

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI
KOMPOSIT POLIPROPILENA SERAT KENAF PENDEK
(Juni 2018-Juni 2019)

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

**DATA BUKU PERPUSTAKAAN**

Tgl Terima

10/08/22

No Induk Buku

560/TKP/SB/TA122

OLEH:**RIZKA AMALIA****1515036**

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

SUMBANGAN ALUMNI

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

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS
AKHIR**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA SERAT KENAF PENDEK

DISUSUN OLEH :

NAMA : RIZKA AMALIA

NIM : 1515036

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

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

Jakarta, Juni 2019

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004


Dosen Pembimbing








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

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Rizka Amalia
 NIM : 1515036
 Judul Tugas Akhri : Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena Serat Kenaf Pendek
 Pembimbing : Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
30-06-2018	Bab I	Diskusi topik Penelitian	
13-07-2018	Bab II	Diskusi Mengenai literatur yang dibahas.	
16-07-2018	Bab II	Diskusi Mengenai alat Pengujian & Metode Penggunaannya.	
25-08-2018	Bab II	Presentasi Jurnal "Preparation & Mechanical Properties of high-Performance short ramme fiber-reinforced Polipropitene Composites"	
27-10-2018	Bab II	Diskusi Mengenai Variasi penelitian	
11-12-2018	Bab III	Membuat Matriks penelitian	
20-12-2018	Bab III	Diskusi Mengenai penggunaan Mesin Manual forming & Pneumatic spesimen punch.	
29-01-2019	Bab IV	Melaporkan hasil pembuatan lembaran Komposit dengan Mesin Manual forming	
20-03-2019	Bab IV	Melaporkan hasil pembuatan spesimen Komposit dengan Pneumatic spesimen punch	
27-01-2019	Bab IV	Melaporkan hasil kekuatan tarik Komposit	
24-05-2019	Bab IV	Melaporkan hasil Spektrum FTIR	
27-05-2019	Bab I	Bimbingan Mengenai laporan tugas Akhir Bab I	
29-05-2019	Bab I	Perbaiki format laporan Bab I	

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
11-06-2019	Bab I	Bimbingan Laporan Tugas Akhir (revisi cover, lembar bimbingan = Bab I)	
17-06-2019	Bab III & IV	Perbaiki Judul (format), Diagram alir & tabel FTIR	
24-06-2019	Bab III & IV	Perbaiki Diagram alir & Bab IV	
28-06-2019	Bab I, II, IV	Perbaiki bab I (rumusan masalah, Tujuan) <ul style="list-style-type: none"> Bab II (Pengujian kekuatan tarik gugus fungsi) Bab IV (grafik FTIR) 	
1-07-2019	Bab IV	Revisi Penulisan & penandatanganan laporan Tugas akhir & Proposal Tugas akhir.	

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:

ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN GUGUS FUNGSI KOMPOSIT
POLIPROPILENA SERAT KENAF PENDEK

DISUSUN OLEH :

NAMA : RIZKA AMALIA

NIM : 1515036

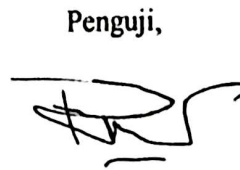
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer Politeknik STMI Jakarta pada hari Jumat, 26 Juli 2019.

Jakarta, Agustus 2019

Penguji,


Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng
NIP.19850511201402001

Penguji,


Ir. Rochmi Widajanti, M.Eng
NIP.195609101984032002

Penguji,


Syaiful Ahsan, S.T., M.T.
NIP.198407162014021001

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 : Rizka Amalia

NIM : 1515036

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul: Analisis Kekuatan Tarik dan Gugus Fungsi Komposit Polipropilena Serat Kenaf Pendek

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

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

Jakarta, Juni 2019

Yang Membuat Pernyataan



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta. Laporan Tugas Akhir ini mungkin tidak dapat berjalan lancar apabila tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, untuk itu penulis ingin berterimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
4. Ibu Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing penulis sampai terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Syaiful Ahsan, S.T., M.T selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah mengizinkan penulis melaksanakan preparasi dan uji laboratorium.
6. Bapak Dahrul Hidayah, A.Md., Bapak Samsudin, S.T., dan Ibu Ida Nur Apriani S.S.T., M.Si selaku Instruktur Laboratorium yang telah membantu penulis saat melaksanakan preparasi dan uji laboratorium.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi doa yang tiada henti dan dukungan.
8. Dinda Pangesti, Isnainia Nurul Hafizhah, Syamrizal, Muhammad Hafizan, Puteri Husnia Zahira, Dian Resti Handayani dan Ezra selaku rekan dalam Tugas Akhir Penelitian ini yang telah banyak membantu dan mendukung penulis.
9. Naurah Hanun Salsabila dan Shalihah Amirah, selaku sahabat yang telah banyak memberikan dukungan serta semangat yang tiada henti untuk penulis.

10. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2015 selaku kawan seperjuangan.
11. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini terdapat adanya kekurangan. Sehingga penulis sangat terbuka terhadap saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Semoga semua kebaikan pihak yang membantu penulis dapat dibalas oleh Allah SWT dan semoga Laporan Tugas Akhir Penelitian ini dapat bermanfaat untuk semua.

Jakarta, Juni 2019

Penulis

ABSTRAK

Saat ini bahan komposit serat alam banyak digunakan dan telah diaplikasikan dalam berbagai bidang industri seperti konstruksi bangunan, otomotif dan interior. Serat kenaf memiliki potensi dan sifat mekanis yang baik dalam pembuatan komposit. Pada tugas akhir ini digunakan granula komposit polipropilena/serat kenaf/talk dan tanpa talk sebagai bahan penelitian. Serat kenaf yang digunakan berukuran pendek (± 5 mm) dengan berat serat kenaf sebanyak 15%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis gugus fungsi dan mengetahui nilai kekuatan tarik komposit terbaik dengan variasi temperatur operasi di mesin *manual forming* serta keberadaan talk yang diamati dalam penelitian ini. Metode yang digunakan dalam pembuatan komposit ini menggunakan mesin *manual forming* dengan variasi temperatur mesin *manual forming* 180°C dan 190°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi pada komposit dengan temperatur operasi *manual forming* 180°C dengan talk sebesar 27,404 MPa karena memiliki sifat mekanis yang cukup kuat. Pada analisis gugus fungsi dari hasil pengujian FTIR terlihat gugus fungsi penyusun komposit Polipropilena/serat kenaf/talk dan tanpa talk yang ditemukan yaitu adanya ikatan gugus fungsi -OH, C=O, dan C-O.

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

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit.....	6
2.2 Klasifikasi Material Komposit Polimer	7
2.3 Komposit Polimer	8
2.4 Polipropilena	12
2.5 Serat Alam.....	14
2.6 Talk	18
2.7 Proses Manufaktur Komposit.....	19
2.8 Pengujian Komposit.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26

3.2	Alat dan Bahan.....	26
3.2.1	Alat.....	26
3.2.2	Bahan.....	26
3.3	Variabel.....	27
3.3.1	Variabel Tetap.....	27
3.3.2	Variabel Berubah.....	27
3.4	Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1	Pembuatan Lembaran Komposit.....	28
3.4.2	Pembuatan Spesimen.....	29
3.5	Tahap Pengujian.....	30
3.5.1	Kekuatan Tarik.....	30
3.5.2	Karakteristisasi Gugus Fungsi dengan FTIR.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit PP/Serat Kenaf Pendek..	31
4.1.1	Pengaruh Temperatur Manual Forming Terhadap Kekuatan Tarik.....	32
4.1.2	Pengaruh Keberadaan Talk Terhadap Kekuatan Tarik.....	33
4.2	Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit PP/Serat Kenaf Pendek.....	33
4.2.1	Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk.....	34
4.2.2	Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Tanpa Talk.....	37
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		42
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		
LAMPIRAN D		

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Komposit Serat.....	11
Gambar II.2	Komposit Serpihan.....	11
Gambar II.3	Komposit Partikulat	12
Gambar II.4	Struktur Polipropilena.....	13
Gambar II.5	Struktur kimia Selulosa.....	15
Gambar II.6	Struktur kimia Hemiselulosa.....	15
Gambar II.7	Struktur kimia Lignin.....	15
Gambar II.8	Serat Kenaf.....	16
Gambar II.9	Tanaman Kenaf.....	17
Gambar II.10	Kurva Tegangan dan Regangan.....	22
Gambar II.11	Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV.....	23
Gambar II.12	Skema Komponen Dasar Spektrometer FTIR.....	24
Gambar IV.1	Spektra FTIR Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk.....	34
Gambar IV.2	Spektra FTIR Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Tanpa Talk	37

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Dimensi Spesimen.....	23
Tabel IV.1	Perbandingan Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit PP/Serat Kenaf Pendek dengan Polipropilena murni.....	31
Tabel IV.2	Hasil FTIR Polipropilena Murni.....	35
Tabel IV.3	Hasil FTIR Komposit Polipropilena/15%Serat Kenaf/Talk.....	36
Tabel IV.4	Hasil FTIR Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Tanpa Talk.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam dunia industri manufaktur. Saat ini bahan komposit serat alam banyak digunakan dan telah diaplikasikan dalam berbagai bidang industri seperti konstruksi bangunan, otomotif dan interior. Sehubungan dengan diputuskannya oleh badan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui *Food and Agriculture Organization* (FAO) bahwa tahun 2009 sebagai *International Year of Fiber*. Kegiatan tersebut bertujuan untuk memanfaatkan serat alam menjadi sumber bahan baku dalam berbagai bidang industri. Hal tersebut diharapkan dapat menjadikan solusi terhadap tantangan perubahan iklim dan berdampak terhadap kelestarian lingkungan [1]. Tujuan lain dari hal tersebut adalah mengurangi penggunaan minyak bumi sehingga menjadi daya dorong yang kuat bagi negara-negara di dunia untuk menerapkan revolusi hijau dalam dunia industri.

Penggunaan serat alam sebagai penguat untuk material komposit telah menerima perhatian dari peneliti dan komunitas industri selama bertahun-tahun. Manfaat komposit yang diperkuat serat alam berasal dari sifat-sifat dari serat alam seperti terbaharukan, bersifat *biodegradable*, densitas rendah, sifat sekuestrasi karbon dan biaya yang terjangkau. Kombinasi serat kulit pohon dari serat tanaman tahunan seperti *flax*, *hemp*, *sisal*, *jute*, kenaf dan rami yang dikombinasikan dengan polipropilena yang relatif murah menghasilkan material dengan harga yang menarik yang digunakan sebagai bahan interior mobil [2]. Serat kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L) merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh sepanjang musim, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mudah dibentuk, densitas yang rendah, mudah dibudidayakan serta mempunyai kekuatan mekanis tinggi. Serat kenaf memiliki potensi yang lebih besar untuk dikembangkan daripada semua jenis serat tanaman lainnya karena sifat-sifat mekanisnya [3].

Walaupun banyak jenis serat alami yang tersedia, kenaf adalah pilihan yang sangat menarik karena pertumbuhannya yang sangat cepat dalam berbagai kondisi iklim. Serat kenaf memiliki sifat mekanis yang baik dibandingkan dengan serat lainnya. Umumnya untuk komposit serat kenaf menggunakan polipropilena sebagai matriks. Aplikasi komposit polipropilena serat kenaf pendek pada umumnya digunakan pada bidang otomotif sebagai alternatif dari bahan logam dan keramik [4].

Sifat mekanis komponen otomotif berbasis polimer dapat ditingkatkan melalui penambahan serat sebagai penguat. Pemilihan serat alam sebagai penguat dalam polimer mampu menekan biaya produksi hingga 80%, hal ini dikarenakan serat alam yang lebih murah jika dibandingkan dengan penguat lain seperti serat gelas dan karbon. [5]

Sifat mekanik komposit juga dapat dipengaruhi dari proses pembuatan atau perlakuan. Proses pembuatan komposit dengan mesin *hot press* memiliki beberapa parameter seperti temperatur pengepresan, waktu penahanan, tekanan pengepresan, dan waktu pendinginan [6]. Berdasarkan pemaparan tersebut penelitian dengan pengaruh temperatur operasi di mesin *manual forming* terhadap kekuatan tarik komposit PP/serat kenaf sangat menarik untuk dilakukan.

Bahan penyusun komposit tidak hanya menggunakan matriks dan penguat, biasanya dikombinasikan dengan penambahan *filler*. Talk merupakan salah satu *filler* yang umum digunakan sebagai bahan penyusun komposit polimer. Tujuan penambahan talk yaitu untuk mengurangi biaya produksi [1].

