

No Dok: 6499

D 668.423 4 Zah P

D
668.423 4
Zah
P

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH FRAKSI MASSA KENAF DAN TEMPERATUR
MANUAL FORMING MACHINE TERHADAP KEKUATAN
TARIK DAN GUGUS FUNGSI GRANULA KOMPOSIT
POLIPROPILENA KENAF BERUKURAN PENDEK
DI POLITEKNIK STMI JAKARTA
(Juni 2018 – April 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN

Tgl Terima

07/08/22

No Induk Buku

546/TEP/SB/TA/22

OLEH:

PUTERI HUSNIA ZAHIRA (1515011)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER

POLITEKNIK STMI JAKARTA

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

JAKARTA

2019

SUMBANGAN ALUMNI

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH FRAKSI MASSA KENAF DAN TEMPERATUR
***MANUAL FORMING MACHINE* TERHADAP KEKUATAN**
TARIK DAN GUGUS FUNGSI GRANULA KOMPOSIT
POLIPROPILENA KENAF BERUKURAN PENDEK
DI POLITEKNIK STMI JAKARTA
(Juni 2018 – April 2019)

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH:
PUTERI HUSNIA ZAHIRA (1515011)

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

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

PENGARUH FRAKSI MASSA KENAF DAN TEMPERATUR *MANUAL FORMING MACHINE* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI GRANULA KOMPOSIT POLIPROPILENA KENAF BERUKURAN PENDEK

DISUSUN OLEH :

NAMA : PUTERI HUSNIA ZAHIRA

NIM : 1515011

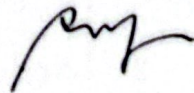
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

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

Jakarta, April 2019

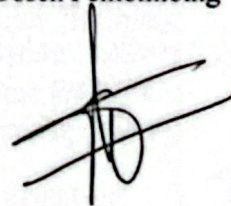
Menyetujui,

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 : Puteri Husnia Zahira
 NIM : 1515011
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Fraksi Massa Kenaf dan Temperatur *Manual Forming Machine* Terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Granula Komposit Polipropilena Kenaf Berukuran Pendek
 Pembimbing : Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
20/06/2018	I	Diskusi mengenai topik penelitian	f
07/08/2018	II	Presentasi jurnal dengan judul "Effect of wool fibre on the flammability and mechanical properties of Polypropylene kenaf composites"	f
15/08/2018	II	Presentasi jurnal dengan judul "Effect of wool fibre on the flammability and mechanical properties of polypropylene kenaf composites"	f
19/08/2018	II	Presentasi jurnal dengan judul "Effect of wool fibre on the flammability and mechanical properties of Polypropylene Kenaf Composites"	f
03/10/2018	II	Presentasi jurnal dengan judul "Influence of alkaline treatment and fibre loadings on physical and mechanical properties of kenaf / Polypropylene composites for variety of applications"	f
24/10/2018	II	Presentasi jurnal dengan judul "Influence of alkaline treatment and fibre loadings on physical and mechanical properties of kenaf / Polypropylene composites for variety of applications"	f
27/10/2018	II	Diskusi mengenai variasi penelitian	f
31/10/2018	Judul	Penentuan judul penelitian	f
12/12/2018	III	Pembuatan lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek dengan Manual Forming Machine (MFM)	f

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
19/12/2019	III	Pembuatan Specimen Komposit dengan Pneumatic Speciment Punch.	A
21/12/2019	III	Pengujian kekuatan tarik dengan universal testing machine (UTM)	A
07/01/2019	III	Pengujian sifat kimia komposit dengan Spektroskopi FTIR	f
28/02/2019	II	Bimbingan mengenai format penulisan	f
19/03/2019	II	Bimbingan mengenai format penulisan	f
20/03/2019	II	- lembar pengesahan dosen pembimbing - daftar isi, daftar gambar, daftar tabel	f
22/03/2019	I	- kata pengantar, abstrak - latar belakang, format gambar, format tabel	f
25/03/2019	II	- Revisi sub-bab tinjauan pustaka	f
	III	- waktu dan tempat penelitian, variabel indep. skema pembuatan lembaran komposit	f
02/04/2019	IV	- lampiran dan daftar pustaka Revisi tabel hasil penelitian dan spektrum FTIR	A
05/04/2019	V	Kesimpulan dan saran konsultasi slide presentasi dalam bentuk PPT untuk persiapan seminar penelitian	A
10/04/2019		Perbaikan slide presentasi dalam bentuk PPT untuk persiapan seminar penelitian	

Mengetahui,
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 FRAKSI MASSA KENAF DAN TEMPERATUR *MANUAL FORMING MACHINE* TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI GRANULA KOMPOSIT POLIPROPILENA KENAF BERUKURAN PENDEK

DISUSUN OLEH :

NAMA : PUTERI HUSNIA ZAHIRA

NIM : 1515011

PROGRAM STUDI: TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis, 13 Juni 2019.

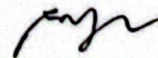
Jakarta, Juni 2019

Penguji I



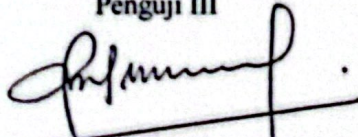
Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng
NIP. 198505112014022001

Penguji II



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji III



Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM
NIP. 195702141985031002

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 : Puteri Husnia Zahira
NIM : 1515011
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Fraksi Massa Kenaf dan Temperatur *Manual Forming Machine* Terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Granula Komposit Polipropilena Kenaf Berukuran Pendek:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, 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 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 tulis Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang ada diatas, maka Tugas Akhir saya ini dapat dibatalkan.

Jakarta, April 2019



Puteri Husnia Zahira

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Kuasa karena atas Rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Kimia Polimer di Politeknik STMI Jakarta berjudul “Pengaruh Fraksi Massa Kenaf dan Temperatur *Manual Forming Machine* Terhadap Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Granula Komposit Polipropilena Kenaf Berukuran Pendek”. Pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang memberi dukungan dan bantuan hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini. Dengan selesainya laporan ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, M.B.A 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 Tugas Akhir komposit polipropilena/kenaf pendek Politeknik STMI Jakarta.
5. Bapak Syaiful Ahsan, S.T, M.T selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan izin untuk melakukan pembuatan sampel penelitian dan pengujian di Laboratorium Polimer dan Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta.
6. Bapak Samsudin, S.T., Bapak Dahrul Hidayah, A.Md., dan Ibu Ida Nur Apriani, S.ST., M.Si. selaku operator Laboratorium Polimer dan Laboratorium Instrumentasi.
7. Ayah, Ibu dan Kerabat yang selalu mendoakan serta mendukung secara morel maupun materiel.
8. Sahabat terbaik Penyusun, Nussy, Nadia, Herawati, Dian, Wanda, Anggih, Lita, Erindah, Tiara, Fauziah, Silvia dan Fachmi yang selalu membantu pada masa-masa sulit di kampus.

9. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2015 selaku kawan seperjuangan.
10. Ikatan Mahasiswa Teknik Kimia (IMTEK), LDK FOSKOMI dan RUBELIA Kemayoran atas dukungan dan bantuannya dalam penyelesaian laporan ini.
11. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Penyusun juga menyadari bahwa di dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan sebagai manusia yang masih dalam tahap belajar. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga laporan penyusun selanjutnya dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat untuk memberikan informasi dalam mengembangkan teknologi penggunaan komposit berpenguat serat alam.

Jakarta, April 2019

Penyusun

ABSTRAK

Penggunaan komposit berpenguat serat alam kini telah dikembangkan secara luas, terutama pada bidang industri otomotif. Bahan komposit berpenguat serat alam dibuat sebagai bahan pengganti komposit berpenguat serat sintetis seperti serat kaca (*fiber glass*) untuk mengurangi masalah lingkungan. Pada Tugas Akhir ini digunakan granula komposit polipropilena/kenaf pendek sebagai bahan penelitian. Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi massa serat kenaf pendek yaitu 0,1 dan 0,2 serta pengaruh temperatur *Manual Forming Machine* (MFM) pada komposit polipropilena/kenaf pendek terhadap nilai kekuatan tarik dan gugus fungsinya. Metode pembuatan komposit polipropilena/kenaf pendek adalah dengan menggunakan MFM dengan variasi temperatur MFM 180°C dan 190°C, sedangkan untuk pengujiannya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk menguji kekuatan tarik dan Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi komposit polipropilena/kenaf pendek. Penelitian ini mendapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi pada komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf 0,1 dengan temperatur MFM 190°C yaitu 24,284 MPa dan hilangnya gugus C=C pada komposit menunjukkan bahwa proses delignifikasi serat telah berjalan maksimal.

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

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	iiv
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit Polimer	5
2.1.1 Matriks Polimer.....	6
2.1.2 Penguat (<i>Reinforcement</i>)	7
2.1.3 Pengisi (<i>Filler</i>)	11
2.2 Polipropilena.....	12
2.3 Serat Kenaf	13
2.4 Teknologi Pembuatan Komposit Polimer.....	14
2.4.1 <i>Compression Molding</i>	14
2.4.2 Ekstrusi.....	15
2.4.3 <i>Injection Molding</i>	16

2.4.4 Resin Transfer Molding.....	16
2.4.5 Hand Lay Up	17
2.4.6 Manual Forming Machine.....	18
2.5 Modifikasi Komposit Polimer	18
2.5.1 Larutan Alkali.....	19
2.5.2 Coupling Agent.....	19
2.5.3 Antioksidan	20
2.6 Kekuatan Tarik Komposit.....	21
2.7 Analisis Gugus Fungsi Komposit	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.2 Alat dan Bahan.....	30
3.2.1 Alat	30
3.2.2 Bahan.....	30
3.3 Variabel.....	31
3.3.1 Variabel Tetap	31
3.3.2 Variabel Berubah.....	31
3.4 Prosedur Penelitian	31
3.4.1 Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit.....	32
3.4.2 Pembuatan Spesimen.....	33
3.5 Tahap Pengujian	33
3.5.1 Kekuatan Tarik.....	33
3.5.2 Gugus Fungsi Komposit.....	34

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf Berukuran Pendek.....	35
4.1.1 Pengaruh Fraksi Massa Kenaf Terhadap Kekuatan Tarik.....	36
4.1.2 Pengaruh Temperatur MFM Terhadap Kekuatan Tarik.....	37
4.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Berukuran Pendek.....	37
4.2.1 Hasil Pengujian Gugus Fungsi pada Temperatur MFM	

180°C	38
4.2.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi pada Temperatur MFM	
190°C	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Susunan Serat Penyusun Lamina.....	8
Gambar II.2	Bagan Jenis-Jenis Serat Alam untuk Komposit.....	11
Gambar II.3	Pohon Kenaf dan Serat Kenaf	14
Gambar II.4	Proses <i>Injection Molding</i>	16
Gambar II.5	Proses <i>Resin Transfer Molding</i>	17
Gambar II.6	Tahapan Proses <i>Hand Lay Up</i>	17
Gambar II.7	Proses Perubahan Bentuk Spesimen.....	22
Gambar II.8	Bentuk Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV	24
Gambar II.9	Hasil Analisa Spektrum Inframerah Polipropilena.....	28
Gambar III.1	Skema Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek.....	32
Gambar IV.1	Pengaruh Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek pada Granula Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek terhadap Kekuatan Tarik.....	36
Gambar IV.2	Spektrum Inframerah Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 180°C.....	38
Gambar IV.3	Spektrum Inframerah Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 190°C.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan Polimer Serat Alam.....	10
Tabel II.2 Sifat Mekanis Serat Alam	23
Tabel II.3 Keterangan Bagian Spesimen Komposit.....	25
Tabel II.4 Jenis Vibrasi Pada Spektroskopi FTIR.....	27
Tabel II.5 Molekul Organik Dalam Basis Data Spektroskopi FTIR.	29
Tabel III.1 Variasi Penelitian.....	32
Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Uji Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek dengan Polipropilena Murni.....	35
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 180°C.....	39
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 190°C.....	40

DAFTAR SINGKATAN

- ASTM : *American Standard Testing and Material*
BHA : *Butylated Hydroxylanisole*
BHT : *Butylated Hydroxytoluene*
FTIR : *Fourier Transform Infrared*
MAPP : *Maleic Anhydride Polypropylene*
MFM : *Manual Forming Machine*
SUV : *Sport Unit Vehicle*
UTM : *Universal Testing Machine*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan komposit berpenguat serat alam kini telah dikembangkan secara luas dalam industri otomotif. Hal ini disebabkan oleh keinginan untuk mengurangi pemakaian bahan sintesis seperti serat kaca (*fiber glass*) sehingga dapat membantu mengurangi masalah lingkungan. Komposit serat alam juga dipilih sebagai bahan penyusun komponen dalam industri otomotif dikarenakan bahan ini memiliki banyak keuntungan seperti berat produk yang ringan dan ekoeffisien. Komposit serat alam dapat memungkinkan industri mengurangi biaya produksi dan tetap dapat menjual produk dengan harga yang bersaing [1].

Perusahaan-perusahaan industri otomotif yang telah menggunakan maupun mempertimbangkan penggunaan komposit serat alam sebagai bahan dalam proses manufaktur adalah Honda, BMW dan Toyota. Perusahaan Honda menggunakan komposit berpenguat serat alam di bagian lantai mobil *Sport Unit Vehicle* (SUV) dengan menggunakan serat dari serbuk kayu. Perusahaan BMW Group sedang mempertimbangkan dengan menggabungkan serat kenaf dan kain linen sebagai penguat *door panel* Saturn L 300S. Perusahaan Toyota tertarik untuk menggunakan serat kenaf pada struktur badan mobil [1].

Pengembangan komposit berpenguat serat alam telah menarik perhatian para insinyur, peneliti, ahli dan ilmuwan di seluruh dunia sehingga dapat menghasilkan berbagai macam jenis kombinasi komposit berpenguat serat alam. Kombinasi jenis komposit yang merupakan campuran dari polimer sebagai matriks dan serat alam sebagai penguat, merupakan hasil dari berbagai pertimbangan dalam pemilihan bahan. Polipropilena merupakan jenis polimer termoplastik yang umum digunakan pada industri otomotif dan sering dipilih sebagai matriks komposit karena memiliki densitas yang rendah, sifat mekanis, sifat elektrik yang sempurna, serta stabilitas dimensi dan kekuatan tumbukan yang baik [1]. Harga bahan yang murah, mudah diproses dan dapat didaur ulang juga menjadi alasan polipropilena dipilih sebagai

matriks komposit [2].

Serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat memiliki kelebihan dan kekurangan. Serupa dengan jenis-jenis serat alam yang lain, serat kenaf memberikan kelebihan yang tidak jauh berbeda dengan serat alam yang lain. Serat kenaf (*Hibiscus cannabinus, L*) dipilih karena pohon kenaf memiliki umur yang pendek serta serat yang dihasilkan lebih halus [3] yang dapat memudahkan proses penanaman serat dalam matriks komposit sehingga dapat meningkatkan sifat mekanis dari komposit. Serat kenaf memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi dibandingkan serat alam yang lain [4], namun serat kenaf juga memiliki kekurangan dalam penggunaannya sehingga membutuhkan bantuan dari bahan lain.

Kekurangan yang dimiliki oleh serat kenaf dan serat alam yang lain adalah sifat hidrofilik. Sifat hidrofilik dapat membuat sifat mekanis komposit menurun karena keberadaan air. Oleh karena itu, modifikasi serat seperti perlakuan alkali perlu dilakukan. Perlakuan alkali dilakukan untuk meningkatkan kekasaran permukaan serat kenaf. *Coupling agent* digunakan untuk meningkatkan ikatan antarmuka antara serat kenaf dengan polipropilena. Penambahan antioksidan juga dilakukan untuk mengurangi proses oksidasi yang sering terjadi pada polipropilena.

Penelitian sebelumnya mengenai komposit polipropilena dan serat kenaf berukuran pendek (polipropilena/kenaf pendek) telah dilakukan oleh Oktariani dkk (2018). Penelitian tersebut menggunakan matriks polipropilena dan serat kenaf berukuran pendek (5 mm). Komposit yang dibuat telah melalui proses perlakuan alkali dengan fraksi massa 0,06 yang dilakukan selama 24 jam. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan mesin *hot press* dan pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mengetahui sifat mekanisnya. Penelitian ini menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 28,41 pada sampel 3 komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf 0,3 [1].

Akhtar dkk (2016) menyimpulkan bahwa fraksi massa serat kenaf pendek terbaik dalam pembuatan komposit polipropilena/kenaf pendek adalah 0,4. Penelitian tersebut menjelaskan mengenai pengaruh perlakuan alkali terhadap komposit polipropilena/kenaf. Hasil pengujian sifat mekanis dengan UTM

menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf 18% lebih baik daripada polipropilena murni. Puncak yang hilang pada bilangan gelombang 605 cm^{-1} dan 1635 cm^{-1} saat pengujian gugus fungsi dengan menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa perlakuan alkali dengan fraksi massa 0,06 dengan waktu perendaman selama 24 jam telah berjalan dengan baik.

Berdasarkan penelitian mengenai komposit polipropilena dan serat kenaf pendek (polipropilena/kenaf pendek), penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya dan melakukan pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) serta analisa gugus fungsi komposit menggunakan spektroskopi FTIR.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana pengaruh fraksi massa serat kenaf berukuran pendek dan temperatur *Manual Forming Machine* (MFM) terhadap kuat tarik granula komposit polipropilena/kenaf pendek?
2. Bagaimana gugus fungsi granula komposit polipropilena/kenaf pendek dengan variasi fraksi massa serat kenaf pendek dan temperatur MFM?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bahan baku yang digunakan adalah granula komposit polipropilena dan serat kenaf (*Hibiscus cannabinus L*) pendek berukuran 5 mm dari penelitian sebelumnya dengan variasi fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 dan 0,2.
2. Pembuatan lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek dilakukan menggunakan *Manual Forming Machine* (MFM) dengan temperatur 180°C dan 190°C.
3. Pengujian kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf pendek menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan *American Standard Testing and Material* (ASTM) D638-14 dan pengujian gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR dengan standar ASTM E1421.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai kekuatan tarik untuk menentukan pemuatan fraksi massa serat kenaf pendek dan temperatur MFM terbaik pada granula komposit polipropilena/kenaf pendek.
2. Mendapatkan gugus fungsi dari granula komposit polipropilena/kenaf pendek menggunakan spektroskopi FTIR.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan mengenai pengaruh fraksi massa serat kenaf pendek dan temperatur MFM terhadap kekuatan tarik dan gugus fungsi pada komposit polipropilena/kenaf pendek.

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan, serta manfaat dari penelitian ini.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai komposit polimer, polimer, serat, teknik pembuatan komposit polimer, modifikasi serat alam, pengujian komposit polimer.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variasi penelitian, serta prosedur penelitian yang digunakan.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengujian, analisa data yang sudah diolah menjadi grafik, pembahasan terhadap hasil pengukuran dan analisa data.

BAB V: PENUTUP

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit Polimer

Komposit adalah bahan yang terdiri dari dua atau lebih kombinasi bahan kimia dengan perbedaan fisika yang dapat dilihat dari permukaannya. Komposit merupakan bahan campuran, namun perbedaan antara bahan-bahan penyusunnya tetap dapat dibedakan. Komposit dikombinasikan secara sempurna untuk menghasilkan bahan baru dengan struktur dan fungsi yang lebih baik daripada penggunaan satu bahan. Komposit memiliki kelebihan yaitu ringan, tahan terhadap bahan yang bersifat korosif, sifat mekanis yang baik, dan mudah dalam proses pembuatannya. Komposit biasa digunakan dalam berbagai aplikasi, contohnya sebagai bahan penyusun badan pesawat terbang, penyusun badan mobil, pengemasan dan bangunan rumah [15].

Komposit biasanya terdiri dari dua bagian penyusun utama yaitu matriks dan penguat yang secara bersamaan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan kekakuan komposit. Matriks merupakan bahan utama yang bersifat ulet dan kurang kaku, sedangkan bagian penyusun yang lain dinamakan penguat (*reinforcement*). Penamaan penguat ini disebabkan oleh perannya untuk mengisi bagian-bagian kosong pada matriks. Hal ini dikarenakan kekuatan mekanis bahan penguat lebih baik daripada matriks, sehingga tepat untuk digunakan dengan matriks [15].

Komposit dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan matriks dan penguatnya. Matriks yang umum digunakan adalah logam, keramik, dan polimer. Komposit polimer adalah salah satu jenis komposit yang dibedakan dari matriksnya, yaitu menggunakan polimer sebagai matriksnya, sedangkan jenis penguat yang umum digunakan dalam pembuatan komposit adalah dalam bentuk partikel, serat, dan *laminat* [15]. Pada penelitian ini, jenis komposit yang dibahas adalah komposit berpenguat serat alami dengan polipropilena (PP) sebagai matriksnya.

2.1.1 Matriks Polimer

Matriks yang paling umum digunakan pada komposit berpenguat serat alam adalah polimer karena memiliki berat yang ringan [9]. Kelebihan lain dari penggunaan polimer sebagai matriks adalah kekuatan, kekakuan dan ketahanan terhadap patahan yang tinggi. Polimer mampu menahan korosi dengan baik serta harga bahan dan biaya pemrosesan yang rendah. Faktor yang mempengaruhi sifat polimer antara lain berat dan rantai molekul, serta ikatan silang. Selain memiliki kelebihan, tentu polimer memiliki kekurangan yaitu tidak tahan terhadap suhu rendah. Kekurangan lain yang dimiliki oleh polimer adalah berbagai macam penyebab yang dapat mempengaruhi sifat mekanis dari komposit yaitu adesi ikatan antarmuka, bentuk maupun orientasi dari bahan penguat dan sifat mekanis dari matriks. Adesi merupakan gaya tarik-menarik antara molekul yang tidak sejenis. Untuk mencapai sifat mekanis yang baik, tentu ikatan antarmuka matriks dengan penguatnya harus baik, biasanya dengan menambahkan beberapa bahan aditif yang dapat membantu memperbaiki ikatan antarmuka matriks dengan penguatnya, sedangkan bentuk dan orientasi dari bahan penguat yang disusun secara acak paling sering digunakan untuk meningkatkan sifat mekanis dan menurunkan biaya produksi [15].

Polimer terbagi menjadi tiga jenis yaitu termoplastik, termoset, dan elastomer [15]. Polimer termoplastik dan termoset merupakan bagian dari polimer plastik yang terbuat dari minyak bumi dan polimer plastik yang terbuat bahan alami yang disebut bioplastik [7]. Aplikasi penggunaan matriks polimer dalam komposit telah dikembangkan secara luas dalam berbagai jenis industri, seperti industri otomotif, kelautan, penerbangan, infrastruktur, maupun biomedis. Penggunaan dalam industri otomotif contohnya dalam pembuatan badan mobil, pegas daun, bumper, pintu dan sebagainya. Sedangkan dalam pembuatan infrastruktur, sedang dikembangkan pembuatan jembatan yang terbuat dari komposit polimer [15].

2.1.1.1 Polimer Termoplastik

Polimer termoplastik terdiri dari molekul dengan rantai linear dan bercabang. Polimer termoplastik dapat berubah bentuk menjadi lunak apabila diproses menggunakan temperatur yang tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa polimer

termoplastik tidak memiliki ketahanan terhadap panas yang baik, namun dapat dikembalikan ke bentuk semula [15]. Struktur polimer termoplastik bersifat semikristalin, yaitu struktur penyusun polimer tidak rapat sehingga masih menyisakan ruang kosong dalam polimer (bagian amorf). Contoh dari polimer termoplastik adalah polietilena, polipropilena, polistirena dan polivinil klorida [7].

2.1.1.2 Polimer Termoset

Polimer termoset memiliki struktur ikatan silang (*crosslinked*) dan memiliki ketahanan panas yang baik sehingga struktur tidak akan berubah-ubah apabila diproses menggunakan temperatur tinggi, namun kelemahan dari polimer termoset adalah tidak dapat kembali menjadi bentuk semula seperti polimer termoplastik. Contoh dari polimer termoset adalah poliester, resin epoksi, fenol formaldehida, dan vinil ester [7].

2.1.1.3 Elastomer

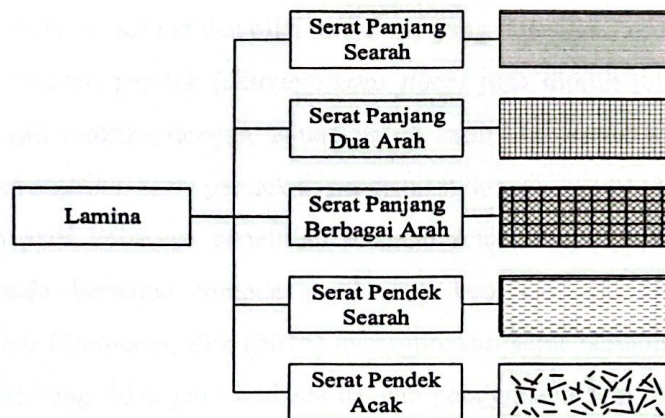
Elastomer merupakan polimer yang bersifat elastis. Elastomer sering disebut dengan istilah karet, meskipun istilah ini sering digunakan apabila berhubungan dengan proses vulkanisasi. Elastomer bersifat amorf dan biasa digunakan untuk segel dan perekat karena elastomer mudah untuk dibentuk dan fleksibel. Contoh dari elastomer adalah poliisoprena dan polibutadiena [15].

Dalam pembuatan komposit polimer berpenguat serat alam, pemilihan matriks dibatasi oleh temperatur dimana serat alam dapat terdegradasi. Banyak dari jenis serat alam yang digunakan sebagai penguat komposit secara termal tidak stabil di atas temperatur 200°C. Karena keterbatasan ini, hanya termoplastik yang memiliki titik leleh di bawah 200°C seperti polietilena, polipropilena, poliolefin, polivinil klorida dan polistirena serta termoset yang dapat diproses di bawah temperatur 200°C yang dapat digunakan menjadi matriks [9].

2.1.2 Penguat (*Reinforcement*)

Jenis penguat yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah dalam bentuk partikel, serat dan *lamine* [15]. Ukuran partikel yang digunakan sangat kecil dan biasa disebut serbuk. Contoh dari penggunaan partikel sebagai penguat adalah penggunaan serbuk aluminium dalam bahan karet, sedangkan *lamine* merupakan gabungan dari beberapa lamina (susunan serat dengan berbagai macam arah) yang

dibentuk bertumpuk seperti *sandwich*. Susunan serat yang digunakan pada lamina juga dapat diaplikasikan secara langsung tanpa harus membentuk lamina terlebih dahulu. Berbagai susunan serat yang dapat menyusun lamina dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Susunan Serat Penyusun Lamina

Sumber: Mallick, 2007

Menurut definisi ilmiah, serat panjang merupakan serat yang dihasilkan pada bagian batang daun tumbuhan yang memiliki serat panjang ditandai dengan kandungan selulosa yang tinggi dan rantai polimer yang panjang. Contoh dari serat panjang adalah serat pisang, linen, hemp, yute, kenaf, rami, dan sisal. Serat pendek menurut definisi ilmiah merupakan serat yang dihasilkan pada bagian biji dan buah seperti kapas dan sabut [31].

Proses manufaktur komposit polimer dimulai dengan penggabungan dari sejumlah besar serat dan ditanam dalam matriks polimer. Pada penelitian ini digunakan definisi serat berdasarkan ukuran pemotongannya. Serat yang biasa digunakan sebagai penguat komposit polimer terbagi menjadi dua ukuran, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*discontinuous fiber*). Penggunaan serat panjang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Haameem, dkk (2015) menggunakan serat panjang berukuran 50-80 mm. Pada penelitian tersebut, disimpulkan bahwa fraksi massa serat maksimal yang dapat digunakan adalah 0,25 karena transfer beban dapat menurun ketika fraksi massa ditingkatkan kembali [18]. Zampaloni, dkk (2007) menggunakan serat panjang dengan ukuran 130 mm dan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan serat panjang tidak dapat

menghasilkan penyebaran serat yang sempurna sehingga terdapat banyak udara terjebak pada lembaran komposit yang telah dibuat [19]. Fraksi massa merupakan perbandingan antara massa suatu bahan terhadap massa campuran dan digunakan untuk menjelaskan komposisi suatu bahan. Akibat dari perbandingan ini, fraksi massa tidak memiliki satuan dan nilai maksimal yang dihasilkan adalah 1.

Serat berukuran pendek (*discontinuous fiber*) juga dipilih untuk digunakan bersama dengan matriks dengan tujuan untuk memiliki penyebaran yang lebih merata dengan matriks. Serat pendek dapat disusun dengan susunan searah maupun acak, namun pada beberapa penelitian susunan acak lebih dipilih karena dapat digunakan pada berbagai metode pembuatan komposit. Serat pendek yang digunakan oleh Haameem, dkk (2015) menggunakan serat berukuran 10-30 mm memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan penggunaan serat panjang karena fraksi massa maksimal yang dapat digunakan hanya mencapai 0,25 namun menunjukkan peningkatan hasil kekuatan tarik hingga 48% dengan penambahan fraksi massa serat [18].

