa dan nilai uji tarik terendah ada pada spesimen dengan perlakuan perendaman NaOH 3% sebesar 30,60 Mpa. Nilai kekuatan tarik makin tinggi tinggi diperoleh karena senyawa kimia berupa pektin dan lignin terdegradasi, permukaannya kasar serta membentuk ikatan diantara serat dan matrik *epoxy* makin bertambah. Pada hasil uji SEM didapatkan gaya ikat serat dengan metode *wettability* didapatkan sudut kontak terbesar sebesar 45,57° pada perlakuan NaOH 3% dan sudut kontak terendah sebesar 32,41° pada perlakuan NaOH 7%.

### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1. Skema alur penelitian

Adapun metode pelaksanaan ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

## **3.2. Studi Literatur**

Studi literatur merupakan tahapan awal dalam penelitian yang melakukan pengumpulan data maupun informasi dengan tujuan untuk mengkaji yang selaras terhadap permasalahan yang hendak dikaji hingga bisa dijadikan sebagai landasan pemikiran permasalahan yang diidentifikasi. Pengumpulan data atau informasi pada tahapan ini digunakan sebagai pembandingan terhadap analisis dari hasil pengujian. Studi literatur ini berupa penelitian terdahulu, buku, internet yang relevan, jurnal serta survei lapangan berkaitan dengan data atau informasi untuk penelitian.

## **3.3. Tahapan rancangan eksperimen**

### **3.3.1. Identifikasi rumusan masalah dan tujuan penelitian**

Hal yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah mencari permasalahan dan tujuan objek yang akan diteliti. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh komposit serat serai wangi dengan jenis larutan perlakuan menggunakan asap cair dan larutan kunyit serta lama waktu perlakuan selama 1 jam dan 3 jam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposit yang diperkuat serat serai wangi dengan perlakuan perendaman serat menggunakan asap cair dan perebusan serat menggunakan larutan kunyit selama 1 jam dan 3 jam terhadap pengujian tarik dan impact.

### **3.3.2. Menentukan variabel penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu :

1. Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pengaruh komposit serat serai wangi dengan jenis larutan perlakuan yaitu asap cair dan larutan kunyit serta lama waktu perlakuan serat yaitu selama 1 jam dan 3 jam.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu nilai kekuatan tarik dan nilai kekuatan impact komposit yang diperkuat oleh serat serai wangi.

3. Variabel tetap (kontrol)



Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu berat serat serai wangi dan volume matriks yang digunakan pada komposit. Untuk spesimen uji tarik menggunakan serat 0,1 gram dan matriks (resin 10 ml + katalis 1 ml). Sedangkan spesimen uji impak menggunakan serat 0,04 gram dan matriks (resin 4 ml + katalis 0,4 ml).

### 3.3.3. Menentukan Faktor dan Level Penelitian

Pada penelitian ini, faktor dan level yang digunakan ditunjukkan pada tabel 3.1 .

Tabel 3.1 Faktor dan Level Penelitian

Faktor	Level	
	(-)	(+)
Lama Waktu Perlakuan	1 jam	3 jam
Jenis Larutan Perlakuan	Asap Cair	Larutan Kunyit

### 3.3.4. Menentukan Desain Eksperimen

Rancangan eksperimen pada penelitian ini menggunakan metode *Design Full Factorial*. Dalam penelitian ini, lama waktu perlakuan dan jenis larutan merupakan parameter yang memiliki 2 level dengan replikasi sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 12 data. Dengan menggunakan software minitab didapatkan rancangan eksperimen penelitian yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rancangan Desain Eksperimen Penelitian

Eksperimen	Lama Waktu Perlakuan (jam)	Jenis Larutan
1	1	Asap Cair
2	3	Asap Cair
3	1	Larutan kunyit
4	3	Larutan kunyit
5	1	Asap Cair
6	3	Asap Cair
7	1	Larutan kunyit
8	3	Larutan kunyit
9	1	Asap Cair
10	3	Asap Cair
11	1	Larutan kunyit
12	3	Larutan kunyit

### 3.3.5. Perencanaan lokasi penelitian

Pembuatan sampel pengujian dilakukan di kost yang beralamat di Jl. Nangnung Utara. Untuk pengambilan data pengujian tarik dan impak dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

## 3.4. Persiapan alat dan bahan

### 3.4.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang serat yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Timbangan digital

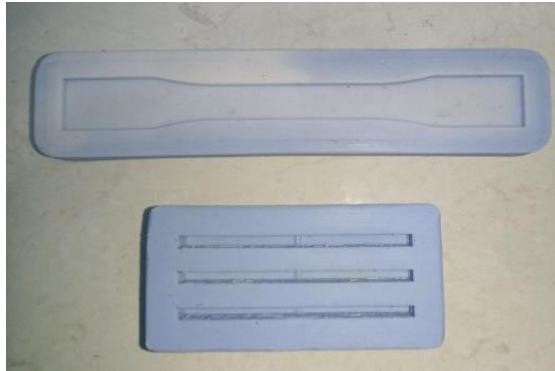
Timbangan digital yang digunakan ini memiliki spesifikasi seperti pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi Timbangan Digital

Dimensi keseluruhan	12,7 cm x 10 cm x 1,8 cm
Satuan pengukuran	Gr / Gn / Oz / Ozt / Dwt / Ct
Berat Max	500 gr
Akurasi	0,01 gr
Bahan	ABS Plastic

## 2. Cetakan uji tarik dan uji impak

Cetakan digunakan untuk membuat spesimen komposit, pada penelitian ini memakai dua cetakan yaitu cetakan uji tarik ASTM D 638-01 dan cetakan uji impak ISO 179-01. Cetakan berbahan silikon, dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Cetakan uji tarik dan uji impak

### 3. Sikat kawat

Sikat kawat digunakan untuk proses pengambilan serat pada batang serai wangi dengan cara di sikat sampai terbentuk helai seratnya. Sikat kawat dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sikat kawat

### 4. Wadah

Wadah menjadi tempat perendaman serat dan menyimpan serat. Wadah ini pun digunakan sebagai tempat campuran matriks yaitu resin dan katalis pada saat proses mencetak. Untuk wadah dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Wadah

#### 5. Akrilik dan Bata

Akrilik dan bata ini digunakan sebagai alat penekanan pada saat proses cetakan spesimen, dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Akrilik dan bata

#### 6. Jangka sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur dimensi spesimen dan kecermatan yang digunakan 0,05 mm. Untuk jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Jangka sorong

7. Alat bantu lainnya : selang kecil, suntikan, spidol dan pisau.

8. Alat pengujian

Alat pengujian yang digunakan meliputi :

- Alat uji tarik

Pada penelitian ini uji tarik memakai mesin model *Universal Testing Machining* dengan merek *Zwick Roell Z020* dengan standar ASTM D638 dilihat dalam gambar 3.8.



Gambar 3.8 Alat uji tarik

Untuk spesifikasi mesin uji tarik yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Uji Tarik *Universal Testing Machining* merek *Zwick Roell Z020*

Type	BT2-FR020TH.A50
Nomor seri	209879/2012
Nomor order	DO712870 / 2356898
Power	230V- 50/60 Hz 8A-1L/PE/N
Fnom	20 kN

- Alat uji impak

Untuk pengujian impak pada penelitian ini memakai mesin uji impak *Gotech Testing Machines Inc* metode *charphy*, dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alat uji impak model *charpy*

Untuk spesifikasi mesin uji impak yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada tabel 3.4.

Tabel 3.5 Spesifikasi Mesin Uji Impak *Gotech Testing Machines*  
*Inc Metode Charpy*

Model	GT-7045
Nomor seri	8400974
Kapasitas	150 Kg-Cm

### 3.4.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Serat

Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat serai wangi. Serat berperan sebagai penguat dalam struktur komposit sehingga sifat mekanis sebuah komposit berpengaruh terhadap serat yang digunakan. Serat serai wangi bisa dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Serat serai wangi

#### 2. Asap cair

Asap cair yang dipakai untuk perlakuan kimiawi pada serat berfungsi menghilangkan kotoran yang menempel dalam lapisan serat dan mengubah permukaan serat alam, bisa dilihat pada gambar 3.11.





Gambar 3.11 Asap cair

3. Larutan kunyit

Larutan kunyit digunakan berfungsi untuk proses delignifikasi pada serat dan mengubah sifat mekanis dan tekstur serat alam, dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Larutan kunyit

#### 4. Resin

Resin digunakan sebagai material pengikat serat dalam pembuatan komposit, pada penelitian ini jenis resin yang dipakai ialah polyester YUKALAC BQTN-157 dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Resin

#### 5. Katalis

Katalis digunakan sebagai bahan tambahan matriks yang membantu proses pengeringan pada komposit lebih cepat dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Katalis

### 3.4.3. Pengolahan serat serai wangi

Pada penelitian ini untuk memperoleh serat serai wangi, membutuhkan tahapan diantaranya:

1. Persiapkan serai wangi yang telah diambil dari kebun pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Pengambilan tanaman serai

2. Kemudian rendam batang serai wangi selama satu hari dengan air yang bersih yang ditunjukkan pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Proses perendaman batang serai wangi

3. Setelah direndam, jemur batang serai di bawah sinar matahari sampai kering agar memudahkan pengambilan serat dari batangnya. Pengambilan serat dilakukan dengan memukul bagian batang serai menggunakan palu agar lebih mudah penyisiran serat batang serai menggunakan sisir kawat yang dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Proses menyikat serat batang serai wangi

4. Kemudian setelah selesai menyikat batangnya, serat yang didapatkan digunting pada bagiannya agar lebih rapih seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 hasil serat digunting

Setelah serat digunting rapih dapat diproses ke tahap perlakuan selanjutnya. Gambar 3.19 menunjukkan serat yang siap digunakan.



Gambar 3.19 Serat siap pakai

### **3.5. Proses perlakuan serat**

Pada penelitian ini, serat serai wangi yang telah diambil dari batangnya diproses melalui perlakuan perendaman dengan asap cair tempurung kelapa selama 1 jam dan 3 jam. Kemudian hal yang sama dilakukan ketika proses perlakuan perebusan serat dengan menggunakan larutan kunyit selama 1 jam dan 3 jam.