Pada penelitian sebelumnya, Oktariani, dkk [3], mengembangkan material komposit termoplastik serat alam sebagai bahan baku komponen berukuran kecil di industri otomotif dengan mendapatkan komposisi terbaik polipropilena serat kenaf dengan pengaruh fraksi massa dan talk melalui nilai pengujian kekuatan tarik dan lentur. Pada penelitian ini serat yang digunakan yaitu serat kenaf pendek berukuran ± 5 mm dan mendapatkan hasil bahwa komposisi 30% kenaf tanpa talk memiliki sifat mekanis yang cukup kuat dan lentur sebagai salah satu komponen mobil yang berukuran kecil.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian kali ini bertujuan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menganalisis nilai kekuatan tarik dan kandungan gugus fungsi komposit Polipropilena/serat kenaf pendek dengan variasi penggunaan talk dan temperatur operasi di mesin *manual forming*.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana mendapatkan pengaruh temperatur operasi pada *manual forming* dan keberadaan talk terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek?
2. Bagaimana ikatan gugus fungsi pada komposit polipropilena/serat kenaf pendek?

1.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas akan dibatasi sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan adalah komposit berbentuk granula dari matriks polipropilena berpenguat serat kenaf dengan penambahan *filler* berupa talk sebesar 0,8% dengan persentase berat serat kenaf yaitu 15%. Bahan penelitian didapatkan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Heryes dan Ayu [27].
2. Pembuatan lembaran komposit polipropilena/serat kenaf pendek dilakukan menggunakan *Manual Forming Machine* dengan temperatur operasi *manual forming* yaitu 180°C dan 190°C.
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekuatan tarik dan kandungan gugus fungsi komposit.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan pengaruh temperatur operasi mesin *manual forming* dan pengaruh penambahan talk terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek.
2. Mengetahui ikatan gugus fungsi yang terdapat pada komposit polipropilena/serat kenaf pendek.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu dapat memberikan informasi tambahan mengenai pengaruh temperatur operasi di mesin *manual forming* dan pengaruh penambahan talk terhadap nilai kekuatan tarik dan karakterisasi gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf pendek.

1.6 Sistematika Penelitian

Bagian ini merupakan bagian keseluruhan yang terdiri dari lima bab yang saling berkaitan, yaitu:

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 dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai komposit, klasifikasi material komposit polimer, komposit polimer, polipropilena, serat alam, talk, proses manufaktur komposit, pengujian komposit polimer.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian, bahan yang digunakan, variasi penelitian serta prosedur penelitian (persiapan penelitian dan metode penelitian)

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengukuran, analisa data berdasarkan grafik hasil pengujian, 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 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

Munculnya komposit sebagai material baru mulai pada pertengahan abad ke-20 dengan pembuatan komposit multifase yang dirancang dan direkayasa dengan menggunakan polimer yang diperkuat dengan serat kaca. Material multifase seperti kayu, batu bata yang terbuat dari tanah liat yang diperkuat jerami, kerang, bahkan paduan/*alloy* seperti baja telah dikenal selama ribuan tahun, kemudian dengan perkembangan zaman ditemukan material komposit dengan menggabungkan 2 material menjadi satu dan menghasilkan material baru yang lebih unggul, dalam merancang bahan komposit para ilmuwan mengkombinasikan logam, keramik dan polimer untuk menghasilkan generasi material baru yang luar biasa. Komposit diciptakan untuk meningkatkan kombinasi karakteristik mekanis seperti kekakuan, ketangguhan, dan ketahanan suhu tinggi [7].

Material Komposit dapat didefinisikan sebagai bahan yang terdiri dari dua fase atau lebih yang dikombinasikan melalui pencampuran untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan sifat material dasar sebelum dilakukan pencampuran. Komposit, saat ini menjadi bagian penting karena keunggulannya seperti ringan, tahan terhadap korosi dan mudah dalam pemrosesan sehingga lebih cepat. Saat ini, komposit banyak digunakan sebagai bahan pembuatan struktur pesawat, kemasan elektronik, peralatan medis, kendaraan ruang angkasa dan pembangunan rumah [8].

Perbedaan mendasar antara komposit dan campuran adalah bahwa dua komponen utama dalam komposit tetap dapat dikenali sementara campuran tidak. Komponen utama dalam komposit bekerjasama untuk memberikan kekuatan mekanis pada komposit. Bahan komposit adalah bahan yang terdiri dari dua atau lebih fase yang berbeda (fase matriks dan penguat) dan memiliki sifat yang berbeda dari masing-masing komponen. Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan) yang berfungsi

untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matriks biasanya lebih ulet dan kurang keras. Sedangkan penguat tertanam di dalam matriks dan lebih kuat dari matriks. Bahan penguat bisa dalam bentuk serat, partikel, atau serpihan [8].

2.2 Klasifikasi Material Komposit Polimer

Klasifikasi komposit berdasarkan matriks yang digunakan dibagi menjadi tiga yaitu:

1. PMC (*Polymer Matrix Composites*)

Polymer Matrix Composites merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit karena memiliki sifat yang lebih tahan karat, lebih ringan, metode pembuatannya yang murah dan sederhana. Komposit yang paling umum digunakan saat ini adalah komposit dengan matriks polimer yang terdiri dari termoplastik, termoseting ataupun elastomer. Matriks yang paling umum adalah poliester, vinil ester, epoksi, fenolik, polimida, poliamida, polipropilena, dan lainnya [8].

2. MMC (*Metal Matrix Composites*)

Metal Matrix Composites merupakan komposit yang menggunakan bahan logam sebagai matriks. Contoh matriks yang biasa digunakan dalam MMC (*Metal Matrix Composites*) adalah aluminium, magnesium, dan titanium. Serat yang digunakan yaitu karbon dan silikon karbida. Terdapat beberapa kelebihan dari *Metal Matrix Composite* dibandingkan dengan PMC (*Polymer Matrix Composites*) yaitu tegangan dan regangan yang baik, ketahanan terhadap suhu tinggi, tidak lembap, tidak mudah terbakar, dan kekuatan tekan dan geser yang baik. Disamping kelebihan yang dimiliki *Metal Matrix Composites*, terdapat juga beberapa kekurangannya seperti biaya yang mahal. Bahan logam digunakan untuk menambah atau mengurangi sifat-sifatnya agar sesuai dengan kebutuhan yang akan didesain. Sebagai contoh, kekakuan, elastis dan kekuatan logam dapat ditingkatkan [8].

3. CMC (*Ceramic Matrix Composites*)

Ceramic Matrix Composites merupakan komposit yang menggunakan bahan keramik sebagai matriks. Keuntungan *Ceramic Matrix Composites* yaitu memiliki

kekuatan tinggi, keras, dan ringan. Namun, keramik memiliki sifat ketangguhan patah yang rendah. Kombinasi matriks serat dan keramik ini dapat digunakan untuk aplikasi yang diinginkan dengan sifat mekanisnya yang tinggi [9].

2.3 Komposit Polimer

Polimer merupakan bahan yang sangat bermanfaat dalam dunia teknik, khususnya dalam industri konstruksi. Polimer sebagai bahan konstruksi bangunan banyak digunakan sebagai bahan perekat, pelapis, cat, maupun bergabung dengan bahan lain membentuk komposit [9]. Bahan polimer yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit adalah polimer jenis termoplastik, termoset ataupun elastomer. Polimer yang umum digunakan sebagai matriks yaitu poliester, vinil ester, epoksi, fenolik, polimida, poliamida, polipropilena, polieter keton, dan lain-lain [8].

Untuk aplikasi struktur yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan, diperlukan perbaikan sifat mekanis polimer agar memenuhi syarat. Untuk kebutuhan tersebut, berkembanglah komposit polimer yang disertai penguat, umumnya penguat yang digunakan yaitu serat. Kombinasi serat dengan matriks polipropilena dapat digunakan sebagai bahan interior mobil dengan harga yang menarik [10].

Sifat bahan komposit polimer sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat dan matriks [10]. Namun, karena serat bersifat hidrofilik dan matriks bersifat hidrofobik terjadi kesulitan dalam hal pencampuran. Karena perbedaan bahan tersebut, dapat terjadi ikatan yang lemah antara matriks dengan penguat. Tetapi hal tersebut dapat ditingkatkan dengan cara modifikasi dengan perlakuan kimia/fisika atau dengan menggunakan penambahan bahan seperti *compatibilizer* [2].

Compatibilizer berperan dalam meningkatkan ikatan antara matriks dengan penguat. Dengan penambahan *compatibilizer* maka diperoleh ikatan antarmuka antara penguat dan matriks. Sehingga dapat meningkatkan sifat mekanis dan termal dari komposit. Salah satu contoh *compatibilizer* adalah *Maleic Anhydride*

Polypropylene (MAPP) yang telah banyak digunakan sebagai *compatibilizer*. *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP) telah banyak digunakan sebagai *compatibilizer* dalam berbagai komposit poliolefin dengan serat alam [8].

Pada penelitian sebelumnya, Oktariani, dkk [3], mengembangkan material komposit termoplastik serat alam sebagai bahan baku komponen berukuran kecil di industri otomotif dengan mendapatkan komposisi terbaik polipropilena serat kenaf dengan pengaruh fraksi massa dan talk melalui nilai pengujian kekuatan tarik dan lentur. Pada penelitian ini serat yang digunakan yaitu serat kenaf pendek berukuran ± 5 mm. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah membuat *sandwich* komposit polipropilena serat kenaf dengan menggunakan mesin *hot press*. Penelitian ini dilakukan pengujian terhadap tiga sampel polipropilena serat kenaf dengan komposisi serat (10%, 20%, 30%) dan mendapatkan hasil bahwa komposisi 30% kenaf tanpa talk memiliki sifat mekanis yang cukup kuat dan lentur sebagai salah satu komponen mobil yang berukuran kecil.

2.3.1 Bahan Penyusun Komposit Polimer

2.3.1.1 Matriks

Matriks adalah bahan utama dalam komposit yang mengikat bahan penguat pada komposit. Matriks merupakan komposisi yang mempunyai persentase atau fraksi volume terbesar (dominan) dalam komposit. Matriks dalam komposit polimer berfungsi untuk mempertahankan posisi dan orientasi serat dan melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan pada permukaan. Secara umum, matriks terdiri dari logam, polimer, dan keramik [1].

Untuk komposit yang diperkuat serat, matriks memiliki beberapa fungsi yaitu, berfungsi sebagai perekat atau pengikat serat dan meneruskan tegangan kepada serat sehingga ketahanan bahan komposit bertambah, sebagai penahan dan pelindung serat dari efek lingkungan dari kerusakan permukaan secara mekanis maupun akibat reaksi kimia yang dapat menyebabkan kerusakan permukaan yang membentuk retakan. Dengan kata lain, matriks mencegah penyebaran retakan dari serat ke serat [7].

Matriks dalam komposit polimer terdapat 3 jenis matriks, polimer

termoplastik, polimer termoseting dan elastomer [8]:

1. Termoplastik

Termoplastik adalah polimer yang terdiri dari rantai linier atau molekul bercabang. Termoplastik jika dipanaskan akan meleleh, akan mengeras jika didinginkan dan dapat dibentuk menurut pola yang diinginkan melalui pemanasan ulang dan bersifat semi kristalin atau dalam struktur amorf. Contoh: polietilena, polikarbonat, polistirena, polipropilena, nilon, poliamida, dan sebagainya.

2. Termoseting

Polimer termoseting yaitu polimer yang memiliki struktur *crosslinking* atau jaringan ikatan kovalen pada molekulnya. Termoset tidak melunak tetapi terurai pada pemanasan. polimer yang apabila dipanaskan bersifat lunak, tetapi setelah dingin tidak dapat dilunakkan kembali. Contoh: silikon, urea, epoksi, poliester, fenil dan melamin.

3. Elastomer

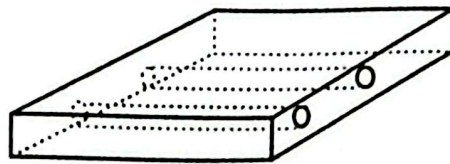
Elastomer adalah polimer yang memiliki sifat viskoelastisitas, umumnya memiliki modulus young yang rendah dan *yield strain* yang tinggi dibandingkan dengan bahan lain. Elastomer yaitu polimer yang elastis yang biasa disebut dengan karet. Setiap monomer yang terhubung pada bentuk polimer terbuat dari karbon, hidrogen, oksigen dan silikon. Elastomer bersifat amorf, reaktif lunak dan dapat dideformasi, aplikasi utamanya yaitu untuk segel, perekat, dan bagian yang mudah dibentuk. Contoh: karet alam, *polyisoprene* sintetis, *polybutadiene*, *chloroprene rubber*, *silicone rubber*, dan lain-lain.

2.3.1.2 Penguat (*Reinforcement*)

Bahan penguat merupakan salah satu bagian utama dari komposit yang berperan sebagai penanggung beban pada komposit. Penguat tertanam di dalam matriks dan lebih kuat dari matriks. Secara garis besar terdapat 3 macam material komposit berdasarkan penguatnya, yaitu komposit serat, komposit serpihan dan komposit partikel [9].

