

## **BAB II**

### **TIJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)**

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah buah dari kelapa sawit. TKKS ini bisa dimanfaatkan untuk aneka kebutuhan, salah satunya adalah sebagai bahan pembuatan papan partikel. Semakin banyak buah kelapa sawit diolah maka semakin banyak limbah TKKS sehingga dapat menimbulkan bahaya pada lingkungan industri, misalnya pada lingkungan industri Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia Sumatera Utara (GAPKI SUMUT). Dengan hal tersebut limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai papan partikel. Kandungan utama dari TKKS adalah selulosa dan lignin. Kandungan selulosanya mencapai (30-50%) dan lignin (13-30%). Selulosa merupakan polimer glukosa linier dengan ikatan glikosidik (Kurniawan et al., 2022).



**Gambar 2.1** Tandan Kosong Kelapa Sawit

Salah satu cara memanfaatkan TKKS yang sudah dilakukan beberapa peneliti adalah membuatnya menjadi papan partikel dengan bahan penguat atau perekat berbasis formaldehid, termoplastik, bahan alam atau bahan organik. Selain di atas perekat yang digunakan pada papan partikel antara lain fenol formaldehid dan urea-formaldehid, polistirena, gambir, dan campuran urea formaldehid dengan

polietilena. Dilaporkan bahwa papan partikel dengan berbasis formaldehid berbahaya terhadap kesehatan karena emisi formaldehid dan karsinogen dan mutu papan partikel yang dihasilkan belum baik karena sifat fisik dan sifat mekaniknya belum memenuhi standar yang ditentukan. Untuk meningkatkan kualitas papan partikel, cara yang dilakukan adalah mengganti bahan perekat berbasis formaldehid dengan bahan perekat berbasis polipropilena termoplastik. Pada dasarnya penggunaan urea formaldehid sebagai perekat papan komposit juga memiliki kekurangan antara lain, partikel kayu dan bahan perekat hanya terjadi interaksi fisik (gaya-gaya antar molekul seperti ikatan hidrogen, ikatan Van der Waals, gaya-gaya dispersi ataupun gaya-gaya dipol) dan tidak mampu berikatan secara kimia sehingga mempengaruhi kekuatan kayu (Raharjo, 2020).

## **2.2 Pelepah Kelapa Sawit**

Pelepah adalah tempat menempelnya daun kelapa sawit. Daun ini mempunyai sirip genap dan bertulang sejajar. Pada pangkal pelepah daun terdapat duri-duri dan bulu-bulu halus sampai kasar. Pelepah daun sejak mulai terbentuk sampai tua membutuhkan waktu  $\pm 7$  tahun dan pada satu pohon jumlah pelepah dapat mencapai 60 buah dengan panjang pelepah daun mencapai 9 meter. Pertumbuhan pelepah daun tiap tahun pada tanaman muda yang berumur 4–6 tahun mencapai 30–40 helai dan pada tanaman yang lebih tua berjumlah antara 20–25 helai. Setiap hektar kebun kelapa sawit rata-rata menghasilkan 2 ton pelepah pertahunnya. Permasalahannya adalah berlimpahnya limbah tersebut pada saat ini belum di manfaatkan secara maksimal. Dengan melihat hal tersebut serta didukung dengan berkembangnya teknologi, maka pelepah tersebut bisa dijadikan sebagai bahan untuk membuat papan partikel sebagai pengganti papan dari kayu solid. Hal ini memungkinkan dilakukan karena kelapa sawit merupakan pohon yang mengandung serat berlignoselulosa yang sifatnya mirip dengan kayu, oleh karena itu dapat dimanfaatkan sebagai produk panel seperti papan partikel dan papan serat serta briket (Lestari et al., 2022). Umumnya limbah pelepah kelapa sawit dibiarkan begitu

saja membusuk tanpa ada perlakuan pengolahan lebih lanjut. Pelepah kelapa sawit mengandung selulosa sebesar 40,96% (Dini Mufriah1, 2021).