### **3.6. Pembuatan spesimen**

Pada penelitian ini, proses pembuatan sampel komposit menggunakan matriks resin jenis polyester YUKALAC BQTN-157 dan katalis dengan perbandingan volume 1:10. Untuk pembuatan sampel pengujian tarik menggunakan campuran matriks dengan volume resin 10 ml dan katalis 1 ml, serta berat serat yang digunakan sebanyak 0,1 gram. Sedangkan untuk pembuatan sampel pengujian impak menggunakan campuran matriks dengan volume resin 4 ml dan katalis 0,4 ml serta berat serat yang digunakan sebanyak 0,04 gram.

Kemudian berikut ini tahapan-tahapan pembuatan sampel pengujian yaitu :

1. Menyiapkan serat serai wangi yang sudah direndam dalam asap cair tempurung kelapa dan perebusan serat dengan larutan kunyit yang dapat dilihat pada gambar 3.20 dan gambar 3.21.



Gambar 3.20 Serat direndam asap cair



Gambar 3.21 Serat direbus larutan kunyit

2. Timbang serat sesuai dengan berat yang telah ditentukan pada masing-masing sampel pengujian yang prosesnya dapat dilihat pada gambar 3.22.



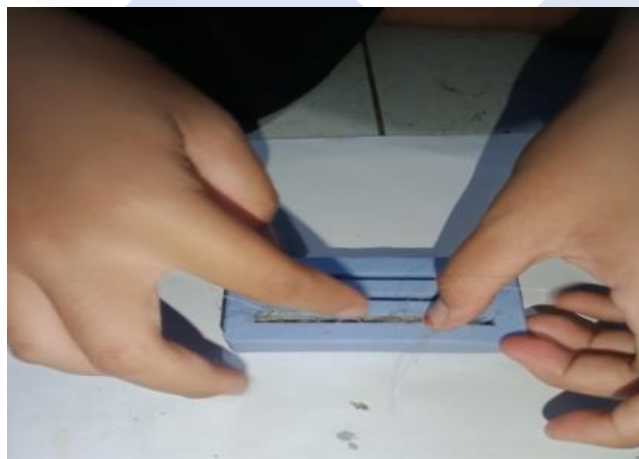
Gambar 3.22 Proses penimbangan serat



3. Susun serat sepanjang arah cetakan. Selanjutnya lakukan tahap mencetak komposit secara sistematis berdasarkan ukuran standar dan volume cetakan untuk diproses pengujian. Penyusunan serat pada cetakan uji tarik dapat dilihat pada gambar 3.23 dan untuk uji impak ditunjukkan pada gambar 2.24.



Gambar 3.23 Penyusunan serat sampel uji tarik



Gambar 3.24 Penyusunan serat sampel uji impak

4. Campur katalis dengan resin polyester YUKALAC BQTN-157 sesuai dengan volume yang telah ditentukan kemudian tuangkan sesuai takaran

ke dalam cetakan lalu rapihkan serat serat yang masih keluar dari cetakan menggunakan lidi seperti pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 proses mencetak sampel komposit

5. Setelah itu, tutup komposit yang dicetak tadi dengan akrilik dan ditekan dengan bata agar matriks menyebar secara merata ke serat. Proses komposit ditutup dengan akrilik ditunjukkan pada gambar 3.26 dan proses penekanan komposit dengan bata dilihat pada gambar 3.27



Gambar 3.26 komposit ditutup akrilik





Gambar 3.27 Komposit ditekan dengan bata

6. Pengeringan sampel dilakukan selama 15-30 menit dan apabila sudah mengering sampel dapat diambil dari cetakan. Pada gambar 3.28 menunjukkan sampel komposit uji tarik dan sampel uji impak dapat dilihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.28 Hasil mencetak sampel uji tarik



Gambar 3.29 Hasil mencetak sampel uji impact

7. Kemudian lakukan validasi dimensi pada sampel yang akan diuji. Pada gambar 3.30 menunjukkan validasi spesimen uji tarik sedangkan validasi spesimen uji impact ditunjukkan pada gambar 3.31 Apabila validasi ukuran sampel telah sesuai maka komposit siap untuk dilakukan pengujian yaitu uji tarik dan uji impact.



Gambar 3.30 Validasi sampel uji tarik



Gambar 3.31 Validasi sampel uji impact

### **3.7. Validasi spesimen**

Sebelum melakukan pengujian pada spesimen sebaiknya lakukan pemeriksaan pada spesimen yang telah dibuat sebelumnya. Pemeriksaan ini dilakukan untuk melihat kelayakan, bentuk dan dimensi dari spesimen tersebut apakah sudah memenuhi standar yang digunakan atau belum.

### **3.8. Pengujian spesimen**

#### **3.8.1. Pengujian Tarik**

Dalam penelitian ini pengujian tarik mengacu pada standar pengujian ASTM D638 tipe 01 dengan dimensi sampel yaitu panjang keseluruhan 165 mm, panjang bagian sempit 57 mm, lebar keseluruhan 19 mm, lebar bagian sempit 13 mm, radius fillet 76 mm dan tebal spesimen 3,2 mm. Kegiatan pengujian tarik tersebut ditunjukkan pada gambar 3.15.



Gambar 3.32 Proses pengujian tarik

Proses pengujian komposit menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machining* merk *Zwick Roell Model Z20 Xforce K*. Adapun tahapan proses pengujian tarik yaitu:

1. Mempersiapkan alat uji dan semua spesimen yang hendak dipakai dalam tahap uji tarik.
2. Melakukan kalibrasi pada alat uji tarik yang hendak dipakai.
3. Meletakkan spesimen dalam mesin pengujian tarik.
4. Memastikan spesimen pengujian telah tercekam sebaik mungkin dalam peralatan uji dan mengontrol alat pengujian tarik.
5. Memutar tombol kontrol kecepatan dalam nontrol panel uji tarik.
6. Mencermati hasil ukur dalam monitor control panel pengujian tarik.

### 3.8.2. Pengujian Impak

Dalam penelitian ini pengujian impak menggunakan metode *charpy* mengacu pada standar pengujian ISO 179 tipe 01 memiliki dimensi sampel panjang keseluruhan 80 mm, lebar keseluruhan 10 mm , mengandung takikan 45°

dengan kedalaman 2 mm dan ketebalan sampel 4 mm. Kegiatan pengujian impact tersebut ditunjukkan pada gambar 3.16.



Gambar 3.33 Proses pengujian impact

Proses uji komposit memakai peralatan uji impact model *Gotech Testing Machines Inc.* Berikut ini tahapan melakukan uji impact :

1. Memastikan posisi nol pada jarum penunjuk sudut saat godam menggantung bebas
2. Meletakkan spesimen pada alat uji dibagian penopang dan memastikan posisi yang tepat saat godam akan menabrak bagian tengah takikan spesimen pengujian
3. Menaikkan godam sampai menunjukkan jarum penunjuk sudut awal , kemudian kondisi godam disini akan terkunci otomatis.
4. Selanjutnya tekan tuas pembebas kunci agar godam tersebut mengayun ke bawah dan menabrak spesimen hingga patah.
5. Setelah spesimen pengujian patah, lakukan observasi dan buat data tertulis.

### **3.9. Pengolahan dan analisis data**

Data respon pengujian akan didapatkan setelah melakukan uji tarik dan uji impact. Data hasil pengujian tarik dan impact kemudian diolah menggunakan metode Desain Faktorial  $2^k$ .

Setelah selesai dilakukan pengolahan data, maka data tersebut dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial. Tahapan dalam menganalisa data penelitian berikut meliputi :

- Melakukan uji Normalitas data pengujian
- Melakukan Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial

### **3.10. Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan pengolahan dan analisis data, dapat ditarik kesimpulan dari data hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan. Pada bagian ini juga berisi saran dari penulis untuk para pembaca dengan tujuan agar bermanfaat dan menjadi referensi bagi peneliti-peneliti berikutnya.

TEKNIK MANUFAKTUR  
KAPALITUNG



## 4.2. Analisis Data Respon Kekuatan Tarik

### 4.2.1. Data Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik yang dilakukan menghasilkan data kekuatan tarik yang dilampirkan pada lampiran 2. Hasil pengujian kekuatan tarik didapatkan dengan satuan Mpa yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

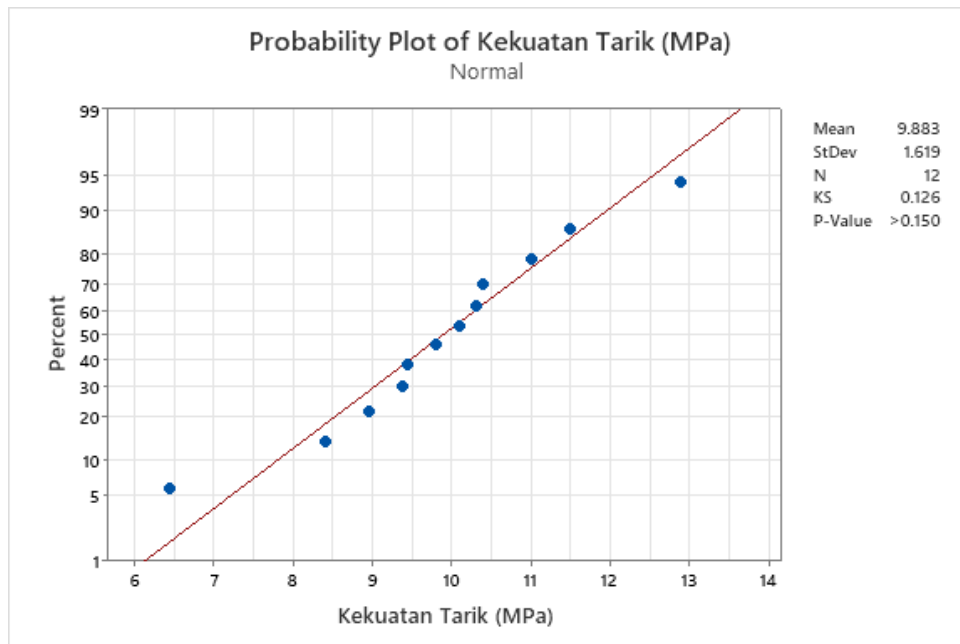
Tabel 4.1 Hasil uji tarik

No	Lama waktu perlakuan (jam)	Jenis larutan perlakuan	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
			Replikasi			
			1	2	3	
1	1	Asap cair	12,9	11,5	8,4	10,93
2	1	larutan kunyit	9,37	10,3	10,1	9,92
3	3	Asap cair	6,44	11	9,44	8,96
4	3	Larutan kunyit	9,8	10,4	8,95	9,72

### 4.2.2. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan setelah mendapatkan data respon kekuatan tarik yang dihasilkan melalui proses pengujian tarik. Uji normalitas ini dilakukan untuk menguji kenormalan data yang dihasilkan serta prosesnya menggunakan *software minitab*. Hasil uji normalitas data respon kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 4.4.





