



PENGEMBANGAN BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA ASETAT MELALUI PROSES SINTESIS RENDAH ENERGI UNTUK MENINGKATKAN NILAI EKONOMIS BIOMASSA TKKS

Oleh:

- Dr. Efri Mardawati, S.TP., M.T.
- Dr. Yeyen Nurhamiyah, S.Si.
- Aisyah Hanifah, S.TP., M.TP.



TUJUAN PROJECT



Supporting to Achieve
Zero Waste Practices



Enhancing Value-Added
Products through Valorization



Responsible Consumption &
Production towards
Biorefinery & Circular Economy

1. Mengurangi volume buangan limbah TKKS di lingkungan Bumitama Gunajaya Agro (BGA) hingga **25-40%** untuk divalorisasi lebih lanjut.
2. Meningkatkan nilai tambah dan ekonomi TKKS menjadi produk bioplastik berbasis selulosa asetat dengan **rendemen** produk hingga **40%** dan tingkat **biodegradabilitas** hingga **75%**.
3. Mewujudkan **praktik industri kelapa sawit yang berkelanjutan** melalui pemanfaatan limbah biomassa TKKS yang menerapkan konsep biorefineri dan mewujudkan ekonomi sirkular.

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Produksi sampah di Indonesia hingga akhir tahun 2019 diperkirakan mencapai 67 juta ton yang 15% diantaranya atau setara 10,05 juta ton merupakan sampah plastik (KLHK, 2019). Plastik membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun untuk dapat terdegradasi (Aripin et al., 2017)



Sistem pengolahan sampah 3R (Reduce, Reuse dan Recycle). Pengolahan ini masih dinilai belum efektif (Adehera et al., 2019)



Mensintesis bahan baku dari alam sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Bioplastik dapat terdegradasi di alam lebih cepat dibandingkan plastik konvensional (Song & Zheng, 2008)



Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) memiliki selulosa 48,56%, hemiselulosa 28,08% dan lignin 23,39% (Febrianti, 2019). Kandungan selulosa yang tinggi pada TKKS berpotensi untuk dijadikan bioplastik (Dewanti, 2018)

Indonesia merupakan salah satu negara yang melakukan impor selulosa asetat, untuk itu dengan potensi sumber daya alam yang melimpah maka Indonesia haruslah melakukan penelitian dan pengembangan dalam memproduksi selulosa asetat yang dapat diaplikasikan pada banyak produk di berbagai sektor industri.

Produk selulosa asetat dipasarkan di beberapa negara wilayah Amerika Utara, Eropa dan Asia-Pasifik.

Diaplikasikan pada berbagai industri seperti pembuatan serat tekstil, film fotografi, filter rokok, membran filtrasi, plastik, pelapis, komposit, laminasi, produk medis dan farmasi

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Selulosa Asetat (sebagai *filler*)

Selulosa asetat memiliki rantai polimer yang lurus dan panjang sehingga dapat memberikan karakteristik yang lebih baik pada bioplastik (Intandiana et al, 2019)

Kitosan (sebagai penguat)

Kitosan memiliki senyawa yang bersifat hidrofobik sehingga dapat memberikan ketahanan terhadap air pada bioplastik (Suryati, 2017)

Pati (sebagai matriks)

Kandungan amilosa pada pati dapat memberikan kekuatan pada plastik melalui rantai panjang polimernya (Wijayanti et al, 2016)

Gliserol (sebagai *plastisizer*)

Gliserol dapat meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul polimer (Aripin et al., 2017)



JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Rekam Jejak Riset yang Relevan (Terpublikasi)

