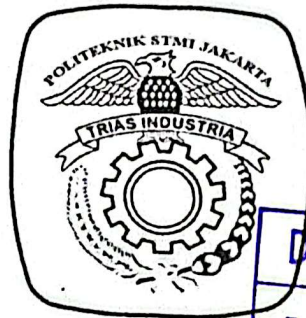


LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH RASIO MASSA KENAF-RAMI TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA/KENAF/RAMI
DI POLITEKNIK STMI JAKARTA
(Juni 2018-Juni 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	07/08/22
No Induk Buku	574/TKP/SB/TA/22

OLEH:

DINDA PANGESTI

1515047

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

SUMBANGAN ALUMNI

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGARUH RASIO MASSA KENAF-RAMI TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA/KENAF/RAMI

DISUSUN OLEH :

NAMA : DINDA PANGESTI

NIM : 1515047

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Juni 2019

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Dinda Pangesti
 NIM : 1515047
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Rasio Massa Kenaf-Rami Terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/ Kenaf/Rami
 Pembimbing : Dr. Erfina Oktariani, S.T., M. T.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
30-06-2018	Bab I	Diskusi mengenai topik penelitian	A
13-07-2018	Bab II	Diskusi mengenai literatur yang akan dibahas.	A
16-07-2018	Bab III	Diskusi mengenai alat pengujian, metode dan kegunaannya.	A
25-08-2018	Bab III	Diskusi mengenai bahan yang akan digunakan pada penelitian.	A
25-10-2018	Bab II	Presentasi jurnal "kenaf natural fiber reinforced polypropylene composites"	A
27-10-2018	Bab III	Diskusi mengenai variasi rasio massa serat kenaf dan serat rami dan temperatur operan pada mesin manual forming.	A
14-11-2018	Bab II	Presentasi jurnal "The use of ramie fibers as reinforcements in composite".	A
11-12-2018	Bab III	Diskusi mengenai matriks penelitian	A
20-12-2018	Bab III	Diskusi mengenai penggunaan mesin manual forming dan alat pneumatic specimen punch.	A
19-02-2019	Bab IV	Pelaporan hasil pembuatan lembaran komposit dengan mesin manual forming	A
20-03-2019	Bab IV	Pelaporan hasil pembuatan specimen komposit dengan pneumatic specimen punch.	A

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
27-04-2019	Bab IV	Pelaporan hasil kebunyan tank dengan alat UTM	f
24-05-2019	Bab IV	Pelaporan hasil spektrum FTIR komposit	f
27-05-2019	Bab I - III	Bimbingan laporan Bab I - Bab III	A
29-05-2019	Bab I	Perbaikan cover, format laporan, Bab I	f
11-06-2019	Bab I - III	Perbaikan cover, daftar isi, Bab I - Bab III	A
17-06-2019	Bab II - IV	Perbaikan judul, Diagram alur, perbaikan Bab II - Bab IV	A
24-06-2019	Bab II	Perbaikan Bab II -	f
26-06-2019	Bab I - III	Perbaikan Bab I - Bab II	A

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 198210012014022001

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR:

PENGARUH RASIO MASSA KENAF-RAMI TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT POLIPROPILENA/
KENAF/RAMI

DISUSUN OLEH :

NAMA : DINDA PANGESTI

NIM : 1515047

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer di Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 25 Juli 2019.

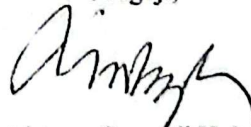
Jakarta, Agustus 2019

Penguji,



Ir. Roosmariharso, MBA.
NIP.195405231980031004

Penguji,



Dr. Ir. Lintong Sopandi H. MSChE
NIP.195803221986031002

Penguji,



Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng
NIP.198505112014022001

Dosen Pembimbing,



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP.198210012014022001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Dinda Pangesti

NIM : 1515047

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul: Pengaruh Rasio Massa Kenaf-Rami Terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, Juni 2019

Yang Membuat Pernyataan



Dinda Pangesti

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala karunia, hidayah dan ridho-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Rasio Massa Kenaf-Rami terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami".

Penulisan Laporan Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, bantuan, dukungan, dan dorongan semangat yang diberikan hingga terselesaikannya laporan penelitian ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
4. Ibu Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing saya hingga terselesainya Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Syaiful Ahsan, S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah mengizinkan saya melaksanakan preparasi dan uji laboratorium.
6. Bapak Dahrul Hidayah, A. Md., Bapak Samsudin, S.T., dan Ibu Ida Nur Apriani, S.S.T., M.Si selaku Laboran Lab. Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah membantu selama penelitian ini.
7. Orang tua, serta Kakak yang telah memberikan dukungan secara materil dan moral.
8. Mohammad Farhan As-sauqi yang selalu menemani dan mendukung saya sampai saat ini.

9. Rizka Amalia, Isnainia Nurul.H, Ezra, Dian Resti.H, Puteri Husnia.Z, Syamrizal, M. Hafizan dan seluruh teman-teman Teknik Kimia Polimer angkatan 2015 yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini terdapat kekurangan dan kekeliruan, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak agar lebih baik lagi untuk kedepannya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah membantu saya dan semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat untuk semua.

Jakarta, Juni 2019

Penulis

ABSTRAK

Industri otomotif berupaya untuk menggantikan serat sintetis seperti serat kaca dan serat karbon dengan serat alam untuk mengurangi berat kendaraan. Komposit berpenguat serat alam merupakan alternatif dari komposit dengan penguat serat sintetis karena memiliki densitas yang rendah, kekuatan yang tinggi dan pemrosesan yang mudah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio massa serat kenaf dan rami (1:3, 1:1 dan 3:1) dan pengaruh temperatur operasi di mesin *Manual Forming* terhadap kekuatan tarik serta analisis ikatan gugus fungsi yang mengikat komposit polipropilena/kenaf/rami. Metode pembuatan komposit menggunakan mesin *Manual Forming*. Hasil penelitian menunjukkan dengan rasio massa serat kenaf dan rami memberikan pengaruh kekuatan tarik pada komposit, serta temperatur operasi di *Manual Forming* juga memberikan pengaruh kekuatan tarik pada komposit. Penelitian ini mendapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi pada rasio massa serat kenaf dan rami 1:3 dengan temperatur operasi *Manual Forming* 180°C sebesar 25,77 MPa. Dari hasil analisis FTIR terlihat gugus fungsi penyusun komposit polipropilena/kenaf/rami yang ditemukan yaitu adanya ikatan gugus fungsi -OH, -CH, C=O, dan C=C.

Kata kunci: komposit, polipropilena, serat alam, kekuatan tarik, gugus fungsi.

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	iiv
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Komposit.....	6
2.2 Klasifikasi Komposit	6
2.3 Komposit Polimer	9
2.4 Bahan Penyusun Komposit Polimer	9
2.4.1 Matriks.....	9
2.4.2 Penguat	10
2.4.3 Pengisi	11
2.5 Aplikasi Komposit Polimer di Industri Otomotif	18
2.6 Polipropilena.....	11

2.7	Serat Alam	14
2.7.1	Serat Kenaf	16
2.7.2	Serat Rami	17
2.8	<i>Manufacturing</i> Komposit Polimer	18
2.9	Kekuatan Tarik Komposit Polimer	21
2.10	Analisis Gugus Fungsi	23
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.2.1	Alat	25
3.2.2	Bahan	26
3.3	Variabel Penelitian	26
3.3.1	Variabel Tetap	26
3.3.2	Variabel Bebas	26
3.4	Prosedur Penelitian	26
3.4.1	Pembuatan Lembaran Komposit	27
3.4.2	Pembuatan Spesimen	28
3.5	Tahap Pengujian atau Karakterisasi	29
3.5.1	Kekuatan Tarik	29
3.5.2	Analisis Gugus Fungsi	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami	31
4.1.1	Pengaruh Rasio Massa Serat Kenaf dan Rami terhadap Kekuatan Tarik	31
4.1.2	Pengaruh Temperatur <i>Manual Forming</i> terhadap Kekuatan Tarik	33
4.2	Analisis Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami	33
4.2.1	Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 1:3	34
4.2.2	Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 1:1	36
4.2.3	Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 3:1	37
BAB V PENUTUP		40

5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1	Klasifikasi Komposit..... 6
Gambar II.2	Komposit Serat..... 8
Gambar II.3	Komposit Serpihan..... 8
Gambar II.4	Komposit Partikulat 9
Gambar II.5	Struktur Polipropilena 13
Gambar II.6	Serat Kenaf..... 16
Gambar II.7	Serat Rami 18
Gambar II.8	Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV 22
Gambar II.9	Komponen Utama FTIR..... 24
Gambar III.1	Skema Prosedur Pembuatan Lembaran Komposit dan Pengujian Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami..... 27
Gambar IV.1	Pengaruh Rasio Massa Serat Kenaf dan Serat Rami terhadap Kekuatan Tarik..... 32
Gambar IV.2	Spektrum FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami dengan Rasio 1:3 34
Gambar IV.3	Spektrum FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami dengan Rasio 1:1 36
Gambar IV.4	Spektrum FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami dengan Rasio 3:1 37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1	Komposisi Kimia dan Sudut Mikrofibril pada Serat Alam 15
Tabel II.2	Sifat Mekanik dari Serat Alam 15
Tabel II.3	Ukuran Mikrofibril dan Kandungan Kimia Tumbuhan Kenaf 17
Tabel II.4	Sifat Mekanik Komposit Polimer 22
Tabel III.1	Matriks Penelitian Pembuatan Lembaran Komposit Polipropilena/ Kenaf/Rami 26
Tabel IV.1	Perbandingan Hasil Uji Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/ Kenaf/Rami dengan Polipropilena Murni 31
Tabel IV.2	Hasil FTIR Polipropilena Murni 34
Tabel IV.3	Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 1:3 35
Tabel IV.4	Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 1:1 37
Tabel IV.5	Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio 3:1 38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri berupaya untuk menggantikan penggunaan produk berbasis minyak bumi seperti serat kaca dan serat karbon dengan produk yang lebih ramah lingkungan. Industri otomotif telah mengaplikasikan komposit serat alam untuk mengurangi berat kendaraan dengan beralih pada penggunaan baja ke aluminium dan sekarang beralih dari aluminium untuk komposit yang diperkuat serat untuk beberapa aplikasi. Serat alami telah dievaluasi dapat menggantikan serat sintetis, contoh serat alam yaitu seperti *flax*, *hemp*, kenaf, *sisal* dan rami. Kelebihan serat ini yaitu memiliki massa jenis yang rendah, ketangguhan yang tinggi, dan pemrosesan yang mudah [1]. Oleh karena itu, bahan komposit berpenguat serat alam merupakan alternatif dari komposit dengan penguat serat sintetis.

Serat kenaf merupakan salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit. Serat kenaf telah dievaluasi memiliki peluang besar untuk menggantikan serat sintetis untuk aplikasi lentur dan tarik pada komposit. Serat kenaf dapat diaplikasikan pada industri karung goni, interior mobil, *fiber drain*, *soil safer*, *geo textile*, *pulp* dan kertas [2].

Serat rami sangat putih warnanya dan warnanya tidak berubah dengan paparan sinar matahari. Serat rami memiliki nilai *Young's Modulus* dan kekuatan tarik yang sebanding dengan serat sintesis serta sifat ketahanan terhadap bahan kimia yang lebih tinggi dibandingkan serat lainnya dan mampu mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur. Aplikasi serat rami yaitu pada industri benang jahit seperti produksi pakaian, sapu tangan kain dan juga pada industri kertas seperti uang kertas dan kertas rokok [3].

Polipropilena merupakan matriks yang paling umum digunakan dalam pembuatan komposit polimer. Polipropilena dapat digunakan pada berbagai metode seperti *Injection Molding* dan ekstrusi. Polipropilena memiliki keunggulan dibandingkan polimer jenis lainnya yaitu harganya yang murah, memiliki

ketahanan kimia yang sangat baik, memiliki densitas yang rendah dan ketahanan terhadap suhu tinggi [4].

Komposit polimer berpenguat serat alam mulai dikembangkan dan dimanfaatkan oleh pabrikan otomotif seperti Daimler Chrysler, BMW, Mercedes Benz, Honda, Ford, Opel, Volkswagen, Audi Group dan Proton yang telah menggunakan komposit serat alam di beberapa bagian komponen otomotif seperti rak bagasi, *pillar covers*, *door inserts* dan lapisan alas kendaraan (*boot lining*) [5].

Namun penggunaan komposit polimer berpenguat serat alam sampai saat ini belum menjangkau untuk komponen-komponen otomotif berukuran kecil seperti *door headle and lock*, *cover* kaca spion, dan lain-lain. Komponen-komponen tersebut masih menggunakan komposit termoplastik dengan penguat serat dan aditif sintetis. Tingkat kerumitan dalam proses produksi, kemungkinan gagal (*failure*) saat pencetakan produk menjadi salah satu kekhawatiran jika menggunakan serat alam sebagai penguat komposit. Serat alam yang berukuran pendek (< 1 cm) produk komposit yang dihasilkan memiliki kekuatan yang rendah [6].