Gambar 4.2 Grafik uji normalitas kekuatan tarik (MPa)

Berdasarkan pada gambar grafik di atas, data menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan data normal baku. Hal ini, dapat dilihat dari nilai *Kolmogrov Smirnov* (KS) sebesar 12,6% yang dimana nilai KS pada data ini lebih besar dari nilai taraf signifikan  $\alpha = 5\%$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa data respon kekuatan tarik tersebut berdistribusi normal.

#### 4.2.3. Analisis Varian (ANOVA) Desain Faktorial

Setelah melakukan uji kenormalan data respon kekuatan tarik, selanjutnya data tersebut akan di lakukan pengolahan menggunakan metode desain faktorial  $2^2$ . Untuk perhitungan uji ANOVA desain faktorial dilakukan dengan dua cara yaitu: manual yang akan dijelaskan pada bab pembahasan ini dan menggunakan *software minitab* untuk memvalidasi hasil perhitungan secara manual yang dilampirkan pada lampiran 4.

Dari data pada tabel 4.1 hasil pengujian kekuatan tarik dibuat menjadi tabel kombinasi perlakuan sesuai dengan metode desain faktorial  $2^2$  ditulis dalam

urutan tertentu dengan standar yang baku. Kombinasi perlakuan ditunjukkan pada tabel 4.2.

- a. Faktor A : Lama waktu Perlakuan  
 Level rendah (-) : 1 jam  
 Level tinggi (+) : 3 jam
- b. Faktor B : Jenis larutan  
 Level rendah (-) : Asap cair  
 Level tinggi (+) : larutan kunyit
- c.  $n = 3$

Tabel 4.2 Kombinasi perlakuan kekuatan tarik

Faktor		Kombinasi perlakuan	Replikasi			Total
A	B		1	2	3	
1 jam	Asap cair	(1)	12,9	11,5	8,4	32,8
3 jam	Asap cair	<i>a</i>	6,44	11	9,44	26,88
1 jam	Larutan kunyit	<i>b</i>	9,37	10,3	10,1	29,77
3 jam	Larutan kunyit	<i>ab</i>	9,8	10,4	8,95	29,15

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilakukan perhitungan estimasi efek rata-rata data tersebut dengan menggunakan persamaan estimasi efek 2.3, 2.4 dan 2.5 seperti di bawah ini :

1. Efek rata-rata A

$$A = \frac{1}{2(3)} [29,15 + 26,88 - 29,77 - 32,8] = -1,09$$

2. Efek rata-rata B

$$B = \frac{1}{2(3)} [29,15 + 29,77 - 26,88 - 32,8] = -0,1267$$

3. Efek rata-rata AB

$$AB = \frac{1}{2(3)} [29,15 - 26,88 + 29,77 + 32,8] = 10,8067$$

Setelah menghitung efek rata-rata, selanjutnya melakukan perhitungan data yang akan dimasukkan ke dalam tabel ANOVA desain faktorial di antaranya: menghitung jumlah kuadrat (JK), derajat bebas (db), Rata-rata kuadrat (RK),  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ . Perhitungan selengkapnya di bawah ini :

1. Jumlah kuadrat (JK)

Untuk menghitung nilai jumlah kuadrat menggunakan persamaan 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 dan 2.10.

$$a. JK_A = \frac{[29,15+26,88-29,77-32,8]^2}{3.4} = 3,5643$$

$$b. JK_B = \frac{[29,15+29,77-26,88-32,8]^2}{3.4} = 0,04813$$

$$c. JK_{AB} = \frac{[29,15+32,8-26,88-29,77]^2}{3.4} = 2,34083$$

$$d. JK_T = (12,9^2 + 11,5^2 + 8,4^2 + \dots + 8,95^2) - \frac{(32,8+\dots+29,15)^2}{4(3)} = 28,8433$$

$$e. JK_E = 28,8433 - 3,5643 - 0,04813 - 2,34083 = 22,89$$

2. Derajat Bebas (db)

Untuk  $a = 2$ ,  $b = 2$ ,  $n = 3$  dan  $N = 12$

$$a. \text{Faktor A} = a - 1 \\ = 2 - 1 = 1$$

$$b. \text{Faktor B} = b - 1 \\ = 2 - 1 = 1$$

$$c. \text{Interaksi AB} = (a - 1)(b - 1) \\ = (2 - 1)(2 - 1) = 1$$

$$d. \text{Error} = ab(n - 1) \\ = (2)(2)(3 - 1) = 8$$

$$e. \text{Total} = N - 1 \\ = 12 - 1 = 11$$

3. Rata-rata Kuadrat (RK)

Untuk perhitungan rata-rata kuadrat sama dengan jumlah kuadrat dibagi derajat bebas.

$$\begin{aligned} \text{a. } RK_A &= \frac{JK_A}{1} \\ &= \frac{3,5643}{1} = 3,5643 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } RK_B &= \frac{JK_B}{1} \\ &= \frac{0,04813}{1} = 0,04813 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } RK_{AB} &= \frac{JK_{AB}}{1} \\ &= \frac{2,34083}{1} = 2,34083 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } RK_E &= \frac{JK_E}{ab(n-1)} \\ &= \frac{22,89}{(2)(2)(3-1)} = 2,86125 \end{aligned}$$

#### 4. $F_{hitung}$

Untuk perhitungan  $F_{hitung}$  yaitu rata-rata kuadrat sumber variasi dibagi dengan rata-rata kuadrat error.

$$\begin{aligned} \text{a. Faktor A} &= \frac{RK_A}{RK_E} \\ &= \frac{3,5643}{2,86125} = 1,24571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Faktor B} &= \frac{RK_B}{RK_E} \\ &= \frac{0,04813}{2,86125} = 0,01682 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Faktor AB} &= \frac{RK_{AB}}{RK_E} \\ &= \frac{2,34083}{2,86125} = 0,81812 \end{aligned}$$

#### 5. $F_{tabel}$

Untuk mencari nilai  $F_{tabel}$  dapat menggunakan *software excel* dengan rumus :  $F.INV.T(\alpha; db1; db2)$  yang dimana  $db2$  adalah derajat kebebasan error dan  $\alpha = 0,05$ . Maka, untuk nilai  $F_{tabel}$  pada setiap sumber variasi adalah sebagai berikut :

$$\text{a. } F_{tabel} \text{ faktor A} = F.INV.T(0,05; 1; 8) = 5,317655$$

$$\text{b. } F_{tabel} \text{ faktor B} = F.INV.T(0,05; 1; 8) = 5,317655$$

$$c. F_{\text{tabel faktor AB}} = F.INV.T (0,05; 1; 8) = 5,317655$$

Dari data hasil perhitungan tersebut masukkan seluruh data hasil perhitungan ke tabel ANOVA desain faktorial, pada tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4. 3 ANOVA desain faktorial

Sumber Variasi	JK	Db	RK	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
A	3,5643	1	3,5643	1,24571	5,317655
B	0,04813	1	0,04813	0,01682	5,317655
AB	2,34083	1	2,34083	0,81812	5,317655
Erör	22,89	8	2,86125		
Total	28,8433	11			

Berdasarkan tabel 4. di atas keputusan dan kesimpulan analisis varian (ANOVA) sebagai berikut :

- a. Hipotesis berdasarkan variabel bebas di atas yang diberikan yaitu :
  - H<sub>0</sub> : Lama waktu perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik
  - H<sub>1</sub> : Lama waktu perlakuan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik
  - H<sub>0</sub> : Jenis larutan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik
  - H<sub>1</sub> : Jenis larutan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik
- b. Keputusan :
  - Jika  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  maka hipotesis awal (H<sub>0</sub>) ditolak
  - Jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$  maka hipotesis awal (H<sub>0</sub>) gagal ditolak
- c. Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05

Berdasarkan tabel 4. ANOVA desain faktorial menunjukkan bahwa F<sub>hitung</sub> lama waktu perlakuan < F<sub>tabel</sub>. Untuk nilai F<sub>hitung</sub> lama waktu perlakuan sebesar 1,24571 dengan nilai F<sub>tabel</sub> sebesar 5,317655 sehingga menunjukkan keputusan H<sub>0</sub> gagal ditolak yang artinya lama waktu perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik.

Selanjutnya, untuk  $F_{hitung}$  jenis larutan  $< F_{tabel}$ . Dengan nilai  $F_{hitung}$  jenis larutan sebesar 0,01682 serta nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,317655 sehingga menunjukkan keputusan  $H_0$  gagal ditolak yang artinya jenis larutan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik.

Kemudian, untuk  $F_{hitung}$  interaksi lama waktu perlakuan dan jenis larutan  $< F_{tabel}$ . Dengan nilai  $F_{hitung}$  lama waktu perlakuan dan jenis larutan sebesar 0,81812 serta nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,317655 sehingga menunjukkan keputusan  $H_0$  gagal ditolak yang artinya interaksi dua faktor antara lama waktu perlakuan dan jenis larutan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik.

