

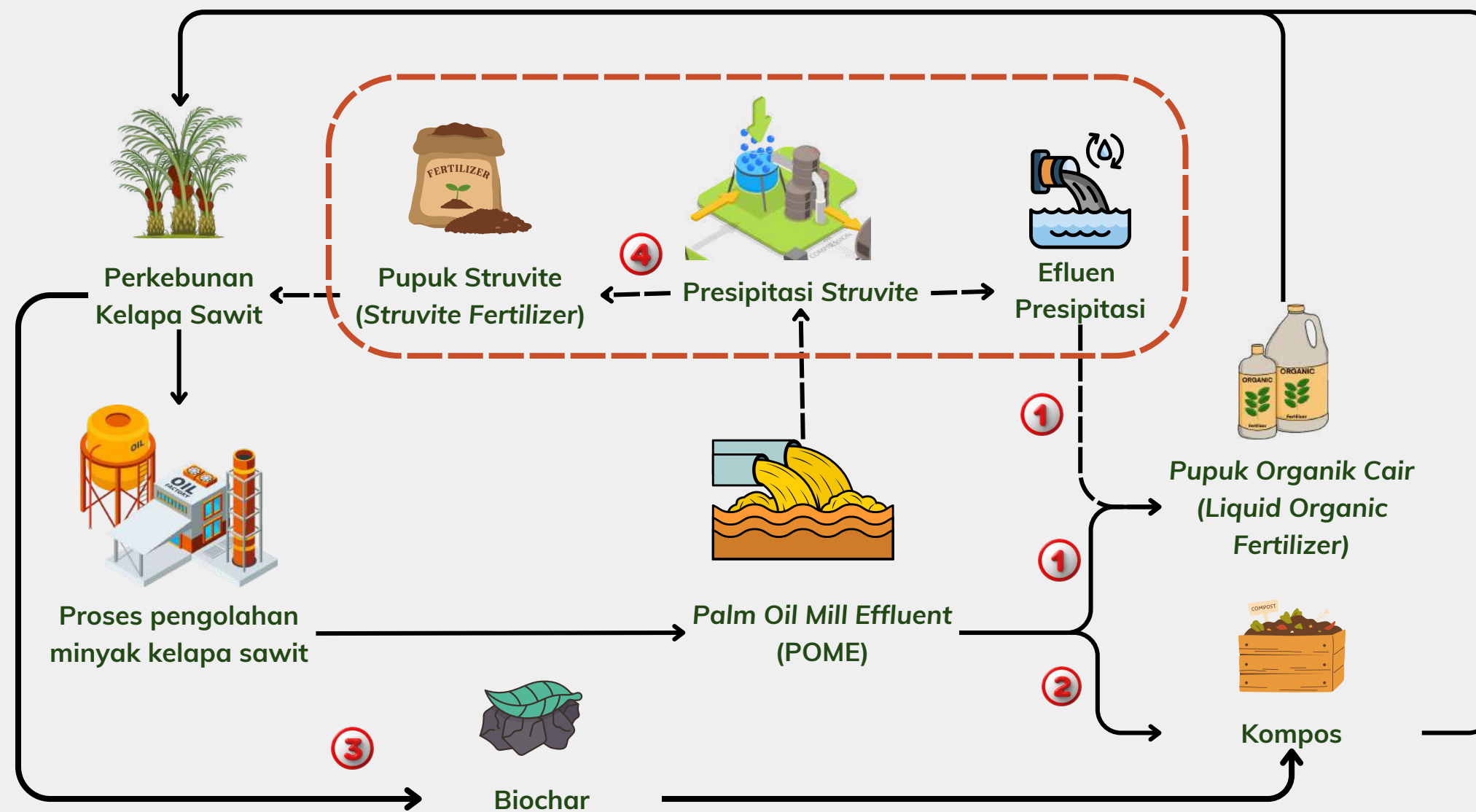
CLOSED LOOP SYSTEM DALAM PENGOLAHAN LIMBAH SAWIT MELALUI PRODUKSI KRISTAL STRUVITE SEBAGAI SLOW RELEASED FERTILIZER

Oleh:
Prof. Ir. IDAA Warmadewanthi S.T., M.T., Ph.D.