1. **A Hanifah, E Mardawati**, AHD Abdulah (2024) Optimization and characterization of cellulose acetate produced from oil palm empty fruit bunches. *AIP Conference Proceedings* 2973 (1).
2. **A Hanifah**, Arfiathi, M Mahardika, R Sumirat, RC Nissa, **Y Nurhamiyah** (2024) Recent Updates on Biopolymers: Precursors, Process, Properties, Challenge, and Future Perspectives. *Biomass Conversion and Sustainable Biorefinery: Towards Circular Bioeconomy: 19-24*. Springer Nature Singapore.
3. BS Kertawidjaja, T Pujiyanto, **E Mardawati** (2023) Financial Feasibility and Value-added Evaluation of OPEFBs Valorization into Xylitol. *Biomass, Biorefinery and Bioeconomy* 1 (2).
4. S Suhartini, NA Rohma, Elviliana, N Hidayat, NMS Sunyoto, **E Mardawati**, Kasbawati, N Masruchin, S Idrus, Fitria, YH Jung, L Melville (2023) Comparison of acid and alkaline pre-treatment on methane production from empty palm oil fruit bunches (OPEFB): Effect on characteristics, digester performance, and correlation of kinetic parameters. *Renewable Energy* 215 (119009).
5. **E Mardawati**, MIS Nawawi, V Caroline, TW Imanisa, P Amanda, M Mahardika, N Masruchin, HN Fitriana, N Rachmadona, MN Lani (2023) Integrated Production of Xylitol, Ethanol, and Enzymes from Oil Palm Empty Fruit Bunch through Bioprocessing as an Application of the Biorefinery Concept. *Fermentation* 9 (10).
6. Kasbawati, **E Mardawati**, R Samsir, S Suhartini, A Kalondeng (2022) An appropriate unstructured kinetic model describing the batch fermentation growth of *Debaryomyces hansenii* for xylitol production using hydrolysis of oil palm empty fruit bunch. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 36 (1).
7. **E Mardawati**, EA Febrianti, HN Fitriana, T Yuliana, NA Putriana, S Suhartini, Kasbawati (2022) An integrated process for the xylitol and ethanol production from oil palm empty fruit bunch (OPEFB) using *Debaryomyces hansenii* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Microorganisms* 10 (10).
8. **E Mardawati**, BM Harahap, EA Febrianti, AT Hartono, NP Siahaan, A Wulandari, S Yudiastuti, S Suhartini, Kasbawati (2022) Integrated and partial process of xylitol and bioethanol production from oil palm empty fruit bunches. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering* 5 (1).

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Rekam Jejak Riset yang Relevan (Terpublikasi)

9. S Suhartini, NA Rohma, **E Mardawati**, N Hidayat, L Melville (2022) Biorefining of oil palm empty fruit bunches for bioethanol and xylitol production in Indonesia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 154 (111817).
10. **A Hanifah**, **E Mardawati**, S Rosalinda, D Nurliasari, R Kastaman (2022) Analysis of Cellulose and Cellulose Acetate Production Stages from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) and Its Application to Bioplastics. *Journal of Chemical Process Engineering*.
11. **E Mardawati**, AB Rafida, Tensiska (2020) Fermentasi Xilitol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasinya pada Pasta Gigi. *Jurnal Industri Pertanian* 2 (3).
12. RA Herdiningrat, **E Mardawati**, SH Putri, T Yuliana (2020) Karakterisasi Bioetanol Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Metode Pemurnian Adsorpsi (Adsorpsi Menggunakan Adsorben Berupa Zeolit). *Jurnal Industri Pertanian* 2 (1).
13. **E Mardawati**, T Rialita, E Suryadi, DM Rahmah, S Anggraini, Y Bindar (2020) The evaluation of spray drying process condition on the characteristics of xylitol powder from oil palm empty fruit bunches. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 9 (1).
14. M Amrullah, **E Mardawati**, R Kastaman, S Suryaningsih (2020) Study of bio-briquette formulation from mixture palm oil empty fruit bunches and palm oil shells. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 443 (1).
15. **E Mardawati**, H Herliansah, E Suryadi, I Hanidah, IS Setiasih, R Andoyo, E Sukarminah, M Djali, T Rialita, Y Cahyana (2019) Optimization of Particle Size, Moisture Content and Reaction Time of Oil Palm Empty Fruit Bunch Through Ozonolysis Pretreatment. *Journal of the Japan Institute of Energy* 98 (6).
16. N Meliana, SH Putri, **E Mardawati** (2019) Optimasi Kondisi Acid Degumming pada Proses Produksi Lesitin Dari CPO (Crude Palm Oil). *Jurnal Industri Pertanian* 1 (3).
17. DO Putri, **E Mardawati**, SH Putri (2019) Perbandingan Metode Degumming CPO (Crude Palm Oil) terhadap Karakteristik Lesitin yang Dihasilkan. *Jurnal Industri Pertanian* 1 (3).
18. **E Mardawati**, MS Hidayat, DM Rahmah, S Rosalinda (2019) Produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit kasar off grade dengan variasi pengaruh asam sulfat pada proses esterifikasi terhadap mutu biodiesel yang dihasilkan. *Jurnal Industri Pertanian* 1 (3).