Zampaloni, dkk (2007) membuat komposit berpenguat serat pendek berukuran 20 mm dengan menggunakan *mixer* dan dibuat menjadi lembaran komposit. Pada lembaran komposit tersebut dihasilkan bahwa penyebaran serat lebih merata dan hanya menghasilkan sedikit udara terjebak pada lembaran kompositnya [19]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bledzki, dkk (2002) umumnya penggunaan serat pendek pada pembuatan komposit adalah 2-6 mm [22]. Meskipun secara teori penggunaan serat pendek pada komposit dapat menghasilkan kekuatan dan modulus tarik sedikit lebih rendah daripada penggunaan serat panjang [5], namun penggunaan serat pendek diminati penggunaannya karena dapat diproses menggunakan teknologi canggih seperti ekstruder dan *injection molding* yang dapat menghasilkan produk dalam jumlah banyak dengan penggunaan waktu yang singkat.

Pada penelitian ini, komposit yang digunakan adalah komposit polimer berpenguat serat alam sehingga pemilihan serat sangat berpengaruh untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik. Serat sintetis seperti serat kaca (*fiber glass*), karbon, kevlar dan boron telah digunakan secara luas dalam berbagai

industri, namun penggunaan serat ini perlu dikurangi karena dapat menyebabkan masalah lingkungan. Hal ini disebabkan karena serat sintetis tidak dapat terdegradasi oleh alam [13]. Penggunaan serat alam kini telah dikembangkan sebagai pengganti serat sintetis. Industri mobil di Eropa sudah mulai menggunakan komposit serat alam dalam jumlah besar, baik digunakan untuk interior maupun eksterior badan mobil. [15].

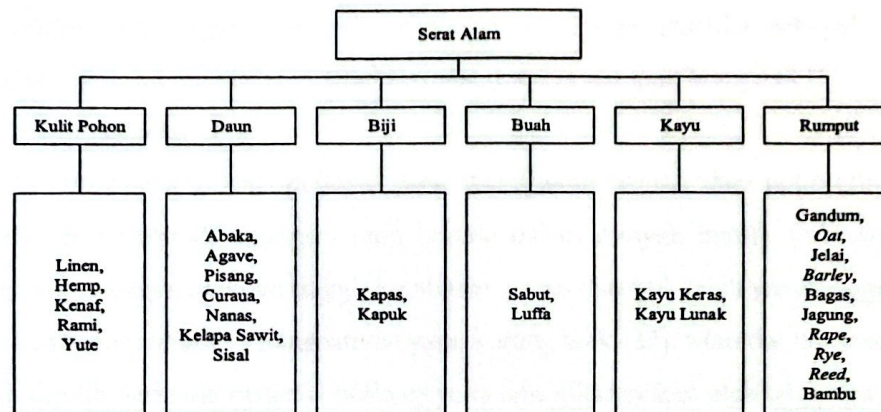
Serat alam memiliki keunggulan khusus dibandingkan dengan serat-serat sintetis yaitu keberadaannya yang melimpah dan bersifat *biodegradable*. Serat alam juga merupakan susunan dari tiga jenis polimer yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin [7]. Kandungan polimer dari serat alam dijelaskan pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Kandungan Polimer Serat Alam

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Lilin (%)
Bagas	55,2	16,8	25,3	-
Bambu	26-43	30	21-31	-
Linen	71	18,6-20,6	2,2	1,5
Kenaf	72	20,3	9	-
Yute	61-71	14-20	12-13	0,5
Hemp	68	15	10	0,8
Rami	68,6-76,2	13-16	0,6-0,7	0,3
Abaka	56-63	20-25	7-9	3
Sisal	65	12	9,9	2
Sabut	32-43	0,15-0,25	40-45	-
Kelapa Sawit	65	-	29	-
Nanas	81	-	12,7	-
Curaua	73,6	9,9	7,5	-
Jerami Gandum	38-45	15-11	12-20	-
Sekam Padi	35-45	19-25	20	14-17
Jerami Padi	41-57	33	8-19	8-36

Sumber: Faruk, 2012

Kandungan selulosa pada serat alam memiliki peran penting terhadap sifat mekanis yang dihasilkan dikarenakan beberapa aspek dalam penggunaan serat seperti fraksi massa serat, arah orientasi serat dan adesi ikatan antarmuka dari matriks dan serat [13]. Kekurangan dari penggunaan serat alam adalah bersifat hidrofilik dan memiliki kadar air yang tinggi sehingga dapat menyebabkan adesi ikatan antarmuka yang buruk antara matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Untuk itu dilakukan perawatan khusus untuk meningkatkan adesi ikatan antarmuka antara matriks dengan serat [15].



Gambar II.2 Bagan Jenis-Jenis Serat Alam untuk Komposit
Sumber: Sanjay, 2015

Sifat serat alam sangat bervariasi bergantung pada komposisi dan struktur kimia yang berkaitan dengan serat, serta kondisi pertumbuhan, waktu panen, metode ekstraksi, prosedur perawatan dan penyimpanan [9]. Berdasarkan jenisnya, serat alam terbagi menjadi enam bagian berdasarkan letak pengambilan seratnya, yaitu serat kulit pohon (*bast*), daun (*leaf*), biji (*seed*), buah (*fruit*), kayu (*wood*) dan rumput (*grass*) [4,7], contoh serat yang dihasilkan dijelaskan pada Gambar II.2.

2.1.3 Pengisi (*Filler*)

Penambahan bahan pengisi pada komposit berpenguat serat alam mampu meningkatkan kinerja matriks dan penguat, meningkatkan stabilitas dimensi, serta mengurangi penggunaan biaya yang dibutuhkan selama pembuatan komposit [5]. Penambahan *filler* juga dapat menimbulkan kerugian yaitu mengurangi fleksibilitas dan opasitas komposit [6]. Bahan pengisi yang paling umum untuk digunakan pada polimer, baik jenis termoplastik dan termoset, adalah kalsium karbonat (CaCO_3) yang lebih dikenal dengan nama talk, yang selain digunakan untuk mengurangi biaya, juga digunakan untuk mengurangi penyusutan setelah pencetakan.

Contoh lain dari bahan pengisi adalah tanah liat, mika dan mikrosfer kaca (dalam bentuk padat maupun berongga) serta dalam berbagai bentuk seperti partikel magnet, silika, maupun logam [15]. Meskipun bahan pengisi dapat meningkatkan modulus dari matriks tanpa serat, keberadaan bahan pengisi cenderung mengurangi kekuatan tarik dan tumbukan. Selain bahan pengisi, bahan penguat (*toughener*), pewarna (*colorant*), ketahanan api (*flame retardant*), dan agen penyerap sinar

ultraviolet (*UV agent*) juga ditambahkan ke dalam matriks sebagai bahan pendukung untuk memperbaiki sifat mekanis matriks maupun komposit [5].

2.2 Polipropilena

Polipropilena adalah polimer yang merupakan bagian dari poliolefin yang terbuat dari nafta (kandungan yang berada dalam minyak bumi). Polipropilena memiliki tingkat kekakuan tinggi, ketahanan panas dan titik leleh yang tinggi yaitu 166°C , namun memiliki transparansi yang kurang baik [22]. Material polipropilena lebih dipilih daripada material polimer yang lain dikarenakan oleh beberapa faktor seperti densitas rendah, kemampuan untuk didaur ulang, harga yang murah, kemampuan manufaktur yang mudah untuk dilakukan dan memiliki stabilitas dimensi, kekuatan tumbuk, dan nilai estetika yang baik. Polipropilena juga memiliki sifat mekanis dan elektrik yang sempurna [1,8].

Polipropilena dengan keseimbangan sifatnya memiliki manfaat yang besar untuk digunakan pada berbagai industri, terutama industri otomotif. Secara luas material polipropilena telah digunakan pada bagian bawah kap mobil karena memiliki ketahanan termal yang baik, mudah untuk tercampur dengan pewarna, sehingga baik digunakan untuk beberapa aplikasi pada interior mobil, dan harga bahan baku yang murah merupakan alasan material polipropilena digemari penggunaannya. Selain sebagai bahan baku produksi, modifikasi polipropilena dengan bahan lain seperti serat maupun bahan aditif lain telah menarik perhatian guna untuk mendapatkan material yang lebih baik. Untuk itu, dilakukan berbagai penelitian dengan menggunakan polipropilena jenis homopolimer sebagai bahan dasarnya [8]. Homopolimer adalah jenis polimer dengan monomer penyusun yang sama dan berulang sepanjang rantainya, sedangkan jenis polimer yang memiliki monomer penyusun rantai yang berbeda disebut kopolimer. Kopolimer terbagi menjadi empat jenis yaitu kopolimer acak, beraturan, blok, dan cangkok [23].

Polipropilena umumnya memiliki kekuatan tarik 34 MPa (dengan *range* yang digunakan adalah 30-40 MPa) [22] dan nilai kekuatan tarik dari bahan baku polipropilena pada penelitian ini adalah 35,3 MPa. MFM yang digunakan untuk membuat lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek membutuhkan temperatur optimum sehingga digunakan temperatur MFM 180°C dan 190°C yang lebih tinggi

dari temperatur leleh dan temperatur maksimum penggunaan MFM untuk mencegah degradasi serat. Penggunaan temperatur MFM tersebut berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yao Peng (2015) dan Zampaloni (2007) [19,20]. Yao Peng (2015) membuat lembaran komposit polipropilena/serat kayu pada temperatur 180°C [20] dan Zampaloni (2007) membuat lembaran komposit polipropilena/kenaf pada temperatur 190°C [19].

2.3 Serat Kenaf

Kenaf (*Hibiscus cannabinus L*) merupakan tanaman yang berasal dari genus *Hibiscus* dan memiliki 300 spesies. Dari semua jenis serat alam, serat kenaf memiliki potensi yang lebih besar untuk dikembangkan daripada serat lainnya karena serat kenaf memiliki sifat mekanis yang baik [1]. Pada Tabel II.1 dapat disimpulkan bahwa serat kenaf memiliki kandungan selulosa yang banyak yaitu 72%, sedangkan pada Gambar II.2 menunjukkan bahwa serat kenaf dihasilkan dari kulit pohon. Dibandingkan dengan serat alam yang lain, serat kenaf mampu menghasilkan keuntungan ekonomis karena kesesuaiannya untuk digunakan sebagai bahan penguat papan partikel.

Metode yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit polipropilena/kenaf adalah *thermoforming*, *hot press* dan *compression molding*. Metode *thermoforming* dan *hot press* membuktikan bahwa metode ini memungkinkan untuk digunakan dalam pembuatan lembaran komposit polipropilena/kenaf. Sedangkan komposit polipropilena/kenaf dengan metode *compression molding* menunjukkan hasil kuat tarik dan kuat lentur yang lebih baik jika dibandingkan dengan komposit berpenguat serat alam lain dengan menggunakan metode yang sama [7].

Pembuatan komposit polipropilena/kenaf menggunakan *injection molding* juga sering dilakukan, karena alat ini telah digunakan oleh banyak peneliti pada pembuatan komposit berpenguat serat alam dalam waktu yang lama dan cocok untuk digunakan dalam berbagai industri. *Injection molding* juga dapat meningkatkan kekuatan tarik dan lentur dari komposit yang disebabkan oleh penyebaran serat yang merata selama menggunakan alat tersebut [2]. Sifat mekanis dari komposit seperti kuat tarik (*tensile strength*), kuat lentur (*flexural strength*),

dan tumbukan (*impact strength*) juga dipengaruhi oleh panjang serat [4]. Gambar II.3 merupakan penampakan dari pohon kenaf (kiri) dan serat kenaf (kanan).

Pada penelitian ini, digunakan granula komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 dan 0,2. Penggunaan fraksi massa serat kenaf dengan fraksi massa 0,1 dan 0,2 telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Oktariani, dkk (2018) melakukan pembuatan komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf 0,1 dan 0,2 menggunakan mesin *hot press* dengan hasil berbentuk lembaran komposit. Lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek dilakukan pengujian kekuatan tarik dan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang meningkat dari 26,15 MPa menjadi 27,44 MPa seiring dengan peningkatan fraksi massa serat kenaf [1].

Akhtar dkk (2016) juga melakukan pembuatan komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf 0,1 dan 0,2 menggunakan *injection molding*. Penelitian tersebut menghasilkan peningkatan nilai kekuatan tarik saat fraksi massa serat kenaf ditingkatkan, yaitu 21,50 MPa menjadi 23,00 MPa. Peningkatan nilai kekuatan tarik ini juga dipengaruhi oleh perlakuan alkali yang digunakan untuk proses delignifikasi serat kenaf sehingga serat kenaf memiliki permukaan yang lebih halus dan dapat memudahkan terjalinnya ikatan antarmuka yang kuat antara matriks polipropilena dan serat kenaf [2].



Gambar II.3 Pohon Kenaf dan Serat Kenaf

Sumber: Saba, 2014

2.4 Teknologi Pembuatan Komposit Polimer

2.4.1 *Compression Molding*

Metode *compression molding* sangat terkenal dalam proses manufaktur komposit berpenguat serat alam dikarenakan mudah untuk digunakan dan memiliki

waktu siklus yang singkat [7]. *Compression molding* umumnya digunakan untuk pembuatan komposit dengan matriks termoplastik dengan serat pendek dengan susunan acak, bentuk lembaran (*fiber mat*), maupun dengan serat berukuran panjang dengan susunan acak atau tersusun rapi. Penggunaan *compression molding* juga dapat digunakan pada komposit dengan matriks termoset. Umumnya, serat ditumpuk secara bergantian dengan lembaran matriks termoplastik sebelum diberi panas dan tekanan.

Viskositas matriks selama proses penekanan dan pemanasan harus dikontrol dengan hati-hati, terutama untuk pelapisan serat dan matriks yang banyak dan tebal, harus dipastikan bahwa matriks benar-benar tertanam pada ruang yang terdapat dalam serat. Komposit yang berkualitas baik dapat dihasilkan dengan mengendalikan viskositas, tekanan, waktu yang digunakan untuk menekan, temperatur dan jumlah serat dan matriks yang digunakan. Pengurangan dari kekuatan serat telah terbukti terjadi pada temperatur 150°C dan 200°C dengan pengurangan yang terjadi sebanyak 10% dalam waktu 10 menit [9].