LATAR BELAKANG

Closed Loop Systems: Produksi Struvite dari POME



Keterangan:

- Sistem Pengolahan Eksisting
- Sistem Pengolahan Inovasi
- Produk inovasi

1 Pupuk organik cair dihasilkan dari proses pengolahan POME menggunakan pond 1. Selain itu, dihasilkan dari efluen presipitasi struvite

2 Kompos dihasilkan dari 10% POME yang tidak terolah dan campuran EFB²

3 Biochar yang dihasilkan dari instalasi pengolahan yang dibuat pada tahun 2023, dicampurkan dengan kompos untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik²

4 Struvite fertilizer (MAP) merupakan inovasi dalam memaksimalkan penggunaan kembali POME yang dihasilkan oleh pengolahan minyak kelapa sawit

Mendukung Target SDG's



Target 2024 pada Sustainable Report BGA tahun 2022: Mengembangkan program pengurangan pupuk kimia

Progress pada Desember 2022:

Belum terdapat status/program dalam memenuhi target tersebut.

Dalam mendukung program tanah sehat dan program zero-waste dengan mengganti penggunaan 10% pupuk anorganik (Sustainability Report BGA, 2022)

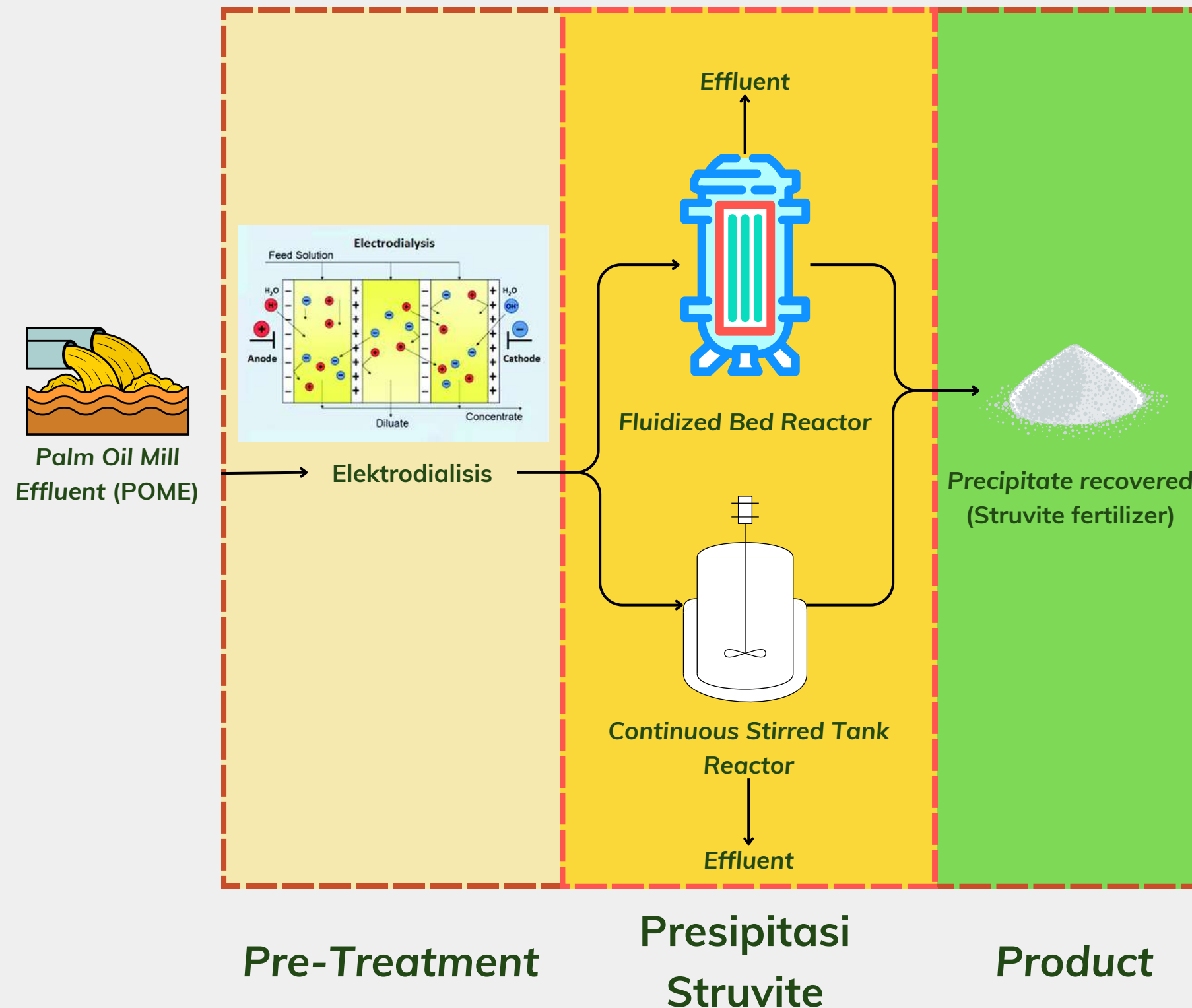
Solusi

¹ Sustainability Report BGA, 2016

² Sustainability Report BGA, 2022

METODE PROJECT

Alur Pengolahan



Pre-Treatment

Tujuan:

- Menyediakan konsentrasi Fosfat dan Ammonium yang optimal untuk proses presipitasi struvite dengan melakukan penyisihan kedua parameter tersebut
- Menghilangkan ion pengotor (kalsium dan silika)
- Menentukan arus listrik yang optimum

Presipitasi

Tujuan: Memproduksi struvite

Proses:

- Penentuan rasio molar $[Mg^{2+}] : [NH_4^+] : [PO_4^{3-}]$ pada larutan MAP atau presipitan yang akan ditambahkan
- Presipitan yang digunakan adalah $MgCl_2$
- Menggunakan seed material silika

TUJUAN PROJECT



1

Memproduksi slow-release fertilizer struvite dari *Palm Oil Mill Effluent* (POME) menggunakan metode presipitasi

