



# **SINTESIS POLIMER *BIODEGRADABLE* MENGUNAKAN KATALIS PALADIUM MELALUI PROSES ISOMERISASI DAN KOPOLIMERISASI POLIETILEN DENGAN ASAM LEMAK TAK JENUH DARI MINYAK KELAPA SAWIT**

Oleh:

- Dr.rer.nat. Yudha Prawira Budiman, M.Sc.
- Puteri Khansa Salsabila, S.Si.
- Muhammad Rizki Ramadhan
- Ilham Zulfa Ghafara

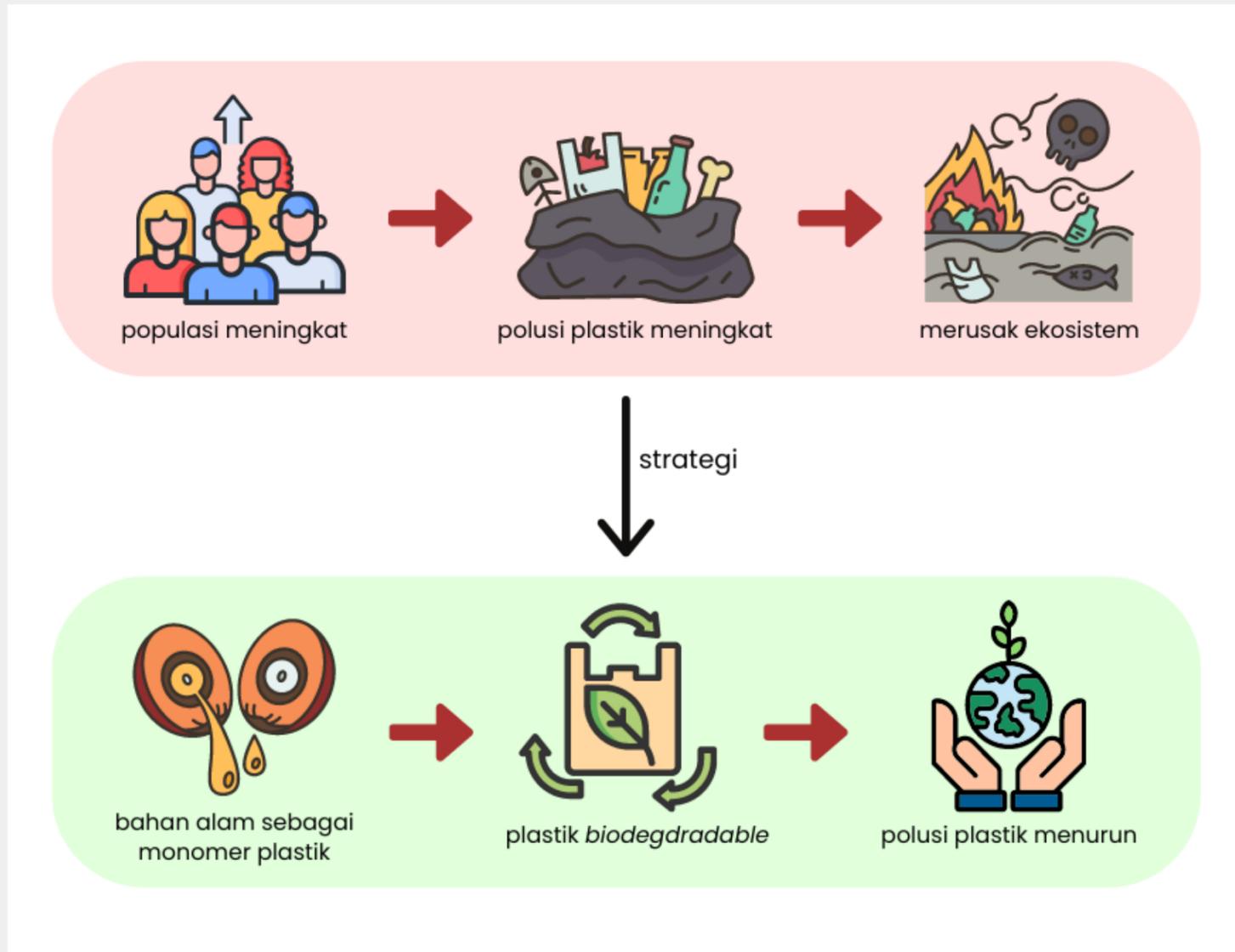


## TUJUAN PROJECT



1. Melakukan sintesis dan optimasi reaksi isomerisasi dan kopolimerisasi