2.4.2 Ekstrusi

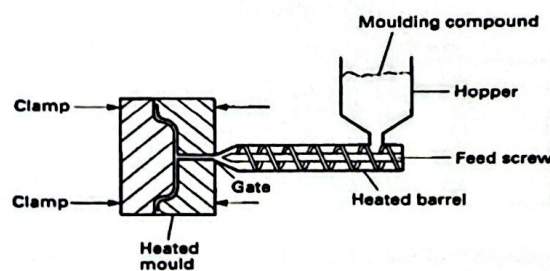
Proses ekstrusi adalah proses yang digunakan oleh industri plastik untuk memproduksi granula dan produk setengah jadi seperti *fiber mat*. Ekstruder memiliki sekrup tunggal (*single screw*) maupun ganda (*double screw*) dengan arah rotasi searah (*co-rotation*) dan berlawanan arah (*counter-rotation*). Sekrup tunggal digunakan ketika hasil pencampuran yang diinginkan tidak perlu terlalu tinggi (homogen). Ekstruder dengan sekrup ganda menghasilkan pencampuran yang terbaik dikarenakan mampu mendistribusikan serat secara merata ke dalam lelehan polimer termoplastik [7].

Bentuk matriks pada pembuatan komposit dengan polimer termoplastik adalah *pellet*, lalu dilunakkan dan dicampur dengan serat yang didistribusikan dengan sekrup tunggal maupun ganda yang berputar, ditekan dan dipaksa keluar dari ruang dalam keadaan stabil untuk dicetak melalui *die*. Kecepatan sekrup yang terlalu tinggi dapat menghasilkan udara terjebak, temperatur leleh yang terlalu tinggi, dan kerusakan serat pada komposit. Sedangkan temperatur rendah dapat menyebabkan

pencampuran yang buruk. Metode ini biasa digunakan untuk memproduksi bahan setengah jadi sebelum digunakan pada mesin *injection molding* [9].

2.4.3 Injection Molding

Penggunaan *injection molding* dapat digunakan untuk memproduksi komposit dengan matriks polimer termoplastik maupun termoset serta memungkinkan untuk memproduksi komponen dengan susunan geometris yang kompleks [5]. Dari produksi tersebut mampu menunjukkan bahwa penggunaan *injection molding* memiliki beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan *compression molding* yaitu kemampuan dalam menggunakan bahan daur ulang [7].



Gambar II.4 Proses *Injection Molding*

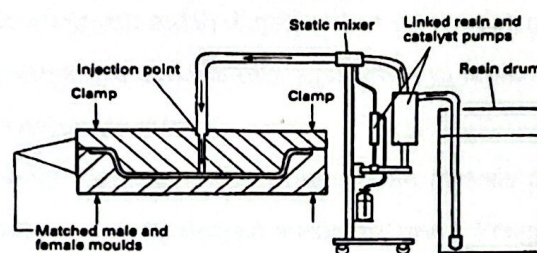
Sumber: Hollaway, 1994

Proses penggunaan *injection molding* dalam pembuatan komposit adalah dengan mencampurkan semua bahan seperti resin dan serat di dalam *hopper*. Kemudian campuran resin dan serat tersebut dipaksa masuk ke dalam *barrel* dengan menggunakan gaya gravitasi dan didorong oleh sekrup untuk menuju ke dalam cetakan. Selama proses yang terjadi di *barrel* menyebabkan serat terdegradasi. Oleh karena itu, hanya serat berukuran pendek dan susunan serat secara acak yang dapat digunakan dalam proses *injection molding* [6]. Viskositas matriks pada penggunaan *injection molding* untuk pembuatan komposit polimer berpenguat serat alam, menyebabkan kandungan serat yang bisa digunakan selama pemrosesan hanya dibatasi hingga 40% dari berat komposit secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan gesekan serat pada *injection molding* dapat mengurangi panjang serat [9]. Bagian mesin *injection molding* ditampilkan pada Gambar II.4.

2.4.4 Resin Transfer Molding

Resin transfer molding biasa digunakan untuk komposit berpenguat serat alam dengan polimer termoset sebagai matriksnya [7]. Proses pembuatan komposit

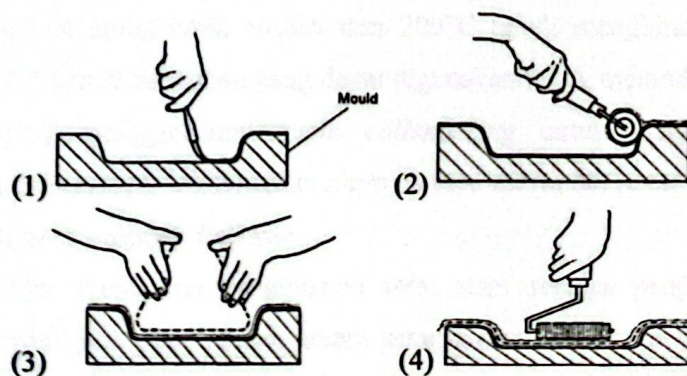
dengan metode *resin transfer molding* menggunakan cetakan yang memiliki penutup. Tahap awal dari penggunaan metode ini adalah serat penguat terlebih dahulu dibentuk sesuai cetakan dan diletakkan pada bagian *lower mold*. Setelah peletakan serat penguat, cetakan di tutup dengan meletakkan *upper mold* pada cetakan. Setelah cetakan tertutup, resin dipompa ke dalam cetakan oleh mesin vakum yang diinjeksikan di beberapa titik. Waktu pengisian resin bisa memakan waktu sepuluh menit atau lebih tergantung pada ukuran komponen dan konten serat [6]. Bagian mesin *resin transfer molding* ditampilkan pada Gambar II.5.



Gambar II.5 Proses *Resin Transfer Molding*
Sumber: Hollaway, 1994

2.4.5 Hand Lay Up

Metode pembuatan komposit secara *hand lay up* biasa digunakan untuk orientasi serat yang tidak searah terhadap matriks polimer [13]. Meskipun proses ini sulit untuk dilakukan, proses *hand lay up* masih banyak digunakan karena tidak membutuhkan pengeluaran yang tinggi dalam penggunaan cetakan maupun peralatan [6]. Berbagai tahapan yang dibutuhkan dari proses *hand lay up* secara garis besar ditunjukkan pada Gambar II.6.



Gambar II.6 Tahapan Proses *Hand Lay Up*

Sumber: Hollaway, 1994

Selama proses preparasi, terlebih dahulu mengaplikasikan *gel coat* yang digunakan sebagai perekat pada cetakan (1). Di waktu yang sama, resin dicampur menggunakan pengaduk di dalam wadah dan diaplikasikan dengan *roller* ke dalam cetakan (2). Resin murni yang berperan sebagai matriks dibiarkan di dalam cetakan hingga mengering sebelum dilapisi kembali dengan penguat. Bahan penguat yang biasa digunakan untuk metode *hand lay up* adalah serat yang berbentuk lembaran (*fiber mat*) yang telah dipotong sesuai dengan ukuran cetakan sebelum pencampuran resin (3). Pencampuran resin dan matriks dilakukan secara berulang, dan setelah lapisan komposit sudah diaplikasikan semua dan menjadi *laminat*, rol logam digunakan untuk menekan laminat agar hasilnya lebih rapat (4) [6].

2.4.6 Manual Forming Machine

Manual Forming Machine (MFM) merupakan metode pembuatan komposit dengan prinsip kerja yang sama dengan mesin *hot press*. Penggunaan MFM sangat mudah untuk dilakukan karena hanya menggunakan dua pelat panas untuk menekan matriks dan serat untuk membuat komposit. Matriks yang digunakan dalam metode ini tidak bisa dalam bentuk cairan karena akan sulit untuk mengatur viskositas matriks tersebut. Pada matriks dalam bentuk cairan, viskositas matriks harus rendah agar mudah teresap ke dalam ruang antar serat. Oleh karena itu, pengontrolan viskositas, tekanan, suhu, jenis serat dan matriks sangat diperlukan untuk menghasilkan komposit yang berkualitas.

Beberapa cacat kecil seperti gelembung udara dan hangus dapat mengurangi nilai kekuatan dan sifat mekanis komposit. Pengaturan temperatur untuk digunakan dalam proses ini harus lebih rendah dari 200°C untuk menghindari degradasi polimer [16]. Metode tambahan yang dapat digunakan untuk memodifikasi bentuk matriks adalah menggunakan mesin *callendering* untuk membuat matriks berbentuk lembaran agar lebih mudah diproses oleh mesin *hot press* [1].

2.5 Modifikasi Komposit Polimer

Kelemahan utama dari penggunaan serat alam sebagai penguat komposit adalah kompatibilitas yang rendah antara serat dan matriks, serta daya serap air yang relatif tinggi [7]. Polimer sebagai matriks juga memiliki berbagai kekurangan yang dapat mempengaruhi ikatan antara matriks dan seratnya. Oleh karena itu,

modifikasi serat alam dan matriks polimer dipertimbangkan dalam memodifikasi sifat permukaan serat untuk meningkatkan adesi dengan matriks yang digunakan.

2.5.1 Larutan Alkali

Perlakuan alkali atau merserisasi adalah salah satu metode kimia yang banyak digunakan pada serat alam sebelum digunakan sebagai penguat komposit. Tujuan dari perlakuan alkali adalah menghilangkan kandungan lignin, lilin, hemiselulosa, pektin, dan minyak yang melapisi permukaan luar dari dinding sel serat, sehingga dapat membuka lapisan selulosa untuk meningkatkan kinerja adesi yang mampu memperbaiki kekasaran permukaan. Perlakuan alkali juga dapat mengurangi diameter serat dan memodifikasi struktur selulosa untuk meningkatkan kristalinitas serat yang disebabkan oleh penghilangan bahan yang dapat menghalangi bagian kristalin dari selulosa [2,7].

Sifat tarik dan lentur dari komposit serat alam dengan perlakuan alkali sedikit lebih baik daripada komposit serat alam tanpa perlakuan dikarenakan perlakuan alkali telah meningkatkan kekuatan serat [4,9]. Dari beberapa penelitian ditemukan bahwa perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 6% terhadap serat kenaf menghasilkan hasil perawatan terbaik, bahkan kekuatan tarik dari serat kenaf dapat meningkat dengan menurunkan waktu pencelupan dan konsentrasi larutan [1,2,13].

2.5.2 Coupling Agent

Ikatan kimia terjadi ketika beberapa kelompok ikatan kimia pada permukaan serat dan di dalam matriks bereaksi untuk membentuk ikatan dan menghasilkan kekuatan pada bagian antarmuka komposit bergantung pada jenis dan densitas bahan. Ikatan kimia tersebut didapatkan dengan bantuan *coupling agent* yang bertindak sebagai jembatan antara serat dan matriks [9]. *Coupling agent* juga dapat membuat transfer beban yang lebih baik antara serat dan matriksnya [5].

Beberapa penelitian juga dilakukan untuk menurunkan sifat hidrofilik dari serat alam dengan penggunaan *coupling agent*. Terdapat dua jenis *coupling agent* yang umum digunakan dalam modifikasi komposit polimer berpenguat serat alam yaitu *silane coupling agent* dan *maleic anhydride*.

Silane coupling agent mampu memperbesar sifat hidrofilik ke dalam ikatan antarmuka serat, terutama jenis *amino-functional silane*. Oleh karena itu, pencampuran dengan *silane* yang bersifat hidrofobik dilakukan untuk mengurangi sifat hidrofiliknya dan juga menjadi jembatan dengan matriksnya yang bersifat hidrofobik. Salah satu contoh *silane* hidrofobik adalah fenil trimetoksisilan. Pada penelitian sebelumnya, permukaan serat kenaf dimodifikasi menggunakan *silane coupling agent* untuk meningkatkan adesi dengan matriks polimer. Hasil dari penggunaan *silane coupling agent* adalah interaksi ikatan antarmuka antara matriks dan serat lebih baik daripada serat tanpa *coupling agent* [7,9].

Penggunaan *maleic anhydride* tidak hanya digunakan untuk memodifikasi permukaan serat, namun juga membantu matriks polimer untuk mendapatkan ikatan antarmuka yang lebih baik dengan seratnya sehingga dapat meningkatkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tarik, kekuatan lentur dan kekakuan sama baiknya dengan kekuatan tumbukan (*impact strength*) [7,9]. *Maleic anhydride* biasanya digunakan dengan cabang polimer yang sama dengan matriksnya, seperti *maleic anhydride polypropylene* (MAPP) dengan tujuan untuk memastikan kesesuaian antara matriks dengan *coupling agent*. MAPP dapat bereaksi dengan gugus hidroksil pada permukaan serat dengan menghasilkan ikatan kovalen dan hidrogen [9].

Dari semua metode yang dilakukan untuk meningkatkan ikatan antarmuka komposit polipropilena dengan serat alam, penggunaan MAPP sebagai *coupling agent* dianggap sebagai metode yang paling baik. MAPP juga menunjukkan peningkatan pada sifat mekanis komposit terhadap penggunaan dengan serat alam berukuran pendek, hal ini dikarenakan transfer stres pada bagian antarmuka serat berlangsung dengan sangat baik [9].

2.5.3 Antioksidan

Antioksidan adalah bahan yang dapat melindungi material dari sifat destruktif yang dimiliki oleh oksigen dan prosesnya dikenal dengan nama degradasi oksidatif. Degradasi oksidatif dapat terjadi dikarenakan proses manufaktur berjalan dengan temperatur yang terlalu tinggi. Degradasi oksidatif dapat menyebabkan kerapuhan terhadap polimer dan penurunan sifat mekanisnya, untuk itu penambahan

antioksidan dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pemrosesan polimer dalam yang memerlukan temperatur tinggi [14]. Adapun jenis antioksidan yang biasa digunakan pada modifikasi serat alam adalah *Butylated Hydroxytoluene* (BHT), *Butylated 50 Hydroxyanisole* (BHA), *octadecyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate* (Irganox 1076), *pentaerythritol tetrakis(methylene (3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamate))* (Irganox 1010).