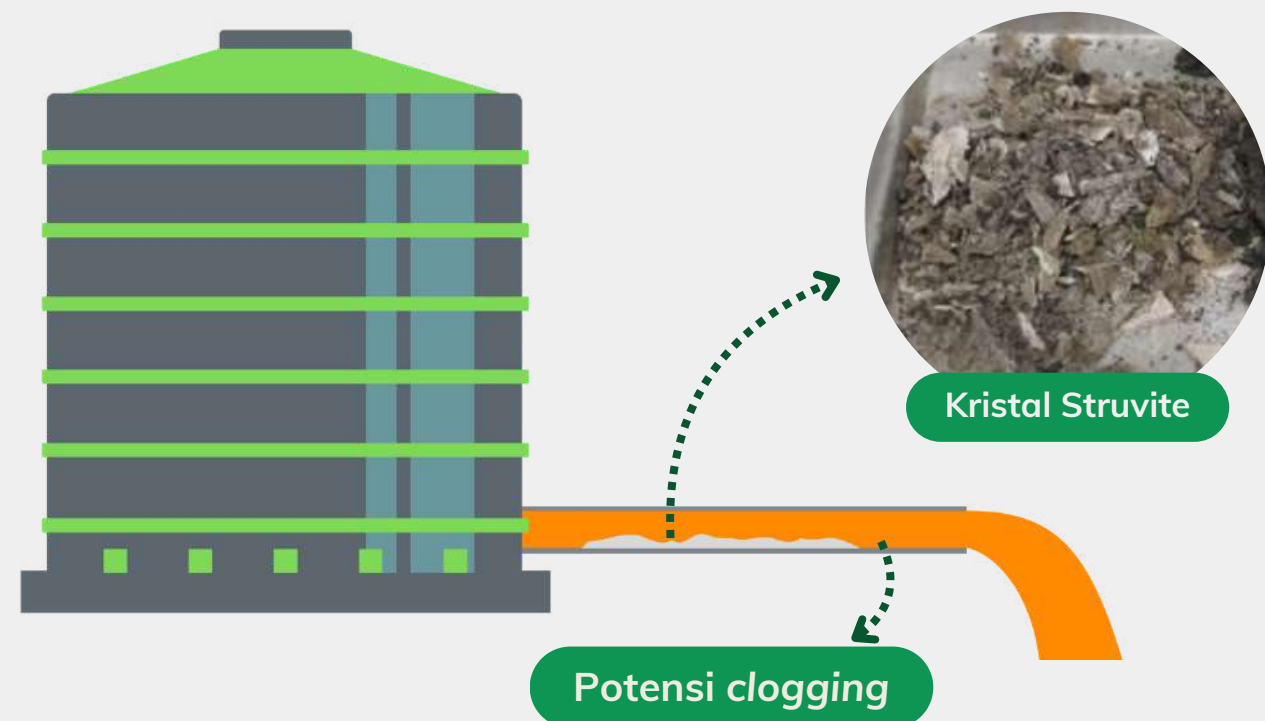
2

Mengkaji bisnis model produksi struvite dari POME yang dapat dikembangkan oleh PT Bumitama Gunajaya Agro

3

Mengkaji dampak lingkungan yang ditimbulkan dari produksi struvite dari POME

JUSTIFIKASI PROJECT



Sustainability Report BGA 2022

Internal Fresh Fruit Bunches ("FFB") production =
3,862,791 metric ton

1 ton FFB berpotensi
menghasilkan 50%
limbah cair atau POME⁵.

Timbulan POME

Potensi timbulan POME =
1,2 juta m³/tahun

1 L POME dapat direcovery menjadi
4,17 - 9,39 gram struvite^{1,6}. Produksi
optimum dengan *fluidize bed reactor*
menghasilkan **8,46 g/L** struvite⁶.

Potensi Struvite*

Struvite yang dihasilkan =
2.611,35 ton/tahun

*Dengan asumsi hanya 50% dari
timbulan POME yang direcovery
dan faktor lapangan sebesar 0.5

Pembentukan kristal struvite yang tidak terkontrol terjadi secara alami di anaerobic digester berpotensi menyebabkan **clogging** pada pipa¹

Struvite berpotensi sebagai **slow-release fertilizer**^{2,3}



Dalam proposal project ini, proses kimia dan presipitasi struvite **dikontrol** dengan lebih tepat. Daripada menghasilkan struvite yang tidak terkontrol, proses ini justru akan **memproduksi struvite**.

Struvite sebagai *slow-released fertilizer* memiliki **keuntungan ekonomi**. Pendapatan penjualan struvite (MAP) kurang lebih 200 Euro per ton atau **IDR3.433.200,00 per ton**⁴.



Pemanfaatan struvite sebagai *fertilizer* dapat **menurunkan pemakaian pupuk kimia** yang saat ini digunakan sehingga **menurunkan cost pembelian** pupuk.



Dari produksi BGA di tahun 2022, potensi struvite dari POME (estimasi 50%) yang dihasilkan adalah 2.611 ton/tahun dengan **potensi ekonomi/finansial IDR 8,9 M/tahun**



¹ Ngatiman dkk., 2021

² Mbanaso dkk., 2023

³ Valle dkk., 2022

⁴ Stamatelatou & Konstantinos, 2015

⁵ Susanto dkk., 2017

⁶ Bachtiyar, 2017

BIG PICTURE PROJECT

 **2024**

Research and Lab-Scale Development

- Pembuatan struvite dari limbah POME menggunakan reaktor skala lab: elektrodialisis, *Fluidized-bed*, dan CSTR

Lab-Scale Application

- Pembuatan dan pengaplikasian struvite fertilizer pada bibit sawit
- Melakukan pengujian karakteristik dan pengukuran pertumbuhan bibit sawit