menggunakan katalis kompleks paladium (II) dengan monomer etilen dan asam lemak tak jenuh dalam minyak kelapa sawit untuk menghasilkan kopolimer *biodegradable*.
2. Menghasilkan kopolimer polietilen sebagai bahan baku plastik pertama di dunia yang menggunakan minyak sawit sebagai bahan bakunya.

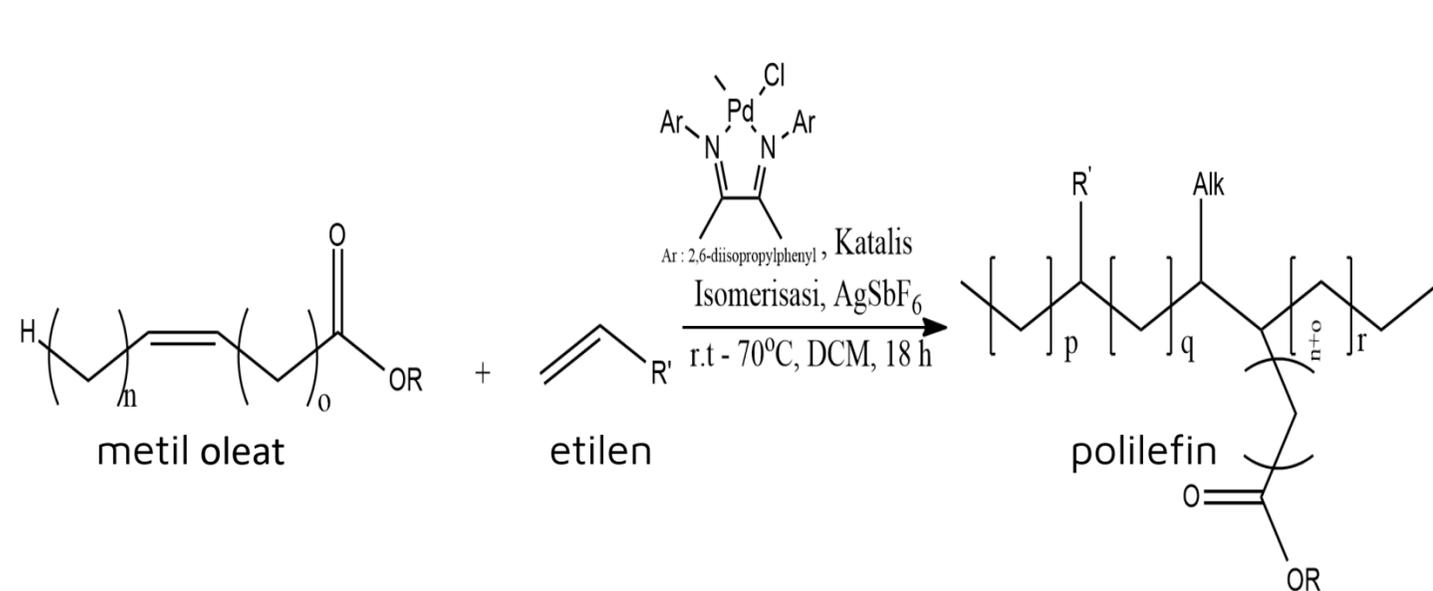
# JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Gambar 1. Ilustrasi latar belakang penelitian

