



Produksi Biopellet Tandan Kosong Kelapa Sawit Ramah Lingkungan berbasis Integrated Biorefinery

CAMPUS OUTSEARCH 2024

Project Leader

Prof Dr. Ir. Bambang Susilo, M.Sc.Agr

Dosen Project

Prof. Sri Suhartini, STP. M.Env.Mgt. Ph.D

Project Member

Prof. Agustin Krisna Wardani, STP, M.Si, Ph.D.

Yusron Sugiarto, STP., MP., M.Sc. Ph.D

Novita Rohma, ST., MT

Rizki Putra Samudra, ST

Wafa Nida Faida Azra, ST

Andhika Putra Agus Pratama, ST



Tujuan Penelitian

- Mengevaluasi dan mengoptimasi produksi biopelet TKKS ramah lingkungan berbasis *integrated biorefinery*
- Mengevaluasi techno-economic analysis (TEA) dan life cycle assessment (LCA) pada produksi biopelet TKKS ramah lingkungan

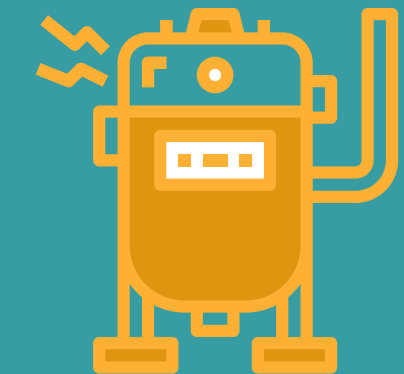


Biopelet yang Meradiasikan Gelombang Panjang dan Jangkauan Radiasi Tinggi

Peningkatan Radiasi Energi Biopelet



Biopelet Ramah Lingkungan Anti Kerak & Anti Korosi



10% dimanfaatkan untuk Boiler



22-23%/ton tandan buah segar



Peningkatan Produksi Kelapa Sawit

29,28-45,86 juta ton (2014-2019)

Jumlah Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit



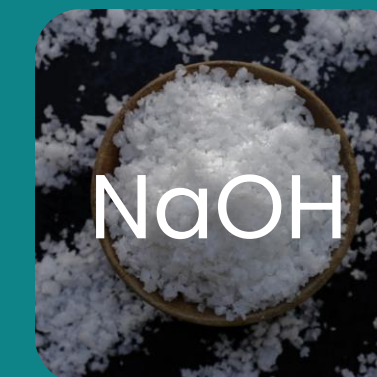
Justifikasi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan yaitu tahap pembuatan biopelet dengan formulasi baru, pengujian bioplet serta optimasi pembuatan biopelet, dan kajian *techno-economic analysis* (TEA) dan *life cycle assessment* (LCA)

Inovasi Biopelet



Penambahan Absorben



Penambahan Katalis

Karakterisasi TKKS dan Penentuan Rasio Bahan



Formulasi bahan baku dan pembuatan biopelet TKKS ramah lingkungan



Formulasi bahan baku dan pembuatan biopelet TKKS ramah lingkungan, serta penentuan perlakuan terbaik



Optimasi pembuatan biopelet TKKS ramah lingkungan



Pengujian kualitas fisik, kimia dan termal



Evaluasi potensi skaling up - Kajian TEA dan LCA



Justifikasi Penelitian

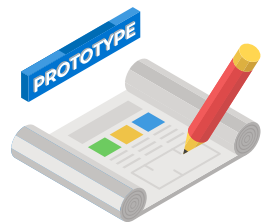
Luaran :



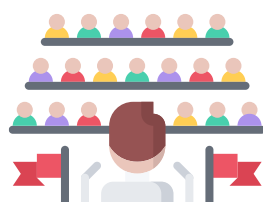
Publikasi Bersama di jurnal internasional terindeks Scopus



Dokumen Perjanjian Kerjasama dengan PT Bumitama Gunajaya Agro



Prototipe dan HaKI Biopelet TKKS



Keikutsertaan dalam Seminar Internasional

Pembuatan Biopelet

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). Adapun ukuran partikel (20 mesh) digunakan mengacu pada hasil riset sebelumnya. Penambahan zeolit yang optimal berada pada rentang kurang dari 0.5% dan NaOH pada rentang 1.5–2.5%

Optimasi Pembuatan Biopelet

Eksperimen optimasi akan dilakukan dengan menggunakan *response surface method* (RSM) menggunakan software Design Expert versi 13. Desain eksperimen menggunakan *central composite design* (CCD). Proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perlakuan optimal (*predicted value*) dengan hasil riset aktual atau eksperimen. Model dikatakan valid jika tingkat kesalahan (selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual) di bawah 5%

Analisis TEA & LCA

TEA adalah analisis untuk mengetahui HPP dari produk yang diteliti. Parameter TEA yang akan dihitung meliputi NPV, IRR, ROI, payback period, dan lainnya.