A. Komposit Serat

Komposit serat adalah komposit yang tersusun dari serat-serat yang sebagai penguat yang diikat oleh matriks. Serat komposit terdiri dari matriks diperkuat oleh serat pendek (*discontinuous*) atau panjang (*continuous*). Komposit serat sangat kuat dan kaku sehingga sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Komposit serat ditunjukkan pada Gambar II.1.

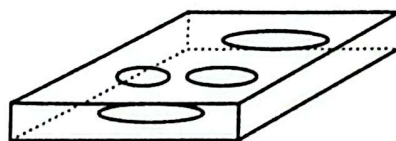


Gambar II.1 Komposit Serat

Sumber : Kaw, 2006

B. Komposit Serpihan

Komposit serpihan adalah komposit yang terdiri dari penguat berbentuk serpihan. Bahan serpihan yang umum digunakan adalah kaca, mika, aluminium, dan perak. Komposit ini memberikan keuntungan seperti modulus lentur yang tinggi, sifat kekuatan tinggi dan biaya produksi yang rendah. Namun, terdapat kelemahan dalam komposit ini yaitu serpihan tidak dapat diorientasikan dengan mudah dan ketersediaan bahan penguatnya yang terbatas. Komposit serpihan ditunjukkan pada Gambar II.2.



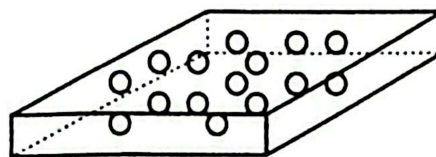
Gambar II.2 Komposit Serpihan

Sumber : Kaw, 2006

C. Komposit Partikulat

Komposit partikulat adalah komposit yang tersusun dari partikel-partikel sebagai penguat yang diikat oleh matriks, seperti paduan/alloy dan keramik. Bahan komposit partikel dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *large particle* dan

dispersion strengthened particle. Pada komposit partikel terjadi ikatan yang baik antara partikel dengan matriks sehingga tidak mudah retak. Komposit partikel biasanya bersifat isotropik karena partikel ditambahkan secara acak. Komposit partikulat memiliki kelebihan seperti tingkat kekuatan yang baik, peningkatan suhu operasi, ketahanan oksidasi dan lain-lain. Contoh-contoh umum aplikasi komposit partikel adalah aluminium dalam karet, partikel silikon karbida dalam aluminium, krikil, pasir, dan semen untuk membuat beton. Komposit partikulat ditunjukkan pada Gambar II.3.



Gambar II.3 Komposit Partikulat
Sumber : Kaw, 2006

2.3.1.3 Bahan Pengisi/*Filler*

Bahan pengisi ditambahkan dalam beberapa *Polymer Matrix Composites* (PMC) untuk mengurangi biaya produksi dan mengontrol penyusutan pada cetakan. Bahan pengisi organik yang umum digunakan dalam industri komposit adalah *low cost mineral*, kalsium karbonat, talk, dan mika. *Hollow glass spheres*, *solid glass spheres* dan *miled fibers* juga sering digunakan, tetapi harganya lebih mahal dari pengisi mineral. *Filler* digunakan bersamaan dengan *coupling agent* untuk meningkatkan ikatan dengan matriks polimer [11].

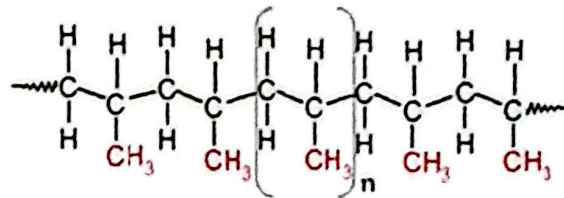
Pengisi biasanya dicampur secara mekanis dengan polimer termoseting maupun termoplastik. Secara umum penambahan pengisi akan meningkatkan viskositas polimer cair [11]. *Filler* seperti talk dan kalsium karbonat, sering digunakan untuk menghasilkan bahan yang lebih murah dan meningkatkan kekakuan pada produk [12].

2.4 Polipropilena

Polipropilena adalah polimer termoplastik yang dibuat dengan mempolimerisasi molekul-molekul propilena. Secara global, sebagian besar

monomer propilena berasal dari proses perengkahan dengan menggunakan nafta yang merupakan bagian berharga dari minyak mentah [13].

Polipropilena ditemukan pada tahun 1954 oleh Giulio Natta, tetapi produksi komersial dimulai pada tahun 1957 dan berkembang pesat. Polipropilena banyak diminati karena memiliki densitas yang rendah diantara jenis polimer lain. Selain itu, polipropilena memiliki ketahanan kimia yang sangat baik dan dapat diproses melalui banyak metode seperti *injection molding* dan ekstrusi. Polipropilena adalah termoplastik yang paling banyak digunakan karena sangat murah dan fleksibel untuk dicetak [14]. Adapun struktur kimia dari polipropilena ditunjukkan pada Gambar II.4.



Gambar II.4 Struktur Polipropilena

Sumber : Maddah, 2016

Polipropilena memiliki struktur kristal dengan tingkat kekakuan yang tinggi dan titik leleh yang tinggi dibandingkan dengan termoplastik komersial lainnya. Polipropilena adalah polimer dengan densitas yang rendah yaitu $0,90 \text{ g/cm}^3$ yang membuat polipropilena banyak diaplikasikan pada industri.

Polipropilena memiliki keunggulan seperti suhu distorsi panas yang tinggi, transparan dan memiliki ketahanan api yang baik. Polipropilena sering digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit karena memiliki beberapa karakter yang sangat baik. Selain itu polipropilena juga sangat cocok digunakan sebagai pengisi, penguat dan bahan campuran. Polipropilena dengan polimer serat alam adalah salah satu temuan paling menjanjikan untuk membuat komposit polimer alami maupun sintesis [14].

Polipropilena adalah bahan yang paling penting di antara poliolefin lainnya karena tiga alasan utama, yaitu [14] :

1. Sifat polipropilena yang baik seperti densitas yang rendah, temperatur leleh tinggi dan kelembaman kimia dengan biaya rendah menjadikan polipropilena

optimal diaplikasikan dalam jangka waktu yang lama.

2. Polipropilena adalah bahan yang sangat serbaguna yang berarti bahwa keragaman dalam desain struktural dan sifat mekanis dapat dicapai.
3. Struktur morfologi polipropilena yang berbeda dengan menggunakan pengisi atau bahan penguat dan pencampuran polipropilena dengan polimer lain menghasilkan karakteristik yang lebih unggul.

Polipropilena menjadi daya tarik bagi perusahaan petrokimia karena sifatnya yang baik. Seperti, polipropilena bersifat *semi-rigid*, transparan, ketahanan kimia yang baik, tangguh, ketahanan *fatigue* yang baik dan ketahanan panas yang baik. Selain itu, transisi gelas yang tinggi, ketahanan listrik yang baik, ringan, kekuatan impak tinggi dan sangat tahan terhadap air karena sedikit sekali menyerap air [14].

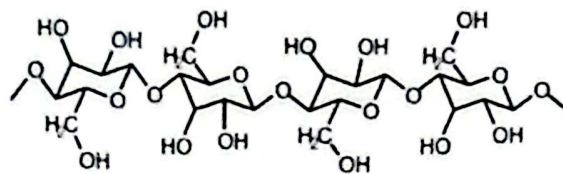
Berdasarkan monomernya polipropilena terbagi menjadi tiga jenis. Pertama, polipropilena yang hanya mengandung monomer propilena dalam bentuk padat semi-kristal yang disebut *Homopolymer Polypropylene* (HPP). Kedua, polipropilena yang mengandung etilena sebagai komonomer dalam rantai polipropilena. Dengan jumlah etilena pada level di kisaran 1-8% yang disebut sebagai *Random Copolymer Polypropylene* (RCP). Ketiga, *Homopolymer Polypropylene* yang mengandung campuran *Random Copolymer Polypropylene* yang memiliki kandungan etilena 45-65% disebut sebagai *Impact Copolymer Polypropylene* (ICP) [14].

2.5 Serat Alam

Serat alam berdasarkan asalnya terbagi menjadi tiga yaitu, berasal dari tanaman, hewan, dan mineral. Menurut para peneliti, serat tanaman adalah serat yang paling populer dari serat yang lainnya, serat sering digunakan sebagai penguat dalam komposit yang diperkuat serat alam. Komposisi kimia serta struktur serat tanaman terlihat cukup rumit. Sebagian besar serat tanaman terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, *wax*, dan beberapa senyawa yang larut dalam air. Dimana selulosa, hemiselulosa, dan lignin adalah unsur utama [15].

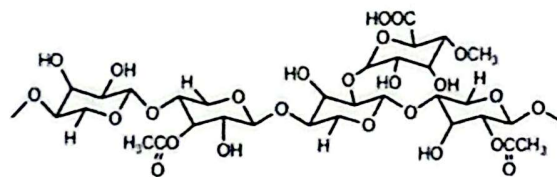
Komposisi kimia dapat bervariasi pada setiap tanaman yang dihasilkan tergantung pada lokasi geografis, umur, iklim dan kondisi tanah. Untuk menentukan kuantitas dari komponen penyusun serat alam itu sendiri umumnya

digunakan metode analisa secara kimia dengan menggunakan metode Klasson maupun dengan cara kualitatif dan semikuantitatif dengan tujuan mengenali gugus fungsi tertentu sebagai bagian dari komponen serat. Cara tersebut menggunakan analisis kimia untuk mengetahui kandungan gugus fungsi pembentuk suatu senyawa dengan spektroskopi inframerah [16]. Adapun struktur kimia dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin ditunjukkan pada Gambar II.5, II.6 dan II.7.



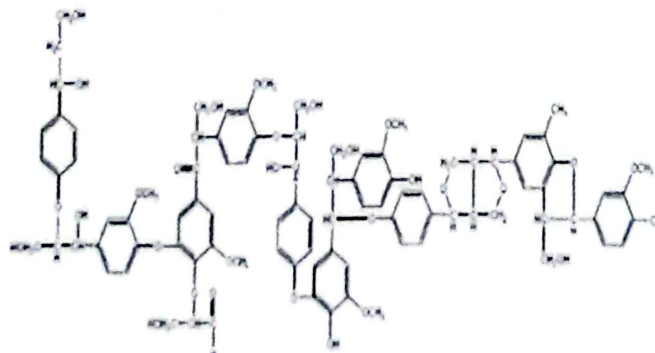
Gambar II.5 Struktur kimia Selulosa

Sumber : Heru, 2016



Gambar II.6 Struktur kimia Hemiselulosa

Sumber : Heru, 2016



Gambar II.7 Struktur kimia Lignin

Sumber : Heru, 2016

Serat alam diperkenalkan dengan tujuan menghasilkan komposit yang lebih ringan, ditambah dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan komposit polimer yang diperkuat serat kaca. Serat alam memiliki densitas yang lebih rendah yaitu 1,2-1,6 g/cm³ dibandingkan dengan serat kaca sebesar 2,4 g/cm³, oleh karena itu dapat menghasilkan komposit yang lebih ringan. Plastik berbasis minyak bumi konvensional, seperti *polypropylene* dan *polyethylene*, digunakan secara luas dengan kombinasi serat alam seperti rami, *jute*, *sisal*, dan kenaf [15].

2.5.1 Serat Kenaf

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L) adalah tanaman yang ditemukan dan tumbuh selama ribuan tahun di Afrika, yang kemudian dibawa ke Inggris dan India, khususnya ke Madras dan Bombay. Produsen kenaf terbesar di India adalah Andhra Pradesh dan Tamil Nadu. Kenaf diperkenalkan oleh India ke Indonesia pada tahun 1904. Tanaman ini telah ditanam di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Aceh. Serat kenaf dikembangkan pada tahun 1979 melalui Program Intensifikasi Serat Karung Rakyat (ISKARA). Namun, serat yang dihasilkan dari program ISKARA hanya mencapai 20-30% dari kebutuhan nasional. Fakta ini menunjukkan bahwa produktivitas nasional Indonesia masih rendah, tetapi ketika dibandingkan dengan produktivitas lima negara penghasil serat utama (Bangladesh, India, Nepal, Thailand, dan Indonesia) produksi serat kenaf di Indonesia relatif tinggi, tetapi lebih rendah daripada China [17]. Serat kenaf ditunjukkan pada Gambar II.8.



Gambar II.8 Serat Kenaf
Sumber : Salit dkk, 2015

Kenaf adalah salah satu serat alam yang digunakan sebagai penguat dalam *Polymer Matrix Composites (PMCs)*. Kenaf adalah salah satu bahan penting yang banyak digunakan dalam komposit dan aplikasi industri lainnya. Kenaf dikenal sebagai sumber selulosa yang memiliki keuntungan pada ekonomi dan ekologis. Kenaf setelah tiga bulan penaburan benih, mampu tumbuh mencapai ketinggian tiga meter dalam berbagai kondisi cuaca dengan diameter dasar mencapai 3-5 cm [15]. Tanaman kenaf ditunjukkan pada Gambar II.9.