**Gambar 2.2** Pelepah Kelapa Sawit

### 2.3 Akar Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tanaman berakar serabut, akar serabut ini tumbuh dari seluruh pangkal batang hingga kedalaman 0.45 meter dan panjang mencapai 20 meter tergantung jenis tanah, ketersediaan hara, air dan terdiri dari akar primer, sekunder, tersier serta kuarternier. Jika kelapa sawit sudah mencapai umur 35-40 tahun akan dilakukan penebangan pohon sehingga banyak menghasilkan limbah salah satunya yaitu limbah akar kelapa sawit. Selulosa dapat ditemukan didalam dinding sel pelindung tumbuhan terutama pada tangkai batang, dahan dan semua bahagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Limbah *decanter solid* yang telah menjadi kompos berfungsi untuk menambah hara ke dalam tanah, juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang sangat diperlukan bagi perbaikan sifat fisik tanah. *solid* memiliki kandungan bahan kering 81,65% yang di dalamnya terdapat protein kasar 12,63%; serat kasar 9,98%; lemak kasar 7,12%; kalsium 0,03%; fosfor 0,003%; hemiselulosa 5,25%; selulosa 26,35%; dan energi 3454 kal/kg. (Estate, 2021).



**Gambar 2.3** Akar Kelapa Sawit

#### **2.4 Polipropilena**

Polipropilena (PP) merupakan polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan berbagai aplikasi penting dan luas penggunaannya disamping polietilena dan polivinil klorida. Perkembangan berbagai variasi dan luasnya jenis penggunaannya, maka memungkinkan untuk memanipulasi dengan berbagai aditif untuk mendapatkan bahan polimer yang dapat dipakai untuk berbagai keperluan lainnya. Polipropilena adalah polimer yang tersusun atas monomer-monomer propena, melalui reaksi adisi membentuk PP. Sifatnya dapat melunak dalam air panas dan kuat. PP adalah suatu polimer yang bersifat non polar. PP ini dapat diubah sifat non polarnya menjadi polar dengan cara menggrafting gugus fungsi polar kedalam rantainya dengan adanya suatu inisiator. PP isotaktik memiliki sifat kekakuan yang tinggi, daya rentang yang baik, resistensi terhadap asam, alkali dan pelarut. Densitas PP berkisar antara  $0,90 - 0,91 \text{ g/cm}^3$  titik leleh ( $T_m$ ) dari  $165^\circ\text{C} - 170^\circ\text{C}$ , dan dapat digunakan sampai  $120^\circ\text{C}$  (Adriatna Putri et al., 2022). Modifikasi suatu polimer dengan teknik grafting melibatkan pembentukan situs aktif berupa radikal bebas atau ion terlebih dahulu pada polimer induk. Pembentukan situs aktif dapat dilakukan dengan metode kimia dan fisika. Dengan metode kimia, radikal terbentuk pada PP akibat abstraksi atom hidrogen oleh radikal inisiator seperti BPO. PP ataktik tidak dapat berubah menjadi PP sindiotaktik atau

menjadi struktur lainnya tanpa memutuskan dan menyusun kembali beberapa ikatan kimia. Struktur yang lebih teratur memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk berkristalisasi dari pada struktur yang tidak teratur. Jadi, struktur isotaktik dan sindiotaktik lebih cenderung membentuk daerah kristalin dari pada ataktik (Hidayani, 2018).

Karena sifatnya yang menguntungkan dan biaya rendah, PP dan komposisinya banyak digunakan dalam pengemasan, otomotif, dirgantara, bangunan dan infrastruktur, barang konsumsi, bidang medis/farmasi, tekstil, dan bidang kelautan. PP banyak memiliki kemiripan dengan polietilena terutama dalam sifat listrik, mekanik dan tahan terhadap panas pada waktu digunakan, sedangkan ketahanan terhadap kimia lebih rendah (Florenzi, 2018).



**Gambar 2.4** Polipropilena

## **2.5 Sifat Polipropilena**

PP komersil kebanyakan merupakan isotaktik dan mempunyai kristalinitas tingkat menengah diantara polietilena yang berdensitas tinggi dengan polietilena berdensitas rendah, modulus youngnya juga menengah. Kristalinitas merupakan sifat penting yang terdapat pada polimer. Kristalinitas merupakan ikatan antara rantai molekul sehingga menghasilkan susunan molekul yang lebih teratur. Pada polimer PP, rantai polimer yang terbentuk dapat tersusun membentuk daerah kristalin (molekul tersusun teratur) dan bagian lain membentuk daerah amorf molekul