Penelitian tentang variasi rasio antara serat penguat dan matrik komposit telah banyak dilakukan. Zampaloni dkk [1] menyampaikan bahwa serat kenaf/PP mempunyai kekuatan tarik yang sebanding dengan serat *hemp* dan *flax*, dan lebih tinggi dari serat *sisal* dan *coir*. Optimasi serat dan matrik dilakukan pada penelitian ini, pada variasi serat/matrik menggunakan rasio 30:70, dan 40:60. Hasil kekuatan tarik menunjukkan bahwa hasil tertinggi pada serat kenaf didapatkan dengan rasio serat 30:70, dengan kekuatan tarik sebesar ± 40 MPa.

Oktariani dkk [6] pada penelitiannya mengenai komposit polipropilena dengan serat kenaf pendek berukuran ± 5 mm dengan pengaruh persentase berat serat kenaf 10%, 20% dan 30% dari total berat massa dengan penambahan talk. Dalam hal ini bahwa peningkatan persentase serat kenaf hingga 30% mampu meningkatkan sifat kekuatan tarik dan kekuatan lentur komposit polipropilena dan serat kenaf pendek. Komposisi terbaik yang dihasilkan yaitu pada persentase 30% kenaf tanpa penambahan talk yang memiliki sifat mekanis kekuatan tarik sebesar 28,41 MPa dan nilai kekuatan lentur sebesar 63,91 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Mardiyati dkk [7] tentang pembuatan komposit polipropilena dengan penguat serat rami dengan pengaruh berat serat rami sebesar 5%, 10%, dan 15%. Dari penelitian ini dengan menambahkan serat rami dapat meningkatkan sifat kekuatan tarik dan sifat impak pada komposit polipropilena/rami. Persentase terbaik yang didapatkan pada berat serat 10% dengan kekuatan tarik sebesar 18,17 MPa dan nilai impak sebesar 46,39 KJ/m².

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian kali ini mengetahui pengaruh rasio berat serat kenaf dan serat rami dan pengaruh temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* terhadap nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf/rami dan menganalisis ikatan gugus fungsi yang terdapat pada komposit polipropilena/kenaf/rami.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka permasalahan yang ingin dirumuskan yaitu :

1. Bagaimana pengaruh rasio massa antara serat kenaf dan serat rami dan pengaruh temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* terhadap sifat kekuatan tarik dari komposit polipropilena/kenaf/rami?
2. Bagaimana gugus fungsi dengan rasio massa antara serat kenaf dan serat rami dan temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* yang terdapat pada komposit polipropilena/kenaf/rami?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan baku yang digunakan adalah granula komposit polipropilena dengan serat kenaf dan rami berukuran pendek ± 5 mm dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sianturi dan Shinkeyko [8] di Politeknik STMI Jakarta. dengan variasi rasio massa serat kenaf dan rami yaitu 1:3, 1:1, dan 3:1.
2. Variasi temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* yaitu pada suhu 180°C dan 190°C.
3. Pembuatan lembaran komposit polipropilena/kenaf/rami menggunakan alat *Manual Forming Machine*.

4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mengetahui kekuatan tarik komposit dan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui ikatan gugus fungsi komposit.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh rasio massa serat kenaf dan rami dan pengaruh temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* pada sifat kekuatan tarik dari komposit polipropilena/kenaf/rami, dilihat dari data analisis UTM.
2. Mengetahui pengaruh rasio massa serat kenaf dan rami dan pengaruh temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* terhadap ikatan gugus fungsi dari komposit polipropilena/kenaf/rami, dilihat dari data analisis FTIR.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu memberikan informasi tambahan mengenai pengaruh rasio massa serat kenaf dan serat rami dan pengaruh temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* terhadap sifat kekuatan tarik serta mengetahui ikatan gugus fungsi pada komposit polipropilena/kenaf/rami.

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

Pembahasan ini berisi tentang latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah dan batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan serta tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan ini berisi tentang tinjauan umum mengenai komposit, klasifikasi komposit, komposit polimer, komponen penyusun komposit, polipropilena, serat kenaf dan rami, proses manufaktur komposit dan pengujian komposit.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pembahasan ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan saat penelitian, variasi komposisi serta prosedur pada saat melakukan penelitian.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini berisi data hasil pengujian serta analisis data pembahasan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V : PENUTUP

Pembahasan ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah didapatkan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

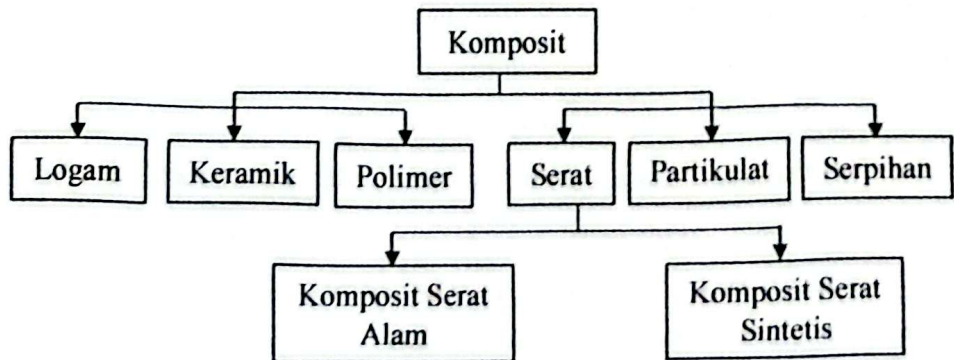
2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan dan terikat satu sama lain. Pada umumnya komposit terdiri dari penguat (*reinforcement*) dan matriks yang berfungsi sebagai pengikat. Material penguat dapat berbentuk serat, partikel, atau serpihan. Pada beberapa komposit ditambahkan bahan pengisi atau aditif yang berfungsi untuk meningkatkan sifat komposit. Contoh komposit seperti beton yang diperkuat dengan baja, epoksi yang diperkuat dengan serat grafit, dan lainnya [9].

Saat ini komposit banyak digunakan karena memiliki keunggulan antara lain massa yang ringan, harga yang relatif murah, sifat mekanik yang lebih baik, dan ketahanan terhadap korosi, dan perakitan lebih cepat. Komposit banyak digunakan sebagai bahan dalam membuat struktur pesawat, kemasan elektronik untuk peralatan medis, dan pembangunan rumah [5].

2.2 Klasifikasi Komposit

Komposit diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu berdasarkan matriks dan penguatnya. Berdasarkan matriksnya yaitu komposit matriks logam, komposit matriks keramik, dan komposit matriks polimer. Berdasarkan penguatnya yaitu komposit partikulat, komposit serat dan komposit serpihan. Klasifikasi komposit ditunjukkan pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Klasifikasi Komposit
Sumber : Thomas dkk, 2012

Klasifikasi komposit berdasarkan matriks yang digunakan dibagi menjadi tiga jenis yaitu [9]:

a. Komposit Matriks Logam

Logam atau logam campuran digunakan sebagai bahan matriks dalam pembuatan komposit matriks logam. Terutama logam ringan seperti aluminium dan titanium dan logam berat pada beberapa aplikasi seperti tembaga dan kobalt. Komposit matriks logam cocok untuk pengaplikasian pada maksimum temperatur 1200°C. Saat ini, serat pendek atau partikulat digunakan sebagai fase terdispersi karena memiliki kelebihan pada pemrosesan. Logam dan campuran juga diperkuat dengan serat kontinu untuk meningkatkan modulus serta kekuatan secara signifikan. Masalah utama pada pembuatan komposit ini yaitu korosi [9].

b. Komposit Matriks Keramik

Telah banyak bahan keramik oksida dan non oksida yang digunakan sebagai bahan matriks dalam pembuatan komposit matriks keramik. Komposit matriks keramik digunakan untuk pembuatan komposit pada temperatur tinggi, di mana temperatur yang digunakan yaitu di atas 1200°C. Oleh karena itu, bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan komposit matriks keramik sangat mahal karena tahan pada temperatur yang sangat tinggi. Dalam beberapa metode pada bahan matriks keramik ini, yaitu dengan menerapkan tekanan tinggi pada temperatur tinggi untuk mendapatkan produk yang berkualitas [9].

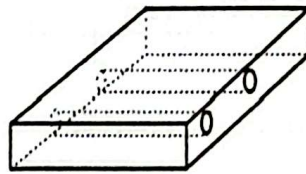
c. Komposit Matriks Polimer

Pada komposit matriks polimer, bahan matriks dapat berupa polimer termoset, polimer termoplastik, dan elastomer. Polimer termoset sangat umum digunakan karena kemudahannya pada pemrosesannya. Saat ini polimer termoplastik semakin penting karena nilai ketangguhannya yang relatif tinggi. Komposit matriks polimer cocok untuk membuat produk yang menggunakan pada suhu kamar. Ada beberapa polimer khusus yang dapat digunakan hingga temperatur 250°C. Akan tetapi, komposit matriks polimer tidak cocok untuk aplikasi pada temperatur di atas 350°C. Keberhasilan komposit matriks polimer, telah digunakan sebagai pengganti logam [9].

Berdasarkan penguat (*reinforcement*) yang digunakan, material komposit dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu [9]:

1. Komposit Serat

Komposit serat merupakan komposit yang terdiri dari bahan penguat serat yang menyatu pada matriks. Serat dapat berupa serat pendek (*discontinuous*) ataupun serat panjang (*continuous*). Serat pada umumnya bersifat anisotropik dan contohnya termasuk karbon dan aramid [9]. Struktur komposit serat dapat dilihat pada Gambar II.2.

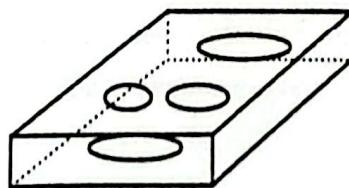


Gambar II.2 Komposit Serat

Sumber : Kaw, 2006

2. Komposit Serpihan

Komposit serpihan merupakan komposit yang terdiri dari penguat berbentuk serpihan. Bahan yang umum digunakan pada penguat ini yaitu kaca, mika, aluminium, dan perak. Kelebihan penguat ini yaitu seperti modulus lentur yang tinggi, sifat kekuatan lebih tinggi serta biaya produksi yang rendah. Namun terdapat kelemahan yaitu serpihan tidak mudah untuk diorientasikan dan bahan penguat yang terbatas [9]. Struktur komposit serpihan dapat dilihat pada Gambar II.3.



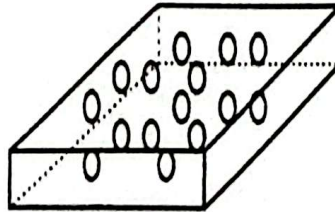
Gambar II.3 Komposit Serpihan

Sumber : Kaw, 2006

3. Komposit Partikulat

Komposit partikulat merupakan komposit yang terdiri dari penguat berbentuk partikel yang menyatu pada matriks. Sifat komposit partikulat yaitu isotropik karena partikel ditambahkan secara acak. Keunggulan dari penguat jenis

ini yaitu peningkatan pada kekuatan, peningkatan suhu operasi, ketahanan oksidasi, dan lain sebagainya. Contoh aplikasi umum yang pada penggunaan komposit partikulat yaitu partikel aluminium dalam karet, partikel silikon karbida dalam aluminium serta kerikil, pasir dan semen untuk membuat beton [9]. Struktur komposit partikulat dapat dilihat pada Gambar II.4.



Gambar II.4 Komposit Partikulat
Sumber : Kaw, 2006

2.3 Komposit Polimer

Komposit polimer menjadi sangat populer dikalangan industri karena biaya produksinya murah, memiliki kekuatan tinggi, dan proses pembuatannya yang sederhana. Kebanyakan komposit yang diproduksi secara komersial menggunakan bahan bermatriks polimer baik termoplastik, termoset ataupun elastomer. Polimer yang umum digunakan sebagai matriks yaitu poliester, vinil ester, epoksi, fenolik, polimida, poliamida, polipropilena, polieter keton, dan lain-lain. Sedangkan bahan penguat yang paling sering digunakan ialah serat namun bahan penguat yang berasal dari mineral juga umum digunakan [5].

2.4 Bahan Penyusun Komposit Polimer

Material komposit polimer tersusun dari tiga komponen utama yaitu matriks polimer (bahan pengikat), *reinforcement* (bahan penguat) dan *filler* (bahan pengisi).

2.4.1 Matriks

Sifat dari berbagai macam polimer akan menentukan pengaplikasian yang sesuai. Keuntungan utama matriks yaitu biaya yang rendah, proses yang mudah, ketahanan terhadap bahan kimia yang baik, dan rendah *specific gravity*. Jenis polimer untuk komposit adalah polimer termoplastik, polimer termoset, dan elastomer [5].

1. Polimer Termoplastik

Polimer termoplastik terdiri dari struktur molekul linier atau bercabang yang mempunyai ikatan intramolekul yang kuat, tetapi mempunyai ikatan antarmolekul yang lemah. Polimer termoplastik dapat kembali ke bentuk semula dengan pengaplikasian panas dan tekanan, baik dengan struktur semikristalin atau amorf. Contohnya yaitu polietilena, polipropilena, polistirena, nilon, polikarbonat, poliasetal, poliamida-imida, polieter eter keton, polisulfon, polifenilen sulfida, polieter imida, dan lain sebagainya [5].

2. Polimer Termoset

Polimer termoset mempunyai ikatan silang atau struktur jaringan dengan ikatan kovalen pada semua molekulnya. Polimer termoset tidak melunak tetapi terurai jika dipanaskan. Setelah dipadatkan pada proses *cross-linking*, maka polimer termoset tidak dapat dibentuk kembali ke bentuk awal. Contoh umum adalah epoksi, poliester, fenolik, urea, melamin, silikon, dan poliimida [5].