Gambar II.9 Tanaman Kenaf

Sumber: Akil dkk, 2011

Tanaman kenaf terdiri dari banyak komponen yang berguna (tangkai, daun, dan biji) dan masing-masing terdapat berbagai bagian yang dapat digunakan (serat dan untai serat, protein, minyak, dan bahan kimia *allelopathic*). Hasil dan komposisi komponen tanaman ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk kultivar, waktu penanaman, fotosensitivitas, panjang musim tanam, populasi tanaman, dan kematangan tanaman [15].

Rata-rata, serat alam, termasuk serat kenaf, mengandung 60–80% selulosa, 5-20% lignin, dan kelembapan hingga 20%. Para ilmuwan menyatakan bahwa sifat keseluruhan serat kenaf tergantung pada sifat masing-masing komponennya. Kekuatan dan kekakuan serat tergantung pada komponen selulosa melalui ikatan hidrogen dan hubungan lainnya. Hemiselulosa memiliki peran pada biodegradasi, penyerapan air, dan degradasi termal serat. Di sisi lain, lignin (pektin) secara termal berperan stabil, tetapi lebih berfungsi pada degradasi sinar UV [15].

Saat ini, kenaf telah digunakan untuk tujuan yang lebih luas, seperti bahan pembuatan *pulp*, komposit polipropilena dalam industri polimer, pengganti

fiberglass, papan partikel, isolasi dan lain-lain. Serat kulit pohon kenaf diketahui memiliki potensi sebagai serat penguat dalam komposit termoplastik, karena ketangguhannya yang unggul dan rasio aspek yang tinggi dibandingkan dengan serat lainnya. Beberapa industri otomotif juga menggunakan serat kenaf untuk bahan pembuatan *body*, rangka, dan rantai mobil organik yang dikembangkan oleh Toyota Company. Selain itu perusahaan Matsushita telah mengembangkan papan partikel dari serat kenaf dan Nippon Electric Company (NEC) telah mengembangkan bioplastik dari serat kenaf [17].

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat-Balittas Indonesia telah menemukan beberapa varietas kenaf baru, seperti KR-15 yang memperoleh *Plant Variety Protection* (Perlindungan Varietas Tanaman) pada November 2007. Varietas ini memiliki kualitas yang baik dan dapat ditanam di berbagai daerah di Indonesia. KR 15 memiliki kemampuan adaptasi yang baik di lahan kering, lahan bonorowo, tanah podsolik merah-kuning, dan gambut. Selama 20 tahun terakhir, 11 varietas kenaf telah diproduksi melalui program pemuliaan yang umumnya tahan terhadap banjir [17].

Penelitian pemanfaatan kenaf di Indonesia saat ini sebagian besar berfokus pada penggunaan kenaf untuk industri polimer. Indonesia memiliki beberapa potensi seperti ketersediaan varietas kenaf unggul yang diproduksi oleh Balittas, tanah budidaya, sumber daya manusia untuk menghasilkan varietas kenaf yang lebih unggul menggunakan metode alternatif (pemuliaan mutasi), dan banyak penelitian komposit polimer yang dapat dikembangkan untuk menghasilkan formula yang layak yang harus diekspos dan dimanfaatkan. Potensi itu sedang menunggu tindakan lebih lanjut dari pemerintah untuk meningkatkan kolaborasi antara peneliti dan industri untuk membuat potensial menjadi manfaat yang nyata [17].

2.6 Talk

Talk merupakan bahan mineral yang paling lunak dari bahan mineral lain yang memiliki kekerasan 1-1,5 Mohs. Sifat lunak inilah yang membuat talk mudah diukir dan dibentuk. Sumber utama talk yang digunakan dalam polipropilena tersedia dari tambang di Amerika Serikat, Kanada, Prancis, Austria,

Italia, Australia, Cina, dan India. Talk merupakan magnesium silikat terhidrasi yang memiliki rumus kimia $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Komposisi kimia talk mengandung 31,7% MgO; 63,5% SiO_2 ; dan 4,8% H_2O , kualitas talk yang dihasilkan dapat bervariasi tergantung pada kualitas bijih yang dihasilkan. Jumlah talk yang digunakan dalam suatu material memiliki efek langsung pada tingkat kekakuan yang diperoleh. Selain digunakan pada industri polimer, talk juga digunakan pada industri keramik sebagai fluks. Talk digunakan untuk mengontrol *pitch* atau sebagai pengisi pada industri kertas, serta pada industri karet talk digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan kemudahan proses. Selain itu, talk juga memiliki fungsi ketahanan terhadap sinar ultraviolet (UV) [12].

Talk pertama kali digunakan pada homopolimer polipropilena disekitar tahun 1960 untuk diaplikasikan pada bagian bawah kap otomotif. Penggunaan utama talk pada polipropilena adalah untuk meningkatkan kekakuan material. Temperatur kristalisasi homopolimer polipropilena meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi talk. Penambahan talk pada polipropilena, untuk berbagai macam penggunaan dapat meningkatkan kristalinitas polimer. Pada akhir tahun 1980, Jepang mulai menggunakan talk untuk meningkatkan kekakuan dari kopolimer propilena berdampak tinggi serta talk digunakan sebagai campuran termoplastik olefin untuk diaplikasikan pada *bumper*, *dashboard*, panel instrumen, dan komponen otomotif lainnya [12].

2.7 Proses Manufaktur Komposit

Proses pembuatan komposit merupakan hal yang penting untuk menghasilkan produk komposit. Teknik manufaktur yang digunakan juga ditentukan berdasarkan pada bahan matriks yang dipilih, Penguat, kadar serat, panjang serat, dan sebagainya. Metode pembuatan komposit yang umum digunakan adalah proses *hand lay-up*, *filament winding*, *Hot press*, *injection molding* dan sebagainya [8].

1. *Hand Lay-up*

Metode *hand lay-up* adalah metode tertua dan paling sederhana yang paling umum digunakan. metode ini dapat digunakan untuk pembuatan produk yang

diperkuat baik kecil maupun besar dengan teknik *hand lay-up*. Metode ini memiliki volume yang rendah dan paling cocok digunakan untuk komponen berskala besar, seperti pada pembuatan lambung kapal. Kaca atau penguat lainnya diposisikan secara manual dicetakan terbuka, lalu resin dituangkan, dioles, atau disemprotkan ke atas dan ke dalam lapisan tersebut. Permukaan datar, rongga atau cetakan berbentuk tegas. Terbuat dari kayu, logam, plastik, atau kombinasi dari bahan ini dapat digunakan untuk metode *hand lay-up*.

4. *Filament Winding*

Filament winding adalah teknik yang digunakan untuk pembuatan pipa, tabung silinder, dan tangki tekanan bola. Proses ini sering digunakan untuk konstruksi tangki besar dan kerja pipa untuk industri kimia. Pola adalah dasar metode gulungan filamen. Serat/*fiber* yang telah dibasahi resin menyelimuti *mandrel* yang berputar dengan bentuk sesuai dengan produk yang diinginkan. Setelah *cured*, produk dipisahkan dari mandrelnya. Serat/*fiber* ditarik melalui bak berisi resin sebelum dililitkan dengan pola *helical* pada *mandrel*. Proses pelilitan diulang terus sehingga membentuk lapisan tambahan saling silang dengan ketebalan yang diinginkan.

5. *Injection Molding*

Injection Molding adalah metode yang biasa digunakan untuk bahan plastik termoplastik dan termoseting. Bahan komposit dimasukkan ke dalam *heated barrel*, mengalami pencampuran dan didorong ke dalam rongga cetakan serta mengalami pendinginan dan mengeras didalam cetakan. *Injection Molding* digunakan untuk membuat banyak hal seperti gulungan kawat, kemasan, tutup botol, *dashboard* otomotif dan sebagian besar produk plastik lainnya. Metode ini sangat cocok untuk memproduksi produk dalam skala besar. Beberapa keuntungan dari *Injection Molding* adalah tingkat produksi yang tinggi, dapat digunakan untuk berbagai jenis bahan, biaya tenaga kerja rendah, dan tingkat kecacatan produk yang rendah. Kekurangan lainnya yaitu investasi peralatan yang mahal, biaya operasional yang tinggi, dan perancangan *mold* yang akan digunakan.

6. *Hot Press*

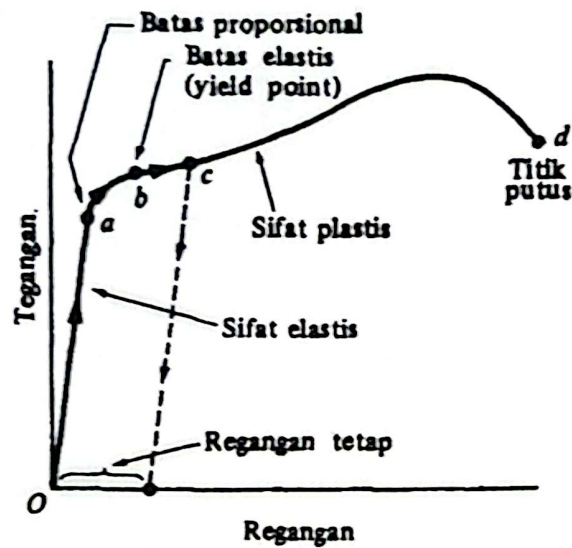
Proses pembuatan komposit dengan metode *hot press* memiliki kemiripan dengan pembentukan lembaran metal. Proses ini juga disebut dengan *compression molding* termoplastik. Pada proses ini prepreg termoplastik ditumpukan bersamaan di dalam cetakan yang akan diletakan diantara dua pelat berpemanas. Pelat tersebut dipanaskan sesuai dengan temperatur yang diinginkan. Prepreg yang dapat dibuat dalam proses ini adalah serat *discontinuous* yang tidak searah. Proses ini digunakan untuk membuat komposit dengan bentuk yang sederhana dengan ketebalan yang konstan [18].

2.8 Pengujian Komposit

2.8.1 Uji Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan hasil pengujian yang digunakan secara luas untuk komposit berpenguat serat alam. 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 [19].

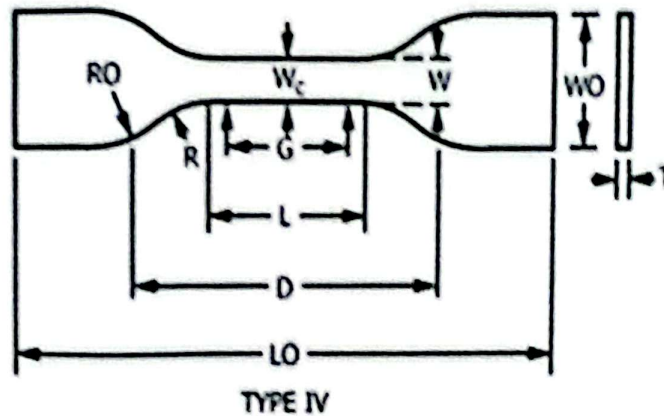
Sifat-sifat polimer yang harus diperhatikan untuk suatu produk diantaranya kekuatan tarik, kekuatan bentur dan kekuatan lentur. Sifat-sifat terkait mencakup kekerasan, ketahanan abrasi dan ketahanan sobek. Kekuatan tarik seringkali dijadikan sebagai pengujian yang menunjukkan kualitas suatu bahan polimer. Jika suatu bahan polimer mengalami pertambahan tegangan (*stress*), maka terdapat juga perubahan regangan (*strain*) [20]. Adapun kurva tegangan dan regangan ditunjukkan pada Gambar II.10.



Gambar II.10 Kurva Tegangan dan Regangan
Sumber : Sari dkk, 2010

Kurva diatas memberikan informasi tentang deformasi. Pada bagian awal kurva terjadi deformasi elastis linier, dimana tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) berbanding lurus. hingga batas proporsional. Batas proporsional grafik adalah batas yang menunjukkan hubungan proporsional antara *stress-strain*. Setelah batas ini dilewati, maka kurva mengalami deformasi elastis non-linier hingga mencapai batas elastis (titik *yield*), walaupun elastis non-linier tetapi masih bisa kembali ke bentuk semula walaupun gaya yang bekerja dihilangkan [20].

Metode pengujian ini dirancang untuk menghasikan nilai kekuatan tarik pada spesifikasi bahan plastik. Metode ini mencakup opsi untuk menentukan rasio poisson pada suhu kamar. Pengujian kekuatan tarik pada komposit menggunakan alat *Universal Testing Machine* sesuai dengan standar ASTM D638. Metode pengujian berdasarkan standar ASTM D638 ini mencakup penentuan sifat-sifat kekuatan tarik untuk plastik yang diperkuat maupun tidak diperkuat dalam bentuk spesimen berbentuk *dog bone* atau dayung sesuai standar. kondisi pengujian ditentukan dari pretreatment, temperatur, kelembapan dan kecepatan mesin uji. [21]. Adapun spesimen uji tarik yang sesuai dengan ASTM D638 Tipe IV ditunjukkan pada Gambar II.11.