Analisis LCA digunakan untuk mengevaluasi efektivitas dan dampak terhadap lingkungan dari single production ataupun beberapa skenario *biorefinery*. Analisis LCA dilakukan menggunakan OpenLCA software dengan parameter antara lain Global warming potential (GWP) (CO₂-eq), *Acidification potential* (AP) (SO₂eq), *Abiotic depletion potential - fossil fuel* (ADF) (MJ),

Big Picture Penelitian

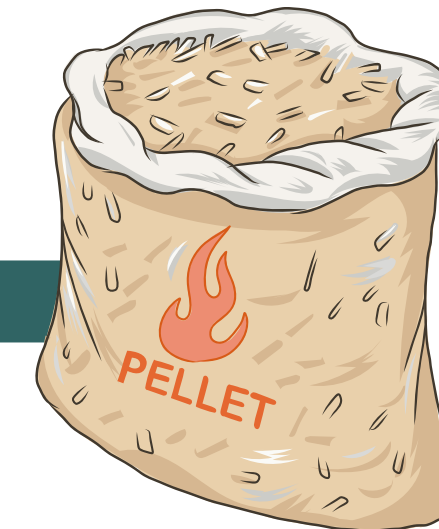
PERKEBUNAN SAWIT



PRODUKSI
MINYAK SAWIT



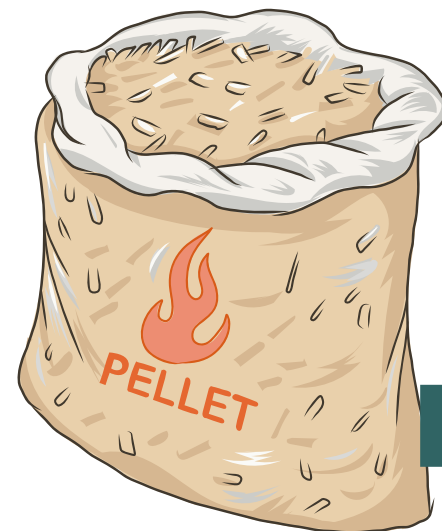
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT



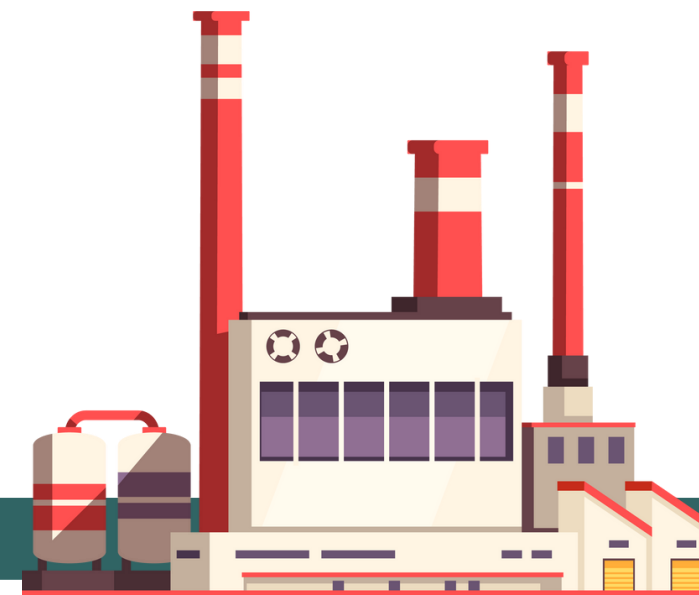
BIOPELET

2024

- Produksi Biopelet TKKS Ramah Lingkungan
- Pengujian Biopelet TKKS
- Analisis TEA dan LCA