3. Elastomer

Elastomer merupakan polimer yang mempunyai sifat elastis dan kekentalan (viskositas), umumnya mempunyai nilai *Young's Modulus* yang sangat rendah dan nilai tegangan yang tinggi jika dibandingkan dengan bahan lainnya. Monomer-monomer yang terhubung untuk membentuk polimer pada umumnya terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, dan silikon. Pada suhu ruangan, karet relatif lunak dan mampu dideformasi; penggunaannya untuk *seal*, perekat, dan komponen yang fleksibel pada saat dicetak. Contoh polimer elastomer yaitu karet alam, polibutadiena, karet kloroprena, karet butilena, karet etilena propilena, karet epiklorohidrina, karet silikon, fluoroelastomer, elastomer termoplastik, karet polisulfida, dan lain sebagainya [5].

2.4.2 Penguat

Penguat atau *reinforcement* adalah bahan paling penting pada pembuatan komposit. Fungsi dari penambahan penguat untuk meningkatkan sifat mekanik dari matriks. Penguat dapat berbentuk serat panjang, serat pendek, partikel, serpihan, serabut-serabut maupun lembaran [9].

Berdasarkan sumber seratnya, penguat dapat dibedakan menjadi dua jenis serat yaitu serat sintetis dan serat alam. Serat sintetis pada umumnya memiliki sifat kekuatan yang lebih baik dibandingkan serat alam. Contoh serat sintetis yaitu serat karbon, kaca, kevlar, dan sebagainya. Serat sintetis telah lama digunakan sebagai penguat komposit pada beberapa aplikasi karena dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit [5].

Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis yaitu serat alam banyak tersedia dan mudah terurai. Serat alam yang berasal dari tanaman seperti rami, bambu, sabut, sisal, dan nanas memiliki kekuatan yang sangat tinggi. Sehingga serat alam bisa digunakan pada aplikasi produk penahan beban. Komposit serat alam telah banyak digunakan pada industri otomotif. Industri mobil di Eropa mulai menggunakan komposit serat alam dalam skala besar pada bagian eksterior dan interior bodi mobil karena sifat serat alam yang ramah lingkungan [5].

2.4.3 Pengisi

Pengisi atau *filler* merupakan bahan penguat berbentuk partikel padat yang ditambahkan ke dalam matriks polimer. *Filler* pada umumnya merupakan bahan anorganik. Pengisi yang paling umum digunakan adalah kalsium karbonat (CaCO_3) yang digunakan untuk mengurangi biaya, membantu mendistribusikan serat selama pencetakan serta mencegah penyusutan cetakan. Contoh pengisi lainnya yang digunakan pada pembuatan komposit polimer yaitu grafit, karbon hitam, tanah liat, *talk*, mika, kaca dan lain sebagainya [11].

2.5 Aplikasi Komposit Polimer di Industri Otomotif

Serat sintetis dan serat alam dalam penggunaannya sebagai penguat komposit polimer telah banyak digunakan sebagai bahan pembuatan komponen otomotif. Komposit polimer dengan penguat serat sintetis seperti serat karbon telah banyak digunakan secara luas dalam pembuatan untuk komponen-komponen mobil balap seperti komponen *monocoque chassis* serta komponen lainnya. Meskipun harga serat karbon tinggi, akan tetapi serat karbon memberikan kekuatan yang baik dengan juga ringan [5].

Penggunaan komposit polimer dengan penguat serat kaca pertama kali digunakan dalam komponen otomotif yaitu pada panel *trim*, dan penutup bagasi dan *fairing* untuk kendaraan. Mulai tahun 1970 *bumper* mobil dibuat dengan komposit polimer dengan penguat serat kaca [5].

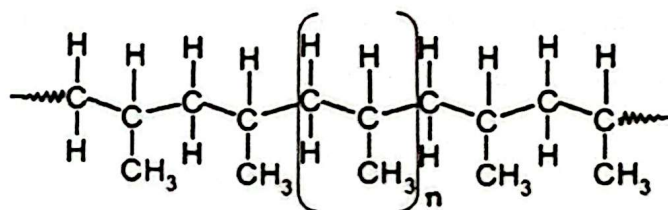
Penggunaan komposit polimer pada industri otomotif meningkat secara signifikan dengan mengikuti tren mobil yang lebih ringan. Dalam pembuatan komponen interior dan eksterior kendaraan, pengurangan berat kendaraan merupakan masalah yang utama. Material harus ringan namun kuat, misalnya material memiliki kinerja yang baik untuk menghindari kerusakan akibat penggunaannya. Telah dievaluasi bahwa pengurangan berat kendaraan tidak hanya mengurangi kebutuhan bahan bakar tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca [13].

Saat ini pengaplikasian material komposit pada komponen otomotif tidak memerlukan diskusi yang rinci dikarenakan perkembangannya yang sangat maju. Uni Eropa dan negara-negara Asia telah mengeluarkan aturan tentang penggunaan bahan yang ramah lingkungan agar produsen otomotif memikirkan tanggung jawab perusahaan dalam kelestarian global [14].

Komponen otomotif tidak hanya dibuat dari komposit dengan serat sintetis seperti serat kaca, karbon dan aramid tetapi komposit telah dibuat dari serat alam yang ramah lingkungan. Penggunaan serat alam pada komponen otomotif bukanlah ide yang baru. Pada tahun 1930 dan 1940, Henry Ford sangat menyarankan penggunaan serat alam seperti serat *hemp* sebagai penguat dalam pembuatan komponen eksterior panel bodi mobil. Tahun 1991, Daimler-Benz telah menyelidiki untuk menggantikan serat kaca dengan serat alam dalam komponen otomotif. Tahun 1996, Mercedes telah menggunakan panel pintu berbasis serat *jute* di komponen otomotif [5]. Honda telah mengaplikasikan serat kayu di bagian lantai (*floor*) mobil *Sport Utility Vehicle* (SUV), Toyota memiliki minat untuk menggunakan serat kenaf untuk campuran komposit di struktur badan mobil, Visteon telah mengembangkan komposit dengan penguat serat *flax* pada panel pintu [14].

2.6 Polipropilena

Polipropilena pertama kali ditemukan di tahun 1954 dan telah dikenal karena memiliki densitas terendah dibandingkan dengan plastik lainnya. Polipropilena mempunyai sifat ketahanan kimia dan ketahanan pada temperatur tinggi yang sangat baik. Polipropilena dihasilkan melalui proses gabungan monomer yang disebut polimerisasi adisi. Pada saat proses menggabungkan monomer ditambahkan panas, radiasi energi tinggi dan inisiator atau katalis. Jadi, molekul propilena dapat dipolimerisasi menjadi molekul atau rantai polimer yang sangat panjang. Polipropilena merupakan polimer vinil yang di mana setiap atom karbon terikat pada gugus metil dan dapat diilustrasikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.5 [4].



Gambar II.5 Struktur Polipropilena

Sumber : Maddah, 2016

Polipropilena memiliki struktur kristal dengan tingkat kekakuan yang tinggi dan titik lebur yang tinggi dibandingkan dengan termoplastik komersial lainnya. Kekerasan dihasilkan dari gugus metil dalam struktur rantai molekulnya. Polipropilena adalah polimer ringan dengan densitas 0,9 g/cm³ yang membuatnya banyak diaplikasikan pada sektor industri. Kristalinitas polipropilena yaitu antara 40-60%. Kelebihan dari polipropilena yaitu berbiaya rendah dengan sifat yang sangat baik seperti tahan api, sifatnya yang transparan, suhu leleh tinggi, serta sifatnya yang dapat di daur ulang sehingga ideal untuk berbagai aplikasi [4].

Berdasarkan monomer penyusunnya, polipropilena dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu polipropilena homopolimer, polipropilena kopolimer acak, dan polipropilena kopolimer impak [12].

1. Polipropilena Homopolimer

Polipropilena homopolimer paling banyak digunakan dalam dunia industri. Polipropilena jenis ini terdiri dari dua fase yaitu fase kristal dan fase nonkristal.

Daerah nonkristal atau amorf terdiri dari polipropilena isotaktik dan ataktik. Polipropilena isotaktik di daerah amorf dapat dikristalisasi perlahan dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, polipropilena ini mempunyai tingkat kekakuan yang tinggi pada temperatur kamar dan juga titik leleh yang tinggi. Tetapi transparansi yang dimiliki rendah serta kekuatan benturannya kurang. [12].

2. Polipropilena Kopolimer Acak

Polipropilena kopolimer acak adalah kopolimer etilena atau propilena yang diproduksi dalam reaktor dengan kopolimerisasi propilena dan sejumlah kecil etilena (biasanya 7% atau lebih rendah). Kandungan etilena dapat mengubah struktur polipropilena dan menghasilkan pengurangan keseragaman kristal dalam polimer. Hubungan antara kandungan etilena dengan struktur kristal polipropilena berbanding terbalik. Hal ini berarti bahwa ketika kandungan etilena meningkat maka ketebalan kristal secara berangsur akan menurun dan menghasilkan titik leleh yang lebih rendah [12].

3. Polipropilena Kopolimer Impak

Polipropilena kopolimer impact adalah campuran dari polipropilena homopolimer dan polipropilena kopolimer acak. Polipropilena jenis ini optimum pada temperatur rendah dengan ketahanan benturannya yang lebih tinggi. Bagian polipropilena kopolimer acak dari polipropilena kopolimer impact dirancang untuk memiliki kandungan etilena dalam kisaran etilena 40-65% dan ini disebut sebagai fase karet. Penguatan seperti karet dapat meningkatkan kekuatan benturan terutama pada temperatur yang rendah (di bawah -20°C). Kekakuan produk polipropilena kopolimer impact ditentukan oleh kekakuan fase polipropilena homopolimer dan volume karet pada distribusi ukuran karet yang diberikan dalam produk [12].

2.7 Serat Alam

Serat alami berdasarkan asal-usulnya dibedakan menjadi tiga yaitu, serat tanaman, hewan, dan mineral. Serat tanaman termasuk biji, batang, buah, daun, kayu, tangkai, dan lainnya. Sebagian besar serat tanaman, kecuali kapas, terdiri dari selulosa, lignin, hemiselulosa, pektin, lilin serta sudut mikrofibril [15].

Berikut ini adalah tabel komposisi kimia dan sudut mikrofibril pada serat alam yang dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Komposisi Kimia dan Sudut Mikrofibril pada Serat Alam

Serat	Selulosa (wt%)	Lignin (wt%)	Hemiselulosa (wt%)	Pektin (wt%)	Lilin (wt%)
<i>Jute</i>	61 – 71,5	12 – 13	13,6 – 20,4	0,2	0,5
<i>Flax</i>	71	2,2	18,6 – 20,6	2,3	1,7
<i>Hemp</i>	70,2 – 74,4	3,7 – 5,7	17,9 – 22,4	0,9	0,8
Rami	68,6 – 76,2	0,6 – 0,7	13,1 – 16,7	1,9	0,3
Kenaf	31 – 39	15 – 19	21,5	-	-
Sisal	67 – 78	8 – 11	10 – 14,2	10	2
Kelapa sawit	70 – 82	5 – 12	-	-	-
<i>Henequen</i>	77,6	13,1	4 – 8	-	-
Kapas	82,7	-	5,7	-	0,6
Sabut	36 - 43	41 – 45	0,15 – 0,25	3 - 4	-

Sumber : Yicheng dkk, 2015

Serat sintetis pada umumnya memiliki sifat kekuatan yang lebih baik dibandingkan serat alam. Contoh serat sintetis yaitu serat karbon, kaca, kevlar, dan sebagainya. Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis yaitu serat alam banyak tersedia dan mudah terurai. Serat alam yang berasal dari tanaman seperti rami, bambu, sabut, sisal, dan nanas memiliki kekuatan yang sangat tinggi [5]. Berikut ini adalah tabel sifat mekanis dari serat alam yang dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Sifat Mekanis dari Serat Alam

Serat	Densitas (g/m ³)	Elongasi (%)	Kekuatan Tarik (MPa)	Young's modulus (GPa)
<i>Jute</i>	1,3	1,5-1,8	393-773	55
Sisal	1,5	2-2,5	511-635	9,4-28
<i>Flax</i>	1,5	2,7-3,2	344	27
Kenaf	1,45	1,5	389-930	35-53
Nanas	-	2,4	170	62
Kapas	1,5-1,6	7,8	287-597	5,5-12,6
<i>Hemp</i>	-	1,6	690	-
<i>Coir</i>	1,2	0	175	4-6
Rami	1,55	3,6-3,8	400-938	61,4-128
<i>Wool</i>	-	25-35	120-174	2,3-3,4

Sumber : Salit dkk, 2015

Serat alam diperkenalkan dengan tujuan menghasilkan komposit yang lebih ringan, biaya yang lebih murah dibandingkan dengan komposit polimer yang diperkuat serat sintesis. Serat alam memiliki densitas yang lebih rendah yaitu ($1,2-1,6 \text{ g/cm}^3$) dibandingkan dengan serat kaca sebesar ($2,4 \text{ g/cm}^3$). Oleh karena itu, serat alam dapat menghasilkan komposit yang lebih ringan. Plastik berbasis minyak bumi konvensional, seperti polipropilena dan polietilena digunakan sebagai matriks dengan serat alam seperti rami, *jute*, *sisal*, dan kenaf [15].