Gambar II.11 Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Tipe IV
Sumber: ASTM D638, 2015

Pengujian dengan metode ASTM D638 ini berlaku untuk sampel uji dengan ketebalan sampel hingga 14 mm. Adapun dimensi spesimen uji tarik yang sesuai dengan ASTM D638 Tipe IV ditunjukkan pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Dimensi Spesimen, mm (in.)

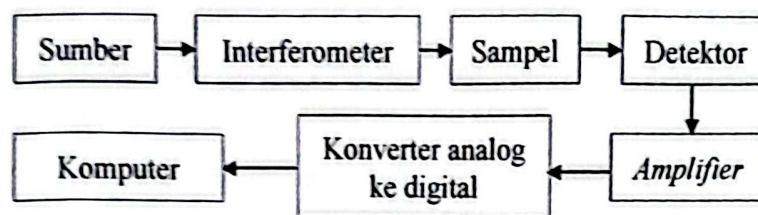
Simbol	Dimensi	Ukuran	Toleransi
W	: Lebar bagian yang sempit	6 (0,25)	$\pm 0,5$ ($\pm 0,02$)
L	: Panjang bagian yang sempit	33 (1,30)	-
WO	: Lebar keseluruhan	19 (0,75)	+ 6,4 (+ 0,25)
LO	: Panjang keseluruhan	115 (4,5)	Tidak ada maksimal
G	: Panjang pengukuran	25 (1,00)	$\pm 0,13$ ($\pm 0,005$)
D	: Jarak antara grip	65 (2,5)	± 5 ($\pm 0,2$)
R	: Radius potongan	14 (0,56)	-
RO	: Radius luar	25 (1,00)	± 1 ($\pm 0,04$)

Sumber: ASTM D638, 2015

2.8.2 Karakteristik Gugus Fungsi

Analisis kimia untuk mengetahui kandungan gugus fungsi pembentuk suatu senyawa banyak digunakan oleh para peneliti. Untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa digunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yang merupakan salah satu metode pengukuran untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Pengujian dengan FTIR tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit dan bisa digunakan dalam berbagai fase baik padat, cair maupun gas. Prinsip kerja FTIR adalah

mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah terhadap suatu senyawa seperti yang ditunjukkan pada Gambar II.12 [22].



Gambar II.12 Skema Komponen Dasar Spektrometer FTIR
Sumber : Stuart, 2004

Interferometer yang paling umum digunakan dalam spektrometri FTIR adalah interferometer *Michelson*, yang terdiri dari dua bidang cermin tegak lurus, salah satunya dapat bergerak ke arah tegak lurus terhadap bidang. Cermin yang bergerak adalah komponen penting dari interferometer yang harus disejajarkan secara akurat dan harus mampu memindai dua jarak sehingga perbedaan jarak sesuai dengan nilai yang diketahui. Ketika mengevaluasi spektrum inframerah perlu memperhatikan faktor yang terkait dengan cermin yang bergerak. Interferogram adalah sinyal analog pada detektor yang harus didigitalkan agar dapat dilakukan transformasi *fourier* menjadi spektrum konvensional [22].

Spektra yang dihasilkan menggambarkan absorpsi dan transmisi molekular, yang membentuk sidik jari molekular suatu sampel. Sistem optik spektrofotometer FTIR dilengkapi dengan cermin yang bergerak tegak lurus dan cermin diam. Dengan demikian radiasi IR akan menimbulkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin yang bergerak dan jarak cermin yang diam. Perbedaan jarak tempuh radiasi tersebut selanjutnya disebut sebagai retardasi (δ). Hubungan antara intensitas radiasi IR yang diterima detektor terhadap retardasi disebut sebagai interferogram. Sedangkan sistem optik dari spektrofotometer IR yang didasarkan atas bekerjanya interferometer disebut sistem optik. Spektrofotometer inframerah pada umumnya digunakan untuk:

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

Spektrum inframerah dapat dibagi menjadi tiga wilayah utama yaitu, *Far-Infrared* ($<400\text{ cm}^{-1}$), *Mid-Infrared* ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) dan *Near-Infrared* ($13.000\text{--}4.000\text{ cm}^{-1}$). Skala ordinat dapat disajikan dalam % transmittan dengan 100% di bagian atas spektra dan dapat pula disajikan dalam absorbansi sesuai dengan kebutuhan [22].

Hubungan gugus fungsi terhadap kekuatan tarik yaitu dengan diketahuinya gugus fungsi yang terdapat dalam bahan, maka dapat diketahui sifat fisik dan kimia bahan yang dihasilkan, salah satunya adalah nilai kekuatan tarik. Namun kekuatan tarik yang dihasilkan tergantung pada ikatan gugus fungsi yang terkandung pada bahan itu sendiri dan presentase bahan yang digunakan. Besar kecilnya presentase bahan akan mempengaruhi nilai kekuatan tarik [23].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan studi literatur pada bulan Juni-Desember 2018. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan pembuatan lembaran komposit, pembentukan spesimen *dog bone*, serta pengujian kekuatan tarik dilakukan pada rentang waktu Februari 2019 s.d. Maret 2019 di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta. Pengujian kandungan gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf pendek dilakukan pada 21 dan 24 Mei 2019 di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta. Adapun pengujian kekuatan tarik dan gugus fungsi terhadap polipropilena murni dilakukan pada bulan Maret 2019 di Laboratorium Polimer Politeknik STMI Jakarta.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

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

1. timbangan digital
2. sarung tangan kulit
3. sarung tangan rajut
4. jangka sorong
5. kompresor
6. mesin *Fourier Transform Infrared* Nicole iS10
7. mesin *Manual Forming* Comotech model QC-601A
8. mesin *Pneumatic Specimen Punch* Comotech model QC-603
9. *Universal Testing Machine* Ibertest

3.2.2 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Heryes dan Ayu [27]. Adapun

bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi (gambar bahan terlampir pada lampiran C) :

1. Komposit polipropilena/serat kenaf/talk berbentuk granula dengan persentase berat serat kenaf 15%.
2. Komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk berbentuk granula dengan persentase berat serat kenaf 15%.
3. Homopolimer polipropilena dengan *injection grade* MAS 5402 yang diperoleh dari PT. Polytama Propindo.

3.3 Variabel

Variabel pada penelitian komposit polipropilena/serat kenaf pendek terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah.

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu waktu pemanasan pada mesin *manual forming* selama 20 menit dan persentase berat serat kenaf 15%.

3.3.2 Variabel Berubah

Variabel berubah adalah suatu variabel yang berubah selama penelitian berlangsung. Bertujuan untuk mencari nilai terbaik pada sampel produk komposit. Variabel berubah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel III.1 mengenai matriks penelitian.

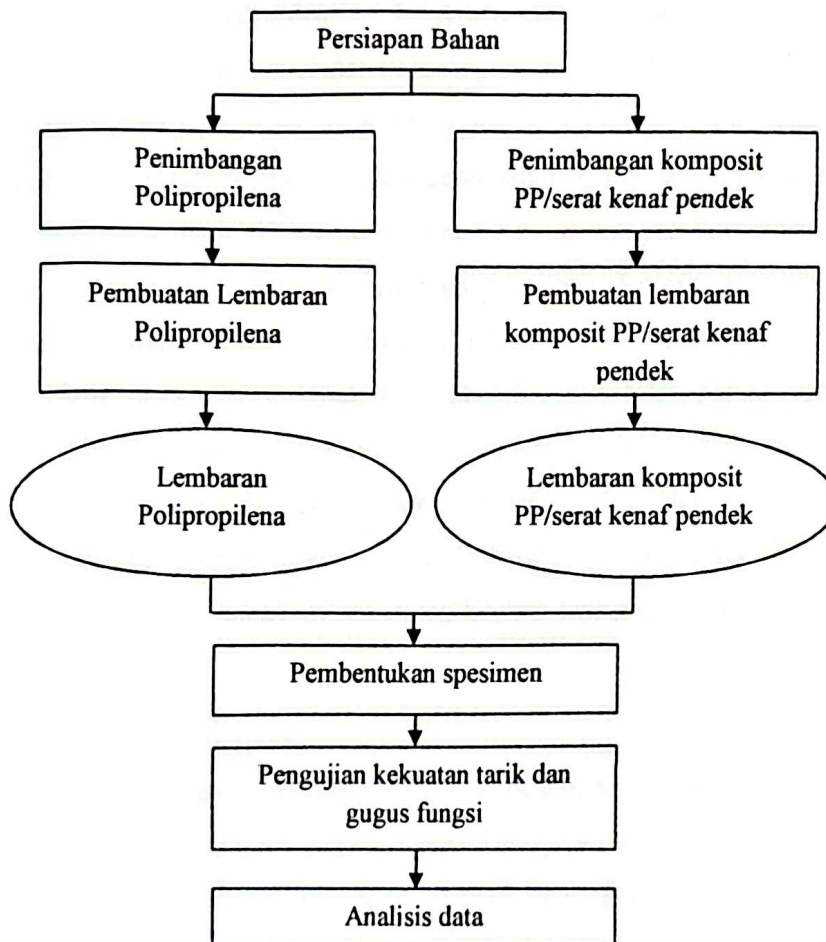
Tabel III.1 Matriks Penelitian Pembuatan Lembaran Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Pendek

Sampel	Talk (%wt)	Suhu Operasi <i>Manual Forming</i> (°C)
1.	-	180
2.	-	190
3.	0,8	180
4.	0,8	190

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan persiapan bahan komposit polipropilena/serat kenaf pendek yang berbentuk granula, kemudian dilakukan penimbangan komposit

sebanyak 75 gram untuk setiap sampelnya. Selanjutnya dilakukan tahap pembuatan lembaran komposit pada mesin *manual forming*. Setelah itu lembaran komposit melalui tahap pembuatan spesimen dalam bentuk *dog bone* pada alat *pneumatic spesimen punch*. Selanjutnya dilakukan tahap pengujian yakni pengujian kekuatan tarik dengan alat *Universal Testing Machine* dan analisis gugus fungsi pada komposit dengan alat *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*. Skema prosedur pembuatan lembaran dapat dilihat pada Gambar III. 1.



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

3.4.1 Pembuatan Lembaran Komposit

Pembuatan lembaran komposit pada penelitian ini menggunakan mesin *manual forming* sebagai metode pembuatannya. Mesin *manual forming* yang digunakan adalah Cometech model QC 601-A. Komposit berbentuk granula

dilakukan penimbangan terlebih dahulu sebanyak 75 gram per sampel sebelum dicetak. Setelah penimbangan, komposit diletakan pada cetakan secara manual di bagian tengah permukaan cetakan berukuran 20×20 cm berbahan dasar logam yang memiliki penutup. Sebelum digunakan mesin *manual forming* dipanaskan terlebih dahulu untuk mencapai temperatur operasi yang diinginkan. Setelah mencapai temperatur operasi yang diinginkan selanjutnya dilakukan proses pencetakan di dalam mesin *manual forming*.

Cetakan yang sudah diletakan ke dalam mesin *manual forming* diberikan tekanan hingga cetakan menempel pada bagian *heating panel* atas dan *heating panel bawah* mesin *manual forming*, sehingga terjadi transfer panas antara *heating panel* dengan cetakan. Proses pembuatan lembaran komposit memiliki waktu pemanasan di dalam mesin selama 20 menit dengan temperatur operasi yang bervariasi sesuai dengan variasi pada penelitian. Komposit setiap 2 menit diberikan tekanan untuk menghindari adanya celah pada cetakan yang menyebabkan udara yang terjebak di dalam cetakan. Setelah pemanasan selama 15 menit diberikan tekanan maksimal. Setelah tercapai waktu pemanasan selama 20 menit, selanjutnya dilakukan proses pendinginan di bawah tekanan operasi hingga temperatur operasi mesin *manual forming* menurun sampai 70°C. Proses pendinginan bertujuan untuk memadatkan lelehan komposit agar terbentuk hasil lembaran komposit.

3.4.2 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen komposit pada penelitian ini menggunakan alat *Pneumatic Specimen Punch* merek Cometech model QC-603C. Pembentukan spesimen diperlukan untuk dijadikan sampel pada pengujian kekuatan tarik. Spesimen pengujian kekuatan tarik dibentuk berdasarkan standar ASTM D638-14 Tipe IV dengan bentuk *dog bone*.

Pemotongan spesimen diawali dengan menaruh pisau cetakan berbentuk *dog bone* di atas permukaan lembaran komposit yang diinginkan. Selanjutnya pisau cetakan dan lembaran komposit diposisikan di dalam alat *Pneumatic Specimen Punch*. Proses pemotongan berlangsung dengan menekan tombol press yang berada disisi kanan dan kiri mesin dan secara bersamaan menginjak

pedal/*foot switch* sampai terdapat bunyi yang menandakan lembaran komposit telah terpotong. Hasil pemotongan akan menghasilkan spesimen berbentuk *dog bone*.