### 4.3. Analisis Data Respon Kekuatan Impak

#### 4.3.1. Data Pengujian Kekuatan Impak

Pengujian kekuatan impact dilakukan menghasilkan data pengujian impact dengan sudut akhir  $\cos \beta$ , yang kemudian akan dihitung untuk mendapatkan nilai kekuatan impact dengan melakukan perhitungan secara manual. Untuk perhitungan kekuatan impact dilampirkan pada lampiran 3.

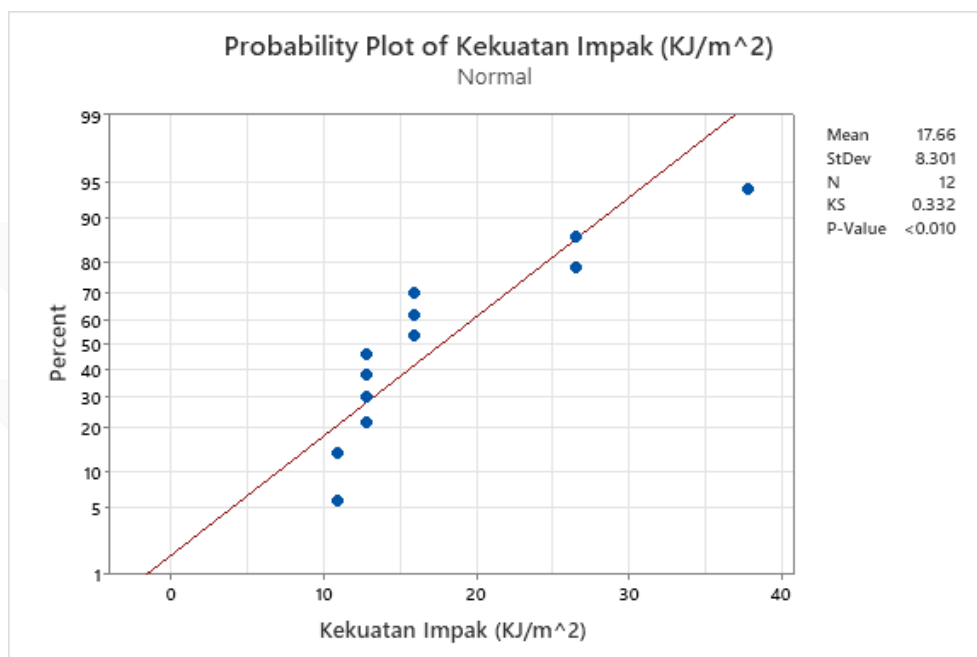
Setelah melakukan pengujian impact maka didapatkan hasil pengujian kekuatan impact dengan satuan  $J/mm^2$  kemudian di konversikan ke satuan  $KJ/m^2$ . Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian kekuatan impact.

Tabel 4.4 Hasil uji impact

No	Lama waktu perlakuan (jam)	Jenis larutan perlakuan	Kekuatan Impact ( $KJ/m^2$ )			Rata-rata ( $KJ/m^2$ )
			Replikasi			
			1	2	3	
1	1	Asap cair	12,8125	10,9375	12,8125	12,19
2	1	larutan kunyit	15,9375	26,5625	10,9375	17,81
3	3	Asap cair	15,9375	26,5625	37,8125	26,77
4	3	Larutan kunyit	12,8125	12,8125	15,9375	13,85

### 4.3.2. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan setelah mendapatkan data respon kekuatan tarik yang dihasilkan melalui proses pengujian tarik. Uji normalitas ini dilakukan untuk menguji kenormalan data yang dihasilkan serta prosesnya menggunakan *software minitab*. Hasil uji normalitas data respon kekuatan impact dapat dilihat pada gambar 4. Di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik uji normalitas kekuatan impact ( $\text{KJ}/\text{mm}^2$ )

Berdasarkan pada gambar grafik di atas, data menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan data normal baku. Hal ini, dapat dilihat dari nilai *Kolmogrov Smirnov* (KS) sebesar 33,2% yang dimana nilai KS pada data ini lebih besar dari nilai taraf signifikan  $\alpha = 5\%$  . Sehingga dapat disimpulkan bahwa data respon kekuatan impact tersebut berdistribusi normal.

### 4.3.3. Analisis Varian (ANOVA)

Setelah melakukan uji kenormalan data respon kekuatan impact, selanjutnya data tersebut akan di lakukan pengolahan menggunakan metode desain faktorial  $2^2$ . Untuk perhitungan uji ANOVA desain faktorial dilakukan dengan dua cara yaitu: manual yang akan dijelaskan pada bab pembahasan ini dan menggunakan *software minitab* untuk memvalidasi hasil perhitungan secara manual yang dilampirkan pada lampiran 4.

Dari data pada tabel 4.4 hasil pengujian kekuatan impact dibuat tabel kombinasi perlakuan sesuai dengan metode desain faktorial  $2^2$  ditulis dalam urutan tertentu dengan standar yang baku. Kombinasi perlakuan ditunjukkan pada tabel 4.5.

a. Faktor A : Lama waktu Perlakuan

Level rendah (-) : 1 jam

Level tinggi (+) : 3 jam

b. Faktor B : Jenis larutan

Level rendah (-) : Asap cair

Level tinggi (+) : larutan kunyit

c.  $n = 3$

Tabel 4.5 Kombinasi perlakuan kekuatan impact

Faktor		Kombinasi perlakuan	Replikasi			Total
A	B		1	2	3	
1 jam	Asap cair	(1)	12,8125	10,9375	12,8125	36,56
3 jam	Asap cair	<i>a</i>	9,375	12,8125	2,8125	53,43
	Larutan					
1 jam	kunyit	<i>b</i>	10,9375	15,9375	9,375	80,31
	Larutan					
3 jam	kunyit	<i>ab</i>	26,5625	37,8125	23,125	41,56



Berdasarkan tabel 4. dapat dilakukan perhitungan estimasi efek rata-rata data tersebut dengan menggunakan persamaan estimasi efek 2.3, 2.4 dan 2.5 seperti di bawah ini :

1. Efek rata-rata A

$$A = \frac{1}{2(3)} [41,56 + 53,43 - 80,31 - 36,56] = -3,6466$$

2. Efek rata-rata B

$$B = \frac{1}{2(3)} [41,56 + 80,31 - 53,43 - 36,56] = 5,3133$$

3. Efek rata-rata AB

$$AB = \frac{1}{2(3)} [41,56 - 53,43 + 80,31 + 36,56] = 17,5$$

Setelah menghitung efek rata-rata, selanjutnya melakukan perhitungan data yang akan dimasukkan ke dalam tabel ANOVA desain faktorial di antaranya: menghitung jumlah kuadrat (JK), derajat bebas (db), Rata-rata kuadrat (RK),  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ . Perhitungan selengkapnya di bawah ini :

1. Jumlah kuadrat (JK)

Untuk menghitung nilai jumlah kuadrat menggunakan persamaan 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 dan 2.10.

$$a. JK_A = \frac{[41,5625+53,4375-80,3125-36,5625]^2}{3.4} = 39,8763$$

$$b. JK_B = \frac{[41,56+80,3125-53,4375-36,5625]^2}{3.4} = 84,668$$

$$c. JK_{AB} = \frac{[41,5625+36,5625-53,4375-80,3125]^2}{3.4} = 257,845$$

$$d. JK_T = (12,8125^2 + 10,9375^2 + 12,8125^2 + \dots + 15,9375^2) - \frac{(211,875)^2}{4(3)} = 757,91$$

$$e. JK_E = 757,91 - 39,8763 - 84,668 - 257,845 = 375,521$$

2. Derajat Bebas (db)

Untuk  $a = 2$ ,  $b = 2$ ,  $n = 3$  dan  $N = 12$

$$a. \text{Faktor A} = a - 1 \\ = 2 - 1 = 1$$

$$b. \text{Faktor B} = b - 1$$

$$= 2 - 1 = 1$$

$$\begin{aligned} \text{c. Interaksi AB} &= (a - 1)(b - 1) \\ &= (2 - 1)(2 - 1) = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Error} &= ab(n - 1) \\ &= (2)(2)(3 - 1) = 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. Total} &= N - 1 \\ &= 12 - 1 = 11 \end{aligned}$$

### 3. Rata-rata Kuadrat (RK)

Untuk perhitungan rata-rata kuadrat sama dengan jumlah kuadrat dibagi derajat bebas.

$$\begin{aligned} \text{a. } RK_A &= \frac{JK_A}{1} \\ &= \frac{39,8763}{1} = 39,8763 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } RK_B &= \frac{JK_B}{1} \\ &= \frac{84,668}{1} = 84,668 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } RK_{AB} &= \frac{JK_{AB}}{1} \\ &= \frac{257,845}{1} = 257,845 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } RK_E &= \frac{JK_E}{ab(n-1)} \\ &= \frac{375,521}{(2)(2)(3-1)} = 46,9401 \end{aligned}$$

### 4. $F_{hitung}$

Untuk perhitungan  $F_{hitung}$  yaitu rata-rata kuadrat sumber variasi dibagi dengan rata-rata kuadrat error.

$$\begin{aligned} \text{a. Faktor A} &= \frac{RK_A}{RK_E} \\ &= \frac{39,8763}{46,9401} = 0,84951 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Faktor B} &= \frac{RK_B}{RK_E} \\ &= \frac{84,668}{46,9401} = 1,80374 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Faktor AB} &= \frac{RK_{AB}}{RK_E} \\
 &= \frac{257,845}{46,9401} = 5,49307
 \end{aligned}$$

5.  $F_{\text{tabel}}$

Untuk mencari nilai  $F_{\text{tabel}}$  dapat menggunakan *software excel* dengan rumus :  $F.INV.T (\alpha; db1; db2)$  yang dimana  $db2$  adalah derajat kebebasan eror dan  $\alpha = 0,05$ . Maka, untuk nilai  $F_{\text{tabel}}$  pada setiap sumber variasi adalah sebagai berikut :

- a.  $F_{\text{tabel}}$  faktor A =  $F.INV.T (0,05; 1; 8) = 5,317655$
- b.  $F_{\text{tabel}}$  faktor B =  $F.INV.T (0,05; 1; 8) = 5,317655$
- c.  $F_{\text{tabel}}$  faktor AB =  $F.INV.T (0,05; 1; 8) = 5,317655$