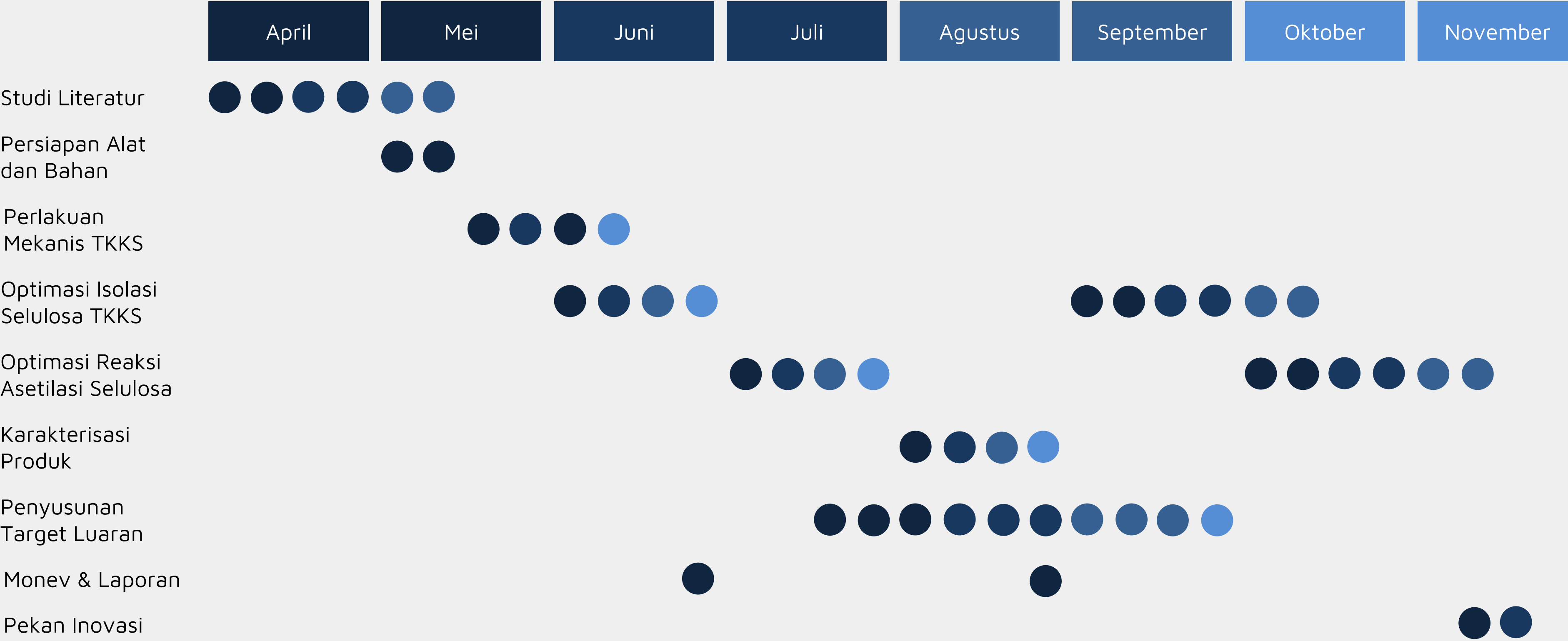
BIG PICTURE RISET/PROJECT



Inovasi yang diusulkan direncanakan dapat terimplementasikan di lingkungan BGA pada tahun 2026 setelah melalui berbagai studi optimasi dan scale-up produksi skala pilot.

Rancangan Anggaran Biaya Tahun 2025 dan 2026 akan dibuat lebih detail setelah studi optimasi di tahun pertama berhasil.

GANTT CHART PELAKSANAAN (TAHUN 1)



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

Rincian	Satuan	Volume	Frekuensi	Harga/Satuan	Jumlah
1. Honorarium					Rp 50.000.000,-
Project Leader	Orang/Bulan	1	5	Rp 3.000.000,-	Rp 15.000.000,-
Anggota Project	Orang/Bulan	2	5	Rp 2.500.000,-	Rp 25.000.000,-
Tenaga Pembantu Riset	Orang/Bulan	2	5	Rp 1.000.000,-	Rp 10.000.000,-
2. Alat dan Bahan					Rp 50.000.000,-
Terlampir di Slide Berikutnya					
3. Biaya Jasa					Rp 100.000.000,-
FTIR	Per Sampel	10	5	Rp 300.000,-	Rp 15.000.000,-
Rheomix	Per Sampel	10	5	Rp 400.000,-	Rp 20.000.000,-
Extruder	Per Sampel	5	5	Rp 400.000,-	Rp 10.000.000,-
Hotpress	Per Sampel	6	5	Rp 100.000,-	Rp 3.000.000,-
Uji Mekanik	Per Sampel	6	5	Rp 400.000,-	Rp 12.000.000,-
Uji WVTR	Per Sampel	10	5	Rp 300.000,-	Rp 15.000.000,-
Uji Thermal	Per Sampel	5	2	Rp 2.500.000,-	Rp 25.000.000,-
TOTAL					Rp 200.000.000,-