2.7.1 Serat Kenaf

Tanaman kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) dari famili *Malvacea* merupakan tanaman yang tumbuh liar dibagian subtropis dan tropis tepatnya di Afrika dan Asia. Tanaman kenaf mampu tumbuh dalam berbagai kondisi cuaca dan dapat tumbuh hingga ketinggian lebih dari 3 m dengan berdiameter dasar 3 sampai 5 cm. Kenaf merupakan tanaman yang keras, kuat dan tangguh dengan tangkai berserat, tahan terhadap gangguan serangga dan membutuhkan sedikit atau bahkan tidak membutuhkan pestisida sama sekali [2]. Serat kenaf dapat dilihat pada Gambar II.6.



Gambar II.6 Serat Kenaf

Sumber : Salit dkk, 2015

Serat alam termasuk serat kenaf rata-rata mengandung selulosa berkisar 60-80%, kandungan lignin (pektin) berkisar 5-20% dan kelembapan pada serat mencapai 20%. Kekuatan dan kekakuan pada serat dihasilkan dari kandungan selulosa melalui ikatan hidrogen dan hubungan lainnya. Hemiselulosa memberikan peran pada biodegradasi, penyerapan air serta degradasi termal dari serat. Sedangkan lignin (pektin) stabil secara termal tetapi berperan pada

degradasi serat oleh sinar UV [15]. Ukuran mikrofibril dan kandungan kimia tumbuhan kenaf ditunjukkan pada Tabel II.3.

Tabel II.3 Ukuran Mikrofibril dan Kandungan Kimia Tumbuhan Kenaf

Ukuran dan Kandungan Kimia Batang Kenaf	Satuan	Kulit Batang Kenaf	Inti Batang Kenaf
Panjang Serat	(mm)	2,22	0,75
Lebar Serat	(μm)	17,34	19,23
Diameter Lumen	(μm)	7,50	32
Ketebalan Dinding Sel	(μm)	3,60	1,50
Selulosa	(%)	69,20	32,10
Lignin	(%)	2,80	25,21
Hemiselulosa	(%)	27,20	41

Sumber : Alkil dkk, 2011

Kenaf telah digunakan sebelumnya untuk tali dan kanvas. Kenaf telah dianggap sangat ramah lingkungan karena dua alasan utama yaitu kenaf terakumulasi karbon dioksida pada tingkat signifikan tinggi dan kenaf menyerap nitrogen dan fosfor dari tanah. Selain itu, kenaf seperti kebanyakan serat alami lainnya yaitu mempunyai densitas yang rendah, sifat spesifik mekanik yang tinggi, dan mudah didaur ulang [1].

2.7.2 Serat Rami

Tanaman rami yang dikenal dengan nama lain *Boehmeria Nivea*, merupakan tanaman tahunan yang berasal dari Cina yang tercatat pada tahun 1300 sebagai salah satu serat tanaman untuk pembuatan kain sebelum mengenal kapas. Tinggi batang rami bisa tumbuh 3-10 kaki dengan beberapa cabang, dan pada umumnya berdiameter <1,27 cm. Rami merupakan tanaman semitropis, paling baik ditanam di daerah yang hangat dan lembab dengan curah hujan tahunan paling sedikit 1000 mm [3].

Tanaman rami secara kimia dapat diklasifikasikan ke dalam jenis serat selulosa sama halnya seperti kapas, linen, *hemp* dan lain-lain. Rami memiliki kompatibilitas yang baik dengan seluruh jenis serat baik serat alam maupun sintesis sehingga mudah untuk dicampur dengan jenis serat apapun [16].

Serat rami sangat putih warnanya dan warnanya tidak berubah dengan paparan sinar matahari. Serat rami juga memiliki ketahanan yang lebih tinggi

terhadap bahan kimia dibandingkan serat lainnya dan mencegah pertumbuhan bakteri [15]. Serat rami dapat dilihat pada Gambar II.7.



Gambar II.7 Serat Rami
Sumber : Salit dkk, 2015

Pemanfaatan serat rami telah digunakan dalam berbagai aspek seperti dalam tekstil, kertas, bahan bangunan bahkan dalam produk industri. Sebagai contoh pelapis jok mobil dari komposit campuran serat rami, wol dan poliester memberikan *thermal comfort* dan kenyamanan yang lebih baik daripada pelapis jok yang terbuat dari 100% poliester [5].

2.8 **Manufacturing Komposit Polimer**

Proses pembuatan dan pembentukan produk komposit menjadi produk jadi yaitu dengan menggabungkan pembentukan bahan itu sendiri selama proses pembuatan. Metode pemrosesan yaitu *hand lay-up*, *hot press*, *bag molding proces*, *filament winding*, *pultrusion*, *preformed molding compounds*, *bulk molding*, *sheet molding*, *resin transfer molding*, *injection molding*, *spray-up*, serta lainnya.

1. *Hand Lay-Up*

Metode tertua, dan fabrikasi komposit yang sangat sederhana, serta umum digunakan pada pembuatan produk yang diperkuat untuk industri dalam skala kecil maupun besar. Permukaan yang datar, dan bentuk cetakan yang berongga, terbuat dari kayu, logam, plastik, atau gabungan dari bahan-bahan ini dapat digunakan untuk metode *hand lay-up* [5].

2 *Hot Press*

Pembuatan komposit dengan metode *hot press* hampir sama dengan pembentukan lembaran metal. Pada metode ini *prepreg* termoplastik ditumpuk

dan diletakkan bersamaan di dalam cetakan yang akan dipanaskan diantara dua pelat. Pelat yang digunakan, sebelumnya dipanaskan sesuai dengan temperatur yang diinginkan. *Prepreg* yang dapat dibuat pada metode ini yaitu serat yang tidak searah. Penyebaran serat dilakukan secara manual pada permukaan lembaran matriks yang akan ditutupi oleh lembaran matriks. Metode ini digunakan untuk membuat komposit dengan bentuk yang sederhana dengan ketebalan yang konstan [17].

Metode *hot press* dapat digunakan pada pembuatan lembaran komposit laminat. Cetakannya didesain sederhana untuk produk dengan ketebalan yang seragam dan datar. Ada dua parameter untuk menghasilkan lembaran komposit yang baik yaitu ikatan antar lapisan harus kuat serta harus ada panas dan waktu yang cukup agar terjadi ikatan pada antarmuka. Untuk mendapatkan ikatan yang baik, uap panas yang dihasilkan selama proses pencetakan harus dikeluarkan karena akan mengakibatkan ikatan yang buruk pada serat dan matriksnya. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pemberian tekanan yang sesuai [17].

3. *Bag Molding Process*

Dalam proses pencetakan dengan metode ini, lamina diletakkan dalam cetakan dan resin disebarkan atau dilapisi, lalu ditutupi dengan *diaphragm* atau wadah yang fleksibel, lalu dipanaskan dan diberikan tekanan. Setelah siklus pematangan yang diperlukan, material dibentuk menjadi produk yang diinginkan. Tiga dasar metode pencetakan dasar yang terlibat adalah wadah tekanan, wadah vakum, dan autoklaf [5].

4. *Filament Winding*

Filament winding adalah teknik yang biasa dilakukan untuk pembuatan produk dengan permukaan revolusi seperti pipa, tabung, silinder, dan bola dan sering digunakan untuk pembangunan tangki besar dan pengerjaan pipa untuk industri kimia. Dasar dari metode *filament winding* adalah pemasangan penguat kontinu berkecepatan tinggi dalam pola yang telah ditentukan sebelumnya [5].

5. *Pultrusion*

Pada metode ini yaitu proses otomatis untuk membuat material komposit sebagai penampang konstan dan kontinu. Dalam metode ini, produk ditarik dari

die atau cetakan yang dipaksa keluar oleh tekanan. Sejumlah besar penampang seperti batang, tabung, dan berbagai bentuk struktural dapat diproduksi dengan cetakan yang sesuai [5].

6. *Preformed Molding Compounds*

Telah banyak pembuatan produk resin termoset yang diperkuat oleh proses cetakan *die* yang cocok seperti *hot press*, *compression molding*, *injection molding*, dan *transfer molding*. Cetakan atau *die* yang cocok bisa menjadi proses basah, tetapi akan lebih mudah untuk menggunakan senyawa cetakan *premix* atau campuran yang diperlukan. Dalam hal ini memungkinkan pencapaian tingkat produksi yang lebih cepat. Komponen *molding* dapat dibagi menjadi tiga kategori : *dough molding*, *sheet molding*, dan *prepregs* [5].

7. *Resin Transfer Molding*

Resin transfer molding berpotensi untuk menjadi proses dengan biaya yang rendah yang dominan untuk pembuatan produk besar, terintegrasi, dan berkinerja tinggi. Pada proses ini, bahan berpenguat yang sudah kering yang telah dipotong lalu dibentuk kembali menjadi bentuk sebelumnya, umumnya disebut *perform*, dan ditempatkan dalam bentuk cetakan yang sudah disiapkan. Resin sering disuntikkan pada titik terendah dan mengisi cetakan ke atas untuk mengurangi adanya udara yang masuk. Hal yang sering terjadi pada metode ini yaitu saat resin mulai bocor ke dalam tabung resin, tabung dijepit untuk meminimalkan kebocoran resin. Dan pada saat resin mulai mengalir dari ventilasi cetakan, aliran resin dihentikan dan komponen cetakan mulai membaik [5].

8. *Injection Molding*

Injection molding merupakan metode pembuatan untuk bahan plastik termoplastik dan termoset. Komposit dimasukkan ke dalam *barrel* yang dipanaskan, lalu dicampur, dan ditekan keluar ke rongga cetakan di mana untuk mendinginkan dan mengeraskan material. *Injection molding* digunakan untuk membuat suatu produk seperti gulungan kawat, kemasan, tutup botol, dasbor otomotif, sisir saku, dan lainnya. Beberapa keuntungan dari metode *injection molding* adalah tingkat produksi yang tinggi, toleransi berulang yang tinggi, dan kemampuan untuk menggunakan berbagai macam bahan, biaya tenaga kerja yang

rendah, dan hanya membutuhkan sedikit untuk menyelesaikan bagian setelah proses pencetakan. Beberapa kelemahan dari *injection molding* adalah investasi peralatan yang mahal, biaya operasional yang tinggi, dan perlunya untuk merancang cetakan [5].

9. *Spray-Up*

Dalam metode ini, matriks resin cair dan serat pendek berpenguat disemprotkan dengan dua semprotan terpisah pada permukaan cetakan. Seratnya dipotong dengan ukuran 1-2 inci (25-50mm) lalu disemprotkan dengan jet udara secara bersamaan dengan semprotan resin pada rasio yang telah ditentukan antara fase penguat dan matriks. Metode *spray-up* ini memungkinkan proses pembentukan yang cepat dari proses pelapisan, namun, sifat mekanik material tersebut kurang baik karena metode ini tidak dapat menggunakan serat penguat yang kontinyu [5].

2.9 Kekuatan Tarik Komposit

Kekuatan tarik dapat diartikan sebagai beban maksimum yang dihasilkan pada saat pengujian, dibagi dengan luas penampang benda yang diuji. Uji tarik digunakan untuk melihat nilai modulus elastisitas, elongasi, kekuatan tarik, kekuatan luluh serta sifat tarik lainnya. Nilai uji tarik komposit sangat tergantung pada bahan penguat seperti serat dan orientasi seratnya. Jenis serat memiliki pengaruh yang tinggi pada sifat kekuatan tarik, pada peningkatan kekuatan tarik juga dipengaruhi oleh peningkatan ikatan adhesi antara serat dan matriks [9].

Kekuatan tarik pada umumnya menurun dengan meningkatnya kadar serat. Saat kadar serat meningkat, area antarmuka lemah antara serat dan matriks meningkat, ini akan mengurangi kekuatan tarik. Pada Tabel II.4 terlihat bahwa komposit pisang-PP memiliki kekuatan tarik tertinggi, sedangkan komposit *bagasse*-PP memiliki kekuatan tarik yang paling rendah. Di sisi lain, *Young's Modulus* umumnya meningkat dengan penambahan serat. Selama pembebanan tarik, beberapa *micro-spaces* yang terpisah dibuat, yang menghalangi perambatan tegangan antara serat dan matriks. Ketika kadar serat meningkat, tingkat kepadatan meningkat, yang akibatnya meningkatkan kekakuan. Komposit serat

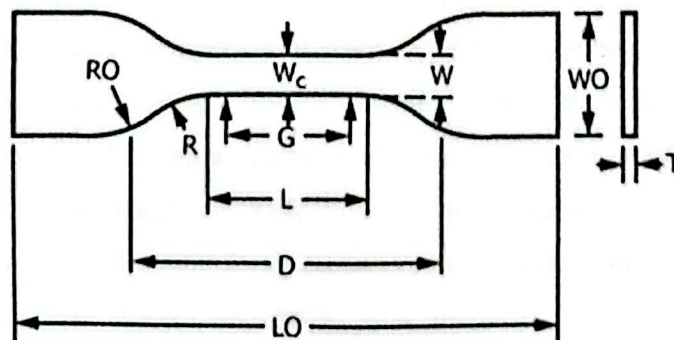
pisang dan diperkuat memiliki nilai *Young's Modulus* terendah [13]. Sifat mekanis komposit polimer ditunjukkan pada Tabel II.4.