BIOPELET
TKKS



PEMANFAATAN BIOPELET
TKKS SEBAGAI
BAHAN BAKAR BOILER

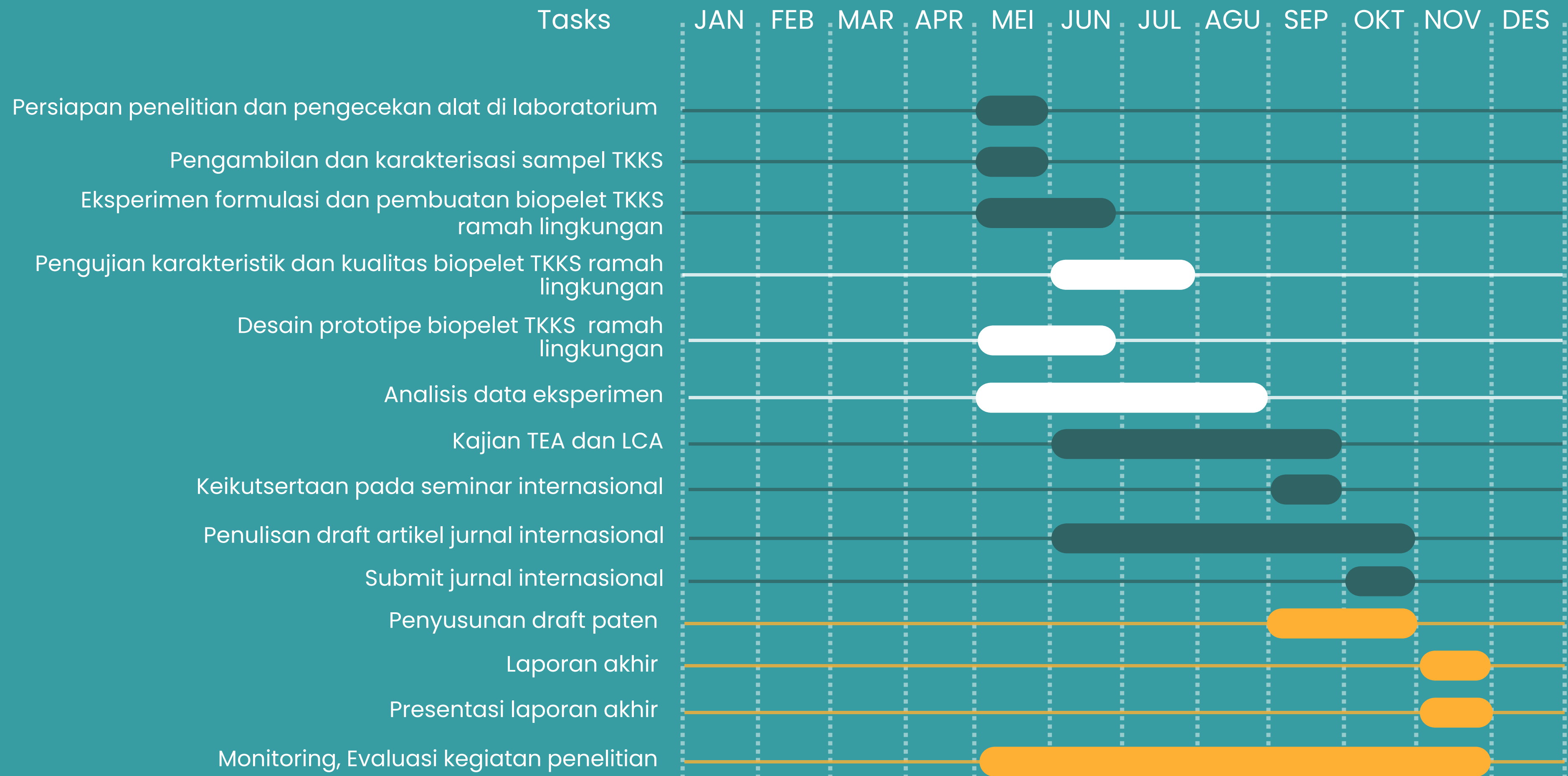


KOMERSIALISASI

2025

- Hilirisasi dan Komersialisasi Biopelet TKKS

Gant Chart Pelaksanaan





Rincian Anggaran Biaya



Honorarium
Rp. 45.500.000

- Asisten Pelaksana
- Tenaga Administrasi
- Pengolah Data
- Petugas Lapang Survey



Habis Pakai
Rp. 143.233.000

- Pembuatan Biopelet (bahan & mesin)
- Pengujian (komposisi & biopelet)
- Koordinasi & pelaporan
- Publikasi & luaran



Perjalanan
Rp. 76.700.000

- Pengambilan sampel
- Survey lokasi
- Perjalanan pekan inovasi BGA



Sewa
Rp. 2.450.000

- Sewa laboratorium
- Sewa alat

Total : Rp. 299.787.624

Analisis Finansial

Asumsi-asumsi

- Rendemen pellet = 80%
- Kapasitas produksi = 100 ton/hari
- Jumlah hari produksi = 300 hari/tahun
- Umur Proyek = 15 tahun
- Harga TKKS = Rp 1.000/kg (Pembelian dari kebun sendiri Jarak 1 km dari pabrik biopelet)
- Harga Zeolite = Rp 15.000/kg (Pembelian di Kab. Kubu Raya, Kalbar Jarak 655 km dari pabrik)
- Harga NaOH = Rp 26.400/kg (Pembelian di Kota Potianak, Kalbar Jarak 614 km dari pabrik)
- Gaji Manajer = Rp 6.949.594
- Gaji Staf Produksi = Rp 3.474.797
- Biaya Air = Rp 6.000
- Biaya Listrik = 1.100 Mwh
- Biaya internet = Rp 200.000/bulan
- Biaya uji biopelet = Rp 2.000.000
- Harga sewa truk = Rp 600.000/hari
- Harga BBM diesel = Rp 14.950/L
- Penjualan dilakukan dalam bentuk karung (@100kg)