Dari data hasil perhitungan tersebut masukkan seluruh data hasil perhitungan ke tabel ANOVA desain faktorial ,pada tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.6 ANOVA desain faktorial

Sumber Variasi	JK	Db	RK	$F_{\text{hitung}}$	$F_{\text{tabel}}$
A	39,8763	1	39,8763	0,84951	5,317655
B	84,668	1	84,668	1,80374	5,317655
AB	257,845	1	257,845	5,49307	5,317655
Eror	375,521	8	46,9401		
Total	757,91	11			

Berdasarkan tabel 4. di atas keputusan dan kesimpulan analisis varian (ANOVA) sebagai berikut :

d. Hipotesis berdasarkan variabel bebas di atas yang diberikan yaitu :

$H_0$  : Lama waktu perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact

$H_1$  : Lama waktu perlakuan berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact

$H_0$  : Jenis larutan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact

$H_1$  : Jenis larutan berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact

e. Keputusan :

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka hipotesis awal ( $H_0$ ) ditolak

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka hipotesis awal ( $H_0$ ) gagal ditolak

f. Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 5% atau 0,05

Berdasarkan tabel 4. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung}$  lama waktu perlakuan  $< F_{tabel}$ . Untuk nilai  $F_{hitung}$  lama waktu perlakuan sebesar 0,84951 dengan nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,31766 sehingga menunjukkan keputusan  $H_0$  gagal ditolak. Dapat disimpulkan bahwa lama waktu perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact.

Selanjutnya, untuk  $F_{hitung}$  jenis larutan  $< F_{tabel}$ . Dengan nilai  $F_{hitung}$  jenis larutan sebesar 1,80374 serta nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,31766 sehingga menunjukkan keputusan  $H_0$  gagal ditolak. Dapat disimpulkan bahwa jenis larutan tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact.

Kemudian, untuk  $F_{hitung}$  interaksi lama waktu perlakuan dan jenis larutan  $< F_{tabel}$ . Dengan nilai  $F_{hitung}$  lama waktu perlakuan dan jenis larutan sebesar 5,49307 serta nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,31766 sehingga menunjukkan keputusan  $H_0$  ditolak. Dapat disimpulkan bahwa interaksi dua faktor antara lama waktu perlakuan dan jenis larutan berpengaruh terhadap nilai kekuatan impact.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari analisis varian (ANOVA) pada kekuatan tarik tidak ada faktor yang mempengaruhi, dilihat dari nilai  $F_{hitung}$  pada ketiga faktor  $<$  nilai  $F_{tabel}$  pada data respon kekuatan tarik. Sedangkan pada kekuatan impak terdapat faktor yang mempengaruhinya yakni interaksi antara faktor lama waktu perlakuan dan jenis larutan, dilihat dari nilai  $F_{hitung}$  interaksi kedua faktor yaitu  $5,49 >$  nilai  $F_{tabel}$  yaitu  $5,31$  pada data respon kekuatan impak.

#### **5.2. Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan, untuk mengembangkan penelitian yang berkaitan dengan komposit serat serai wangi dengan perlakuan menggunakan asap cair dan larutan kunyit, berikut saran yang dapat penulis sampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Untuk nilai kekuatan tarik dan impak pada komposit serat serai wangi ini, masih terdapat faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhinya sehingga bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya.
2. Pada pembuatan sampel komposit dapat menggunakan variasi komposisi yang berbeda untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengetahui perbedaan hasil signifikan yang mempengaruhi data respon.
3. Untuk penelitian selanjutnya . diharapkan agar melakukan foto mikro atau uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada serat serai wangi sebelum dan setelah dilakukan perlakuan untuk melihat struktur mikro serat agar dapat dianalisa lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Mahir, K. N. Keya, B. Sarker, K. M. Nahiun, and R. A. Khan, "Review a Brief Review on Natural Fiber Used As a Replacement of Synthetic Fiber in Polymer Composites," *Mater. Eng. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 86–97, 2019, doi: 10.25082/MER.2019.02.007.
- [2] R. F. Septiyanto, A. Hanif, and D. Abdullah, "Perbandingan Komposit Serat Alam dan Serat Sintetis melalui Uji Tarik dengan Bahan Serat jute dan e-glass," *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2016, doi: 10.30870/gravity.v1i1.2536.
- [3] I. Renreng and R. Soenoko, "Effect of Turmeric ( *Curcuma Longae* ) Treatment on Morphology and Chemical Properties of Akaa ( *Corypha* ) Single Fiber," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 8, pp. 2229–2237, 2017.
- [4] A. D. Afenanda, teguh D. Widodo, and R. Raharjo, "Pengaruh Perlakuan Larutan NaOH terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Batang Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Bermatriks Epoxy," Universitas Brawijaya, 2018.
- [5] S. Astuti, F. E. Ku. Rastini, and D. H. Praswanto, *Biokomposit Bubur Koran sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Aksesoris Kerajinan Pengganti Keramik*. Malang: Dream Litera Buana, 2019.
- [6] Mukesh and S. S. Godara, "ScienceDirect Effect of Chemical Modification of Fiber Surface on Natural Fiber Composites : A Review," *Mater. Today Proc.*, vol. 18, no. 7, pp. 3428–3434, 2019.
- [7] M. Mukhlis, W. Hardi, and R. Mustafa, "The Effect of Treatment of Coconut Fiber with Liquid Smoke on Mechanical Properties of Composite," *E3S Web Conf.*, vol. 328, no. 1, pp. 1–4, 2021.
- [8] S. Muriana, "Analisis Komposit Berpenguat Serat Tandan Sawit Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak dengan Perendaman Asap Cair," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023.
- [9] I. Renreng, U. Hasanuddin, and R. Soenoko, "Effect Of Turmeric ( *Curcuma* ) Solution Treatment Toward The Interfacial Shear Stress and

- Wettability Of a Single Fiber Akasia ( Corypha ) on Epoxy Matrix,” *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 10, no. 10, pp. 26379–26390, 2015.
- [10] R. F. Gibson, *Principles of Composite Material Mechanics*. Michigan: McGraw-Hill, Inc, 1994. doi: 10.1201/9781420014242.
- [11] R. M. Jones, *Mechanics of Composite Materials*. Virginia, USA: CRC Press, 2021.
- [12] S. L. Kakani and A. Kakani, *Material Science*. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers, 2004.
- [13] P. H. Tjahjanti, *Buku Ajar Teori dan Aplikasi Material Komposit dan Polimer*. Sidoarjo: UMSIDA Press, 2018.
- [14] R. F. Gibson, *Principles of Composite Material Mechanics*, Fourth Ed. New York: CRC Press Taylor and Francis Group, 2016.
- [15] Alamsyah, T. Hidayat, and A. N. Iskandar, “Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester untuk Bahan Pembuatan Kapal,” *J. Inov. SAINS DAN Teknol. Kelaut.*, vol. 2, no. 2, pp. 26–32, 2021.
- [16] K. Ridhuan, D. Irawan, Y. Zanaria, and F. Firmansyah, “Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik dan Efisiensi Bioarang - Asap Cair yang Dihasilkan,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 18–27, 2019.
- [17] S. S. Harsono, “Inovasi Teknologi Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa di Kabupaten Situbondo,” *War. Pengabd.*, vol. 2, no. 4, pp. 157–169, 2017, doi: 10.19184/wrtp.v11i4.14962-1.
- [18] M. Muslimin, M. Rahim, A. Seng, and S. Rais, “Liquid Smoke Treatment for Natural Fibers : The Effect on Tensile Properties , Surface Morphology , Crystalline Properties , and Functional Groups of Banana Stem Fibers,” *J. Appl. Syst. Innov.*, vol. 5, no. 5, p. 94, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/asi5050094>
- [19] A. W. Gunandar, “Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Bahan Komposit Hibrid Berpenguat Serbuk Kayu Akasia dan Tandan Kosong Kelapa Sawit,” Universitas Islam Riau, 2021. [Online]. Available:

<https://repository.uir.ac.id/8977/%0Ahttps://repository.uir.ac.id/8977/1/153310526.pdf>

- [20] Usmadi, “Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas dan Uji Normalitas),” *Inov. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 50–62, 2020, doi: 10.31869/ip.v7i1.2281.
- [21] A. Quraisy, “Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk,” *J-HEST J. Heal. Educ. Econ. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 7–11, 2022, doi: 10.36339/jhest.v3i1.42.
- [22] A. Pramono, T. J. L. Tama, and T. Waluyo, “Analisis Arus Tiga Fasa Daya 197 Kva dengan Menggunakan Metode Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 213–216, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.696.
- [23] D. Andriani, N. Setyanto, and L. T. W. Kusuma, *Desain dan Analisis Eksperimen Untuk Rekayasa Kualitas*. Malang: Tim UB Press, 2017.
- [24] D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, Ninth edit. Tempe, Arizona: John Wiley & Sons, Inc., 2017.
- [25] A. Septiadi and W. K. Ramadhani, “Penerapan Metode Anova untuk Analisis Rata-rata,” *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 1, no. 2, pp. 60–64, 2020.
- [26] X. Salahudin *et al.*, “Optimasi Kekuatan Lentur Komposit Serat Batang Kecombrang dengan Variasi Panjang Serat,” *Pros. Semin. Nas. Ris. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, p. 5, 2020.