Tabel II. 4 Sifat Mekanis Komposit Polimer

Tipe Komposit	Kekuatan Tarik (MPa)	<i>Young's Modulus</i> (GPa)	Kekuatan Lentur (MPa)	Modulus Lentur (MPa)
Yute-PP	23-29	1,6-2,4	45-54	1,7-2,8
Coir-PP	25-28	1,7-2,7	47-49	1,6-2,8
Abaca-PP	23-27	1,6-2,6	46-48	1,4-2,6
Bagasse-PP	17-22	1,2-1,4	21-34	0,8-1,6
Pisang-PP	36-41	0,82-0,98	-	-
Hemp-PP	27-29	1,6-1,8	-	-
Kelapa sawit-PP	21-30	1,1-1,6	44-55	1,6-2,6

Sumber : Salit dkk, 2015.

Metode uji tarik ini merupakan salah satu pengujian untuk menentukan sifat mekanis pada suatu material yaitu kekuatan tarik, kekakuan material (*Young's Modulus*), dan elongasi. Pengujian kekuatan tarik pada komposit menggunakan alat *Universal Testing Machine* sesuai standar ASTM D638. Spesimen uji kekuatan tarik harus memenuhi standar dan spesifikasi ASTM D638. Hasil bentuk dari spesimen penting karena untuk menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah *grip* atau pada bagian yang tidak diinginkan. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar spesimen patah pada daerah *gauge length*. Spesimen uji tarik ASTM D638 tipe IV dilihat pada Gambar II.8.



Gambar II.8 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV

Sumber: ASTM International D638-14, 2015

Keterangan: -WO (Lebar)	-G (Panjang pengukuran)
-T (Tebal)	-R (Radius potongan)
-W/W ₀ (Lebar bagian yang sempit)	-D (Jarak antara grip)
-RO (Radius luar)	-LO (Panjang keseluruhan)
-L (Panjang bagian yang sempit)	

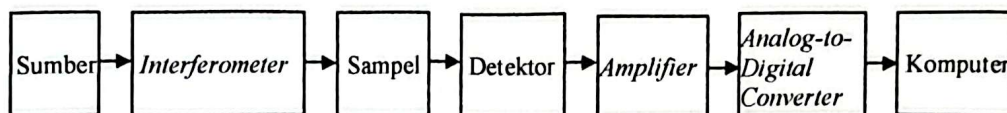
Spesimen ASTM D638 tipe IV umumnya digunakan untuk melihat perbandingan antara bahan dengan kekakuan yang berbeda yaitu material *nonrigid* dan *semirigid*. Pada material *nonrigid*, spesimen ASTM D638 tipe IV digunakan untuk menguji plastik *nonrigid* dengan ketebalan ± 4 mm (0,16 in.) [18]. Spesimen uji tarik pada standar ASTM D638 menggunakan bentuk *dog bone* dengan ukuran seperti pada Gambar II.8 spesimen uji kekuatan tarik tipe IV.

2.10 Analisis Gugus Fungsi

Spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) merupakan salah satu metode untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Pengujian dengan alat FTIR ini tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit dan dapat digunakan dalam berbagai fase padat, cair maupun gas. Prinsip kerja alat FTIR adalah mendeteksi ikatan gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah terhadap suatu senyawa. Hubungan antara intensitas radiasi IR yang diterima detektor terhadap retardasi disebut sebagai interferogram. Sedangkan sistem optik dari spektrofotometer IR yang didasarkan atas bekerjanya interferometer disebut sistem optik [19].

Spektroskopi FTIR dimulai pada interferensi radiasi antara dua sinar untuk menghasilkan interferogram. Sinyal terakhir yang dihasilkan merupakan perubahan panjang jalur antara dua sinar. Dua domain antara jarak dan frekuensi dapat dipertukarkan dengan metode *Fourier-transformasion*. Komponen dasar spektrofotometer FTIR ditunjukkan secara skematis pada Gambar II.9. Radiasi yang dihasilkan dari sumber dilewatkan pada interferometer ke sampel sebelum mencapai detektor. Setelah amplifikasi sinyal, dimana frekuensi tinggi telah dihilangkan oleh filter, data dikonversi ke bentuk digital oleh *analog-to-digital converter* dan selanjutnya dikirim ke komputer untuk melihat hasil spektrum

FTIR [19]. Berikut ini adalah komponen utama FTIR yang dapat dijelaskan melalui Gambar II.9



Gambar II. 9 Komponen Utama FTIR

Sumber : Stuart, 2004

Spektrum yang dihasilkan pada FTIR menggambarkan absorpsi dan transmisi molekular suatu sampel. Sistem optik spektrofotometer FTIR dilengkapi dengan cermin yang bergerak dan cermin diam, maka radiasi IR akan mengakibatkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin yang bergerak dan jarak cermin yang diam [19]. Spektrofotometer inframerah pada umumnya digunakan untuk:

1. Menentukan ikatan gugus fungsi suatu senyawa organik.
2. Mengetahui informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya.

Spektrum inframerah dapat dibagi menjadi tiga wilayah utama yaitu, wilayah inframerah jauh ($<400\text{ cm}^{-1}$), wilayah inframerah menengah ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$) dan wilayah inframerah dekat ($13.000\text{-}4.000\text{ cm}^{-1}$). Skala ordinat dapat disajikan dalam % transmittan dengan 100% di bagian atas spektrum dan juga disajikan dalam absorban sesuai yang diperlukan. Transmittan secara umum digunakan untuk interpretasi spektrum, sementara absorban digunakan untuk pekerjaan kuantitatif. Dengan menggunakan nilai % transmittan, mudah untuk menghubungkan dan memahami angka-angkanya. Misalnya 50% transmittan berarti setengah dari cahaya ditransmisikan dan setengahnya diserap [19].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan studi literatur pada bulan Juni-Desember 2018. Pembuatan lembaran komposit menggunakan alat *Manual Forming Machine* dan pembentukan spesimen *dog bone* menggunakan alat *Pneumatic Specimen Punch*, lalu produk komposit yang sudah menjadi spesimen diuji kekuatan tarik dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine Ibertest* di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta pada rentang waktu Februari 2019 s.d. Maret 2019, serta analisis kandungan gugus fungsi komposit dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta pada 21 dan 24 Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi (gambar alat terlampir pada lampiran A):

1. timbangan digital
2. sarung tangan rajut
3. sarung tangan kulit
4. gunting
5. jangka sorong
6. plastik *zipper*
7. plastik *wrap*
8. pisau cetakan berbentuk *dog bone*
9. alat *Manual Forming Cometech* model QC-601A
10. alat *Pneumatic Specimen Punch Cometech* model QC-603C
11. alat *Universal Testing Machine Ibertest* 5 kN EUROTEST
12. alat *Fourier Transform Infrared Thermoscientific Nicolet* iS10

3.2.2 Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah granula komposit polipropilena dengan serat kenaf dan serat rami berukuran pendek $\pm 5\text{mm}$ dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sianturi dan Shinkeyko [8p] di PT. Interaneka Lestari Kimia, Tangerang. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi (gambar bahan terlampir pada Lampiran A):

1. Granula komposit polipropilena/kenaf/rami rasio 1:3 sebanyak 75 gram.
2. Granula komposit polipropilena/kenaf/rami rasio 1:1 sebanyak 75 gram.
3. Granula komposit polipropilena/kenaf/rami rasio 3:1 sebanyak 75 gram.
4. Homopolimer polipropilena dengan *injection grade* MAS 5402 yang diperoleh dari PT. Polytama Propindo sebanyak 75 gram.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian komposit polipropilena/kenaf/rami terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas.

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu waktu pemanasan saat di alat *Manual Forming Machine* selama 20 menit.

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang berubah selama penelitian berlangsung.. Variabel bebas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel III.1.

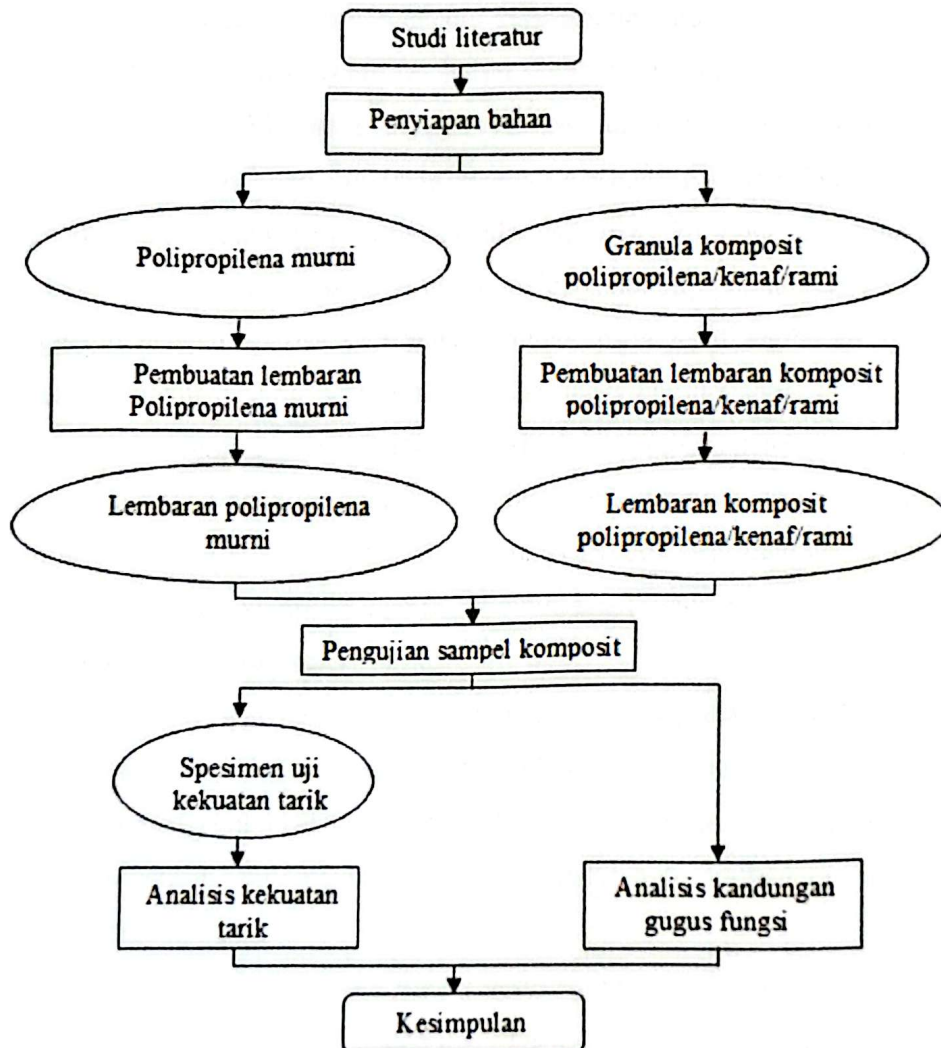
Tabel III.1 Matriks Penelitian Pembuatan Lembaran Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami

Sampel	Komposit dengan Rasio Massa Serat		Temperatur Operasi di <i>Manual Forming</i> ($^{\circ}\text{C}$)
	Serat kenaf	: Serat rami	
1	1	: 3	180
2	1	: 3	190
3	1	: 1	180
4	1	: 1	190
5	3	: 1	180
6	3	: 1	190

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan komposit

polipropilena/kenaf/rami yang berbentuk granula, lalu menimbang komposit sebanyak 75 gram untuk setiap sampel atau variasinya. Kemudian tahap selanjutnya yaitu membuat lembaran komposit dengan alat *Manual Forming Machine*. Setelah itu, dilakukan tahap pengujian yakni pengujian kekuatan tarik dengan alat *Universal Testing Machine* dan analisis gugus fungsi dengan alat *Fourier Transform Infrared*.



Gambar III.1 Skema Prosedur Pembuatan Lembaran Komposit dan Pengujian Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami

3.4.1 Pembuatan Lembaran Komposit

Pembuatan lembaran komposit pada penelitian ini dilakukan di Laboratoium Polimer Politeknik STMI Jakarta dengan menggunakan alat *Manual*

Forming Machine. Alat *Manual Forming Machine* yang digunakan yaitu merek *Cometech* model QC 601-A. Sebelum membuat lembaran komposit, komposit yang berbentuk granula ditimbang terlebih dahulu sebanyak 75 gram per sampel sebelum dicetak pada alat *Manual Forming Machine*. Setelah ditimbang, granula komposit diletakkan pada bagian tengah permukaan cetakan lembaran komposit yang berukuran 20 cm × 20 cm berbahan logam yang memiliki alas dan penutup. Selanjutnya dilakukan proses pencetakan di dalam alat *Manual Forming Machine*.

Proses dalam pembuatan lembaran komposit memiliki waktu pemanasan pencetakan selama 20 menit dengan variasi temperatur operasi yang akan digunakan pada penelitian ini. Pada proses pemanasan awal selama 15 menit, komposit yang berada pada cetakan alat *Manual Forming Machine* belum diberikan tekanan secara maksimal untuk melepaskan uap pemanasan pencetakan sehingga mencegah adanya uap yang terjebak pada hasil lembaran komposit. Setelah 15 menit waktu pemanasan, maka diberikan tekanan dengan waktu penekanannya selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan dibawah tekanan operasi hingga temperatur operasi alat *Manual Forming Machine* menurun pada temperatur 70°C. Tujuan pada proses pendinginan yaitu untuk mengeringkan lelehan komposit agar membentuk hasil lembaran komposit.