2.6 Kekuatan Tarik Komposit

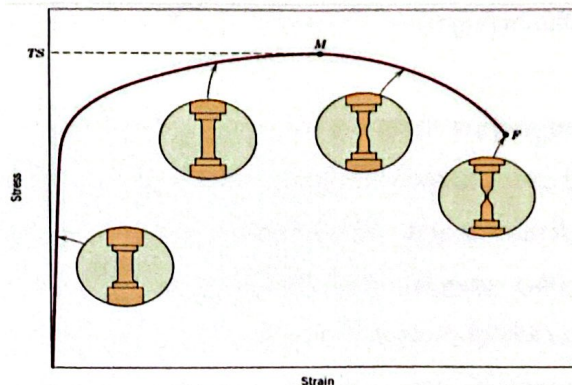
Kekuatan tarik merupakan hasil pengujian yang digunakan secara luas untuk komposit berpenguat serat alam [7]. Sifat-sifat yang diperoleh dari hasil uji tarik adalah kekuatan tarik (*tensile strength*), modulus elastisitas (*modulus of elasticity*) dan perpanjangan putus (*elongation at break*). Umumnya peningkatan pemuatan serat alam ke dalam polimer termoplastik seperti polipropilena dan polimer termoplastik yang lain, dapat menghasilkan penurunan perpanjangan putus namun dapat meningkatkan modulus elastisitas dan kekuatan tarik, sehingga komposit yang dihasilkan menjadi lebih kaku daripada polimer yang digunakan. Namun, peningkatan pemuatan serat juga dapat menurunkan nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit, dikarenakan kehadiran udara terjebak di dalam material komposit [27].

1. Kekuatan tarik

Setelah mendapatkan titik luluh, tegangan maksimum yang didapatkan oleh spesimen akan menyebabkan deformasi plastis pada spesimen. Pada Gambar II.7, titik M menunjukkan kekuatan tarik yang dihasilkan dan titik F merupakan patahan yang terjadi pada spesimen saat tegangan maksimum yang diterima oleh spesimen diterima terus-menerus [23]. Saat tegangan maksimum diaplikasikan pada spesimen namun belum terjadi patahan, perlahan-lahan spesimen akan mengalami penyempitan pada bagian leher sehingga disebut dengan *necking*.

Gambar II.7 menjelaskan proses perubahan yang terjadi pada spesimen saat tegangan diaplikasikan. Tegangan terbesar yang didapatkan oleh spesimen akan menghasilkan nilai kekuatan tarik (*tensile strength*). Kekuatan tarik ditunjukkan pada titik tegangan tertinggi pada kurva tegangan-regangan. Oleh karena itu,

kekuatan tarik dapat digunakan untuk menentukan kapasitas maksimum beban yang dapat diterima oleh spesimen [5].



Gambar II.7 Proses Perubahan Bentuk Spesimen
Sumber: Callister, 2014

2. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas, dengan nama lain modulus Young (E), adalah kemiringan dari kurva tegangan regangan pada daerah elastis. Modulus elastisitas digunakan untuk menghitung nilai dari deformasi (perpanjangan) [5] dan kekakuan (*stiffness*) dari spesimen [25]. Hubungan yang digunakan untuk menentukan modulus elastisitas adalah sesuai dengan hukum Hooke yaitu “ketika suatu bahan dimuat, dalam batas elastisnya, maka tegangan sebanding dengan regangan” [25] sehingga didapatkan rumus modulus elastisitas yang dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.1)$$

3. Perpanjangan putus

Perpanjangan putus yang dihasilkan oleh spesimen dikenal juga sebagai fraktur regangan. Perpanjangan putus adalah selisih dari panjang awal *gauge length* spesimen dengan panjang akhir *gauge length* spesimen saat terjadinya patahan. Nilai dari perpanjangan putus menunjukkan kemampuan spesimen untuk menahan perubahan bentuk tanpa terjadinya retakan pada spesimen [27].

Pada penelitian ini, pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Kekuatan tarik dari komposit serat alam lebih rendah dari serat sintesis, dikarenakan bahan yang kurang kaku dan rapuh [4], namun kekuatan serat merupakan faktor penting dalam proses pemilihan serat alam

dalam berbagai aplikasi. Pengujian kekuatan tarik mencerminkan sifat rata-rata serat melalui ketebalannya [7]. Pada Tabel II.2 dapat disimpulkan bahwa serat kenaf memiliki kekuatan tarik yang berada di pertengahan antara serat-serat alam yang lain.

Faktor-faktor pada proses pembuatan komposit berpenguat serat alam seperti perlakuan kimia, penggunaan bahan aditif, kandungan serat, bagian pengambilan serat dari pohonnya, orientasi serat, ikatan antara matriks dan serat, serta penyerapan air [30] dapat mempengaruhi hasil kekuatan tarik komposit sehingga digunakan *American Standard Testing and Material (ASTM)* sebagai acuan dalam pengujian kekuatan tarik material. Kondisi saat spesimen diuji juga dapat mempengaruhi hasil pengujian kekuatan tarik, seperti cara pengondisiannya, kecepatan dan temperatur pengujian, serta prosedur penggunaan alat [8]. Apabila terdapat kesalahan dalam pembuatan komposit, maka hasil yang didapatkan adalah hasil yang tidak normal (anomali). Faktor utama yang dapat menyebabkan kondisi tidak normal adalah penyebaran serat yang kurang merata, tidak dihasilkan ikatan yang baik antara matriks dan serat serta kesalahan pada teknik pembuatan komposit.

Tabel II.2 Sifat Mekanis Serat Alam

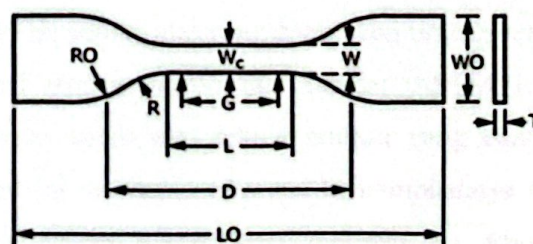
Serat	<i>Tensile strength</i> (MPa)	<i>Young's modulus</i> (GPa)	<i>Elongation at break</i> (%)
Abaka	400	12	3-10
Bagas	350	22	5,8
Bambu	290	17	-
Pisang	529-914	27-32	5,9
Sabut	220	6	15-25
Kapas	400	12	3-10
<i>Curaua</i>	500-1150	11,8	3,7-4,3
Linen	800-1500	60-80	1,2-1,6
Hemp	550-900	70	1,6
Yute	410-780	26,5	1,9
Kenaf	930	53	1,6
Nanas	413-1627	60-82	14,5
Rami	500	44	2
Sisal	610-720	9-24	2-3

Sumber: Sanjay, 2015

ASTM D638 dan ASTM D3039 merupakan standar yang sering digunakan dalam pengujian kekuatan tarik komposit berpenguat serat alam. Namun kedua

standar ini memiliki perbedaan dalam penggunaannya terhadap sampel, yaitu ASTM D638 dengan bentuk spesimen seperti *dogbone*, biasa digunakan untuk material plastik maupun komposit dengan matriks termoplastik berpenguat serat berukuran pendek. Sedangkan ASTM D3039 dengan spesimen berbentuk persegi panjang, biasa digunakan untuk komposit dengan matriks termoset berpenguat serat berukuran panjang atau anyaman. Standar yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTM D638 dan bentuk spesimen yang digunakan adalah tipe IV. Pemilihan tipe spesimen dilakukan berdasarkan ketebalan dari lembaran sampel yang dimiliki serta spesimen tipe IV digunakan untuk sampel dengan ketebalan 4 mm atau kurang [10]. Gambar II.8 menampilkan bentuk spesimen dari ASTM D638-14 tipe IV dan penjelasan mengenai Gambar II.8 dijelaskan pada Tabel II.3.

Dimensi, panjang spesimen, dan kecepatan yang digunakan berdasarkan standar ASTM yang digunakan. Banyak spesimen yang harus digunakan berbeda-beda dan untuk penggunaan ASTM D638 jumlah spesimen pengujian yang dianjurkan adalah 5 spesimen [10]. Pengujian kekuatan tarik melibatkan pemasangan spesimen uji ke dalam tempat pengujian dan memberikan tegangan kepada spesimen hingga spesimen patah. Gaya yang digunakan selama pengujian kekuatan tarik direkam pada komputer sebagai fungsi dari peningkatan panjang ukur di bagian tengah spesimen. Selama aplikasi tegangan, perpanjangan (*elongation*) dari panjang ukur bagian tengah spesimen dicatat sebagai pengaruh dari gaya yang diterapkan. Kurva tegangan-regangan (*stress-strain*) juga ditampilkan untuk menentukan nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) dan modulus elastisitas (*elastic modulus*).



Gambar II.8 Bentuk Spesimen ASTM D638-14 Tipe IV

Sumber: ASTM International D638-14, 2014

Tabel II.3 Keterangan Bagian Spesimen Komposit

Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)	Toleransi (mm)
WO	Lebar	19	+ 6,4
T	Tebal	4	-
W/W ₀	Lebar bagian yang sempit	6	± 0,5
RO	Radius luar	25	± 1
L	Panjang bagian yang sempit	33	± 0,5
G	Panjang pengukuran (<i>gauge length</i>)	25	± 0,13
R	Radius potongan	14	± 1
D	Jarak antar grip	65	± 5
LO	Panjang keseluruhan	115	-

Sumber: ASTM International D638-14, 2014

Susunan serat yang digunakan dalam pembuatan komposit polimer berpenguat serat alam merupakan faktor utama yang mempengaruhi sifat mekanis komposit, baik dalam hal kekuatan tarik, kekuatan lentur, maupun kekuatan tumbukan. Nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan sekitar 73% lebih baik untuk komposit dengan susunan serat yang rapi. Namun dengan kandungan serat yang lebih tinggi, nilai kekuatan tarik terbaik dihasilkan oleh komposit berpenguat serat berukuran pendek dengan susunan acak [9]. Adapun untuk aplikasi otomotif, kekuatan tarik komposit dengan nilai 20-40 MPa dapat digunakan sebagai bahan penyusun *dashboard* mobil [26].

2.7 Analisis Gugus Fungsi Komposit

Komposit dapat mengalami degradasi dengan proses yang dinamakan pemutusan atau pecahnya ikatan rantai polimer. Hal ini dapat menyebabkan pengurangan berat molekul. Gugus fungsi komposit mendapatkan pengaruh positif dan negatif karena pemutusan rantai ini. Pemutusan ikatan dapat terjadi akibat paparan radiasi, pengaruh reaksi kimia dan temperatur [23].

Spektroskopi FTIR adalah alat yang digunakan untuk menentukan vibrasi dari atom pada molekul dan menggunakan standar ASTM E1421. Spektroskopi inframerah merupakan salah satu teknik analisa yang banyak digunakan oleh banyak peneliti. Hal ini disebabkan karena kemampuannya mendeteksi berbagai jenis sampel, seperti cairan, bubuk, serat, maupun gas. Alasan lain penggunaan spektroskopi inframerah juga dikarenakan alat ini memiliki sensitivitas yang tinggi sehingga mampu memeriksa sampel yang sebelumnya tidak bisa diolah [11].


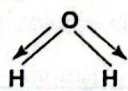
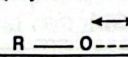
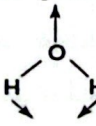
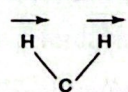
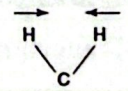
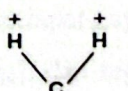
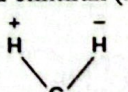
Kemajuan yang signifikan dari pengembangan spektroskopi inframerah adalah dengan kehadiran alat yang dikenalkan dengan nama *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR *Spectroscopy*) yang memiliki peningkatan kualitas terhadap spektrum inframerah yang dihasilkan dan meminimalisasi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan data. Peningkatan kualitas tersebut dihasilkan setelah perbaikan terhadap metode komputerisasi yang dilakukan secara konstan. Spektrum inframerah yang umumnya dihasilkan dengan melewatkan radiasi inframerah pada sampel untuk menentukan energi vibrasi yang diserap oleh sampel. Hasil dari penyerapan radiasi inframerah adalah bentuk puncak yang ditampilkan pada komputer yang menandakan frekuensi getaran yang dimiliki oleh molekul sampel [11]. Macam-macam jenis energi vibrasi yang diserap oleh sampel ditunjukkan pada Tabel II.4

Spektrum inframerah yang dihasilkan oleh spektroskopi FTIR merupakan pita transmisi (*transmittance*) dari energi vibrasi yang dihasilkan oleh sampel. Pita transmisi berupa bilangan gelombang dengan skala 400 cm^{-1} hingga 13.000 cm^{-1} yang terbagi menjadi tiga wilayah utama yaitu daerah inframerah jauh ($<400\text{ cm}^{-1}$), pertengahan ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) dan dekat ($13.000\text{--}4.000\text{ cm}^{-1}$). Pita transmisi merupakan kebalikan dari pita absorbansi, sehingga bilangan gelombang yang ditampilkan menurun dari kiri ke kanan [11]. Gambar II.9 merupakan spektrum inframerah dari polipropilena.

Pada umumnya, analisa gugus fungsi untuk komposit polimer berpenguat serat menggunakan daerah spektrum inframerah pertengahan ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) dan menggunakan kalium bromida (KBr). Pola spektrum inframerah juga biasa digunakan untuk menentukan orientasi molekul, struktur serat dan juga degradasi serat [2]. Penggunaan spektroskopi FTIR dipilih karena menawarkan cara yang mudah, efisien dan merupakan metode yang tidak akan merusak bahan. Identifikasi yang dihasilkan berdasarkan spektrum inframerah yang terkenal dan telah tersimpan pada basis data yang dimiliki oleh spektroskopi FTIR untuk mewakili berbagai jenis gugus fungsi kimia yang berbeda. Dikarenakan spektroskopi FTIR memiliki basis data mengenai gugus fungsi kimia dan spektrum inframerah dari berbagai bahan, spektroskopi FTIR juga memungkinkan untuk mendeteksi suatu

bahan yang belum diketahui kandungannya dengan menampilkan spektrum inframerah yang memiliki persamaan dengan basis data pada bagian sidik jari yang berada pada bilangan gelombang 1400-400 cm^{-1} [12].