## Lampiran 1 : Daftar riwayat hidup

### Data Pribadi



Nama : Salsabilla Rienera  
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 1 Juni 2002  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Jln. Hos. Cokroaminoto, Kampung Gudang  
Kecamatan : Belinyu, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka  
Belitung  
No telpon/HP : 08980874934  
Email : salsabillavivo9900@gmail.com

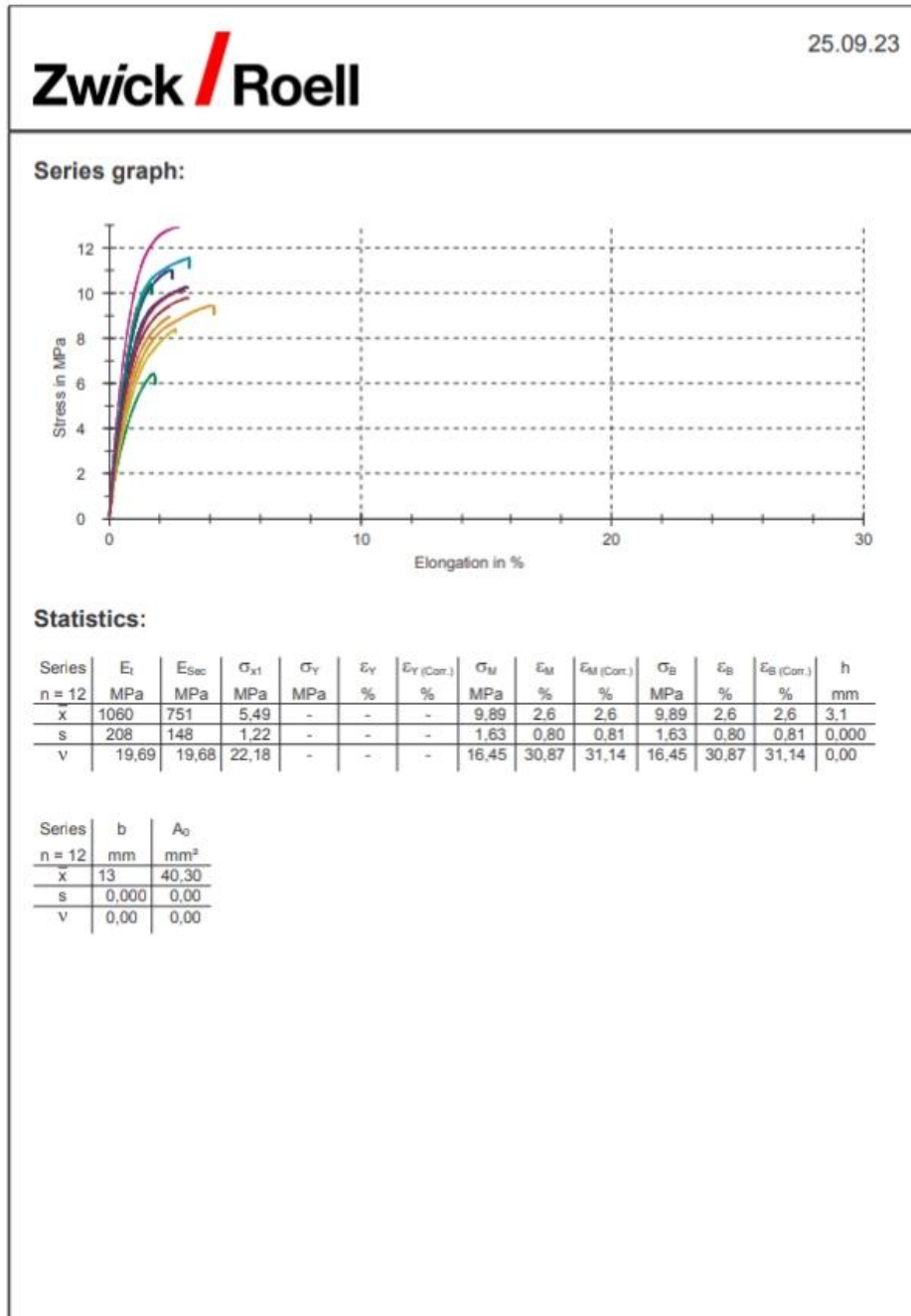
### Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Belinyu (2008-2014)  
SMP Negeri 1 Belinyu (2014-2017)  
SMA Negeri 1 Belinyu (2017-2020)  
D-IV POLMAN NEGERI BABEL (2020-2024)

Sungailiat, 3 Januari 2024

Salsabilla Rienera

## Lampiran 2 : Hasil pengujian kekuatan tarik



### Lampiran 3 : Perhitungan nilai kekuatan impak

Berikut ini adalah perhitungan nilai kekuatan Impak 12 sampel dari data yang didapatkan :

❖ Perendaman asap cair 1 jam

1) Sampel 1

$L = 4$

Diket :  $I = 400\text{mm}$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$h_1 = ?$$

$$\cos \beta = 145^\circ$$

$$E = ?$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$A = ?$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$HI = ?$$

$$P = 8$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \beta)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 145^\circ)$   
 $= 715,204 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 715,204 \text{ mm})$   
 $= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 16,411 \text{ mm}$   
 $= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,016411 \text{ m}$   
 $= 0,41 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8\text{mm} \times 4\text{mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,41 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0128125 \text{ J/mm}^2$

$$= 12,8125 \text{ KJ/m}^2$$

2) Sampel 2

Diket :  $I = 400\text{mm}$

$$L = 4$$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$\cos \beta = 142,5^\circ$$

$$h_1 = ?$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$E = ?$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$A = ?$$

$$P = 8$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

$$\blacksquare h_0 = I(1 - \cos \alpha)$$

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$$

$$= 731,615 \text{ mm}$$

$$\blacksquare h_1 = I(1 - \cos \alpha)$$

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 142,5^\circ)$$

$$= 717,341 \text{ mm}$$

$$\blacksquare E = m \times g \times (h_0 - h_1)$$

$$= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 717,341 \text{ mm})$$

$$= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 14,274 \text{ mm}$$

$$= 2,5\text{kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,014274 \text{ m}$$

$$= 0,35 \text{ J}$$

$$\blacksquare A = P \times L$$

$$= 8\text{mm} \times 4\text{mm}$$

$$= 32 \text{ mm}^2$$

$$\blacksquare HI = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{0,35 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0109375 \text{ J/mm}^2$$

$$= 10,9375 \text{ KJ/m}^2$$

3) Sampel 3

Diket :  $I = 400\text{mm}$

$L = 4$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$\cos \beta = 142^\circ$$

$h_1 = ?$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$E = ?$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$A = ?$

$$P = 8$$

$HI = ?$

Jawaban :

$$\blacksquare h_0 = I(1 - \cos \alpha)$$

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$$

$$= 731,615 \text{ mm}$$

$$\blacksquare h_1 = I(1 - \cos \beta)$$

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 142^\circ)$$

$$= 715,204 \text{ mm}$$

$$\blacksquare E = m \times g \times (h_0 - h_1)$$

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 715,204 \text{ mm})$$

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 16,411 \text{ mm}$$

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,016411 \text{ m}$$

$$= 0,41 \text{ J}$$

$$\blacksquare A = P \times L$$

$$= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$$

$$= 32 \text{ mm}^2$$

$$\blacksquare HI = \frac{E}{A}$$

$$= \frac{0,41 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0128125 \text{ J/mm}^2$$

$$= 12,8125 \text{ KJ/m}^2$$

❖ Perendaman asap cair 3 jam

1) Sampel 1

Diket :  $I = 400\text{mm}$

$\cos \alpha = 146^\circ$

$$\cos \beta = 141^\circ$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 8$$

$$L = 4$$

$$\text{Ditanya : } h_0 = ?$$

$$h_1 = ?$$

$$E = ?$$

$$A = ?$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 141^\circ)$   
 $= 710,858 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 710,858 \text{ mm})$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 20,757 \text{ mm}$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,020757 \text{ m}$   
 $= 0,51 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,51 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0159375 \text{ J/mm}^2$   
 $= 15,9375 \text{ KJ/m}^2$

2) Sampel 2

$$\text{Diket : } I = 400 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$\cos \beta = 138^\circ$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 8$$

$$L = 4$$

$$E = ?$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$A = ?$$

$$h_1 = ?$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 138^\circ)$   
 $= 697,257 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 697,257 \text{ mm})$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 34,358 \text{ mm}$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,034358 \text{ m}$   
 $= 0,85 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,85 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0265625 \text{ J/mm}^2$   
 $= 26,5625 \text{ KJ/m}^2$

3) Sampel 3

$$\text{Diket : } I = 400 \text{ mm}$$

$$P = 8$$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$L = 4$$

$$\cos \beta = 142,5^\circ$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$h_1 = ?$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$E = ?$$

$$A = ?$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 142,5^\circ)$   
 $= 717,341 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 717,341 \text{ mm})$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 14,274 \text{ mm}$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,014274 \text{ m}$   
 $= 0,35 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,35 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0109375 \text{ J/mm}^2$   
 $= 10,9375 \text{ KJ/m}^2$

❖ Perebusan larutan kunyit 1 jam

1) Sampel 1

Diket :  $I = 400 \text{ mm}$

$L = 4$

$\cos \alpha = 146^\circ$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$\cos \beta = 141^\circ$

$h_1 = ?$

$m = 2,5 \text{ kg}$

$E = ?$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$A = ?$

$P = 8$

$HI = ?$



Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 141^\circ)$   
 $= 710,858 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 710,858 \text{ mm})$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 20,757 \text{ mm}$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,020757 \text{ m}$   
 $= 0,51 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,51 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0159375 \text{ J/mm}^2$   
 $= 15,9375 \text{ KJ/m}^2$

2) Sampel 2

Diket :  $I = 400 \text{ mm}$

$L = 4$

$\cos \alpha = 146^\circ$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$\cos \beta = 138^\circ$

$h_1 = ?$

$m = 2,5 \text{ kg}$

$E = ?$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$A = ?$

$P = 8$

$HI = ?$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$

$$= 731,615 \text{ mm}$$

- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 138^\circ)$   
 $= 697,257 \text{ mm}$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 697,257 \text{ mm})$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 34,358 \text{ mm}$   
 $= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,034358 \text{ m}$   
 $= 0,85 \text{ J}$
- $A = P \times L$   
 $= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$
- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,85 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0265625 \text{ J/mm}^2$   
 $= 26,5625 \text{ KJ/m}^2$

### 3) Sampel 3

Diket :  $I = 400 \text{ mm}$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$\cos \beta = 135^\circ$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 8 \text{ L} = 4$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$h_1 = ?$$

$$E = ?$$

$$A = ?$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$   
 $= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$   
 $= 731,615 \text{ mm}$
- $h_1 = I(1 - \cos \alpha)$