Biaya Investasi

Rp. 1.111.913.200

Asumsi:

- Bangunan pabrik dibangun sendiri sekitar 1 km dari sumber TKKS
- Mesin dan peralatan yang dibeli à 1 Rumah pengering (8x6 m; kapasitas 300 kg), 2 Mesin pencacah (20kg/jam), 1 Mesin penepung (3 ton/hari), 1 Mesin pencampur (kapasitas 100kg); dan 3 Mesin pembuat biopellet (tipe press), 1 Timbangan (300 kg), dan 10 Drum

Skenario Kombinasi Bahan Baku

1. Skenario 1 = TKKS (100%)
2. Skenario 2 = TKKS (99,9%)
+ Zeolite (0,1%)
3. Skenario 3 = TKKS (97,5%)
+ NaOH (2,5%)
4. Skenario 4 = TKKS (97,4%)
+ Zeolite (0,1%) + NaOH
(2,5%)



Biaya Tetap



- Skenario 1 : Rp. 4.080.478.616,33
- Skenario 2 : Rp. 4.102.978.616,33
- Skenario 3 : Rp. 4.474.228.616,33
- Skenario 4 : Rp. 4.496.728.616,33

Keterangan:

Digunakan untuk transportasi bahan baku sesuai skenario, listrik, bahan bakar diesel, internet, administrasi, manajer (1 orang), maintenance (5% dari biaya investasi), biaya plant overhead (10% dari biaya investasi), biaya penyusutan mesin, asuransi, dan pajak

Biaya Variabel



- Skenario 1 : Rp. 38.059.185.384
- Skenario 2 : Rp. 38.064.810.384
- Skenario 3 : Rp. 38.199.810.384
- Skenario 4 : Rp. 38.205.435.384

Keterangan:

Digunakan untuk membeli bahan baku sesuai dengan skenario, staf produksi (3 orang), biaya uji kualitas biopellet, dan pengemas (karung sak @100kg), Produksi per tahun sebanyak 300.000 karung

Harga Pokok Produksi/100kg (HPP) dan Harga Jual (Rp/100kg)

Skenario 1

HPP : Rp. 140.466,55
Harga Jual : Rp. 161.600

100% TKKS

Skenario 2

HPP : Rp. 140.559,30
Harga Jual : Rp. 161.800

**99,9% TKKS
+
0,1% Zeolite**

Skenario 3

HPP : Rp. 142.246,80
Harga Jual : Rp. 163.600

**97,5% TKKS
+
2,5% NaOH**

Skenario 4

HPP : Rp. 142.340,55
Harga Jual : Rp. 163.800

**97,5% TKKS
+
2,5% NaOH
+
0,1% Zeolite**



Analisis Cost & Benefit

SKENARIO	SKENARIO 1	SKENARIO 2	SKENARIO 3	SKENARIO 4
Pendapatan penjualan/bulan	Rp. 4.040.000.000	Rp. 4.045.000.000	Rp. 4.090.000.000	Rp. 4.095.000.000
Laba bersih/bulan	Rp. 528.361.333	Rp. 531.017.583	Rp. 533.830.083	Rp. 536.486.333
Biaya Investasi	Rp. 1.111.913.200	Rp. 1.111.913.200	Rp. 1.111.913.200	Rp. 1.111.913.200
Nilai Akhir	Rp. 774.839.240	Rp. 774.839.240	Rp. 774.839.240	Rp. 774.839.240
NPV laba bersih dg tingkat diskonto (15%)	Rp. 459.444.637,66	Rp. 461.754.420,27	Rp. 464.200.072,44	Rp. 466.509.855,05
NPV nilai akhir proyek dg tingkat diskonto (15%)	Rp. 673.773.252,17	Rp. 673.773.252,17	Rp. 673.773.252,17	Rp. 673.773.252,17
Total Benefit	Rp. 1.133.217.889,83	Rp. 1.135.527.672,44	Rp. 7.663.044.658	Rp. 1.140.283.107,22
B/C RASIO	1,02	1,02	1,02	1,03