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

Biaya Belanja Alat dan Bahan

No	Nama Bahan Kimia	Banyaknya		Harga	Total
1	Asam Nitrat (HNO3) 68%	10	Kg	Rp 23.000	Rp 230.000
2	Asam Asetat Anhidrat @2.5L	6	Botol	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
3	Asam Asetat Glasial @2.5L	12	Botol	Rp 850.000	Rp 10.200.000
4	Asam Klorida (HCl)	5	L	Rp 18.000	Rp 90.000
5	Asam Sulfat (H2SO4)	5	L	Rp 20.000	Rp 100.000
6	Aseton	20	L	Rp 25.000	Rp 500.000
7	Ferroin	10	mL	Rp 90.000	Rp 900.000
8	Gliserol	10	L	Rp 26.000	Rp 260.000
9	Hidrogen Peroksida (H2O2)	10	Kg	Rp 25.000	Rp 250.000
10	Kitosan	500	G	Rp 250.000	Rp 250.000
11	Metil Merah	100	mL	Rp 80.000	Rp 80.000
12	Natrium Asetat Anhidrat (CH3COONa)	10	Kg	Rp 100.000	Rp 1.000.000
13	Natrium Hidroksida (NaOH)	5	Kg	Rp 100.000	Rp 500.000
14	Natrium Sulfit (Na2SO3)	200	G	Rp 50.000	Rp 50.000
15	Pati Singkong	200	Kg	Rp 10.000	Rp 2.000.000
TOTAL					Rp 46.410.000

No	Nama Bahan Habis Pakai	Banyaknya		Harga	Total
1	Tissue	4	Kg	Rp 25.000	Rp 100.000
2	Sarung Tangan Latex	4	Dus	Rp 35.000	Rp 140.000
3	Kain Saring	10	Lembar	Rp 10.000	Rp 100.000
4	Masker Gas Respirator	5	Dus	Rp 100.000	Rp 500.000
5	Alumunium Foil	10	Roll	Rp 35.000	Rp 350.000
6	Wrap Plastic	10	Roll	Rp 20.000	Rp 200.000
7	Plastik Klip	5	Bungkus	Rp 20.000	Rp 100.000
TOTAL					Rp 1.490.000

No	Nama Alat	Banyaknya		Harga	Total
1	Termometer	10	Buah	Rp 20.000	Rp 200.000
2	Botol 50mL	20	Buah	Rp 5.000	Rp 100.000
3	Botol 500mL	20	Buah	Rp 12.500	Rp 250.000
4	Botol 1000mL	10	Buah	Rp 25.000	Rp 250.000
5	Falcon 50mL	1	Pack	Rp 200.000	Rp 200.000
6	Magnetic Stirrer	10	Buah	Rp 50.000	Rp 500.000
7	pH Indicator	4	Pack	Rp 150.000	Rp 600.000
TOTAL					Rp 2.100.000

DAMPAK RISET/PROJECT

Analisis Finansial

Berdasarkan analisis kelayakan finansial dalam valorisasi biomassa TKKS menjadi produk bernilai tambah dengan input 1 juta ton TKKS dan output produk hingga 3000 ton, berikut ini hasil analisis tersebut:

Break Even Point	: 405,4 ton
Payback Period	: 1,9 tahun
Net Present Value	: 1,3 Miliar Rupiah
Benefit-Cost Ratio	: 1,3
Internal Rate of Return	: 73,4%

Tim telah melakukan analisis nilai tambah yang menunjukkan proyek ini memiliki rasio 48,9% yang termasuk kategori tinggi dengan memberikan **keuntungan perusahaan hingga 76%**.

Analisis Dampak

Berdasarkan analisis dampak terhadap lingkungan dan risiko yang timbul akibat proyek ini adalah sebagai berikut:

Dampak Risiko:

1. Mencegah penimbunan limbah TKKS dalam volume yang besar.
2. Tidak ada cemaran fungi yang muncul dari pembusukan TKKS yang dapat mengganggu produktivitas tanaman.

Dampak Lingkungan:

1. Mengurangi buangan limbah TKKS ke lingkungan.
2. Perlu penanganan limbah bahan kimia dari proses isolasi dan asetilasi selulosa sebagai bahan baku bioplastic.



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**

—