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 135^\circ)$$

$$= 682,842 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare E &= m \times g \times (h_0 - h_1) \\ &= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 682,842 \text{ mm}) \\ &= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 48,773 \text{ mm} \\ &= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,048773 \text{ m} \\ &= 1,21 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare A &= P \times L \\ &= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \\ &= 32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare HI &= \frac{E}{A} \\ &= \frac{1,21 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2} \\ &= 0,0378125 \text{ J/mm}^2 \\ &= 37,8125 \text{ KJ/m}^2 \end{aligned}$$

❖ Perebusan larutan kunyit 3 jam

1) Sampel 1

Diket :  $I = 400 \text{ mm}$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$\cos \beta = 142^\circ$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 8$$

$$L = 4$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$h_1 = ?$

$E = ?$

$A = ?$

$HI = ?$

Jawaban :

$$\begin{aligned} \blacksquare h_0 &= I(1 - \cos \alpha) \\ &= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ) \\ &= 731,615 \text{ mm} \\ \blacksquare h_1 &= I(1 - \cos \beta) \\ &= 400 \text{ mm}(1 - \cos 142^\circ) \end{aligned}$$

$$= 715,204 \text{ mm}$$

- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$ 

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 715,204 \text{ mm})$$

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 16,411 \text{ mm}$$

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,016411 \text{ m}$$

$$= 0,41 \text{ J}$$

- $A = P \times L$ 

$$= 8 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$$

$$= 32 \text{ mm}^2$$

- $HI = \frac{E}{A}$ 

$$= \frac{0,41 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0128125 \text{ J/mm}^2$$

$$= 12,8125 \text{ KJ/m}^2$$

2) Sampel 2

Diket :  $I = 400 \text{ mm}$

$$\text{Cos } \alpha = 146^\circ$$

$$\text{Cos } \beta = 142^\circ$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 8$$

$$L = 4$$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$$h_1 = ?$$

$$E = ?$$

$$A = ?$$

$$HI = ?$$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$ 

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 146^\circ)$$

$$= 731,615 \text{ mm}$$

- $h_1 = I(1 - \cos \beta)$ 

$$= 400 \text{ mm}(1 - \cos 142^\circ)$$

$$= 715,204 \text{ mm}$$

- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$ 

$$= 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (731,615 \text{ mm} - 715,204 \text{ mm})$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,5kg \times 10 m/s^2 \times 16,411 mm \\
 &= 2,5kg \times 10 m/s^2 \times 0,016411 m \\
 &= 0,41 J
 \end{aligned}$$

- $A = P \times L$ 

$$\begin{aligned}
 &= 8mm \times 4mm \\
 &= 32 mm^2
 \end{aligned}$$

- $HI = \frac{E}{A}$ 

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,41 J}{32 mm^2} \\
 &= 0,0128125 J/mm^2 \\
 &= 12,8125 KJ/m^2
 \end{aligned}$$

### 3) Sampel 3

Diket :  $I = 400mm$

$$\cos \alpha = 146^\circ$$

$$\cos \beta = 141^\circ$$

$$m = 2,5 kg$$

$$g = 10 m/s^2$$

$$P = 8$$

$L = 4$

Ditanya :  $h_0 = ?$

$h_1 = ?$

$E = ?$

$A = ?$

$HI = ?$

Jawaban :

- $h_0 = I(1 - \cos \alpha)$ 

$$\begin{aligned}
 &= 400 mm(1 - \cos 146^\circ) \\
 &= 731,615 mm
 \end{aligned}$$
- $h_1 = I(1 - \cos \beta)$ 

$$\begin{aligned}
 &= 400 mm(1 - \cos 141^\circ) \\
 &= 710,858 mm
 \end{aligned}$$
- $E = m \times g \times (h_0 - h_1)$ 

$$\begin{aligned}
 &= 2,5kg \times 10 m/s^2 \times (731,615 mm - 710,858 mm) \\
 &= 2,5kg \times 10 m/s^2 \times 20,757 mm \\
 &= 2,5kg \times 10 m/s^2 \times 0,020757 m
 \end{aligned}$$

$$= 0,51 \text{ J}$$

- $A = P \times L$   
 $= 8\text{mm} \times 4\text{mm}$   
 $= 32 \text{ mm}^2$

- $HI = \frac{E}{A}$   
 $= \frac{0,51 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$   
 $= 0,0159375 \text{ J/mm}^2$   
 $= 15,9375 \text{ KJ/m}^2$



#### Lampiran 4 : Hasil ANOVA dengan *software minitab*

##### Tabel anova kekuatan tarik

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu perlakuan (jam)	1	3.5643	3.56430	1.25	0.297
Jenis larutan	1	0.0481	0.04813	0.02	0.900
Waktu perlakuan (jam)*Jenis larutan	1	2.3408	2.34083	0.82	0.392
Error	8	22.8900	2.86125		
Total	11	28.8433			

##### Tabel anova kekuatan impak

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu perlakuan (jam)	1	39.88	39.88	0.57	0.471
Jenis larutan	1	84.67	84.67	1.20	0.301
Error	9	633.37	70.37		
Lack-of-Fit	1	257.85	257.85	5.49	0.047
Pure Error	8	375.52	46.94		
Total	11	757.91			

## Lampiran 5 : Dokumentasi pengolahan serat

### Perendaman serat menggunakan asap cair

1. Merendam serat menggunakan larutan asap cair selama 1 jam dan 3 jam



2. Menjemur serat hingga kering



### Perebusan serat menggunakan larutan kunyit

1. Merebus serat menggunakan larutan kunyit selama 1 jam dan 3 jam






2. Menjemur serat hingga kering



KTUR

## Lampiran 6 : Poster



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG



**PROYEK AKHIR  
TAHUN 2023/2024**




### Pengaruh Perlakuan Asap Cair dan Larutan Kunyit Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus*) Matriks Polyester

**Salsabilla Rienera**

**Pembimbing 1 : Dr. Ilham Ary Wahyudie, M. T.**

**Pembimbing 2 : Boy Rollastin, S. Tr, M. T.**

#### LATAR BELAKANG

Saat ini perkembangan inovasi komposit berpenguat serat alam menjadi gaya baru di bidang industri material dan berpotensi berkelanjutan dalam dunia industri. Salah satu serat alam yang bisa digunakan adalah serai wangi. Pada umumnya serai wangi banyak digunakan karena minyak atsiri yang terkandung didalamnya. Akan tetapi batang pada serai wangi ini mengandung serat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan komposit. Namun kandungan kimiawi dalam serat alam dapat mempengaruhi sifat mekanis komposit, maka dari itu serat serai wangi perlu dilakukan perlakuan menggunakan asap cair dan larutan kunyit karena kedua larutan tersebut dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan impak pada komposit tersebut.

#### DATA HASIL UJI TARIK DAN UJI IMPAK

No	Lama waktu perlakuan (jam)	Jenis larutan perlakuan	Kekuatan Tarik (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
			1	2	3	
1	1	Asap cair	12,9	11,5	8,4	10,93
2	1	Larutankunyit	9,37	10,3	10,1	9,92
3	3	Asap cair	6,44	11	9,44	8,96
4	3	Larutankunyit	9,8	10,4	8,95	9,72

No	Lama waktu perlakuan (jam)	Jenis larutan perlakuan	Kekuatan Impak (KJ/m <sup>2</sup> )			Rata-rata (KJ/m <sup>2</sup> )
			1	2	3	
1	1	Asap cair	12,8125	10,9375	12,8125	12,19
2	1	Larutan kunyit	15,9375	26,5625	10,9375	17,81
3	3	Asap cair	15,9375	26,5625	37,8125	26,77
4	3	Larutan kunyit	12,8125	12,8125	15,9375	13,85

#### METODOLOGI PENELITIAN

```

graph TD
    A[Mulai] --> B[Studi Literatur]
    B --> C[Tahapan Rancangan]
    C --> D[Persiapan Alat dan Bahan]
    D --> E["Proses Perlakuan :  
Perendaman serat dengan asap cair  
Perembusan serat dengan larutan kunyit"]
    E --> F[Proses Pembuatan Sampel Pengujian]
    F --> G["Pengujian spesimen  
Uji tarik dan uji Impak"]
    G --> H[Pengolahan dan analisa]
    H --> I[Kesimpulan dan saran]
    I --> J[Selesai]
                    
```

#### Hasil dan Pembahasan

Dari data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi berada pada spesimen dengan perendaman asap cair selama 1 jam sebesar 10,93 MPa sedangkan kekuatan impak tertinggi terdapat pada spesimen dengan perendaman asap cair selama 3 jam dengan nilai 26,77 KJ/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan analisis varian, untuk uji tarik tidak memiliki faktor yang mempengaruhi nilai kekuatan tarik pada spesimen yang di uji karena  $F_{hitung} < F_{tabel}$ . Kemudian untuk uji impak faktor yang mempengaruhi nilai kekuatan impak yaitu interaksi antara faktor A dan faktor B karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , yang dimana nilai  $F_{hitung}$  pada faktor AB ini sebesar 5,49307 dan nilai  $F_{tabel}$  sebesar 5,317655.



#### Tabel ANOVA Uji Tarik

Sumber Variasi	JK	Db	RK	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
A	3,3643	1	3,3643	1,24571	5,317655
B	0,04813	1	0,04813	0,01682	5,317655
AB	2,34083	1	2,34083	0,81812	5,317655
Error	22,89	8	2,86125		
Total	28,8433	11			

#### Tabel ANOVA Uji Impak

Sumber Variasi	JK	Db	RK	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
A	39,8763	1	39,8763	0,84951	5,317655
B	84,668	1	84,668	1,80374	5,317655
AB	257,845	1	257,845	5,49307	5,317655
Error	375,521	8	46,9401		
Total	757,91	11			

## Lampiran 7 : Bukti submit jurnal

The screenshot displays the website for **JRM JURNAL REKAYASA MESIN**, which is available online at <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>. The page features a navigation menu with links for HOME, ABOUT, USER HOME, SEARCH, CURRENT, ARCHIVES, ANNOUNCEMENTS, EDITORIAL TEAM, REVIEWER TEAM, and SUBMISSIONS. The main content area shows the user's current status as 'Active Submissions' and provides a list of active submissions. Below the list, there is a 'Start a New Submission' button and a link to the submission process.