3.4.2 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen pada penelitian ini menggunakan alat *Pneumatic Specimen Punch* merek *Cometech* model QC-603C. Spesimen berfungsi sebagai sampel pada saat pengujian kekuatan tarik. Spesimen untuk pengujian kekuatan tarik dengan bentuk *dog bone* sesuai dengan standar yang digunakan yaitu ASTM D638-14 Tipe IV.

Alat *Pneumatic Specimen Punch* harus terhubung dengan kompresor, dan atur tekanan alat *Pneumatic Specimen Punch* sampai 5 kg/cm². Pemotongan spesimen pada alat *Pneumatic Specimen Punch* diawali dengan meletakkan pisau cetakan sampel berbentuk *dog bone* pada permukaan lembaran komposit. Selanjutnya pisau cetakan dan lembaran komposit diposisikan di bagian tengah *upper platen* alat *Pneumatic Specimen Punch*. Proses pemotongan lembaran komposit berlangsung dengan menekan tombol *right button* yang berada di kanan

dan kiri mesin dan menginjak pedal *foot switch* secara bersamaan hingga alat berbunyi yang menandakan lembaran komposit telah terpotong. Hasil pemotongan alat *Pneumatic Specimen Punch* menghasilkan spesimen berbentuk *dog bone*. Setelah lembaran komposit terpotong, lepaskan tombol *right button* dan pedal *foot switch* serta keluarkan sampel yang telah terpotong dari cetakan spesimen. Lalu simpan spesimen selama 24-48 jam untuk waktu *conditioning* sampel.

3.5 Tahap Pengujian atau Karakterisasi

Pengujian komposit polipropilena/kenaf/rami dilaksanakan di Politeknik STMI Jakarta. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dengan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dan analisis gugus fungsi menggunakan mesin *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

3.5.1 Kekuatan Tarik

Pengujian kuat tarik di dalam penelitian ini menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) merek Ibertest. Kekuatan tarik komposit diuji berdasarkan standar ASTM D638-14 tipe IV.

Sebelum melakukan pengujian kekuatan tarik, sampel terlebih dahulu diukur lebar badan dan ketebalannya serta jarak antar *grip* pada alat *Universal Testing Machine* diatur hingga ketinggian 65 mm sesuai standar ASTM D638-14. Pengujian dilakukan dengan menjepit bagian kepala atas dan kepala bawah spesimen pada alat uji, kemudian sampel ditarik dengan pembebanan tertentu sampai sampel patah atau terputus, selanjutnya catat hasil pengujian kekuatan tarik dan tunggu hingga komputer menampilkan kurva tegangan-regangan.

3.5.2 Analisis Gugus Fungsi

Untuk mendeteksi kandungan gugus fungsi dan mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran sampel yang terdapat dalam komposit polipropilena/kenaf/rami menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) merek Thermoscientific Nicolet iS10. Sampel lembaran komposit yang diuji menggunakan mesin FTIR dilakukan proses pemindaian sinar inframerah dengan jangkauan bilangan gelombang pada kisaran $4000-400\text{ cm}^{-1}$. Bentuk spektrum yang terlihat digunakan untuk mengidentifikasi kandungan gugus fungsi serta

keberadaan pita-pita serapan dapat dinyatakan sebagai bilangan gelombang (*wavenumber*) dalam satuan cm^{-1} .

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit yang telah dihasilkan pada penelitian ini dilakukan pengujian kekuatan tarik dan analisis gugus fungsi untuk mengetahui karakteristik komposit polipropilena/kenaf/rami.

4.1 Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami

Pengujian kekuatan tarik pada komposit polipropilena/kenaf/rami menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui sifat-sifat mekanik tarik dari komposit yang diuji.

Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Uji Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami dengan Polipropilena Murni

Sampel	Komposit dengan rasio massa serat kenaf dan serat rami	Temperatur operasi di <i>Manual Forming</i> (°C)	Hasil Pengujian		Kekuatan tarik polipropilena (MPa)
			Kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf/rami (MPa)	Standar deviasi	
1	1 : 3	180	25,77	1,31	29,92
2	1 : 1	180	22,24	0,36	
3	3 : 1	180	23,24	0,50	
4	1 : 3	190	24,06	0,64	29,23
5	1 : 1	190	23,23	0,62	
6	3 : 1	190	22,45	0,46	

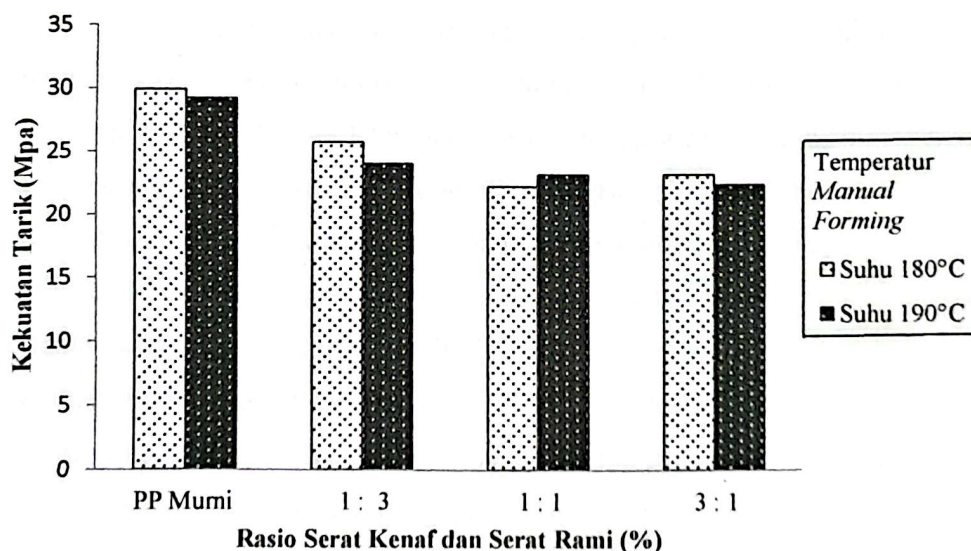
Pada Tabel IV.1 menunjukkan nilai hasil kekuatan tarik dari masing-masing rasio massa serat. Nilai kekuatan tarik diatas merupakan nilai rata-rata dari tiga spesimen yang kemudian data hasil uji kekuatan tarik dianalisis berdasarkan pengaruh rasio massa serat kenaf dan rami dengan temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine*.

Terlihat pada Tabel IV.1 dan Gambar IV.1 hasil nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf/rami lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan tarik polipropilena murni. Hal ini disebabkan terjadinya degradasi pada serat selama proses penyimpanan dan serat dapat menangkap uap air yang terdapat diudara karena kandungan yang bersifat hidrofilik. Kelembapan memberikan ikatan yang buruk antara matriks dengan serat [14]. Selain itu, pada saat

pencetakan lembaran komposit dengan alat *Manual Forming Machine* tidak dapat membuat granula komposit menyebar secara merata pada seluruh bagian cetakan lembaran komposit, sehingga menghasilkan banyak udara yang terjebak di bagian sudut maupun bagian tengah lembaran komposit.

4.1.1 Pengaruh Rasio Massa Serat Kenaf terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tarik pada Gambar IV.1 dapat disimpulkan bahwa dengan rasio massa serat kenaf dan rami dapat memberikan pengaruh yaitu menurunkan nilai kekuatan tarik pada komposit. Hasil kekuatan tarik komposit ternyata lebih rendah dibandingkan polipropilena murni karena penambahan serat pendek yang digunakan kurang menyatu dengan matriks.



Gambar IV.1 Pengaruh Rasio Massa Serat Kenaf dan Serat Rami terhadap Kekuatan Tarik

Komposit polipropilena dengan penambahan penguat seperti serat seharusnya memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan polipropilena murni. Nilai kekuatan tarik polipropilena yang diperkuat oleh serat rami yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan tanpa diperkuat oleh serat rami, disebabkan oleh terhadangnya pergerakan rantai polipropilena oleh serat untuk bergerak sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk menggerakkan rantai-rantai polimer polipropilena sehingga kekuatan tarik komposit polipropilena yang diperkuat oleh serat rami lebih tinggi [6]. Akan tetapi pada penelitian ini terdapat hasil yang berbanding terbalik terhadap literatur yang ada.

Berdasarkan Gambar IV.1 secara keseluruhan semua sampel menunjukkan bahwa hasil kekuatan tarik tertinggi didapatkan oleh rasio massa serat kenaf dan rami 1:3 pada temperatur *Manual Forming* 180°C yaitu dengan kandungan serat raminya yang lebih banyak dengan nilai kekuatan tarik sebesar 25,77 MPa.

4.1.2 Pengaruh Temperatur *Manual Forming* terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan Tabel IV.1 dan Gambar IV.1 dapat disimpulkan bahwa temperatur operasi di *Manual Forming* dapat memberikan pengaruh nilai kekuatan tarik pada komposit. Peningkatan temperatur operasi di alat *Manual Forming* terhadap nilai kekuatan tarik mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Temperatur operasi saat pembuatan lembaran komposit di mesin *Manual Forming* harus selalu diamati karena terdapat sedikit perbedaan antara temperatur yang diproses oleh matriks dengan temperatur degradasi serat [21].

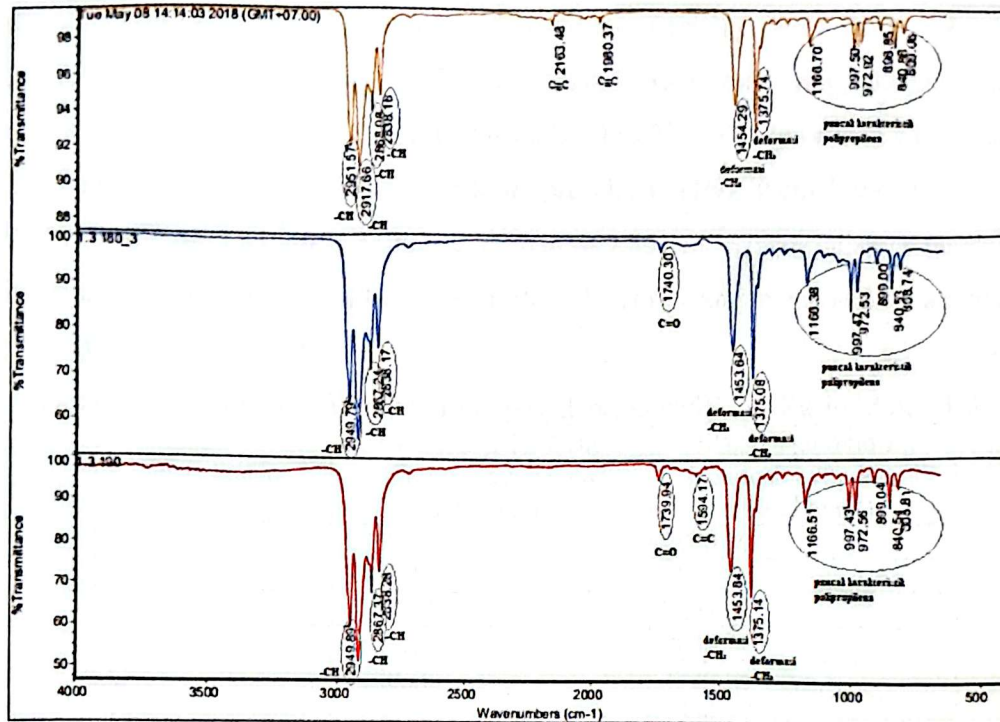
Terlihat ada Tabel IV.1 terdapat hasil yang berbeda, pada rasio massa 1:1 pada temperatur 180°C dan temperatur 190°C. Rasio massa 1:1 pada temperatur 180°C memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan temperatur 190°C. Hal ini dikarenakan proses pencetakan lembaran komposit dilakukan pada temperatur rendah 180°C dengan penambahan serat di komposit dapat menyebabkan tidak konsistennya pelelehan polipropilena, sehingga tidak seragamnya dispersi serat di komposit [20]. Selain itu, pada rasio 1:1 di temperatur *Manual Forming* 180°C munculnya gugus fungsi OH yang terlihat pada spektrum FTIR yaitu menandakan terdapatnya kandungan H₂O di dalam komposit yang mengurangi ikatan antara serat dan matriks [23].

Kekuatan tarik tertinggi didapatkan oleh rasio massa 1:3 dengan temperatur operasi *Manual Forming* 180°C dengan nilai kekuatan tarik sebesar 25,77 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah didapatkan oleh rasio massa 1:1 dengan temperatur operasi *Manual Forming* 180°C dengan nilai kekuatan tarik sebesar 22,24 MPa.

4.2 Analisis Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami

Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi ikatan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Hasil pengujian FTIR ditunjukkan dalam grafik spektrum.