2025

2025

Pilot-Scale Development

- Mengevaluasi proses produksi dan penggunaan struvite fertilizer dalam pertumbuhan bibit sawit
- Mengoptimalkan proses produksi dan penggunaan struvite fertilizer dalam pertumbuhan bibit sawit
- Mengembangkan proses produksi dan penggunaan struvite fertilizer dalam pertumbuhan bibit sawit

2026-2027

Pilot-Scale Application

- Perencanaan dan pembangunan reaktor untuk menghasilkan struvite (MAP) dengan skala industri
- memproduksi struvite fertilizer
- Mengaplikasikan struvite fertilizer pada bibit sawit secara bertahap
- Pra-komersialisasi struvite fertilizer

GANTT CHART PELAKSANAAN

No	Kegiatan	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Rapat koordinasi dan persiapan						
2	Monitoring dan Evaluasi (Monev)						
3	Perencanaan dan pembentukan reaktor skala lab: - Elektrodialisis; - <i>Fluidized Bed</i> ; dan - CSTR						
4	Presipitasi struvite (MAP) dari limbah POME / Pembentukan struvite fertilizer						
5	Uji karakteristik						
	- Uji karakteristik POME						
	- Uji karakteristik Struvite						
	- Uji karakteristik Efluen						
6	Penyusunan laporan akhir project						