tersusun secara tidak teratur. Titik lebur yang dimiliki oleh polipropilena yaitu  $160^{\circ}\text{C}$  atau  $320$  fahrenheit sebagaimana yang telah ditetapkan Differential Scanning Calorimetry (DSC). Dalam xylene PP akan larut dengan pemanasan, akan tetapi PP dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hydrogen peroksida. PPD-g-AM yang mempunyai derajat grafting tertinggi digunakan sebagai bahan perekat pembuatan papan partikel. PP plastik bersifat tidak menyerap air, jika semakin banyak jumlah plastik yang digunakan maka kadar airnya semakin menurun (Setiawan & Nurhanisa, 2020)

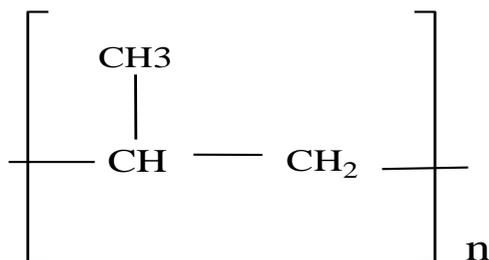
Berdasarkan struktur rantainya PP terdapat tiga susunan gugus metil terhadap bidang utama rantai-rantai karbon, atau terdapat tiga isomer (taktisitas):

- Isotaktik: Gugus-gugus metil berada pada sisi-sisi yang sama
- Sindiotaktik: Gugus-gugus metil tertata secara berselang-seling pada sisi rantai
- Ataktik: Gugus-gugus metil tertata secara acak pada rantai polipropilena

**Tabel 2.1** Karakteristik Polipropilena

Deskripsi	Polipropilena
Densitas pada suhu $20^{\circ}\text{C}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,9
Suhu melunak ( $^{\circ}\text{C}$ )	194
Titik lebur ( $^{\circ}\text{C}$ )	160
Kristalinitas (%)	60-70
Indeks fluiditas	0,2- 2,5
MoE ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	11.000-13.000
Tahanan volumetric ( $\text{ohm}/\text{cm}^2$ )	1017
Konstantan dielektrik (60-108cycles)	2,3
Permeabilitas gas	-
Nitrogen	4,4
Oksigen	23
Gas karbon	92
Uap air	600

Sumber: (Mutiah, n.d.2001)



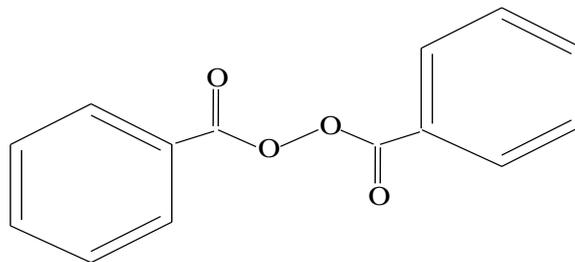
**Gambar 2.5** Struktur Polipropilena ( $\text{C}_3\text{H}_6$ )<sub>n</sub> (Pasaribu, 2004)

## 2.6 Degradasi Polipropilena (PP) dengan Benzoil Peroksida (BPO)

PP adalah suatu polimer atau makromolekul rantai panjang yang mempunyai derajat polimer tinggi. PP termasuk polimer termoplastik yang akan lunak bila dipanaskan dan kembali mengeras bila dingin. Pada pemanasan pada suhu pengolahannya dengan adanya suatu inisiator peroksida, seperti BPO polimer ini akan mengalami degradasi, yaitu terjadi pemutusan rantai utama. Pada penelitian ini degradasi PP dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh PP yang mempunyai bobot molekul lebih rendah dan rantai lebih pendek. PP bobot molekul rendah dan rantai lebih pendek ini diharapkan setelah digrafting dengan anhidrida maleat lebih mudah bereaksi dengan gugus hidroksil selulosa dan masuk ke antara serat-serat selulosa dalam papan partikel (Sijabat et al., 2022).

## 2.7 Benzoil Peroksida (BPO) ( $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$ )

BPO merupakan senyawa oksidator, peroksida organik seperti BPO terurai secara homolitik dengan menghasilkan radikal bebas benzoil. BPO digunakan sebagai pemutih untuk makanan seperti tepung, minyak nabati dan susu dalam proses pembuatan keju. Benzoil peroksida juga dapat digunakan sebagai obat jerawat, pemutih gigi, serta dapat digunakan pada industri pembuatan perekat.