Tabel II.4 Jenis Vibrasi Pada Spektroskopi FTIR

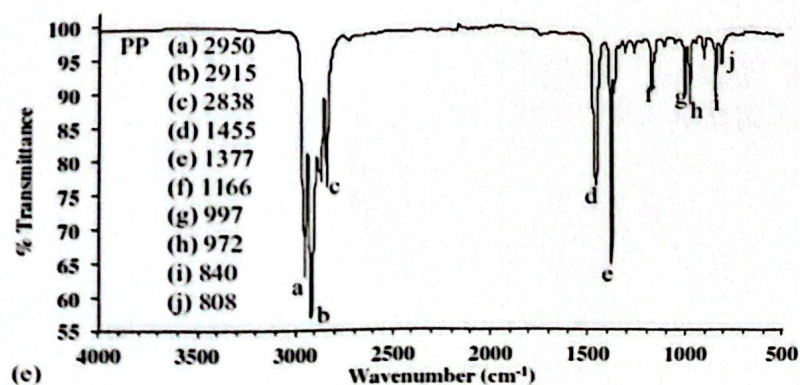
No	Jenis Vibrasi	Bentuk Lain
1	Regangan (<i>stretching</i>) 	Regangan Simetri (<i>symmetric stretching</i>) 
		Regangan Asimetri (<i>asymmetric stretching</i>) 
2	Bengkokan (<i>bending</i>) 	Goyangan (<i>rocking</i>) 
		Guntingan (<i>scissoring</i>) 
		Kibasan (<i>wagging</i>) 
		Pelintiran (<i>twisting</i>) 

Sumber: Stuart, 2004

Basis data yang dimiliki spektroskopi FTIR merupakan rangkuman dari berbagai jenis gugus fungsi yang dimiliki oleh molekul organik dan anorganik. Pada penelitian yang melibatkan penggunaan serat alam, tentu akan ditemukan banyak gugus fungsi yang berkaitan dengan molekul organik. Secara garis besar, terdapat 11 jenis molekul organik beserta turunannya yang terdapat dalam basis data spektroskopi FTIR, seperti yang dijabarkan pada Tabel II.5. Basis data mengenai molekul organik dan anorganik juga memuat letak bilangan gelombangnya, gugus fungsi yang terkandung beserta jenis vibrasinya. Sehingga

penggunaan spektroskopi FTIR dapat mempermudah pekerjaan untuk menentukan sifat kimia bahan [11].

Terdapat 3 jenis pita transmisi pada pola spektrum inframerah yang diukur melalui sumbu Y dari % transmisi yaitu pita lemah (puncak yang panjangnya sepertiga dari sumbu Y), pita sedang (puncak yang panjangnya setengah dari sumbu Y) dan pita kuat (puncak yang panjangnya hampir meliputi keseluruhan dari sumbu Y). Spektrum inframerah yang dimiliki oleh polipropilena pada Gambar II.9 menunjukkan bahwa pada butir a, b, dan c terjadi regangan molekul C-H (C-H *stretching*); butir d terdapat goyangan molekul CH₂ (CH₂ *rocking*); butir e terdapat goyangan molekul CH₃ (CH₃ *rocking*); butir f terdapat bengkokan molekul C-H (C-H *bending*), goyangan molekul CH₃ (CH₃ *rocking*), dan regangan gugus C-C (C-C *stretching*) yang terletak secara berturut-turut; butir g terdapat goyangan molekul CH₃ (CH₃ *rocking*), bengkokan molekul CH₃ (CH₃ *bending*), dan bengkokan molekul C-H (C-H *bending*) yang terletak secara berturut-turut; butir h terdapat goyangan molekul CH₃ (CH₃ *rocking*) dan regangan gugus C-C (C-C *stretching*); pada butir i menunjukkan goyangan molekul CH₂ (CH₂ *rocking*) dan regangan gugus C-CH₃ (C-CH₃ *stretching*); serta pada butir j terdapat goyangan molekul CH₂ (CH₂ *rocking*), regangan gugus C-C (C-C *stretching*), dan regangan gugus C-CH (C-CH *stretching*) yang terletak secara berturut-turut [12].



Gambar II.9 Hasil Analisa Spektrum Inframerah Polipropilena
Sumber: Jung, 2017

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Akhtar dkk (2016), pita yang muncul pada bilangan gelombang 3400 cm⁻¹ menunjukkan kehadiran dari gugus

fungsi –OH bebas pada molekul selulosa pada serat. Komposit polipropilena/kenaf tanpa perlakuan alkali memiliki ikatan hidrogen yang lebih besar daripada komposit polipropilena/kenaf dengan perlakuan alkali. Kemudian, kehadiran pita absorpsi pada bilangan gelombang 1650-1640 cm^{-1} disebabkan oleh kadar air yang terserap selama pembuatan komposit. Sedangkan pada serat kenaf dengan perlakuan alkali, puncak menghilang pada bilangan gelombang 605 cm^{-1} dan 1635 cm^{-1} yang menegaskan mengenai penghilangan lignin dan hemiselulosa setelah dilakukan perlakuan alkali pada serat kenaf [2].

Tabel II.5 Molekul Organik Dalam Basis Data Spektroskopi FTIR

Molekul Organik	Senyawa Turunan
Hidrokarbon Alifatik	Alkana Alkena Alkuna
Senyawa Aromatik	-
Senyawa dengan Kandungan Oksigen	Alkohol dan Fenol Eter Aldehida dan Keton Asam Karboksilat Anhidrida
Senyawa dengan Kandungan Nitrogen	Amina Amida
Senyawa dengan Kandungan Halogen	-
Senyawa Heterosiklik	-
Senyawa Boron	-
Senyawa Silikon	-
Senyawa Fosfor	-
Senyawa Sulfur	-
Spektrum Jarak Dekat	(berupa kombinasi dari beberapa gugus fungsi)

Sumber: Stuart, 2004

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan studi literatur pada bulan Juni-Oktober 2018. Pembuatan lembaran komposit dan spesimen dilakukan di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta pada bulan Desember 2018. Proses pengujian kekuatan tarik dilakukan di Laboratorium Polimer dan gugus fungsi di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta pada bulan Desember 2018 dan Januari 2019. Pengujian kekuatan tarik terhadap Polipropilena murni dilakukan pada bulan Maret 2019 di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Gambar dari alat-alat yang digunakan saat penelitian dapat dilihat pada Lampiran A.

1. Timbangan digital
2. Jangka sorong
3. Gunting
4. Plastik *wrap*
5. Plastik *zipper*
6. Cetakan lembaran komposit
7. Pisau cetakan spesimen ASTM D-638 tipe IV
8. Sarung tangan kulit dan rajut
9. *Manual Forming Machine* (MFM) tipe Cometech QC-601A
10. *Pneumatic Specimen Punch* tipe Cometech QC-603C
11. *Universal Testing Machine* (UTM) tipe Ibertest EUROTEST T-5 & T-5/E
12. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) *Spectroscopy* tipe Nicolet iS10

3.2.2 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang dibuat oleh Heryes dan Wulandari [29] di PT. Interaneka Lestari Kimia, Tangerang. Bahan yang dihasilkan berupa granula

komposit polipropilena/kenaf pendek dengan bahan baku pembuatan berupa resin Polipropilena sebagai matriks dengan jenis *Homopolymer Polypropylene Injection Grade* MAS 5402 dari PT. Polytama Propindo dan serat Kenaf pendek sebagai penguat dari PT. Global Agrotek Nusantara (GAN). Polipropilena yang digunakan untuk pengujian merupakan jenis yang sama dengan polipropilena pada granula komposit. Gambar dari granula komposit dan polipropilena terlampir pada Lampiran B. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Granula komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 sebanyak 75 gram.
2. Granula komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,2 sebanyak 75 gram.
3. Polipropilena murni sebanyak 75 gram.

3.3 Variabel

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini adalah:

1. Waktu pemanasan yang digunakan pada MFM selama 20 menit.
2. Kecepatan pengujian kekuatan tarik dengan UTM adalah 5kN.
3. Spesimen pengujian kekuatan tarik sebanyak 3 buah.

3.3.2 Variabel Berubah

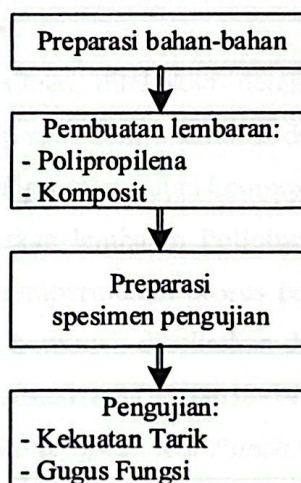
Variabel berubah adalah variabel yang sengaja dibuat dalam beberapa variasi selama penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hasil uji terbaik dari lembaran komposit yang telah dibuat. Variabel berubah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel III.1.

Variabel fraksi massa serat kenaf pendek dengan temperatur operasi MFM dibuat untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan gugus fungsi dari komposit polipropilena/kenaf pendek.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah preparasi bahan-bahan yang berupa penimbangan polipropilena murni dan granula komposit

polipropilena/kenaf pendek dan dilanjutkan dengan pembuatan lembaran polipropilena dan komposit menggunakan MFM. Setelah lembaran polipropilena dan komposit dihasilkan, dilakukan pemotongan pada lembaran polipropilena dan komposit untuk dijadikan spesimen menggunakan mesin *pneumatic specimen punch* sebelum digunakan untuk pengujian kekuatan tarik. Pengujian gugus fungsi komposit dilakukan dengan menggunakan lembaran komposit. Gambar III.1 menampilkan skema pembuatan lembaran polipropilena dan komposit polipropilena/kenaf pendek.



Gambar III.1 Skema Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek

Tabel III.1 Variasi Penelitian

Sampel	Fraksi Massa Serat Kenaf	Temperatur MFM (°C)
1	0,1	180
2	0,2	180
3	0,1	190
4	0,2	190

3.4.1 Pembuatan Lembaran Polipropilena dan Komposit

Proses pembuatan lembaran polipropilena komposit mula-mula dengan menyalakan mesin dan mengatur temperatur MFM 180°C dan 190°C serta waktu untuk pembuatan lembaran selama 20 menit, lalu letakkan polipropilena atau granula komposit di bagian tengah cetakan yang berbentuk persegi berukuran 20x20 cm dan ditutup. Setelah mesin mencapai temperatur yang ditentukan,

selanjutnya masukkan cetakan yang sudah berisi polipropilena atau granula komposit ke dalam MFM lalu didorong agar mengenai *upper plate* sehingga proses pemanasan bisa berlangsung. Jika proses pemanasan telah selesai dan telah terbentuk lelehan, tahap selanjutnya adalah menyalakan keran air yang berfungsi untuk mendinginkan lelehan komposit hingga mencapai 0°C. Jika temperatur MFM sudah mencapai 0°C, cetakan lembaran polipropilena atau komposit bisa dikeluarkan dari MFM dan diambil lembaran kompositnya. Gambar dari lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek dilampirkan pada Lampiran C.

3.4.2 Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan *Pneumatic Speciment Punch*. Pembuatan spesimen dilakukan dengan rentang waktu minimal satu jam setelah lembaran Polipropilena atau komposit dikeluarkan dari MFM. Hal ini bertujuan untuk membiarkan lembaran Polipropilena atau komposit menjadi kaku terlebih dahulu agar mempermudah proses pemotongan. Setelah satu jam, lembaran Polipropilena atau komposit didekatkan dengan cetakan yang memiliki mata pisau dengan bentuk sesuai ASTM D638-14 tipe IV, lalu diberi tekanan dengan menggunakan *Pneumatic Speciment Punch* untuk mendapatkan spesimen berbentuk *dogbone*. Gambar dari spesimen komposit polipropilena/kenaf pendek dilampirkan pada Lampiran D.

3.5 Tahap Pengujian

3.5.1 Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik komposit juga dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D638-14. Pembuatan spesimen untuk pengujian dilakukan menggunakan mesin *pneumatic specimen punch* dengan alat pencetak spesimen tipe IV berbentuk *dogbone*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan UTM dengan kecepatan pengujian sebesar 5kN dan panjang *grip* sebesar 65 mm. Banyaknya spesimen yang diuji adalah tiga spesimen untuk diperoleh rata-rata kekuatan tarik.

3.5.2 Gugus Fungsi Komposit

Pengujian gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung di dalam polipropilena dan komposit polipropilena/kenaf pendek. Standar yang digunakan adalah ASTM E1421. Sampel yang digunakan dalam pengujian sifat kimia adalah lembaran komposit polipropilena/kenaf pendek yang dipotong menjadi tiga bagian untuk diuji dengan sinar inframerah melalui satu titik dari masing-masing potongan komposit sehingga dalam satu sampel komposit memiliki 3 titik pengujian gugus fungsi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposit yang dihasilkan pada penelitian ini menggunakan dua jenis pengujian untuk mengetahui pengaruh fraksi massa serat kenaf pendek dan temperatur MFM terhadap kekuatan tarik dan sifat kimia komposit polipropilena/kenaf pendek. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekuatan tarik dan uji sifat kimia.

4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf Berukuran Pendek

Tabel IV.1 menunjukkan nilai kekuatan tarik komposit dari setiap masing-masing variasi. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan adalah nilai rata-rata dari 3 spesimen yang diuji. Kemudian data hasil uji kekuatan tarik dilakukan analisa berdasarkan pengaruh dari masing-masing variasi fraksi massa serat kenaf dan temperatur MFM.

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

Sampel	Fraksi Massa Serat Kenaf	Temperatur MFM (°C)	Hasil pengujian		Kekuatan Tarik Polipropilena Murni (MPa)
			Kekuatan Tarik Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek (MPa)	Standar Deviasi	
1	0,1	180	20,572	3,07	29,918
2	0,2		22,986	1,51	
3	0,1	190	24,284	2,15	29,225
4	0,2		19,639	3,00	

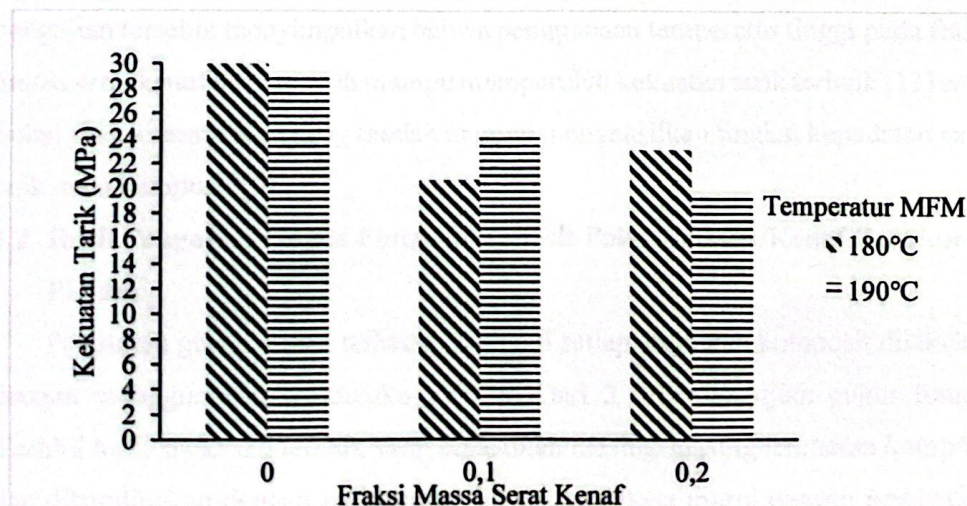
Berdasarkan nilai kekuatan tarik komposit polipropilena murni, hasil kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf pendek lebih rendah dari Polipropilena murni. Hal yang menyebabkan rendahnya kekuatan tarik yang dihasilkan yaitu serat kenaf yang digunakan sebagai penguat komposit tidak mengalami delignifikasi secara maksimal dan peran *coupling agent* untuk memperbaiki ikatan antarmuka matriks dan serat tidak berjalan dengan baik. Namun, komposit masih merupakan bahan yang layak digunakan karena ramah lingkungan dan biaya produksi rendah [4] dan

dengan kekuatan tarik sebesar 20 MPa hingga 24 MPa dapat digunakan untuk pembuatan *dashboard* mobil serta dapat menggantikan penggunaan ABS sebagai bahan dasarnya [26]. Kekuatan tarik komposit sebesar 19 MPa dapat digunakan sebagai komponen peredam suara pada mobil [28].