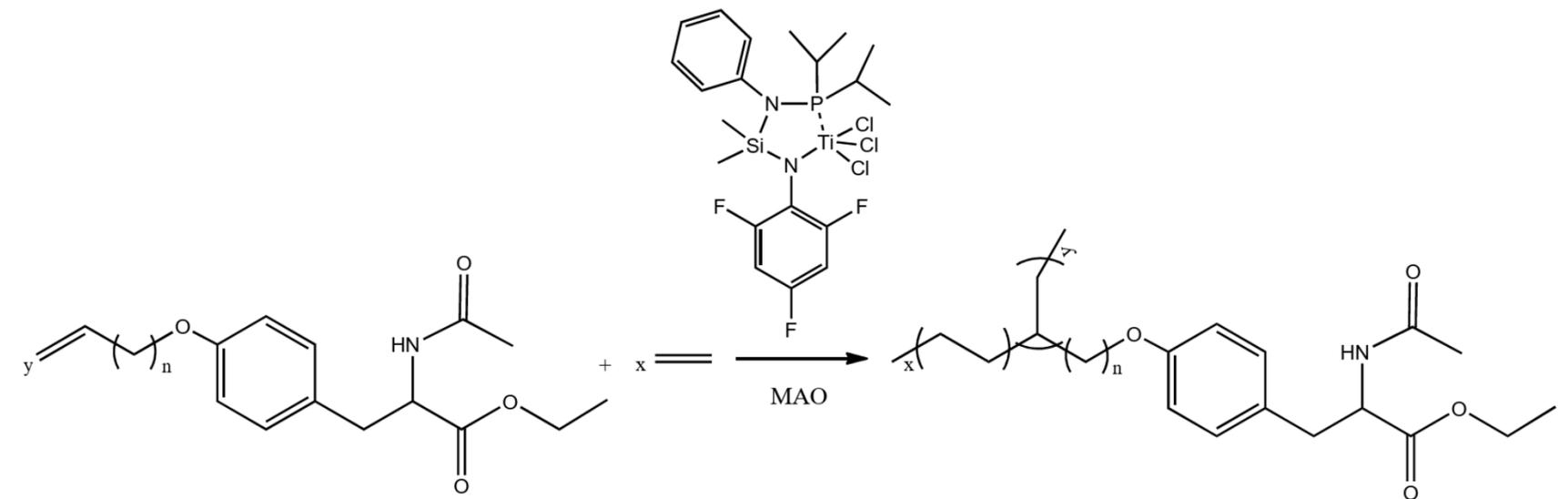
- **Sifat istimewa plastik** diantaranya stabilitas termal, daya tahan kuat, ringan, biaya rendah, fleksibel, dan tahan terhadap bahan kimia.<sup>[4]</sup> Oleh sebab itu, terjadi **peningkatan konsumsi plastik** di setiap tahunnya. Permintaan pasar terhadap polietilena (PE) semakin tinggi seiring dengan peningkatan jumlah populasi manusia dan konsumsi terhadap plastik mengakibatkan tingginya angka produksi serta polusi plastik yang dapat **membahayakan ekosistem** (Shen *et al.*, 2020; Bank *et al.*, 2021).
- **Polusi plastik** dapat diatasi dengan produksi polimer menggunakan sumber daya terbarukan untuk menghasilkan **plastik ramah lingkungan**, efektif, dan unggul (Gandini & Lacerda, 2022)
- Sintesis polimer dirancang dengan mempertimbangkan beberapa hal, yaitu monomer berasal dari **sumber daya terbarukan**, biaya energi minimum, penggunaan reagen berbahaya sedikit, pelepasan produk samping secara terkendali, serta produk akhir yang dapat terdegradasi secara hayati maupun daur ulang (Gandini & Lacerda, 2022)
- **Polimer bio-based** merupakan makromolekul turunan atau monomer yang berasal dari biomassa, seperti poliester mampu mengalami biodegradasi (Diaz & Mehrkhodavandi, 2021).
- Oleh sebab itu, perlu dilakukan **penelitian lebih lanjut** mengenai penggunaan sumber daya terbarukan sebagai monomer produksi polimer untuk menghasilkan polimer ramah lingkungan.

# JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Gambar 2. Reaksi *one pot* isomerisasi & kopolimerisasi (Fleckhaus *et al.*, 2017)

Berdasarkan penelitian Fleckhaus *et al* (2017), ester asam lemak tak jenuh berupa metil oleat dapat di kopolimerisasi isomerisasi dengan etilena menggunakan katalis paladium tipe Brookhart. Katalis diimin Pd (II) Brookhart yang telah di aktivasi oleh  $AgSbF_6$  merupakan katalis yang sesuai dalam proses kopolimerisasi ester dari asam lemak tak jenuh terminal dengan etilena. Polimer hasil sintesis berupa poliolefin bercabang banyak, poli dispersitas rendah, dan memiliki gugus ester pada bagian ujung rantai sehingga dapat dimodifikasi untuk berbagai aplikasi. Gugus ester pada polimer memberikan sifat lebih mudah mengalami degradasi oleh lingkungan



Gambar 3. Reaksi polimerisasi N-asetil-O-( $\omega$ -alkenil)-L-tirosin etil ester menggunakan katalis kompleks titanium teraktivasi oleh MAO (Wang *et al.*, 2016)

Wang *et al* (2016) berhasil sintesis kopolimer etilen dengan N-asetil-O-( $\omega$ -alkenil)-L-tirosin etil ester secara efisien menggunakan kompleks titanium teraktivasi oleh MAO (*Methyl Aluminoxane*). Kopolimer memiliki sifat fisik maupun kimia yang lebih unggul dibandingkan dengan polietilena diantaranya titik leleh kopolimer lebih tinggi, *Molecular Weight Distribution* (MWD) kopolimer lebih luas, dan hidrofilitas kopolimer lebih tinggi pengaruh penyisipan komonomer ke dalam rantai kopolimer. Polimer hidrofilik memiliki beragam manfaat dalam sistem biologis, yaitu kemampuan degradasi, biokompatibilitas, dan toksisitas minimal (Das *et al.*, 2023).

# JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

## Pengaruh gugus ester dalam struktur polimer

01

Ketahanan kimiawi meningkat

02

Sifat termal polimer

03

Sifat optik lebih baik

04

Biokompatibilitas meningkat

05

Kemudahan degradasi

## PENGARUH GUGUS ESTER DALAM STRUKTUR POLIMER

### 1. Ketahanan kimiawi

Gugus ester dapat meningkatkan ketahanan kimiawi polimer dengan menghambat hidrolisis ikatan ester, yang rentan terhadap degradasi oleh air dan bahan kimia lainnya. Hal ini dapat meningkatkan daya tahan dan stabilitas bahan polimer (Lee *et al.*, 2022).

### 2. Sifat termal

Gugus ester dapat memengaruhi sifat termal polimer, seperti suhu transisi gelas ( $T_g$ ) dan koefisien muai panas (CTE). Sebagai contoh, gugus ester dapat menyebabkan nilai CTE yang lebih rendah pada polimida sehingga menghasilkan perubahan dimensi yang berkurang dengan suhu (Lee *et al.*, 2022).

### 3. Sifat optik

Gugus ester dapat memengaruhi sifat optik polimer, misalnya, indeks refraktifnya, dengan cara memasukkan gugus polar ke dalam tulang punggung polimer. Hal ini dapat menyebabkan transmisi cahaya yang lebih baik dan hamburan cahaya yang berkurang sehingga menghasilkan kejernihan dan transparansi optik yang lebih baik (Lee *et al.*, 2022).