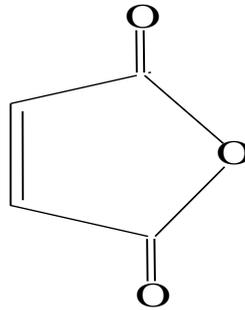


**Gambar 2.6** Benzoyl Peroksida ( $C_{14}H_{10}O_4$ ) (Schwarz et al., 2014)

Inisiator seperti BPO merupakan salah satu inisiator reaksi dari beberapa peroksida yang ada. Keberadaan peroksida dalam campuran akan menyebabkan terjadinya proses radikalasi pada masing-masing komponen. Proses radikalasi menyebabkan terjadinya ikatan kimia secara cepat antara polipropilena dengan bahan pengisi dengan metode interpenetrasi jaringan polimer pada bahan pengisi dan polipropilena (Tanjung & Anggraeni, 2018).

## 2.8 Maleat Anhidrat (MA)

MA adalah senyawa vinil tidak jenuh merupakan bahan mentah dalam sintesa resin poliester, pelapis permukaan karet, deterjen, bahan aditif dan minyak pelumas, plastisizer dan kopolimer. Anhidrat maleat mempunyai sifat kimia khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil didalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi adisi (Eddiyanto et al., 2019). Senyawa ini memiliki rantai siklis dan dapat disintesis dengan mengoksidasi butana ( $C_4H_{10}$ ) atau benzena ( $C_6H_6$ ), sehingga memiliki banyak kegunaan di bidang industri, namun paling banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan unsaturated polyester resin & penguat matrik. Sedangkan kegunaan lainnya adalah sebagai alkyl resin, bahan kopolimer, bahan kimia pertanian, dan aditif pelumas (Humaira et al., 2022). MA adalah sebuah senyawa organik dengan rumus kimia  $C_4H_2O_3$ . Dalam keadaan murninya senyawa ini tidak berwarna putih padat dengan bau yang tajam. Massa molarnya 98,06 g/mol, titik lebur  $52,8^{\circ}C$ , dan titik didihnya adalah  $202^{\circ}C$ . Maleat anhidrat biasanya dimanufaktur dari oksidasi benzena atau senyawa aromatik lainnya.



**Gambar 2.7** Struktur Maleat Anhidrat ( $C_4H_2O_3$ ) (Humaira et al., 2022)

## 2.9 Papan Partikel

### 2.9.1 Pengertian Papan Partikel

Papan partikel merupakan lembaran hasil pengempaan panas campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan partikel organik dan bahan lainnya. Papan partikel juga dapat diartikan sebagai lembaran bahan yang terbuat dari serpihan kayu atau bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa seperti keping, serpih, untai yang disatukan dengan menggunakan bahan pengikat organik dengan memberikan perlakuan panas, tekanan, katalis dan sebagainya. Dari pengertian diatas maka papan partikel dapat didefinisikan sebagai produk panel yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel kayu sekaligus mengikatnya dengan suatu prekat. Kualitas papan partikel yang dihasilkan dipengaruhi oleh kepadatan, kekerasan permukaan dan sebagainya. Beberapa pengaplikasian papan partikel umumnya digunakan untuk lemari, meja, rak, dinding dan lantai panel (Ramadina & Razi, 2022).

Kelebihan Papan partikel :

1. Bahannya ringan
2. Mudah dibongkar pasang
3. Harganya lebih murah dari kayu solid

Kekurangan Papan Partikel :

1. Tidak tahan air dan kelembaban
2. Permukaan kurang halus
3. Lebih sukar dalam finishing cat
4. Kekuatannya rendah
5. Mudah keropos dan hancur

### **2.9.2 Mutu Papan Partikel**

Mutu papan partikel dilihat dari sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat fisis pada papan partikel yaitu dapat diamati dan diukur atau yang dirasakan oleh panca indera. Sedangkan sifat mekanis yaitu mengamati sifat elastis (MoE) dan sifat kepatahan dari papan partikel tersebut (MoR) (Ramadhani & Wardani, 2019). Bahan berlignoselulosa bukan kayu yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel dapat diperoleh dari berbagai jenis limbah. Material bukan kayu seperti kulit durian, ampas tebu, sekam padi, tongkol jagung dan sabut kelapa memiliki kandungan selulosa dan lignin. Perkat isosianat memiliki kelebihan seperti pematangan (curing) perkat yang lebih cepat, memiliki toleransi yang tinggi terhadap kadar air, sifat fisis dan mekanis serta daya tahan panel yang lebih baik (Purba, 2018).