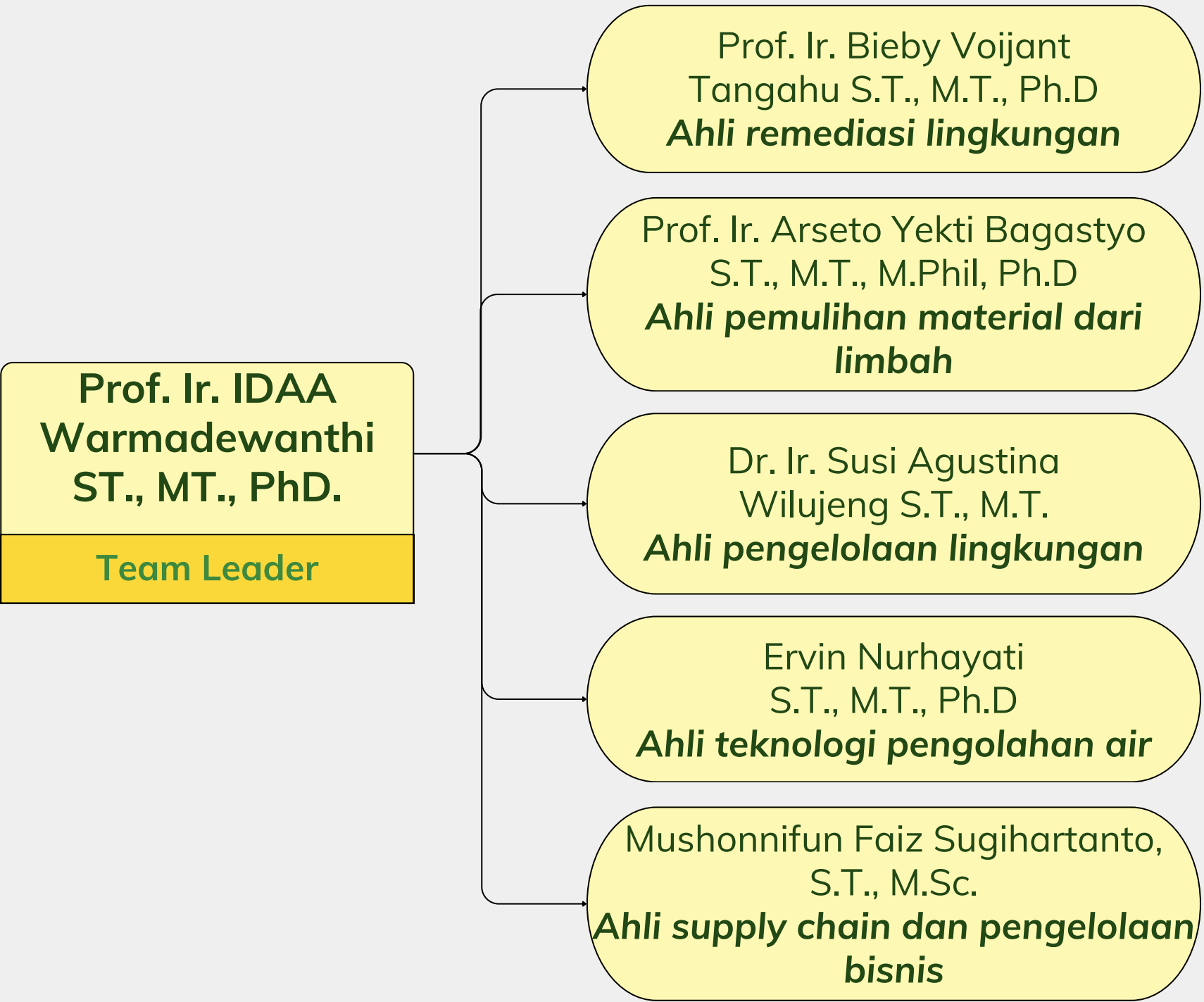
RAB PROJECT

Rencana Anggaran Biaya

NO	ITEM PENGELUARAN	HARGA (IDR)
1	Bahan Habis	12.210.000,00
2	Pembuatan Reaktor	147.075.000,00
3	Pengujian dan Analisis Data	98.235.000,00
4	Lain-Lain (Transportasi, akomodasi, dan pengiriman sampel)	35.786.400,00
TOTAL		293.306.400,00

Harga sudah termasuk PPN 11%

Struktur Tim



BUSINESS MODEL CANVAS

DESIGNED FOR : PT BUMITAMA GUNAJAYA AGRO

DESIGNED BY : PUSAT PENELITIAN INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

DATE : 03/2024

VERSION : 1.0

KEY PARTNERS



- PT Bumitama Gunajaya Agro (BGA)
- Industri pengolahan kelapa sawit

KEY ACTIVITIES



- Recovering struvite dari limbah POME menjadi produk struvite fertilizer
- Marketing dan branding struvite fertilizer
- Memperoleh izin dan sertifikasi produk

KEY RESOURCES



- Limbah POME
- Bibit sawit
- Reaktor elektrodialisis, fluidized bed, dan CSTR
- Engineer/Expert

VALUE PROPOSITIONS



- Recovery POME dengan potensi slow-released fertilizer bernilai tinggi
- Penghematan biaya disposal POME
- Penghematan biaya operasi dan pemeliharaan