3.5 Tahap Pengujian

3.5.1 Kekuatan Tarik

Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari sampel komposit. Pengujian kekuatan tarik pada penelitian ini menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* Ibertest 5 kN EUROTTEST dengan menggunakan standar ASTM D638-14. Sebelum dilakukan pengujian, sampel terlebih dahulu diukur lebar badan dan ketebalan spesimennya serta jarak antar *grip* diatur hingga 65 mm. Pengujian dilakukan dengan menjepit bagian leher sampel, kepala sampel kemudian dijepit di bagian atas dan bawah sampel, sampel yang dijepit harus dalam keadaan lurus dan seimbang. Kemudian sampel ditarik dengan pembebanan tertentu sampai sampel patah. Nilai kekuatan tarik, perubahan ketebalan sampel, lebar badan dan jarak *grip* saat putus kemudian dicatat.

3.5.2 Karakteristisasi Gugus Fungsi dengan FTIR

Untuk mengetahui kandungan gugus fungsi yang terdapat dalam komposit maka digunakan alat *Fourier Transform Infra Red* Thermoscientific Nicolet iS10. Sampel yang akan diuji dengan FTIR berbentuk lembaran komposit yang kemudian dilakukan penembakan sinar inframerah dengan jangkauan bilangan gelombang pada kisaran 4000-500 cm^{-1} . Analisis FTIR yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan gugus fungsi yang terbentuk pada sampel komposit dan dapat dilihat dalam bentuk spektrum serta keberadaan pita-pita serapan yang dinyatakan sebagai bilangan gelombang (*wavenumber*) dalam satuan cm^{-1} .

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil kekuatan tarik komposit dan karakterisasi gugus fungsi polipropilena/serat kenaf/talk dan tanpa talk dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* untuk pengujian kekuatan tarik dan hasil uji karakterisasi gugus fungsi menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit PP/Serat Kenaf Pendek

Pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari komposit polipropilena/serat kenaf pendek. Pada Tabel IV.1 memperlihatkan perbandingan hasil pengujian kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek dengan polipropilena. Kemudian dari hasil pengujian dianalisis berdasarkan temperatur operasi di *manual forming* saat pembuatan lembaran komposit dan pengaruhnya terhadap penambahan talk.

Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Komposit PP/Serat Pendek dengan Polipropilena murni

Sampel	Hasil Pengujian				
	Temperatur <i>Manual Forming</i> (°C)	Talk (%wt)	Kekuatan tarik Komposit PP/15% Serat Kenaf/Talk dan Tanpa Talk (MPa)	Standar Deviasi	Kekuatan Tarik Polipropilena (MPa)
1	180	-	26,942	1,09	29,225
2	180	0,8	27,404	0,31	
3	190	-	26,279	0,71	29,918
4	190	0,8	26,621	1,06	

Berdasarkan data yang terlihat pada Tabel IV.1 menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek yang dihasilkan lebih rendah dari nilai kekuatan tarik polipropilena murni. Seharusnya nilai kekuatan tarik komposit lebih besar dari kekuatan matriksnya. Hal ini disebabkan pendistribusian granula pada mesin *manual forming* yang dilakukan secara

manual. Sehingga mempengaruhi penyebaran granula pada saat dicetak membentuk lembaran komposit, sehingga tidak menyebar secara merata ke seluruh bagian cetakan. Arah orientasi serat acak pendek juga mempengaruhi sehingga ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat untuk menahan beban. Faktor tersebut yang membuat hasil kekuatan tarik menurun atau dibawah dari kekuatan tarik polipropilena. Faktor lain yang mempengaruhi hasil kekutan tarik yaitu ukuran serat yang pendek dapat mengurangi sifat kekuatan tarik material. Namun, komposit masih merupakan bahan yang layak digunakan karena ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sesuai dengan pernyataan Oktariani, dkk. (2018) bahwa ukuran serat yang pendek dapat mengurangi sifat kekuatan tarik material yaitu dengan nilai kekuatan tarik dan kekuatan lentur pada komposit PP/kenaf berukuran pendek ± 5 mm lebih rendah dibandingkan dengan komposit yang menggunakan serat kenaf yang berukuran panjang (5 cm). Tetapi, nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf/talk dan tanpa talk ini masih memenuhi standar bahan baku komponen otomotif yaitu material yang digunakan untuk *front and rear bar*. Sampai saat ini material yang digunakan dalam pembuatan *front and rear bar* adalah *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS). Kekuatan tarik *front and rear bar* untuk mobil jenis MPV di pasaran adalah 25-35 MPa, sedangkan hasil dari pengujian kekuatan tarik pada penelitian ini yaitu 26-27 MPa, maka *front and rear bar* dari komposit polipropilena serat kenaf pendek dalam penelitian ini dapat menjadi pilihan karena hasil kekuatan tarik yang didapatkan masih memenuhi standar.

Hasil standar deviasi digunakan untuk menentukan sebaran data dalam sampel, standar deviasi dapat diharapkan bernilai kecil. Semakin kecil nilai deviasi maka hasil semakin baik karena hasil yang didapatkan semakin seragam.

4.1.1 Pengaruh Temperatur *Manual Forming* Terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan Tabel IV.1 dapat dilihat bahwa peningkatan temperatur operasi pada mesin *manual forming* saat pembuatan lembaran komposit terhadap nilai kekuatan tarik komposit mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Temperatur operasi saat pembentukan lembaran komposit di *manual forming*

harus selalu diamati karena terdapat sedikit perbedaan antara temperatur yang dapat diproses oleh matriks dengan temperatur degradasi serat.

Temperatur operasi di *manual forming* mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek. Pengaruh temperatur operasi di *manual forming* membuat kekuatan tarik mengalami penurunan. Penurunan kekuatan tarik dengan meningkatnya temperatur dapat disebabkan karena proses pencetakan berlangsung pada temperatur tinggi yang memungkinkan serat mengalami degradasi karena temperatur yang tinggi.

Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sampel komposit polipropilena/serat kenaf/talk dengan temperatur operasi pada *manual forming* 180°C sebesar 27,404 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada sampel komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dengan temperatur operasi pada *manual forming* 190°C sebesar 26,279 MPa.

4.1.2 Pengaruh Keberadaan Talk Terhadap Kekuatan Tarik

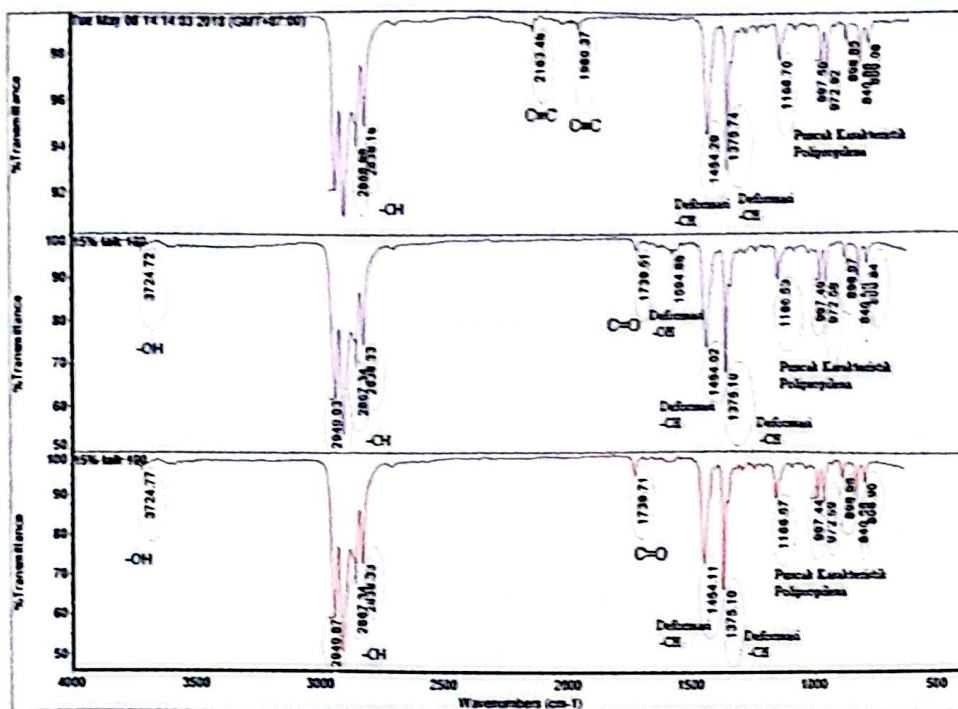
Berdasarkan Tabel IV.1 dapat dilihat bahwa keberadaan talk mempengaruhi nilai kekuatan tarik dari suatu spesimen. Hasil yang didapatkan bahwa dengan penambahan talk dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada komposit dengan 0,8% talk pada suhu operasi *manual forming* 180°C yaitu dengan hasil 27,404 MPa dan kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit dengan 0% talk pada suhu operasi *manual forming* 190°C yaitu dengan hasil 26,279 MPa. Angka yang dihasilkan tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Keberadaan talk 0,8% pada komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik pada komposit. Hal ini dikarenakan talk akan mengisi ruang kosong pada matriks yang mengakibatkan terdistribusi beban kuat tarik merata. Talk digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan kemudahan proses. Selain itu, Talk juga memiliki fungsi ketahanan terhadap sinar ultraviolet (UV) [12].

4.2 Hasil Pengujian Gugus Fungsi Komposit PP/Serat Kenaf Pendek

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ikatan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel. Hasil pengujian FTIR ditunjukkan dalam grafik

spektrum. Pengujian gugus fungsi dilakukan dengan 3 titik di setiap lembaran komposit. Dari 3 titik pengujian gugus fungsi, diambil hasil spektrum terbaik yang dihasilkan oleh masing-masing lembaran komposit dan dibandingkan dengan spektrum polipropilena murni. Tabel IV.2, Tabel IV.3 dan Tabel IV.4 merupakan penjabaran hasil pengujian gugus fungsi dan jenis ikatan dengan polipropilena pada komposit polipropilena/serat kenaf pendek dari Gambar IV.1 dan Gambar IV.2

4.2.1 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk



Gambar IV.1 Spektra FTIR Komposit Polipropilena/Serat Kenaf/Talk

Gambar IV.1 menunjukkan spektrum FTIR untuk polipropilena murni dan komposit Polipropilena/serat kenaf/talk pada temperatur operasi *manual forming* 180°C dan 190°C. Dimana komposit polipropilena/serat kenaf/talk mengandung sejumlah besar polipropilena dan serat kenaf. Serat kenaf mengandung selulosa dengan ikatan hidrogen yang kuat. Selulosa memiliki rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Pertama, pada hasil spektrum polipropilena terdapat beberapa puncak gugus fungsi. Spektrum FTIR polipropilena terdapat panjang gelombang sebesar $2868,98 \text{ cm}^{-1}$ dan $2838,16 \text{ cm}^{-1}$ yang menandakan gugus fungsi C-H. Serta

menghasilkan CH_2 bend pada $1454,29 \text{ cm}^{-1}$, CH_3 bend pada $1375,74 \text{ cm}^{-1}$ dan puncak karakteristik polipropilena ($1160,70 \text{ cm}^{-1}$; $997,50 \text{ cm}^{-1}$; $972,92 \text{ cm}^{-1}$; $898,85 \text{ cm}^{-1}$; $840,86 \text{ cm}^{-1}$ dan $809,86 \text{ cm}^{-1}$) yang masing masing gugus dapat dilihat pada Tabel IV.2 [25].

Tabel IV.2 Hasil FTIR Polipropilena Murni

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Jenis Ikatan
2868,98	C-H <i>Stretch</i>
2838,16	C-H <i>Stretch</i>
2163,48	$\text{C}\equiv\text{C}$
1980,37	$\text{C}\equiv\text{C}$
1454,29	CH_2 <i>Bend</i>
1375,74	CH_3 <i>Bend</i>
1166,70	CH <i>Bend</i> , CH_2 <i>Rock</i> , C-C <i>Stretch</i>
997,50	CH_3 <i>Rock</i> , CH_2 <i>Bend</i> , CH <i>Bend</i>
972,92	CH_3 <i>Rock</i> , C-C <i>Stretch</i>
898,85	CH_2 <i>Rock</i> , CH_2 <i>Bend</i> , CH <i>Bend</i>
840,86	CH_2 <i>Rock</i> , C- CH_3 <i>Stretch</i>
809,86	CH_2 <i>Rock</i> , C-C <i>Stretch</i> , C-CH <i>Stretch</i>

Spektrum dari komposit polipropilena/serat kenaf/talk dengan temperatur 180°C dan komposit polipropilena/serat kenaf/talk dengan temperatur 190°C menunjukkan bahwa kandungan polipropilena dalam komposit terlihat dominan oleh pita serapan. Puncak karakteristik polipropilena dalam komposit terlihat dari hasil spektrum di kedua sampel. Spektrum FTIR menunjukkan serapan gugus fungsi hidroksil -OH di kedua sampel pada bilangan gelombang masing-masing $3724,72 \text{ cm}^{-1}$ dan $3724,77 \text{ cm}^{-1}$, munculnya gugus fungsi -OH menandakan terdapatnya kandungan selulosa di dalam komposit. Komposit PP/serat kenaf/talk teridentifikasi adanya gugus C-H, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena dan serat kenaf di dalam komposit, dimana bilangan gelombang dan masing-masing gugus dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Terdapat perbedaan pada hasil spektrum komposit PP/kenaf/talk 180°C . Komposit dengan suhu 180°C terdapat ikatan -OH deformasi yakni dibilangan gelombang $1594,88 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya penyerapan air oleh selulosa. Munculnya deformasi -OH menandakan terdapatnya penyerapan air di dalam serat [26], namun pada temperatur 190°C gugus tersebut tidak terlihat, gugus tersebut

tidak terlihat kemungkinan terjadi karena adanya kenaikan temperatur sehingga kandungan air didalam serat berkurang pada saat proses pemanasan.