### **2.9.3 Standar Uji untuk Papan Partikel**

Standar mutu adalah kesepakatan yang telah disepakati bersama oleh sekelompok orang atau organisasi dan telah didokumentasikan yang terdiri dari spesifikasi teknis dan kriteria akurat yang digunakan sebagai peraturan, proses atau jasa sesuai dengan yang telah dinyatakan dan disepakati. Sehubungan dengan hal tersebut, maka pada penelitian ini digunakan standar mutu untuk papan partikel dari SNI 03-2105-2006 sebagai perbandingan terhadap mutu dari papan partikel yang dihasilkan.

**Tabel 2.2** Standar mutu SNI 03-2105-2006 (Mawardi, 2009)

Sifat Fisik/ Mekanik	Standar Mutu SNI 03-2105-2006
Kerapatan	0,40 g/ cm <sup>3</sup> – 0,90 g/ cm <sup>3</sup>
Kadar air	>14%
Keteguhan rekat permukaan	82 kgf/ cm <sup>2</sup>
Modulus elastisitas	2.081,63 kgf/ cm <sup>2</sup>

#### 2.9.4 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Mutu Papan Partikel

Faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel adalah berat jenis partikel, zat ekstraktif partikel, campuran jenis bahan pengisi, ukuran papan partikel, perekat dan pengolahan. Berat jenis partikel adalah perbandingan antara berat kering tanah dengan volume tanah (tidak termasuk pori yang terdapat di antara partikel), yang dinyatakan dalam gram persentimeter kubik. Zat ekstraktif merupakan salah satu komponen kimia penyusun kayu yang berpengaruh terhadap nilai kalor kayu. Perekat adalah bahan yang mampu mengikat dua permukaan atau lebih dengan ikatan yang kuat dan permanen.

#### 2.9.5 Sifat Fisis Papan Partikel

Sifat fisis papan partikel sebagai berikut :

##### a. Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan suatu papan untuk menyerap air ketika direndam dalam air. Nilai daya serap air dihitung dengan cara merendam sampel selama 24 jam. Pengukuran daya serap air dilakukan dengan mengukur massa kering, kemudian direndam dalam air selama 24 jam dan setelah itu lalu diukur kembali massanya. Kadar air papan partikel dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{DSA (\%)} = \frac{BB-BA}{BA} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

DSA = Daya Serap Air (%)

BB = Nilai Berat awal (g)

BA = Nilai Berat kering tanur (g)

b. Kerapatan

Massa jenis atau disebut juga dengan istilah rapat massa adalah perbandingan antara massa suatu zat dengan volumenya. Massa jenis merupakan ciri khas setiap zat. Oleh karena itu zat yang berbeda jenisnya pasti memiliki massa jenis yang berbeda pula. Untuk menghitung kerapatan papan partikel digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{v} \quad (2.2)$$

Keterangan :

P = Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )

m = Berat kering tanur (gr)

v = Volume kering tanur ( $\text{cm}^3$ )

### 2.9.6 Sifat Mekanis Papan Partikel

Sifat mekanis papan partikel sebagai berikut :

a. Keteguhan lentur (MoE)

Keteguhan lentur (MoE) merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan. Keteguhan lentur dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{MoE} = \frac{PL^3}{4.bh^3} \text{ kgf/ cm}^2 \quad (2.3)$$

Keterangan:

MoE = Nilai Keteguhan elastisitas ( $\text{kg/cm}^2$ )

P = Beban Maksimum (kgf)

L = Panjang Bentang (cm)

h = tinggi sampel

b = lebar sampel

b. Keteguhan patah (MoR)

Keteguhan patah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{MoR} = \frac{3 PL}{2bh^2} \text{ kgf/cm}^2 \quad (2.4)$$