Home > User > Author > Active Submissions

### Active Submissions

ACTIVE ARCHIVE

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
5129	11-14	ART	Wahyudie, Renera, Rollastin	PENGARUH PERLUKUAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA DAN LARUTAN..	Awaiting assignment

1 - 1 of 1 items

### Start a New Submission

CLICK HERE to go to step one of the five-step submission process.

USER

You are logged in as...  
**ilham\_a\_w**

- » My Journals
- » My Profile
- » Log Out

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Search





**JITT :**  
**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN**  
**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**  
Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585  
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor : 090/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH PERLAKUAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA DAN  
LARUTAN KUNYIT TERHADAP KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT  
SERAT SERAI WANGI (*CYMBOPOGON NARDUS*) MATRIKS  
POLYESTER”**

Atas nama :

Penulis : **SALSABILLA RIENERA, ILHAM ARI WAHYUDIE, BOY  
ROLLASTIN**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)  
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 15 Desember 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 18 Desember 2023  
Kepala P3KM

**Dr. Parullian Sitalahi, M.Pd**  
NIP. 1964 0102 2021 211 001

## Lampiran 8 : Pemeriksaan plagiasi

PA\_SALSABILLA\_R.pdf

---

ORIGINALITY REPORT

---

<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

---

PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<b>repository.polman-babel.ac.id</b> Internet Source	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>journalstkipgrisitubondo.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>








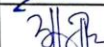



---

Exclude quotes  On      Exclude matches  < 1%

Exclude bibliography  On

## Lampiran 9 : Form bimbingan proyek akhir


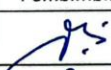



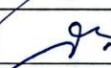



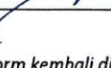
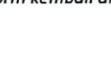
### FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
JUDUL	Pengaruh Perlakuan Asap Cair dan Larutan Kunyit Terhadap Kelayakan Tarik dan Impak Komposit Serat Batang Serai Wangi (Cymbopogon Nardus) Matriks Polyester		
Nama Mahasiswa	Salsabila Rhenara ..... NIRM: 1042053		
Nama Pembimbing	1. <u>Dr. Ilham Ary Wahyudie, M.T.</u> 2. <u>Boy Roustin, S.T., M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	24/ Mei 2023	Konsultasi Metode full factorial 2 <sup>k</sup> dan sampel eksperimen	
2	30/6 23	Bab I → isinya berkaitan ds judul.	
3	7/6 23	Bab I → Kerangka bahasan.	
4	24/6 23	Konsultasi Metode penelitian dan sampel eksperimen	
5	3/7 23	Konsultasi mengenai persentase perbandingan serat dan matriks	
6	23/6 23	Konsultasi penulisan Bab I - Bab II	
7	7/7 23	Penjelasan monitoring 1	
8	15/8 23	Konsultasi mengenai pergantian judul, bentuk dan sidang seminar.	
9	22/8 23	Konsultasi mengenai penggunaan serat dan matriks pada sampel yg dibuat	
10	26/8-2023	Konsultasi hasil serat yang sudah mengalami perlakuan sesuai dgn judul	

**Catatan:**

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir






FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023/2024</p>			
JUDUL	Pengaruh Perlakuan Asap Cair dan Lunتان kunyit Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit Serat Batang Serai Wangi (Cymbopogon Hardw) Matriks Polyster		
Nama Mahasiswa	Sarabilla Rienera NIRM: 1042053		
Nama Pembimbing	1. Dr. Iham Ary Wahyudie, M.T. 2. Bay Pollas, S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
11	1/9/23	Cara menentukan rasio matriks dan penguat.	
12	5/9/23	-Proses pembuatan sampel uji tarik.	
13	14/9-2023	Konsultasi hasil pembuatan sampel uji tarik	
14	15/9-2023	Konsultasi hasil pembuatan sampel uji Impact	
15	26/9-2023	Hasil uji Impact. → Analisis faktorial 2 <sup>k</sup> .	
16	3/10-2023	Pembahasan (F <sub>tab</sub> U) ANOVA.	
17	4/10-23	Artikel jurnal S3 Polines.	
18	10/10/23	Periapan & penulisan jurnal	
19	17/10/23	Method & Material Result	
20	23/10/23	Kesimpulan artikel.	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023/2024</p>			
JUDUL	Pengaruh Perilaku Asap Cair dan Larutan Kuning terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Batang Serai Lembang (Cymbopogon Nardus) Matriks Polyester		
Nama Mahasiswa	Salsabila Kienara NIRM: 1042053		
Nama Pembimbing	1. <u>Dr. Imam Ary Wahyudic, M.T.</u> 2. <u>Boy Retastin, S.T., M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
21	14/11 '23	Submit jurnal JRM-Polimer	
22	15/11 '23	Analisa data untuk respon impact.	
23	30/11 '23	Konsultasi penulisan narasol	
24	4/12 '23	Monitoring 3	
25			
26			
27			
28			
29			
30			



Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir



**Lampiran 10 : Form monitoring proyek akhir**




FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023	
JUDUL		Pengaruh Perilaku Air dan Larutan Kimia terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Serat Batang Serai Wangi (Cymbopogon Nardo) Matriks Polyester.	
Nama Mahasiswa		1. Salsabila Fienera /NIRM: 1042053 2. .... /NIRM: ..... 3. .... /NIRM: ..... 4. .... /NIRM: ..... 5. .... /NIRM: .....	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	07/2023 /07	- Specimen ( Serat, bahan 2 tersedia 60 %).  - Maksud Bab I s/d Bab III	


KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
Dr. Ilham Ary Mahyudin M.T.	 ( Boy Rafsanjani )	( ..... )




FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024	
		JUDUL Pengaruh Perilaku Alap Cair dan Larutan Kuning Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Kompresi Serat Patang Serai Wangi (Cymbopogon Nardus) Matriks Polimer	
Nama Mahasiswa		1. Salsabilla Rienera /NIRM: 1042053 2. .... /NIRM: ..... 3. .... /NIRM: ..... 4. .... /NIRM: ..... 5. .... /NIRM: .....	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
II	11/6/23	- Babo II selesai - Penulisan Artikel jurnal S3.	
I	10/10/23	- Maksimal - Penutupan penulisan jurnal	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....) (WHAH.A.W)	 (.....) (Bob Rollastiy)	(.....)

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir



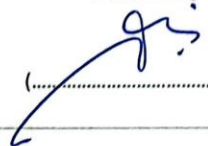

	<p>FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023, 2024</p>		
JUDUL	<p>Pengaruh Peralasan Asap Cair dan Larutan Kuningat Terhadap Kekuatan Jant dan Impak Kompak Lemat Batang Serai Wangi (Cymbopogon Nardus) Matriks Polyester</p>		
Nama Mahasiswa	<p>1. Salsabila Pienera /NIRM: 1042053 2. .... /NIRM: ..... 3. .... /NIRM: ..... 4. .... /NIRM: ..... 5. .... /NIRM: .....</p>		
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	4/12/23	Artikel submitted.	
	4/11/23	Alat / komponen RA 100%	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BEUM~~ (coret salah satu)


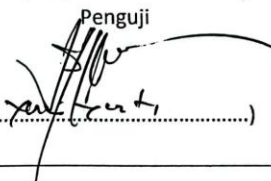
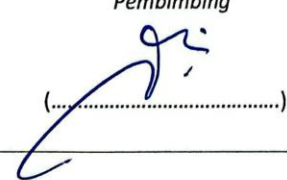

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....A.W.....)	 (.....Rollastu.....)	(.....)

**Lampiran 11 : Form revisi laporan proyek akhir**

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir


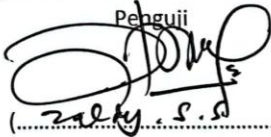


	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024	
JUDUL :	Pengaruh perbikuan asap cair dan larutan kunyit	
Nama Mahasiswa :	1. <u>Salsabila R.</u> NIRM: <u>1042053</u> 2. _____ NIRM: _____ 3. _____ NIRM: _____ 4. _____ NIRM: _____ 5. _____ NIRM: _____	
	Bagian yang direvisi	Halaman
	<u>Cihat di makalah</u>	
	Sungailiat, <u>19.1.24</u> Penguji  (.....)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sungailiat, <u>25.1.24</u> Penguji  (.....)	

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023/2024</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p><u>pengaruh perlakuan Asap Cair dan Larutan Gamping terhadap Kekenyalan dan Lempung Komposit serat bambu seram wangi</u></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Salsabila R</u> NIRM: <u>1042027</u>                  2. _____ NIRM: _____                  3. _____ NIRM: _____                  4. _____ NIRM: _____                  5. _____ NIRM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p><u>Chart material</u></p>	
<p>Sungailiat, <u>18-01-2024</u></p>	
<p>Penguji                    (.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing                    (.....)</p>	<p>Sungailiat, <u>25-01-2024</u>                  Penguji                    (.....)</p>



FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK ...../.....</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Pensarub berlakua Assay Cair dan Larutan Kuyit temp keluata farku dan lmpate Komposit Serat Natang Seran Wadun</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Salsabilla Kienora</u> NIRM: <u>10Y2053</u>                  2. _____ NIRM: _____                  3. _____ NIRM: _____                  4. _____ NIRM: _____                  5. _____ NIRM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	
	<p>Halaman</p>
<p>1. Perbaiki penulisan yg ada di makalah.</p>	
<p>2. Contoh pengaplikasian komposit yang di keliti</p>	
<p>3. Mengganti gambar 2 yang standar dan menampatkan gambar pada saat pengambilan data penelitian.</p>	
<p>Sunggailiat, <u>13 Januari 2024</u></p>	
<p>Penguji                    (..... S.S.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing                    (.....)</p>	<p>Sunggailiat, <u>26 Januari 2024</u>                  Penguji                    (.....)</p>