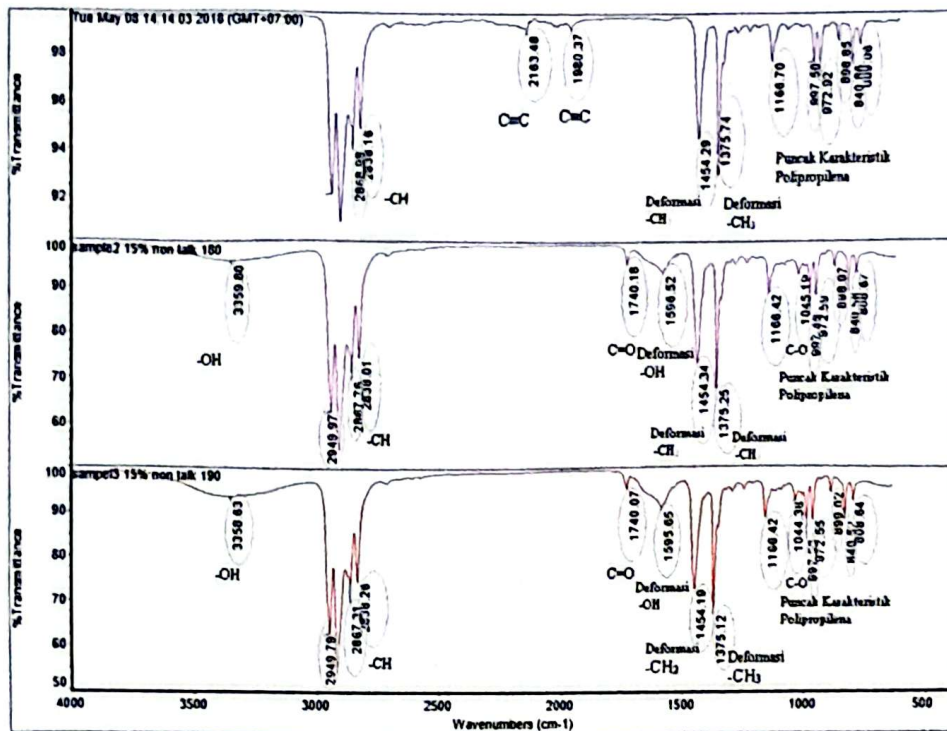
Tabel IV.3 Hasil FTIR Komposit Polipropilena/15%Serat Kenaf/Talk

Bilangan Gelombang Komposit Temperatur 180°C (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang Komposit Temperatur 190°C (cm ⁻¹)	Jenis Ikatan
3724,72	3724,77	OH
2849,93	2949,87	C-H
2867,34	2867,34	C-H
2838,33	2838,33	C-H
1739,51	1739,71	C=O
1594,88	Tidak terlihat	OH
1454,02	1454,11	CH ₂ Bend, CH ₂ Rock, C-C Stretch
1375,10	1375,10	CH ₃ Rock, CH ₂ Bend,
1166,53	1166,57	CH ₃ Rock, C-C Stretch
997,49	997,44	CH ₂ Rock, CH ₂ Bend,
972,58	972,59	CH ₂ Rock, C-CH ₃ Stretch
898,97	898,96	CH ₂ Rock, C-C Stretch
840,55	840,56	C-H
808,84	808,90	C-H

Bilangan gelombang 1739,51 cm⁻¹ dan 1739,71 cm⁻¹ hasil FTIR menunjukkan gugus C=O yaitu kandungan nonselulosa di kedua sampel, Ikatan C=O diidentifikasi sebagai kelompok aldehyd yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa di dalam serat kenaf [24]. Keberadaan kelompok aldehyd dan kelompok asetil yang terkandung menandakan bahwa perlakuan alkali pada serat kenaf yang telah dilakukan belum sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemisolulosa yang terkandung dalam serat kenaf.

Dari hasil spektrum FTIR yang terlihat pada Gambar IV.1 kandungan talk tidak terlihat pada spektrum. Hal ini dapat disebabkan karena talk adalah senyawa anorganik sehingga jarang terbaca oleh alat FTIR. Karena senyawa anorganik akan terbaca pada spektrum inframerah *Far-Infrared* (<400 cm⁻¹) [22]. Sedangkan alat pengujian FTIR yang berada di Laboratorium Instrumentasi Politeknik STMI Jakarta yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dengan jangkauan wilayah *Mid-Infrared* (4000-400 cm⁻¹).

4.2.2 Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Tanpa Talk



Gambar IV.2 Spektra FTIR Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Tanpa Talk

Hasil spektrum polipropilena murni sama seperti yang terlihat pada Gambar IV.2 dan Tabel IV.2. Spektrum dari komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dengan temperatur 180°C dan komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dengan temperatur 190°C terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan dalam spektrumnya. Hasil FTIR komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Puncak karakteristik polipropilena pada komposit terlihat dari hasil spektrum di kedua sampel komposit. Pada komposit PP/serat kenaf tanpa talk teridentifikasi adanya gugus C-H, yang mana pita serapan ini menunjukkan keberadaan polipropilena dan serat kenaf di dalam komposit, dimana bilangan gelombang dan masing-masing gugus dapat dilihat pada Tabel IV.4. Puncak karakteristik polipropilena dalam komposit terlihat dari hasil spektrum di kedua sampel. Pada spektrum FTIR menunjukkan serapan gugus fungsi hidroksil -OH di kedua sampel pada bilangan gelombang masing-masing 3359,80 cm^{-1} dan

3358,63 cm^{-1} , munculnya gugus fungsi -OH menandakan terdapatnya kandungan selulosa di dalam komposit.

Tabel IV.4 Hasil FTIR Komposit Polipropilena Serat Kenaf Tanpa Talk

Bilangan Gelombang Komposit Temperatur 180°C (cm^{-1})	Bilangan Gelombang Komposit Temperatur 190°C (cm^{-1})	Jenis Ikatan
3359,80	3358,63	OH
2949,97	2949,79	C-H
2867,76	2867,31	C-H
2838,01	2838,36	C-H
1740,18	1740,07	C=O
1596,52	1595,62	OH
1454,34	1454,19	CH ₂ Bend, CH ₂ Rock, C-C Stretch
1375,25	1375,12	CH ₃ Rock, CH ₂ Bend, CH Bend
1166,42	1166,42	CH ₃ Rock, C-C Stretch
1045,19	1044,38	C-O
997,46	997,53	CH ₂ Rock, C-CH ₃ Stretch
972,59	972,55	CH ₂ Rock, C-C Stretch, CH Stretch
898,97	899,02	C-H
840,58	840,52	C-H
808,67	808,64	C-H

Dari hasil FTIR terlihat adanya bilangan gelombang 1045,19 cm^{-1} dan 1044,38 cm^{-1} yaitu ikatan C-O yang terlihat pada kedua sampel komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dengan temperatur 180°C dan komposit polipropilena/serat kenaf tanpa talk dengan temperatur 190°C yang diidentifikasi bahwa serat kenaf mengandung selulosa murni karena munculnya ikatan C-O [24]. Terdapat kandungan nonselulosa dengan adanya ikatan C=O pada bilangan gelombang 1740,18 cm^{-1} dan 1740,07 cm^{-1} . Ikatan C=O diidentifikasi sebagai kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa di dalam serat kenaf [24]. Selain itu terdapat bilangan gelombang 1596,52 cm^{-1} dan 1595,62 cm^{-1} yaitu terdapat gugus fungsi deformasi -OH yang menandakan terdapatnya penyerapan air di dalam serat [26]. Seperti yang terkandung pada komposit polipropilena/serat kenaf/talk, komposit ini juga mengandung ikatan C=O menandakan adanya kelompok aldehid yang terdapat dalam lignin dan kelompok asetil yang terdapat dalam hemiselulosa, sehingga dari adanya ikatan tersebut mengidentifikasi

bahwa perlakuan alkali pada serat yang telah dilakukan belum sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa yang terkandung dalam serat kenaf [24].

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Temperatur operasi di *manual forming* dan keberadaan talk mempunyai pengaruh terhadap kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek. Peningkatan temperatur operasi di *manual forming* membuat kekuatan tarik mengalami penurunan. Di lain pihak keberadaan talk 0,8% dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit. Pada hasil pengujian kekuatan tarik komposit polipropilena/serat kenaf pendek, kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sampel komposit polipropilena/serat kenaf/talk temperatur operasi di *manual forming* 180°C dengan kekuatan tarik sebesar 27,404 MPa.
2. Hasil analisis gugus fungsi komposit polipropilena/serat kenaf pendek menunjukkan adanya keberadaan serat kenaf dan keberadaan polipropilena. Keberadaan serat kenaf terlihat dengan adanya gugus fungsi -OH, C=O dan C-O sebagai ikatan pembentuk serat kenaf. Dari hasil spektrum FTIR yang terlihat pada Gambar IV.1 kandungan talk tidak terlihat pada spektrum. Hal ini dapat disebabkan karena talk adalah senyawa anorganik sehingga jarang terbaca oleh alat FTIR, karena senyawa anorganik akan terbaca pada spektrum inframerah *Far-Infrared* ($<400 \text{ cm}^{-1}$).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Perlu adanya variasi baru mengenai waktu dalam pemanasan lembaran komposit pada mesin *manual forming* untuk mengetahui

pematangan yang sesuai pada lembaran dan pengaruhnya terhadap kekuatan tarik komposit.

2. Serat kenaf perlu dilakukan pengujian gugus fungsi pada FTIR sebelum dilakukan pencampuran pada matriks polipropilena.
3. Perlu dilakukan dengan hati-hati pada saat mengeluarkan spesimen dari pisau cetakan (tidak dipaksakan). Jika spesimen terlalu dipaksakan akan mengakibatkan deformasi dini pada leher spesimen komposit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baillie, Caillie, "Green composites Polymer Composites and the environment" England, Woodhead Publishing Limited, 2004.
2. Yulin, Feng, Yuexin Hu, Guiyan Zhao, Jinghua Yin, dan Wei Jiang, "Preparation and Mechanical Properties of High-Performance Short Ramie Fiber-Reinforced Polypropylene Composites" State Key Laboratory of Polymer Physics and Chemistry, Changchun Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022, People's Republic of China, 2011.
3. Oktariani, Erfina, Rochmi Widyajanti, Syaiful Ahsan, Recky Pahlevi Anthoni Putra, Faisal Amir, Lidia Jane Heryes, dan Ayu Wulandari, "Sifat Mekanis Polipropilena Berpenguat Serat Kenaf Pendek: Pengaruh Fraksi Massa dan Talk", Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Palembang, 2018.
4. Asumani, Reid Robert Gillespie, dan Paskaramoorthy Ratnam, "The effect of alkali-silane treatment on the tensile and flexural properties of short fibre non-woven kenaf reinforced polypropylene composite", Composite part A, Vol 43, 2012.
5. Malkapuram, Ramakrishna, Vivek Kumar, dan Yuvraj Sigh Negi, "Recent Development in natural fier reinforced poypropylene composites, Journal of Reinforced Plastics and Composites", 8 (8), 2009.
6. Setiajit, Bayu Sahid, Wijang Wisnu Raharjo, dan Heru Sukanto, "Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf/polypropylene". Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 11 (2), 2016.
7. William, D. jr Callister dan David G. Rethwisch, "Materials Science and Engineering an Introduction" 8th ed, 1940.
8. Thomas, Sabu, Kuruvilla Joseph, Sant Kumar, Koichi Goda, dan Meyyarappallil Sadasivan Sreekala, "Polymer Composites: Volume 1 (1st ed)", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGa, 2012.