4.2.1 Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:3



Gambar IV.2 Spektrum FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:3

Pada Gambar IV.2 menunjukkan spektrum FTIR untuk polipropilena murni dan komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:3 pada temperatur operasi *Manual Forming* 180°C dan 190°C. Dimana komposit polipropilena/kenaf/rami banyak mengandung polipropilena, serat kenaf dan serat rami. Serat kenaf dan rami mengandung selulosa dengan ikatan hidrogen yang kuat. Rumus kimia selulosa yaitu $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Tabel IV.2 Hasil FTIR Polipropilena Murni

Jenis Ikatan	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)
-CH	2951,57
-CH	2917,66
-CH	2868,98
-CH	2838,16
C≡C	2163,48
C≡C	1980,37
deformasi CH ₂	1454,29
deformasi CH ₃	1375,74

Hasil spektrum polipropilena murni terdapat beberapa puncak gugus fungsi. Spektrum FTIR polipropilena terdapat panjang gelombang sebesar $2951,57\text{ cm}^{-1}$; $2917,66\text{ cm}^{-1}$; $2868,98\text{ cm}^{-1}$ dan $2838,16\text{ cm}^{-1}$ yang menandakan gugus fungsi C–H. Serta deformasi CH_2 pada $1454,29\text{ cm}^{-1}$; deformasi CH_3 pada $1375,74\text{ cm}^{-1}$; dan puncak karakteristik polipropilena ($1160,70\text{ cm}^{-1}$; $997,50\text{ cm}^{-1}$; $972,92\text{ cm}^{-1}$; $898,85\text{ cm}^{-1}$; $840,86\text{ cm}^{-1}$ dan $809,86\text{ cm}^{-1}$), serta adanya puncak bilangan gelombang $2163,48\text{ cm}^{-1}$ dan $1980,37\text{ cm}^{-1}$ yang menandakan adanya gugus $\text{C}\equiv\text{C}$.

Tabel IV.3 Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:3

Jenis Ikatan	Bilangan gelombang komposit temperatur 180°C (cm^{-1})	Bilangan gelombang komposit temperatur 190°C (cm^{-1})
-CH	2949,79	2949,89
-CH	2917,10	2917,18
-CH	2867,24	2867,37
-CH	2838,17	2838,28
C=O	1740,30	1739,94
C=C	-	1594,17
deformasi $-\text{CH}_2$	1453,64	1453,84
deformasi $-\text{CH}_3$	1375,08	1375,14

Spektrum dari komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:3 dengan temperatur 180°C dan komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:3 pada temperatur 190°C menunjukkan kandungan polipropilena dalam komposit terlihat dominan oleh pita serapan. Puncak karakteristik polipropilena dalam komposit terlihat dari hasil spektrum berada pada kedua sampel. Pada spektrum FTIR menunjukkan gugus fungsi yang berada dibilangan $2949,79\text{ cm}^{-1}$; $2949,89\text{ cm}^{-1}$; $2917,10\text{ cm}^{-1}$; $2917,18\text{ cm}^{-1}$; $2867,24\text{ cm}^{-1}$; $2867,37\text{ cm}^{-1}$ $2838,17\text{ cm}^{-1}$; $2838,28\text{ cm}^{-1}$ mengidentifikasi adanya gugus C-H, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit [22].

Terdapat perbedaan pada hasil spektrum komposit polipropilena/kenaf/rami pada temperatur 190°C terdapat alkena dengan gugus fungsi C=C dengan mayoritas terikat hidrogen ikatan rangkap yakni dibilangan gelombang $1594,17\text{ cm}^{-1}$ tetapi ikatan bersifat lemah. Pada bilangan gelombang $1740,30\text{ cm}^{-1}$ dan $1739,94\text{ cm}^{-1}$ hasil FTIR menunjukkan gugus C=O yaitu kandungan nonselulosa pada kedua sampel, ikatan C=O diidentifikasi sebagai

kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa dengan jumlah yang sedikit di dalam serat kenaf [22]. Keberadaan kelompok aldehid dan asetil menandakan bahwa perlakuan alkali yang telah dilakukan pada serat kenaf dan rami, belum sepenuhnya menghilangkan kandungan lignin dan hemisolulosa yang terkandung dalam serat kenaf dan rami. Dari hasil spektrum FTIR yang terlihat pada Gambar IV.2 terdapat spektrum pada daerah karakteristik polipropilena yang terkandung pada hasil spektrum komposit polipropilena/kenaf/rami.

4.2.2 Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:1



Gambar IV.3 Spektrum FTIR Komposit PP/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:1

Hasil spektrum polipropilena murni sama seperti pada Tabel IV.2. Spektrum dari komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:1 pada temperatur 180°C dan komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:1 pada temperatur 190°C menunjukkan perbedaan hasil spektrum yang tidak signifikan.

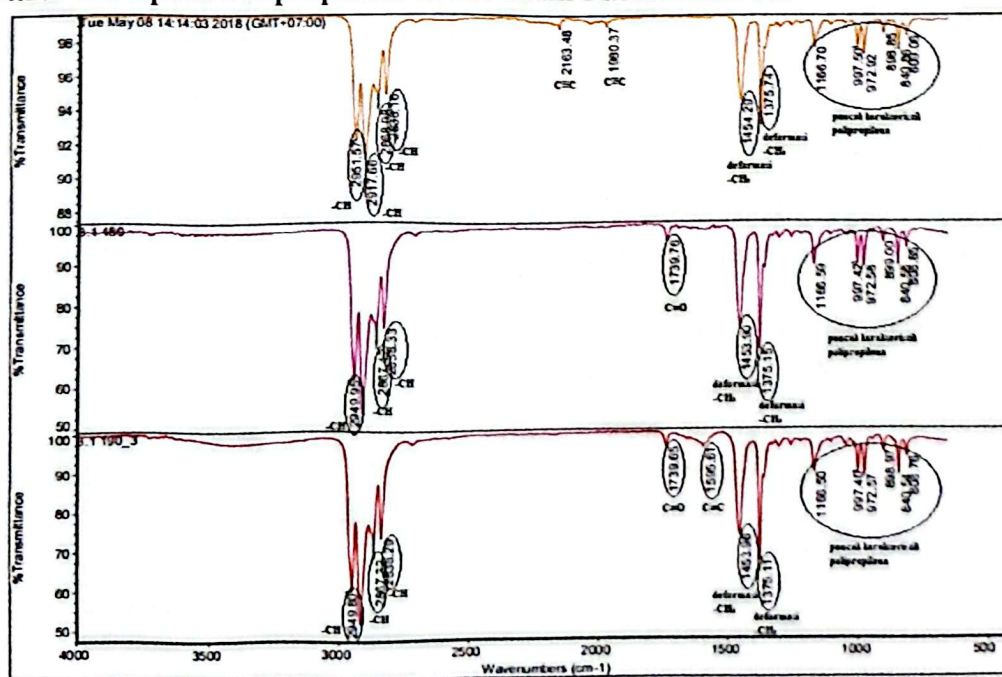
Hasil spektrum FTIR dapat dilihat pada tabel IV.4 yang menunjukkan serapan gugus fungsi yang berada dibilangan 2949,81 cm⁻¹; 2949,67 cm⁻¹;

2917,09 cm^{-1} ; 2916,98 cm^{-1} ; 2867,31 cm^{-1} ; 2867,15 cm^{-1} ; 2838,23 cm^{-1} ; 2838,14 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C-H, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit. Pada spektrum FTIR menunjukkan serapan gugus fungsi hidroksil OH pada komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 1:1 dengan temperatur 180°C pada bilangan gelombang 3724,58 cm^{-1} dengan puncak yang lemah, munculnya gugus fungsi OH menandakan terdapatnya kandungan H_2O di dalam komposit [23].

Tabel IV.4 Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 1:1

Jenis Ikatan	Bilangan gelombang komposit temperatur 180°C (cm^{-1})	Bilangan gelombang komposit temperatur 190°C (cm^{-1})
-OH	3724,58	-
-CH	2949,81	2949,67
-CH	2917,09	2916,98
-CH	2867,31	2867,15
-CH	2838,23	2838,14
C=O	-	-
C=C	-	-
deformasi $-\text{CH}_2$	1454,00	1453,90
deformasi $-\text{CH}_3$	1375,10	1375,05

4.2.3 Komposit Polipropilena/Kenaf/ Rami Rasio Massa 3:1



Gambar IV.4 Spektrum FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 3:1

Spektrum dari komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 3:1 dengan temperatur 180°C dan komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa 3:1 dengan temperatur 190°C menunjukkan bahwa kandungan polipropilena dalam komposit terlihat dominan oleh pita serapan. Puncak karakteristik polipropilena dalam komposit terlihat dari hasil spektrum dikedua sampel. Pada spektrum FTIR menunjukkan serapan gugus fungsi yang berada dibilangan 2949,95 cm^{-1} ; 2949,80 cm^{-1} ; 2917,10 cm^{-1} ; 2917,14 cm^{-1} ; 2867,42 cm^{-1} ; 2867,32 cm^{-1} ; 2838,33 cm^{-1} dan 2838,29 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C-H, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit.

Terdapat perbedaan pada hasil spektrum komposit polipropilena/kenaf/rami rasio massa 3:1 190°C terdapat alkena dengan gugus fungsi C=C dengan mayoritas terikat hidrogen ikatan rangkap yakni dibilangan gelombang 1595,61 cm^{-1} tetapi ikatan bersifat lemah. Pada bilangan gelombang 1739,76 cm^{-1} dan 1739,65 cm^{-1} hasil FTIR menunjukkan gugus C=O yaitu kandungan nonselulosa dengan dikedua sampel, Ikatan C=O diidentifikasi sebagai kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa dengan jumlah yang sedikit di dalam serat kenaf. Keberadaan kelompok aldehid dan asetil menandakan bahwa perlakuan alkali yang telah dilakukan pada serat kenaf dan rami, belum sepenuhnya menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa yang terkandung dalam serat kenaf dan rami [22].

Tabel IV.5 Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Kenaf/Rami Rasio Massa 3:1

Jenis Ikatan	Bilangan gelombang komposit temperatur 180°C (cm^{-1})	Bilangan gelombang komposit temperatur 190°C (cm^{-1})
-CH	2949,95	2949,80
-CH	2917,10	2917,14
-CH	2867,42	2867,32
-CH	2838,33	2838,29
C=O	1739,76	1739,65
C=C	-	1595,61
deformasi -CH ₂	1453,90	1453,96
deformasi -CH ₃	1375,15	1375,11

Hasil spektrum polipropilena murni sama seperti yang terdapat pada Tabel IV.5. Spektrum dari komposit polipropilena/kenaf/rami dengan rasio massa

1. *[Faint, illegible text]*

2. *[Faint, illegible text]*

3. *[Faint, illegible text]*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada data hasil pengujian serta analisis data dapat disimpulkan bahwa:

1. Rasio massa serat kenaf dan rami dan temperatur operasi pada alat *Manual Forming Machine* dapat memberikan pengaruh yaitu menurunkan nilai kekuatan tarik pada komposit polipropilena/kenaf/rami. Kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada rasio massa 1:3 serat kenaf dan rami pada temperatur 180°C sebesar 25,77 MPa.
2. Karakteristik gugus fungsi komposit polipropilena/kenaf/rami menunjukkan keberadaan polipropilena di dalam komposit yang terlihat pada spektrum FTIR. Keberadaan serat kenaf dan serat rami juga terlihat dengan adanya gugus fungsi -OH, -CH, C=O dan C=C sebagai ikatan pembentuk serat kenaf dan serat rami.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan:

1. Pembuatan lembaran komposit menggunakan alat *Manual Forming Machine* dilakukan secara manual dan menyebabkan penyebaran yang tidak merata. Hal ini mengakibatkan sifat mekanik menjadi tidak optimal. Dianjurkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan mesin yang dapat menghasilkan campuran serat dan matriks secara homogen seperti *Injection Molding*.
2. Proses pengeluaran spesimen dari cetakan perlu dilakukan dengan hati-hati karena spesimen bersifat getas dan mudah patah pada bagian leher spesimen komposit.
3. Sebelum melakukan pengujian gugus fungsi pada komposit polipropilena/kenaf/rami, sebaiknya kedua serat diuji terlebih dahulu untuk mengetahui struktur dan sifat kimianya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zampaloni, Michael, Farhang Pourboghra, Yankovich, Rodgers, Moore, Lawrence Drzal, Amar Mohanty dan Manjusri Misra, "Kenaf natural fiber reinforced polypropylene composites" : a discussion on manufacturing problems and solutions, 2007.
2. Saba, Naheed, Paridah Tahir dan Mohammad Jawaid, "Mechanical Properties of Kenaf Fibre Reinforced Polymer Composite: A review". *Construction and Building Materials*, Vol.75, 2014.
3. Du, Yicheng, Ning Yan dan Mark Kortschot, "The use of ramie fibers as reinforcements in composites". In: Faruk, O., Sain, M. (Eds.), "Biofiber Reinforcement in Composite Materials", Woodhead Publishing Series in Composite Science and Engineering, vol. 5, 2015.
4. Maddah, Hisham, "Polypropylene as a Promising Plastic: A review". *American Journal of Polymer Science*, Vol. 6, 2016.
5. Thomas, Sabu, Kuruvilla Joseph, Sant Kumar, Koichi Goda dan Meyyarappallil Sadasivan Sreekala, "Polymer Composites: Volume 1 (1st ed)", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGa, 2012.
6. Oktariani, Erfina, Rochmi Widjajanti, Syaiful Ahsan, Recky Pahlevi Anthoni Putra, Faisal Amir, Lidia Jane Heryes dan Ayu Wulandari, "Sifat Mekanis Polipropilena Berpenguat Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Fraksi Massa dan Talk", *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Palembang, 2018.
7. Mardiyati, Nurdesri Srahputri, Steven dan Rochim Suratman, "Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena High Impact Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode Injection Molding". Institut Teknologi Bandung, 2017.
8. Sianturi, Afrilianita Degrysa dan Lolita Shinkeyko, "Analisis Termal Komposit Polipropilena-Serat Kenaf dan Rami Pendek dengan Differential Scanning Calorimeter (DSC) dan Melt Flow Indexer (MFI)", Laporan Tugas Akhir, tidak diterbitkan, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta, 2018.