### 4. Biokompatibilitas

Gugus ester dapat digunakan untuk meningkatkan biokompatibilitas polimer dengan cara meningkatkan sifat hidrofilik polimer. Hal ini dapat berguna untuk mengembangkan bahan biomedis dengan kinerja dan kompatibilitas yang lebih baik (Kumar *et al.*, 2022).

### 5. Ketahanan degradasi

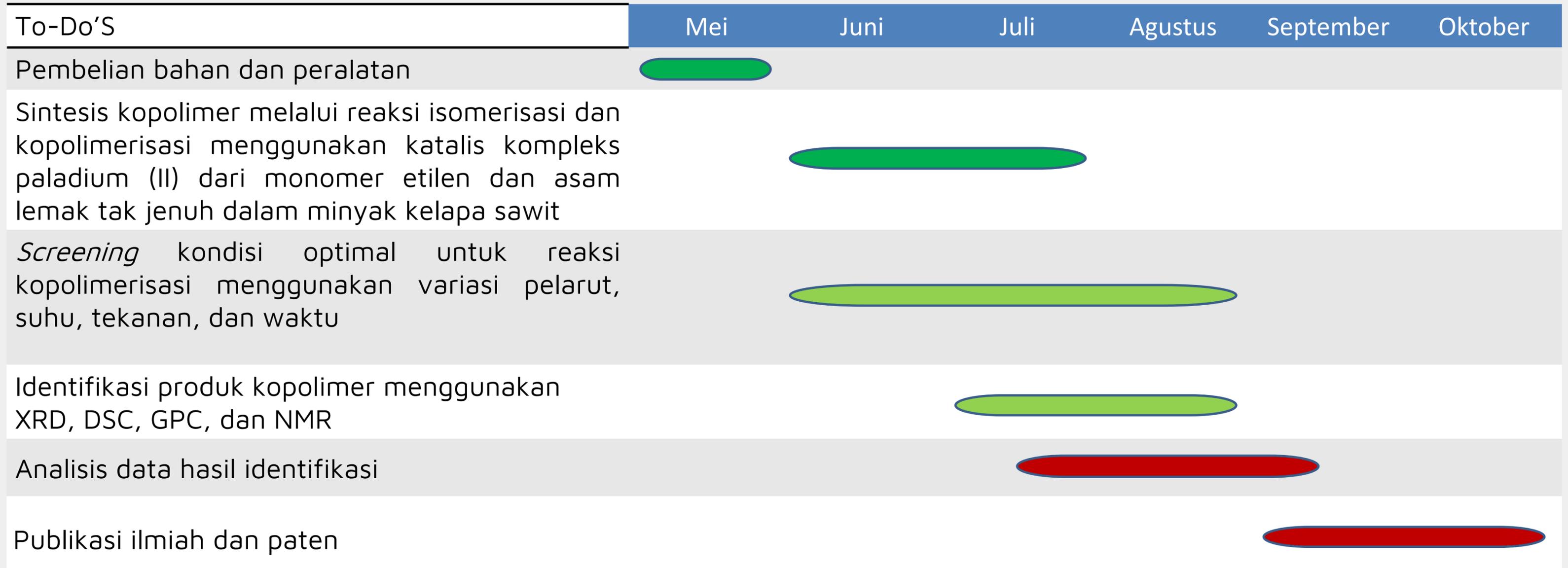
Gugus ester juga dapat memengaruhi ketahanan degradasi polimer. Poli (eter-ester) yang dapat terurai secara hayati (Djouonkep *et al.*, 2022).