Keberadaan serat dengan fraksi massa yang tinggi akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi [2], namun hasil yang didapatkan pada penelitian ini berlawanan dengan pendapat tersebut. Penyebab lain dari penurunan kekuatan tarik seiring dengan penambahan serat selain ikatan antara matriks dan serat adalah ketidakmampuan serat untuk menerima transfer tegangan dari matriks [32]. Penggunaan serat pendek dan susunan serat acak juga dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit karena jika serat tidak cukup panjang untuk menerima tegangan, maka komposit akan cepat patah [33].

4.1.1 Pengaruh Fraksi Massa Kenaf Terhadap Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik yang dilakukan terhadap 3 spesimen pada 4 sampel penelitian dapat dilihat pada Tabel dan Gambar IV.1. Pada gambar tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa perbedaan fraksi massa serat kenaf pendek dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari suatu spesimen.



Gambar IV.1 Pengaruh Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek pada Granula

Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek terhadap Kekuatan Tarik

Pengaruh fraksi massa serat kenaf pendek terhadap kekuatan tarik mengalami penurunan dan kenaikan pada kondisi tertentu. Pada Gambar IV.1 dapat diketahui

bahwa kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh komposit polipropilena/kenaf pendek pada sampel 3 dengan fraksi massa serat kenaf 0,1 sebesar 24,284 MPa dan kekuatan tarik terendah dihasilkan oleh sampel 4 komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,2 sebesar 19,639 MPa, sehingga penambahan fraksi massa serat kenaf pendek dapat menyebabkan nilai kekuatan tarik semakin menurun karena ikatan antara polipropilena dan serat kenaf yang kurang baik [7].

4.1.2 Pengaruh Temperatur MFM Terhadap Kekuatan Tarik

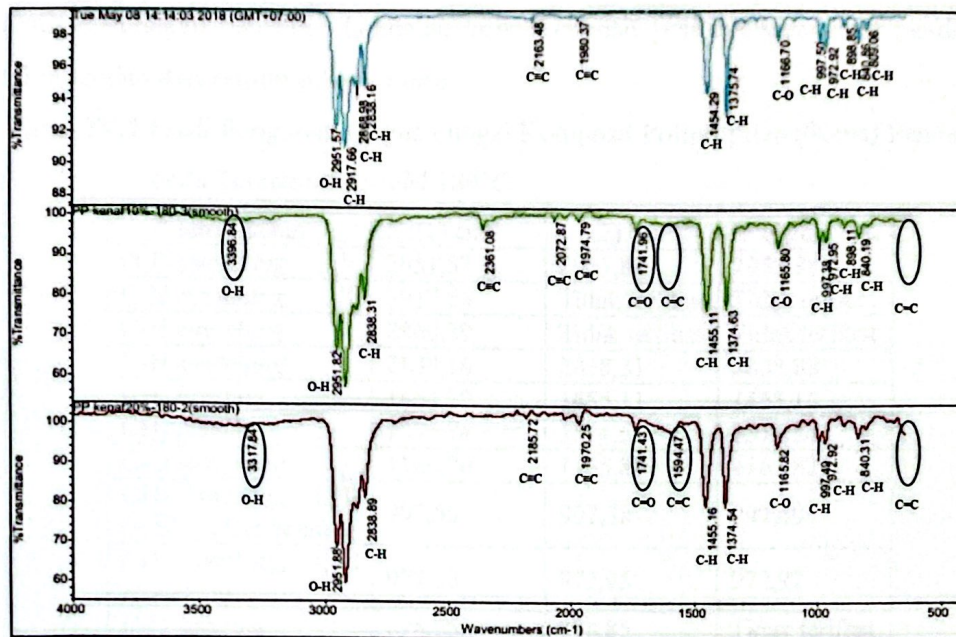
Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar IV.1, dapat diambil kesimpulan bahwa temperatur MFM mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari suatu spesimen. Pengaruh temperatur MFM terhadap kekuatan tarik mengalami penurunan dan kenaikan pada kondisi tertentu. Pada Gambar IV.1 dapat diketahui bahwa kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh sampel 3 komposit polipropilena/kenaf pendek dengan temperatur MFM 190°C yaitu 24,284 MPa pada fraksi massa serat kenaf pendek 0,1.

Hasil kekuatan tarik dari sampel 3 komposit polipropilena/kenaf pendek lebih tinggi dari sampel 1 dengan temperatur MFM 180°C yaitu 20,572 MPa. Hasil pengujian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan temperatur tinggi pada fraksi massa serat kenaf yang rendah mampu memperoleh kekuatan tarik terbaik [13] serta fraksi massa serat kenaf yang rendah mampu menghasilkan tingkat kepadatan yang baik pada komposit [9].

4.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Berukuran Pendek

Pengujian gugus fungsi terhadap 3 titik di setiap lembaran komposit dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Dari 3 titik pengujian gugus fungsi, diambil hasil spektrum terbaik yang dihasilkan masing-masing lembaran komposit dan dibandingkan dengan spektrum milik polipropilena murni dengan pembagian berdasarkan temperatur MFM yang digunakan serta menganalisa komponen yang terdapat pada komposit polipropilena/kenaf pendek. Tabel IV.2 dan Tabel IV.3 merupakan penjabaran hasil pengujian gugus fungsi dan jenis ikatan yang dimiliki

oleh polipropilena pada komposit polipropilena/kenaf pendek dari Gambar IV.2 dan Gambar IV.3.



Gambar IV.2 Spektrum Inframerah Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 180°C

4.2.1 Hasil Pengujian Gugus Fungsi pada Temperatur MFM 180°C

Pada Gambar IV.2, spektrum inframerah berwarna biru menunjukkan pola spektrum polipropilena murni dengan notasi angka pada Tabel IV.2 adalah (1), warna hijau untuk komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 (2) dan warna merah untuk komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,2 (3). Pada gambar tersebut, terdapat lingkaran berwarna hitam yang menunjukkan keberadaan serat pada komposit polipropilena/kenaf pendek.

Puncak dengan bilangan gelombang 3400 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan gugus -OH pada selulosa [2]. Bilangan gelombang 1741 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan gugus C=O yang merupakan gugus fungsi MA dari *coupling agent* MAPP. Keberadaan gugus C=O pada komposit menunjukkan bahwa ikatan antara matriks dan serat tidak terjalin dengan baik, karena gugus fungsi MA tidak berikatan dengan gugus -OH. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Idumah, dkk (2015) bahwa pada bilangan gelombang 1741 cm⁻¹ terjadi proses esterifikasi

antara gugus C=O dengan gugus -OH pada serat. Reaksi esterifikasi yang terjadi menyebabkan hilangnya puncak pada spektrum FTIR. [17]. Keberadaan gugus C=O merupakan penyebab kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf pendek lebih rendah dari polipropilena murni.

Tabel IV.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 180°C

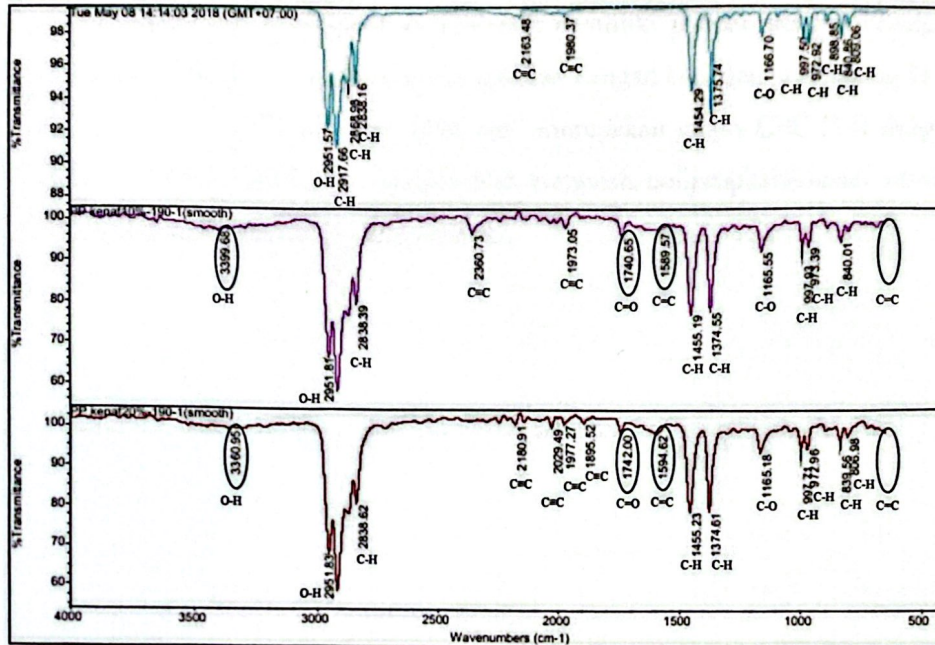
Jenis Ikatan	(1) cm ⁻¹	(2) cm ⁻¹	(3) cm ⁻¹
O-H <i>stretching</i>	2951,57	2951,82	2951,88
C-H <i>stretching</i>	2917,66	Tidak terlihat	Tidak terlihat
C-H <i>stretching</i>	2868,39	Tidak terlihat	Tidak terlihat
C-H <i>stretching</i>	2838,16	2838,31	2838,89
CH ₂ <i>bending</i>	1454,29	1455,11	1455,16
CH ₃ <i>bending</i>	1375,74	1374,63	1374,54
C-O <i>stretching</i>	1166,70	1165,80	1165,82
CH ₃ <i>rocking</i> , CH ₃ <i>bending</i> , CH <i>bending</i>	997,50	997,38	997,49
CH ₃ <i>rocking</i> , C-C <i>stretching</i>	972,92	972,95	972,92
C-H <i>bending</i>	898,85	898,85	Tidak terlihat
CH ₂ <i>rocking</i> , C-CH ₃ <i>stretching</i>	840,86	840,19	840,31
CH ₂ <i>rocking</i>	809,06	Tidak terlihat	Tidak terlihat

Keberadaan lignin dan hemiselulosa ditunjukkan pada bilangan gelombang 1595 cm⁻¹ dan 605 cm⁻¹ yaitu gugus C=C pada serat. Keberadaan gugus C=C ini merupakan penentu keberhasilan penggunaan perlakuan alkali terhadap serat kenaf, yaitu dengan hilangnya puncak ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan alkali telah berjalan dengan baik [2]. Pada spektrum FTIR yang dihasilkan dapat disimpulkan hanya komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 yang berhasil dalam menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa dengan maksimal.

4.2.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi pada Temperatur MFM 190°C

Pada Gambar IV.3 menunjukkan bahwa gugus fungsi komposit polipropilena/kenaf pendek dengan temperatur MFM 190°C tidak jauh berbeda dengan gugus fungsi komposit polipropilena/kenaf pendek dengan temperatur MFM 180°C yang ditunjukkan pada Gambar IV.2. Terdapat tiga spektrum inframerah pada Gambar IV.3, yaitu spektrum berwarna biru untuk polipropilena

murni dengan notasi angka pada Tabel IV.3 adalah (1), ungu untuk komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 (2), dan merah untuk komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,2 (3).



Gambar IV.3 Spektrum Inframerah Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 190°C

Tabel IV.3 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek pada Temperatur MFM 190°C

Jenis Ikatan	(1) cm ⁻¹	(2) cm ⁻¹	(3) cm ⁻¹
O-H stretching	2951,57	2951,81	2951,83
C-H stretching	2917,66	Tidak terlihat	Tidak terlihat
C-H stretching	2868,39	Tidak terlihat	Tidak terlihat
C-H stretching	2838,14	2838,31	2838,89
CH ₂ bending	1454,29	1455,19	1455,23
CH ₃ bending	1375,74	1374,61	1374,55
C-O stretching	1166,70	1165,55	1165,18
CH ₃ rocking, CH ₃ bending, CH bending	997,50	997,71	997,93
CH ₃ rocking, C-C stretching	972,92	972,39	972,96
C-H bending	898,85	Tidak terlihat	Tidak terlihat
CH ₂ rocking, C-CH ₃ stretching	840,86	840,01	839,56
CH ₂ rocking	809,06	Tidak terlihat	806,98

Spektrum FTIR pada Gambar IV.3 menunjukkan bahwa proses perlakuan alkali tidak berjalan dengan baik karena masih terdapat puncak dengan bilangan gelombang 1590 cm^{-1} yang menunjukkan keberadaan lignin dan hemiselulosa pada serat dan peran *coupling agent* untuk memperbaiki ikatan antarmuka matriks dengan serat belum maksimal karena masih memiliki puncak dengan bilangan gelombang 1740 cm^{-1} . Puncak yang ditunjukkan dengan bilangan gelombang 2180 cm^{-1} , 2029 cm^{-1} , 1977 cm^{-1} , dan 1895 cm^{-1} merupakan gugus $\text{C}\equiv\text{C}$ [24] dengan jumlah terbanyak yang hanya dimiliki oleh komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,2.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian serta analisa data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 sebesar 24,284 MPa. Adapun pengaruh temperatur MFM pada komposit polipropilena/kenaf pendek menunjukkan bahwa kenaikan temperatur MFM dapat menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi.
2. Pada sampel komposit polipropilena/kenaf pendek dengan fraksi massa 0,1 terlihat hilangnya puncak dengan bilangan gelombang 1590 cm^{-1} pada spektrum FTIR yang menunjukkan bahwa proses delignifikasi serat berjalan maksimal. Keberadaan puncak dengan bilangan gelombang 1740 cm^{-1} menunjukkan bahwa gugus fungsi MA dari *coupling agent* belum berikatan dengan gugus OH pada serat sehingga ikatan antara serat dengan matriks belum terjalin dengan baik dan menjadi penyebab kekuatan tarik komposit polipropilena/kenaf pendek lebih rendah dari polipropilena murni.