Keterangan:

MoR = Nilai Keteguhan patah ( $\text{kg/cm}^2$ )

P = Beban maksimum (kgf)

L = panjang batangan (cm)

b = Lebar gelagar (cm)

h = Tinggi gelagar (cm)

c. Keteguhan tarik tegak lurus permukaan

Dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{IB} = \frac{P_{\max}}{A} \quad (2.5)$$

Keterangan:

IB = (Nilai Kekuatan rekat internal ( $\text{kg/cm}^2$ ))

Pmax = (Nilai Beban maksimum (kg))

A = (Nilai Luas permukaan uji ( $\text{cm}^3$ ))

### 2.9.7 Karakteristik Papan Partikel

Karakteristik dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa papan partikel dari tandan, pelepah, akar, dan campuran. Karakteristik yang dilakukan adalah uji daya serap air, kerapatan, internal bonding, MoE dan MoR, (FT-IR), dan TGA.

### 2.10 Fourier Transform Infra Red (FT-IR)

FT-IR (Fourier-transform Infrared Spectroscopy) adalah sebuah teknik untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair, atau gas. FT-IR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak. Alat ini memiliki fungsi yang hampir mirip seperti spektrofotometer. Selain gugus fungsi, FT-IR juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel. FT-IR juga memiliki daerah Inframerah pada spectrum gelombang electromagnetic dimulai dari panjang gelombang  $14000\text{ cm}^{-1}$  hingga  $10\text{ cm}^{-1}$ . FT-IR menggunakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita absorpsi yang terbentuk pada spectrum infra merah dengan menggunakan spectrum senyawa pembanding yang tentunya sudah diketahui sebelumnya (Silviah et al., 2019).

**Tabel 2.3** Daftar bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan (Sijabat et al., n.d.)

Bilangan gelombang ( $\nu$ , $\text{cm}^{-1}$ )	Jenis ikatan
3750- 3000	Regangan O-H, N-H
3300- 2900	Regangan C-H; $-\text{C}\equiv$ ; C-H; C=C-H; Ar-H
3000- 2700	Regangan $-\text{CH}^3$ , $-\text{CH}^2$ -, C-H, C-H aldehid
2400- 2100	Regangan $-\text{C}\equiv\text{C}-$ , $\text{C}\equiv\text{N}$
1900- 1650	Regangan C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida)
1675- 1500	Regangan C=C (aromatik dan alifatik), C=N
1475- 1300	C-H bending
1000- 650	C=C-H, Ar-H bending

### 2.10.1 Prinsip Kerja FT-IR

FT-IR memiliki interaksi antara energi dan materi. Infrared yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa infrared diserap oleh sampel dan yang lainnya di transmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar infrared lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak.

Adapun cara kerja FTIR seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh rekorder. Selanjutnya diperlukan amplifier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah. Standar yang digunakan adalah ASTM

E1252. Sampel yang dapat dengan mudah diuji oleh FTIR, termasuk pelet polimer, bagian sampel buram, serat, bubuk, pelapis kawat, dan cairan (Pambudi et al., 2017).

### **2.11 Thermal Gravimetry Analisis (TGA)**

Thermal Gravimetry Analysis (TGA) adalah teknik analisis termal yang digunakan untuk mengukur perubahan berat massa sampel sebagai fungsi suhu atau waktu. TGA dapat digunakan terutama untuk menyelidiki stabilitas termal kekuatan bahan pada suhu tertentu, stabilitas oksidatif laju penyerapan oksigen pada bahan, serta sifat komposisi misalnya, pengisi, resin polimer, pelarut dari sampel. Analisis termogravimetri menggunakan panas untuk memaksa terjadinya reaksi dan perubahan fisik pada bahan. TGA memberikan pengukuran kuantitatif perubahan massa dalam bahan yang terkait dengan transisi dan degradasi termal. TGA mencatat perubahan massa dari dehidrasi, dekomposisi, dan oksidasi sampel dengan waktu dan suhu. Karakteristik kurva termogravimetri diberikan untuk bahan khusus dan senyawa kimia karena urutan unik dari reaksi fisikokimia yang terjadi pada rentang suhu dan laju pemanasan yang spesifik (Dzuhri et al., 2015)