Gambar 4. Pengaruh gugus ester dalam struktur polimer

# BIG PICTURE RISET/PROJECT

2024	2025	2024
<ul style="list-style-type: none"><li>• Prototipe</li><li>• Data hasil analisis sifat fisika dan kimia kopolimer</li><li>• Kondisi optimal dalam sintesis kopolimer <i>biodegradable</i> skala lab</li><li>• Publikasi ilmiah</li><li>• Haki dan paten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Scale up</i> reaksi</li><li>• Kondisi optimal dalam sintesis kopolimer <i>biodegradable</i> skala pilot</li><li>• Produksi produk</li><li>• Bekerja sama dengan perusahaan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementasi skala industri</li></ul>
Rp298.124.000	Rp700.000.000	Rp800.000.000

# GANTT CHART PELAKSANAAN



# RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

Rincian	Sat	Qty	Harga	Total
<b>1. Honorium</b>				<b>25.000.000</b>
Project Leader	Rp.	1	20.000.000	20.000.000
Anggota Project	Rp.	3	5.000.000	5.000.000
<b>2. Biaya Bahan</b>				<b>231.124.000</b>
Katalis PdBr <sub>2</sub>	10	gr	2.909.500	29.095.000
[MeCN] <sub>2</sub> PdCl <sub>2</sub>	10	gr	4.788.000	47.880.000
Gas Niterogen	2	tab	1.750.000	3.500.000
Isi ulang N <sub>2</sub>	2	tab	550.000	1.100.000
[(tBu <sub>3</sub> P)Pd(I)Br] <sub>2</sub>	2	gr	6.290.000	12.580.000
PdCl <sub>2</sub>	10	gr	2.255.000	22.550.000
Pd(OAc) <sub>2</sub>	10	gr	2.379.000	23.790.000
Ligan PPh <sub>3</sub>	20	gr	810.000	16.200.000
AgSbF <sub>6</sub>	20	gr	924.000	18.480.000
Gas etilen 97%	1	tab	27.949.000	27.949.000
Regulator	1	buah	3.000.000	3.000.000
<i>Autoclave</i>	1	buah	22.000.000	22.000.000
Neraca analitik	1	buah	5.000.000	5.000.000
<b>3. Biaya Jasa</b>				<b>25.000.000</b>
XRD	10	kali	400.000	4.000.000
DSC	10	kali	500.000	5.000.000
GPC	10	kali	600.000	6.000.000
<sup>1</sup> H-NMR	10	kali	600.000	6.000.000
<b>TOTAL</b>				<b>298.124.000</b>

# DAMPAK RISET/PROJECT

01

## Financial

- Apabila minyak sawit berhasil dihilirisasi sebagai bahan baku plastik, angka permintaan sawit akan meningkat, dikarenakan sawit kini beralih fungsi dari sekedar minyak goreng kini pun menjadi bahan baku plastik yang mudah terurai di alam.
- Sasaran plastik berbahan baku sawit akan menjadi target pasar baik di swalayan, restoran, maupun industry packaging lainnya.
- Peningkatan daya beli dari industry packaging diharapkan akan meningkat terhadap plastik dengan bahan baku sawit ini dikarenakan trend sekarang ini, pemerintah menginginkan pembatasan plastik dan peningkatan plastik yang lebih biokompatibel terhadap manusia dan lingkungan.
- POLIETILEN pertama berbahan baku sawit. Target Patent dapat berbuah royalty dengan nilai share 50:50 antara industry dan kami sebagai penemu.

02

## Non-Financial

### Komponen Analisa Dampak :

- Analisa Resiko
- Analisa Lingkungan

### Analisa Resiko (dapat mencegah) :

- Penggunaan reagen sensitif oksigen dan berbahaya
- Penggunaan MAO yang berlebihan (mudah terbakar)
- Resiko kebakaran
- Waktu degradasi polimer lama

### Analisa Lingkungan :

- Plastik mudah terdegradasi oleh mikroorganismes
- Jangka waktu degradasi lebih cepat
- Aman bagi lingkungan
- Pemanfaatan SDA (asam lemak tak jenuh dari minyak kelapa sawit) lebih maksimal



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK  
YOU**  
—