9. Kaw, Autar, "Mechanics of Composite Materials (2nd ed)", Taylor & Francis Group, 2006.
10. Balasubramanian, Muthiah, "Composite materials and processing. CRC Press, Boca Raton, 2013.
11. Mallick, "Fiber-Reinforced Composites: materials, manufacturing, and design (3rd ed)", Taylor & Francis Group, 2007.
12. Karian, Harutun, "Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites", Marcel Dekker, Inc, 1999.
13. Sapuan, Salit, Mohammad Jawaid dan Mohammad Hoque, "Manufacturing of Natural Fibre Reinforced Polymer", Springer Internasional Publishing, 2015.
14. Holbery, James dan Dan Houston, "Natural-Fiber-Reinforced Polymer Composites in Automotive Applications, Journal of the Minerals Metal and Material Society", 2006.
15. Akil, Hazizan, Firdaus Omar, Adlan Akram Mazuki, Sali Safiee, Zainal Arifin Ishak dan Ali Abu, "Kenaf Fiber Reinforced Composites: A review". Material and Design, Vol. 32, 2011.
16. Novarini, Eva dan Mochammad Danny Sukardan, "Potensi Serat Rami (Boehmeria Nivea S. Gaud) Sebagai Bahan Baku Industri Tekstil dan Produk Tekstil dan Tekstil Teknik", Arena tekstil vol.30(2), Balai Besar Tekstil, Bandung, 2015.
17. Mazumdar, Santosh Kumar, "Composites Manufacturing Materials, Product, and Process Engineering", Taylor & Francis Group, 2002.
18. ASTM International, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics" ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
19. Stuart, Barbara, "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
20. Salleh, Fauzani, Aziz Hassan, Rosiyah Yahya dan Ahmad Danial Azzahari, "Effects of Extrusion Temperature on The Rheological, Dynamic Mechanical and Tensile Properties of Kenaf Fiber/HDPE Composites", Composites: Part B, Vol.58, 2014.

21. Jung, Melissa, David Horgen, Sara Orski, Viviana Rodriguez, Kathryn Beers, George Balazs, Todd Jones, Thierry Work, Kayla Brignac, Sarah Royer, David Hyrenbach dan Brenda Jensen, "Validation of ATR FT-IR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organism", *Marine Pollution Bulletin*, Vol.127, 2018.
22. Akhtar, Majid Niaz, Abu Bakar Sulong, Fadzly Radzi, Ismail, Raza, Norhamidi Muhammad dan Muhammad Azhar Kan, "Influence of Alkaline Treatment and Fiber Loading on The Physical and Mechanical Properties of kenaf/Polypropylene Composites for Variety of Applications", *Progress in Natural Science: Materials International*, 2016.
23. Pradana, Muhammad Aditya, Hosta Ardhyana dan Mohammad Farid, "Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara", *Jurnal Teknik ITS*, Vol.6, 2017.

LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT DAN BAHAN

A. Alat



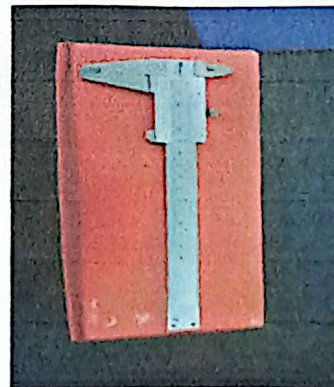
Plastik zipper



Plastik wrap



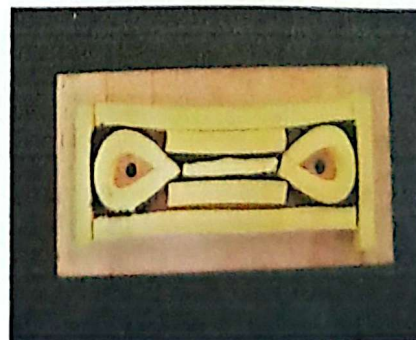
Timbangan digital



Jangka sorong



Gunting



Pisau cetakan *dog bone*



Mesin Manual Forming



Pneumatic Speciment Punch



Universal Testing Machine (UTM)



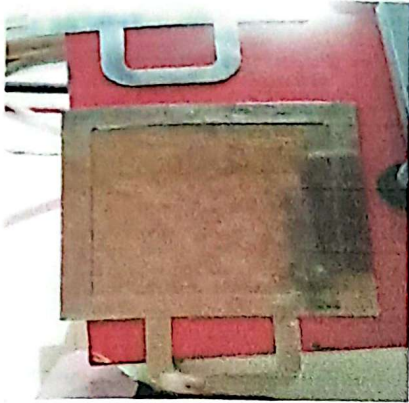
Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)



Sarung tangan rajut



Sarung tangan kulit



Cetakan lembaran komposit

B. Bahan



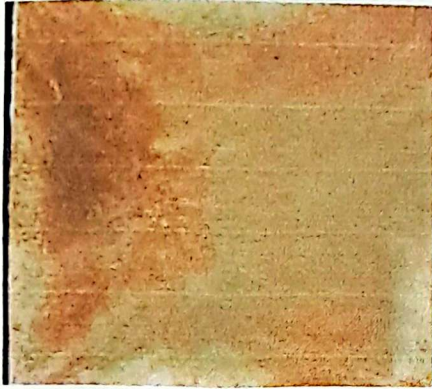
Granula komposit
polipropilena/kenaf/rami



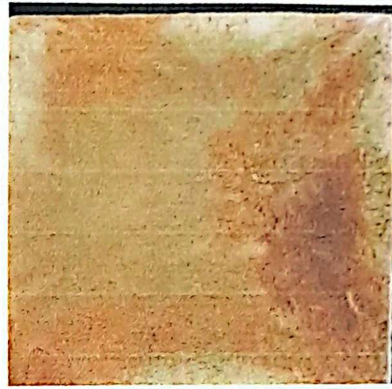
Polipropilena murni

LAMPIRAN B

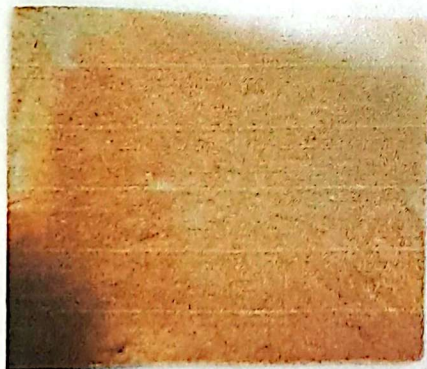
GAMBAR SAMPEL PENELITIAN



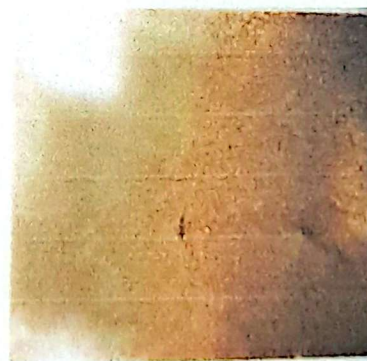
Komposit PP/kenaf/rami 1:3
180°C



Komposit PP/kenaf/rami 1:3
190°C



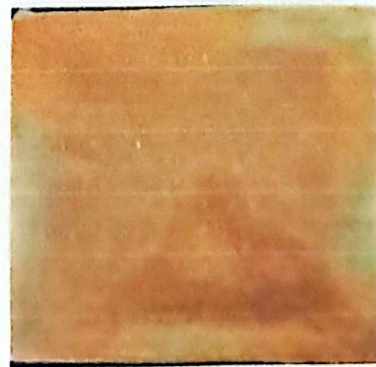
Komposit PP/kenaf/rami 1:1
180°C



Komposit PP/kenaf/rami 1:1
190°C



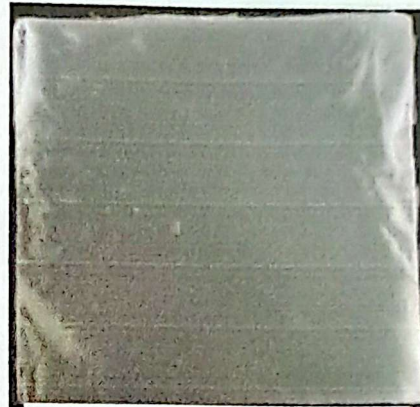
Komposit PP/kenaf/rami 3:1
180°C



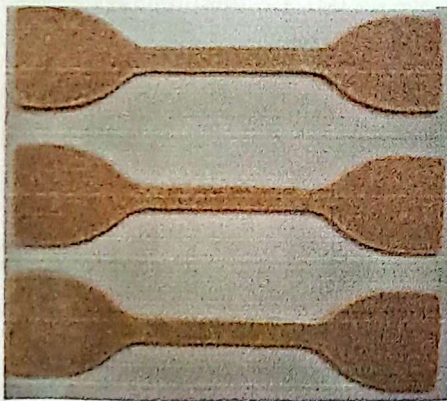
Komposit PP/kenaf/rami 3:1
190°C



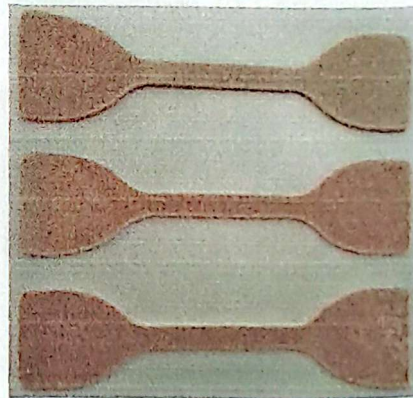
Lembaran polipropilena 180°C



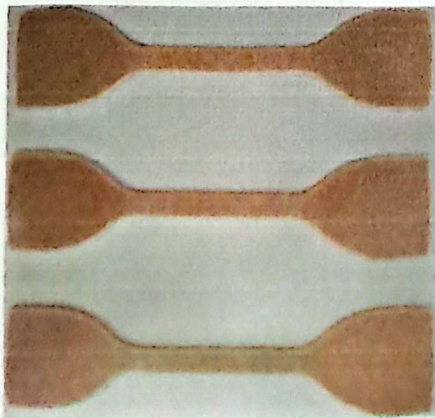
Lembaran polipropilena 190°C



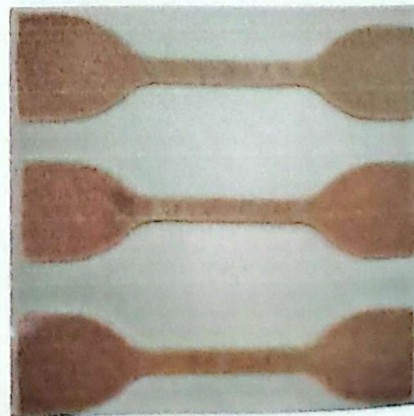
Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 1:3 180°C



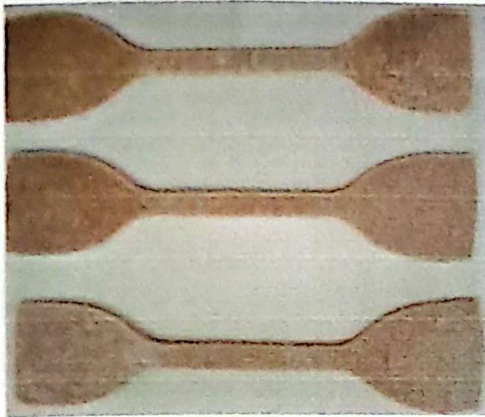
Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 1:3 190°C



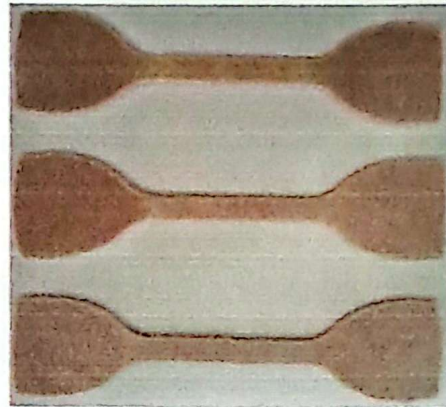
Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 1:1 180°C



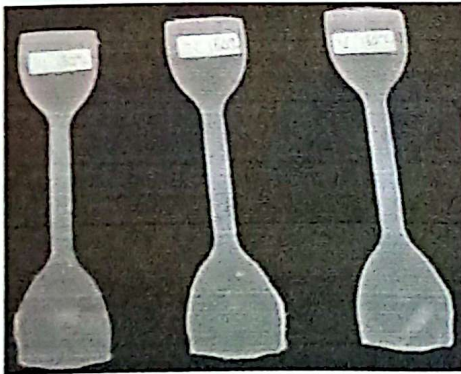
Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 1:1 190°C



Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 3:1 180°C



Spesimen uji tarik komposit
PP/kenaf/rami 3:1 190°C



Spesimen uji tarik
polipropilena 180°C



Spesimen uji tarik
polipropilena 190°C