9. Kaw, Autar, "Mechanics of Composite Materials (2nd ed)", Taylor & Francis Group, 2006.
10. Kartini, Ratni, Drmasetiawan, Aloma Karo Karo, dan Sudirman, "Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam", *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol.3(3), 2002.
11. Mallick, "Fiber-Reinforced Composites: materials, manufacturing, and design (3rd ed)", Taylor & Francis Group, 2007.
12. Karian, Harutun, "Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites", Marcel Dekker, Inc, 1999.
13. Shubhra, Quazi Tanminul Haque, Mohammad Mahabubul Alam Khan, dan Quaiyyum Mohammad Abdul, "Mechanical properties of polypropylene composites: A review", *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 2011.
14. Maddah, Hisham, "Polypropylene as a Promising Plastic: A review". *American Journal of Polymer Science*, Vol. 6(1), 2016.
15. Akil, Hazizan, Firdaus Omar, Adlan Akram Mazuki, Sali Safiee, Zainal Arifin Ishak, dan Ali Abu, "Kenaf Fiber Reinforced Composites: A review". *Material and Design*, Vol. 32, 2011.
16. Suryanto, Heru, "Review serat alam: Komposisi, struktur dan sifat mekanis" Universitas Islam Negeri Malang, 2016.
17. Arumingtyas, Estri Laras, "Kenaf : its prospect in Indonesia Review", Biology Department, Faculty of Science, Brawijaya University, 2015.
18. Mazumdar dan Santosh Kumar, "Composites Manufacturing Materials, Product, and Process Engineering", Taylor & Francis Group, 2002.
19. Petroudy dan Seyed Rahman Djafari, "Physical and Mechanical Properties of Natural Fibers", Elsevier Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction, Iran, 2017.
20. Sari, Kartika dan Rahmat Satoto, "Analisis Korelasi Kondisi Pembuatan Film Polipropilena (PP) dan Sifat-sifat Mekaniknya dengan Metode Uji Tarik" Program Studi Fisika Jurusan MIPA FST Universitas Jenderal Soedirman dan LIPI Bandung, 2010.

21. ASTM International "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics" ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
22. Stuart, Barbara, "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
23. Iswarin, Nuriyah Lailatin, dan Sriwilujeng, "Hubungan Gugus Fungsi Plastik Biodegradabel Metil Akrilat dan Pati Garut Terhadap Sifat Mekaniknya", Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, 2013.
24. Akhtar, Majid Niaz, Abu Bakar Sulong, Fadzly Radzi, Ismail, Raza, Norhamidi Muhammad, dan Muhammad Azhar Kan, "Influence of Alkaline Treatment and Fiber Loading on The Physical and Mechanical Properties of kenaf/Polypropylene Composites for Variety of Applications", Progress in Natural Science: Materials International, 2016.
25. Jung, Melissa, David Horgen, Sara Orski, Viviana Rodriguez, Kathryn Beers, George Balazs, Todd Jones, Thierry Work, Kayla Brignac, Sarah Royer, David Hyrenbach, dan Brenda Jensen, "Validation of ATR FT-IR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organism", Marine Pollution Bulletin, Vol.127, 2018.
26. Pradana, Muhammad Aditya, Hosta Ardhyana, dan Mohammad Farid, "Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara", Jurnal Teknik ITS, Vol.6, 2017.
27. Heryes, Lidia Jane dan Ayu Wulandari, "Pembuatan komposit polipropilena-serat kenaf pendek: Pengaruh komposisi serat kenaf pendek terhadap sifat termal", Skripsi, tidak diterbitkan, Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, 2018.
28. Sapuan, Salit, Mohammad Jawaid, dan Mohammad Hoque, "Manufacturing of Natural Fibre Reinforced Polymer", Springer International Publishing, 2015.

LAMPIRAN A

Perhitungan Komposisi Komposit Polipropilena/Serat Kenaf Pendek

Sampel 1			
No	Bahan	Komposisi (%)	Satuan (Kg)
1.	Serat kenaf	15	0,45
2.	Polipropilena	85	2,55
3.	MAPP	5	0,0225
4.	Irganox 1010	0,52	0,0156
5.	Talk	-	0

Sampel 1			
No	Bahan	Komposisi (%)	Satuan (Kg)
1.	Serat kenaf	15	0,45
2.	Polipropilena	85	2,55
3.	MAPP	5	0,0225
4.	Irganox 1010	0,52	0,0156
5.	Talk	0,8	0,024

LAMPIRAN B

ALAT



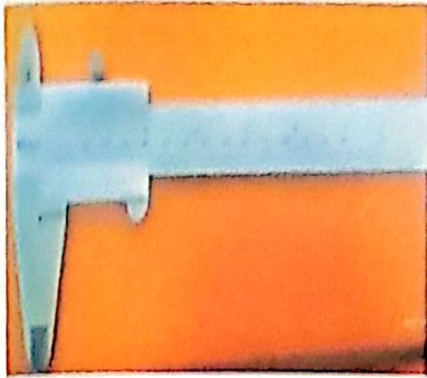
Sarung tangan rajut



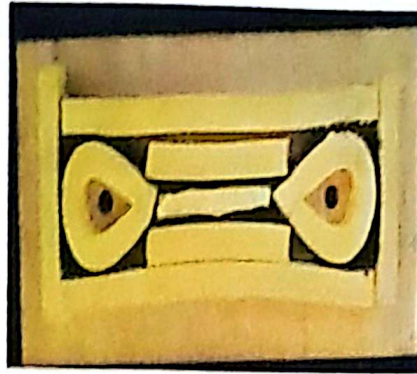
Sarung tangan kulit



Cetakan lembaran komposit



Jangka sorong



Cetakan Spesimen



Timbangan Digital



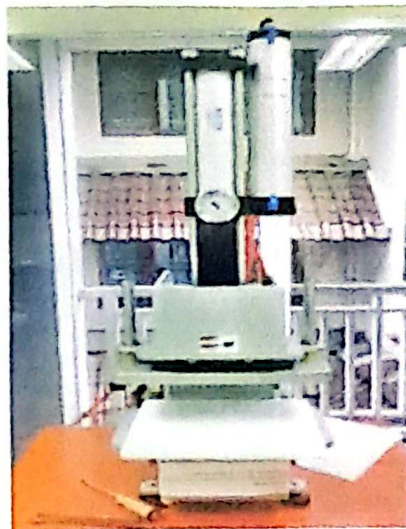
Mesin *Fourier Transform Infrared* (FTIR)



Mesin Manual Forming



Universal Testing Machine (UTM)



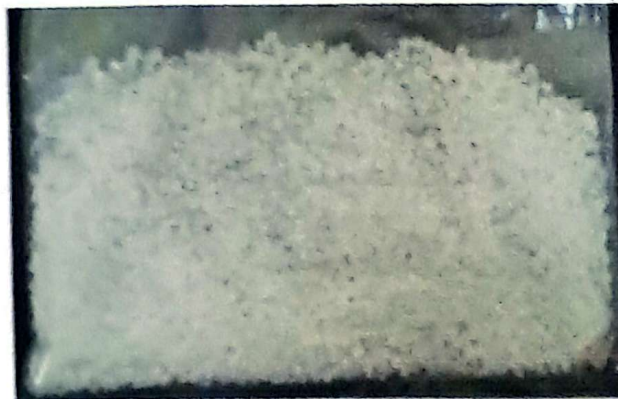
Pneumatic Spesimen Punch

LAMPIRAN C

BAHAN



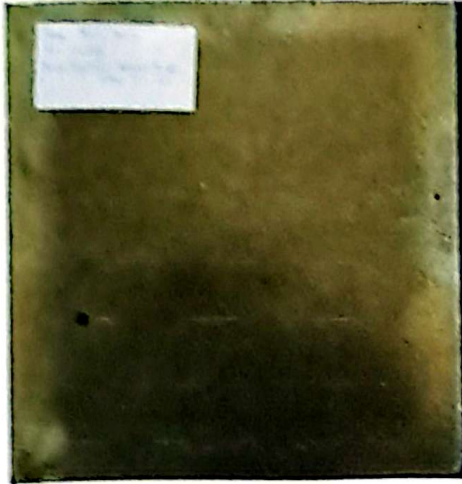
Komposit PP/Serat Kenaf 15%/Talk dan
tanpa Talk berbentuk granula



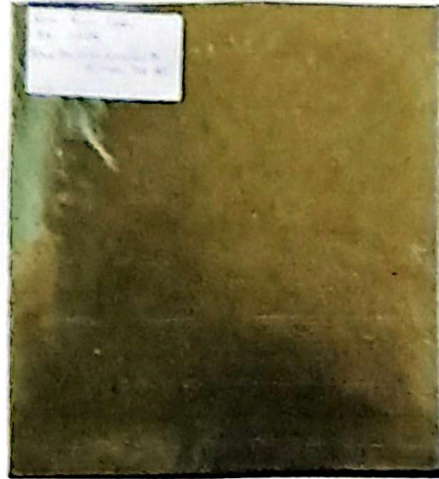
Pelet Polipropilena

LAMPIRAN D

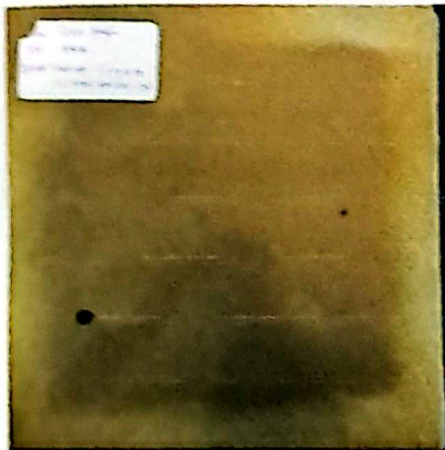
GAMBAR SAMPEL PENELITIAN



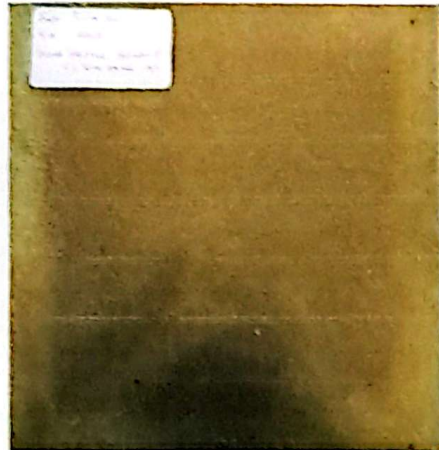
Lembaran Komposit PP/Serat
Kenaf15%/Talk 190°C



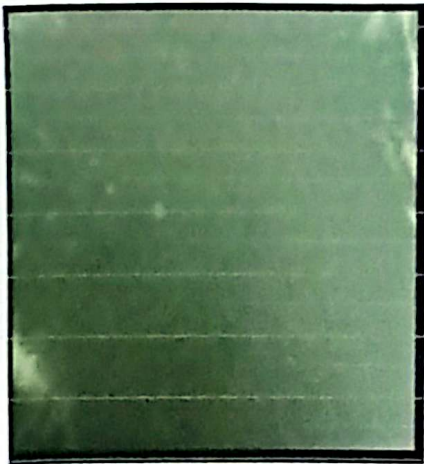
Lembaran Komposit PP/Serat
Kenaf15%/Talk 180°C



Lembaran Komposit PP/Serat
Kenaf15% tanpa Talk 190°C



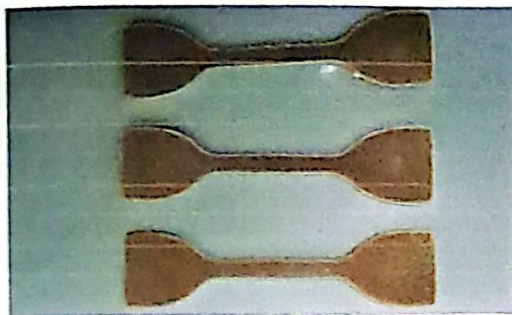
Lembaran Komposit PP/Serat
Kenaf15% tanpa Talk 180°C



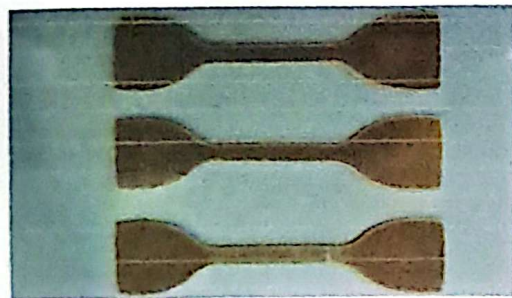
Lembaran Komposit
Polipropilena Murni 190°C



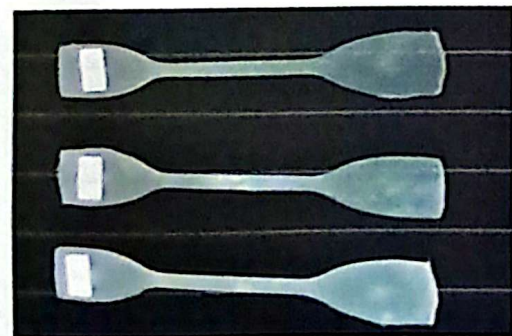
Lembaran Komposit
Polipropilena Murni 180°C



Spesimen uji tarik Komposit
PP/Serat Kenaf15%/Talk



Spesimen uji tarik Komposit
PP/Serat Kenaf15% tanpa
Talk



Spesimen Komposit
Polipropilena Murni