5.2 Saran

Berdasarkan pada data hasil pengujian serta analisa data didapatkan saran sebagai berikut:

1. Melakukan analisa gugus fungsi dengan spektrum FTIR terhadap serat kenaf.
2. Menambahkan antioksidan agar granula komposit lebih tahan terhadap suhu tinggi selama pembuatan lembaran komposit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Oktariani, E., Widjajanti, R., Ahsan, S., Putra, R. P. A., Amir, F., Heryes, L. J., Wulandari, A., "Sifat Mekanis Polipropilena Berpenguat Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Fraksi Massa dan Talk", *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Palembang, 2018.
2. Akhtar, M. N., Sulong, A. B., Radzi, M. K. F., Ismail N. F., Raza. M. R., Muhammad, N., Khan, M. A., "Influence of Alkaline Treatment and Fiber Loading on The Physical and Mechanical Properties of Kenaf /Polypropylene Composites for Variety Application", *Elsevier Progress in Natural Science: Materials International*, Pakistan, 2016.
3. Balittas, "Biologi Tanaman Kenaf", Balai Penelitian Tanaman Bakau Tembaku Malang, 2009.
4. Sanjay, M. R., Arphita, G. R., Yogesha, B., "The 4th International Conference on Material Processing and Characterization", p.2958-2967, 2015.
5. Mallick, P. K., "Fiber Reinforced Composite: Materials, Manufacturing and Design" (3rd edition), Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, 2007.
6. Hollaway, Leonard. (Eds), "Handbook of Polymer Composites for Engineers", Woodhead Publishing Ltd, England, 1994.
7. Faruk, Omar., Bledzki, A.K., Fink, Hans-Peter., Sain, Mohini., "Biocomposites Reinforced with Natural Fibers: 2000-2010", *Elsevier Progress in Polymer Science*, Canada, 2012.
8. Karian, Harutun G., "Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites", Marcel Dekker Inc, New York, 1999.
9. Pickering, K. L., Effendy, Aruan M. G., & Le, T, M., "A Review of Recent Developments in Natural Fibre Composites and Their Mechanical Performance", *Elsevier Composites: Part A*, New Zealand, 2015.
10. ASTM International "Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics" ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

11. Stuart, Barbara., "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Application", John Wiley & Sons, Ltd., 2004.
12. Jung, Melisa R., Horgen F. D., Orski, S. V., Rodriguez, V., Beers, K. L., Balazs, G. H., Jones, T. T., Work, T. M., Brignac, K. C., Royer, S., Hyrenbach, K. D., Jensen, B. A., Lynch, J. M., "Validation of ATR-FTIR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organism", Elsevier Marine Pollution Bulletin, United States, 2017.
13. Saba, N., Paridah, M. T., Jawaid., "Mechanical Properties of Kenaf Fibre Reinforced Polymer Composites: A Review", Elsevier Construction and Building Materials, Malaysia, 2014.
14. Haema, K., Piroonpan, T., Taechutrakul, S., Kempanichkul, A., Pasanphan, W., "Piperidine-Conjugated Polyfunctional Star-Shaped PLLA as A Novel Bio-Based Antioxidant Additive for Bioplastics", Elsevier Polymer Degradation and Stability, Thailand, 2017.
15. Thomas S., Kuruvilla J., Sant K. M., Koichi G., & Meyyarappallil, S. S., "Polymer Composites: Volume 1 (1st ed)", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGa, 2012.
16. Ho Mei-po., Wang Hao., Lee Joong Hee., Ho Chun-kit., Lau Kin-tak., Leng Jinsong., Hui David., "Critical Factors on Manufacturing Processes of Natural Fibre Composites", Elsevier Composites: Part B, Australia, 2011.
17. Idumah, C. I., Hassan, A., "Characterization and Preparation of Conductive Exfoliated Graphene Nanopelets Kenaf Fibre Hybrid Polypropylene Composites", Elsevier Synthetic Metals, Malaysia, 2015.
18. M. Haameem J. A., Majid, M. S. A., Afendi, M., Marzuki, H. F. A., Fahmi, L., Gibson, A. G., "Mechanical Properties of Napier Grass Fibre/Polyester Composites", Elsevier Composites Structures, Malaysia, 2015.
19. Zampaloni, M., Pourboghrat, F., Yankovich, S. A., Rodgers, B. N., Moore, J., Drzal, L. T., Mohanty, A. K., Misra, M., "Kenaf Natural Fiber Reinforced Polypropylene Composites: A Discussion on Manufacturing Problems and Solutions", Elsevier Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, USA, 2007.

20. Yao Peng, Ru Liu, Jinzhen Cao, "Characterization of Surface Chemistry and Crystallization Behavior of Polypropylene Composites Reinforced with Wool Flour, Cellulose, and Lignin during Accelerated Weathering", Elsevier Applied Surface Science, China, 2015.
21. Maddah, H. A., "Polypropylene as A Promising Plastic: A Review", American Journal of Polymer Science, Saudi Arabia, 2016.
22. Bledzki, A. K., Sperber, V. E., Faruk, O., "Natural and Wood Fibre Reinforcement in Polymers (Volume 13)" Rapra Technology Ltd., United Kingdom, 2002.
23. Callister, W.D., Rethwisch, D.G., "Material Science and Engineering: An Introduction", (9th edition), John Wiley & Sons, Ltd., 2014.
24. Bakri, M. K. B., Jayamani, E., Hamdan, S., "The 5th International Conference on Material Processing and Characterization", p.2871-2878, 2016.
25. Askeland, D. R., Phule, P. P., "The Science and Engineering of Materials", Thomson Canada Ltd., Canada, 2018.
26. Herwandi, Sugianto, Somawardi, Subhan, M., "Pengaruh Volume Serat Rekel Terhadap Kekuatan dan Impact Komposit Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil", Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Jakarta, 2014.
27. Petroudy, S. R. D., "Physical and Mechanical Properties of Natural Fibers", Elsevier Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction, Iran, 2017.
28. Leao, A. L., Rowell, R., Tavares, N., "Application of Natural Fibers in Automotive Industry in Brazil-Thermoforming Process", Science and Technology of Polymers and Advanced Materials, New York, 1998.
29. Heryes, L. J., Wulandari, A., "Pembuatan Komposit Polipropilena-Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Komposisi Serat Kenaf Pendek Terhadap Sifat Termal", skripsi, tidak diterbitkan, Jurusan Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, 2018.

30. Tezara, C., Siregar, J. P., Lim, H. Y., Fauzi, F. A., Yazdi M. H., Moey, L. K., Lim, J. W., "Factors that Affect The Mechanical Properties of Kenaf Fiber Reinforced Polymer: A Review", *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, Malaysia, 2016.
31. Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T., "Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites", Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, 2005.
32. Lai, C. Y., Sapuan, S. M., Ahmad, M., Yahya, N., Dahlan, K. Z. H. M., "Mechanical and Electrical Properties of Coconut Coir Fiber Reinforced Polypropylene Composites", *Journal of Polymer Plastics Technology and Engineering*, Malaysia, 2005.
33. Rashed, H. M. M. A., Islam, M. A., Rizvi, F. B., "Effect of Process Parameters on Tensile Strength of Jute Fiber Reinforced Thermoplastic Composites", *Journal of Naval Architecture and Marine Engineering*, Bangladesh, 2006.

LAMPIRAN A

ALAT



Timbangan Digital



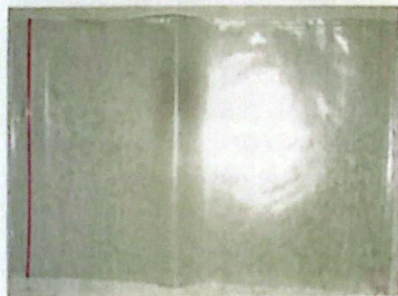
Timbangan Digital



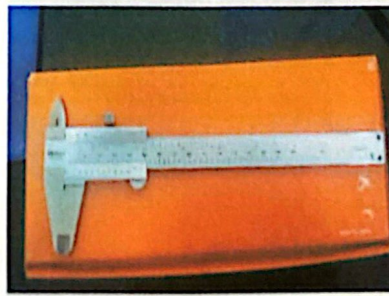
Gunting



Plastik *Wrap*



Plastik *Zipper*



Jangka Sorong



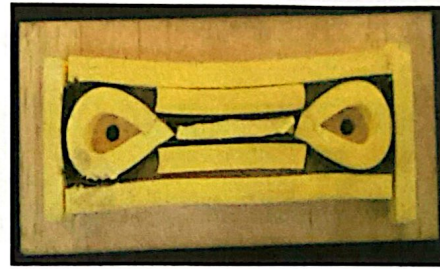
Sarung Tangan Kulit



Sarung Tangan Rajut



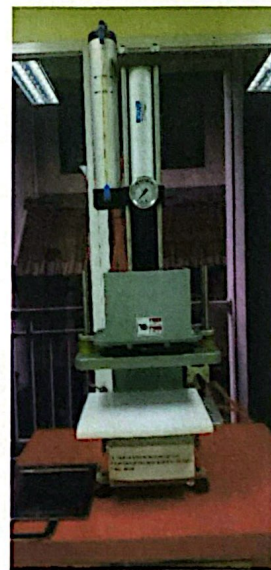
Cetakan Lembaran Komposit



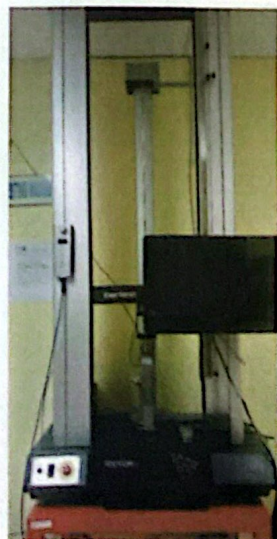
Pisau Cetak Spesimen



Manual Forming Machine (MFM)



Pneumatic Specimen Punch



Universal Testing Machine (UTM)



Spektroskopi FTIR

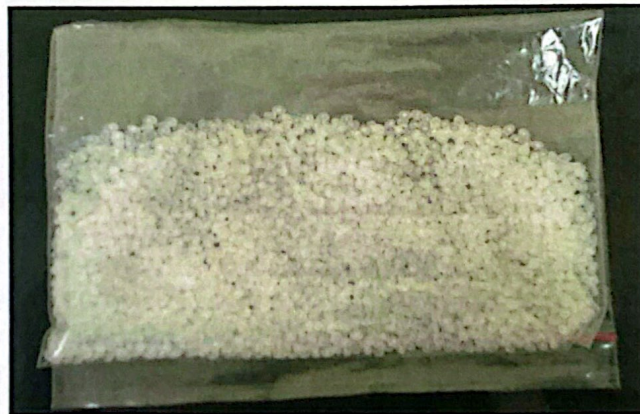
LAMPIRAN B

BAHAN



Granula Komposit Polipropilena/Kenaf Pendek

(Dari kiri ke kanan: granula komposit polipropilena/kenaf dengan fraksi massa serat kenaf pendek 0,1 dan 0,2)



Granula Polipropilena

LAMPIRAN C

LEMBARAN KOMPOSIT POLIPROPILENA/KENAF PENDEK



Lembaran Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,1;
Temperatur MFM 180°C



Lembaran Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,1;
Temperatur MFM 190°C



Lembaran Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,2;
Temperatur MFM 180°C



Lembaran Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,2;
Temperatur MFM 190°C



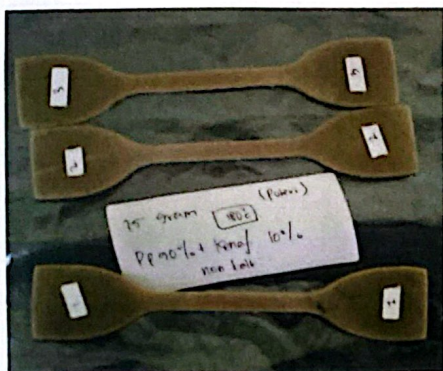
Lembaran Polipropilena
(Temperatur MFM 180°C)



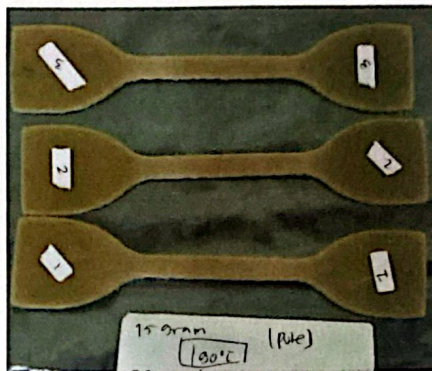
Lembaran Polipropilena
(Temperatur MFM 190°C)

LAMPIRAN D

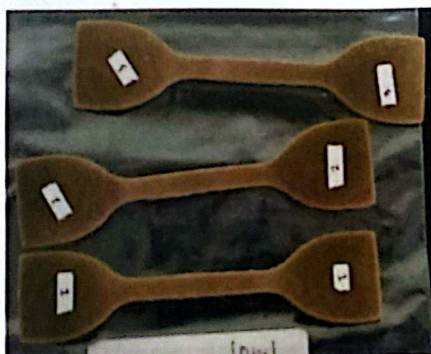
SPEKIMEN KOMPOSIT POLIPROPILENA/KENAF PENDEK



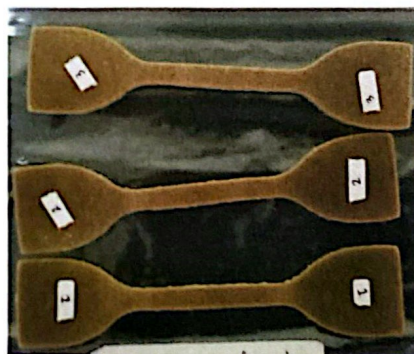
Spesimen Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,1;
Temperatur MFM 180°C



Spesimen Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,1;
Temperatur MFM 190°C



Spesimen Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,2;
Temperatur MFM 180°C



Spesimen Komposit
Polipropilena/Kenaf Pendek dengan
Fraksi Massa Serat Kenaf Pendek 0,2;
Temperatur MFM 190°C



Spesimen Polipropilena
(Temperatur MFM 180°C)



Spesimen Polipropilena
(Temperatur MFM 190°C)