CUSTOMER RELATIONSHIP



- Industri pengolahan kelapa sawit
- Agro-industri

CUSTOMER SEGMENTS



- Industri perkebunan kelapa sawit
- Petani
- Konsumen pupuk Nitrogen Fosfor

CHANNELS



- Direct selling struvite fertilizer
- Potensi penjualan kemitraan dengan key partners
- Potensi pelibatan sektor publik dalam pemasaran dan penjualan

COST STRUCTURE

- Capital cost: Reaktor recovery limbah POME
- Biaya pengumpulan struvite, penyimpanan, dan marketing
- Biaya PROJECT dan pengembangan



REVENUE STREAM

- Penjualan struvite fertilizer
- CSR benefits
- Environmental benefits



BEP ANALYSIS

PRODUCT NAME	VALUE	REPRESENTED AS	TOTAL
Struvite Fertilizer	SELLING PRICE	P	Rp 3.440.000,00
	BREAK-EVEN UNITS	X	13299
	BREAK-EVEN SALES	S	Rp 45.747.453.962,67

Dari data Sustainability Report BGA 2022

Potensi timbunan POME = 1,2 juta m³/tahun
Struvite yang dihasilkan = 2.611,35 ton/tahun

Penjualan struvite fertilizer mencapai break-even point setelah menjual **13.299 ton** fertilizer

Dengan potensi recovered-struvite sebanyak 2.611 ton/tahun, break-even point dapat tercapai setelah **±5 tahun**

VARIABLE COST

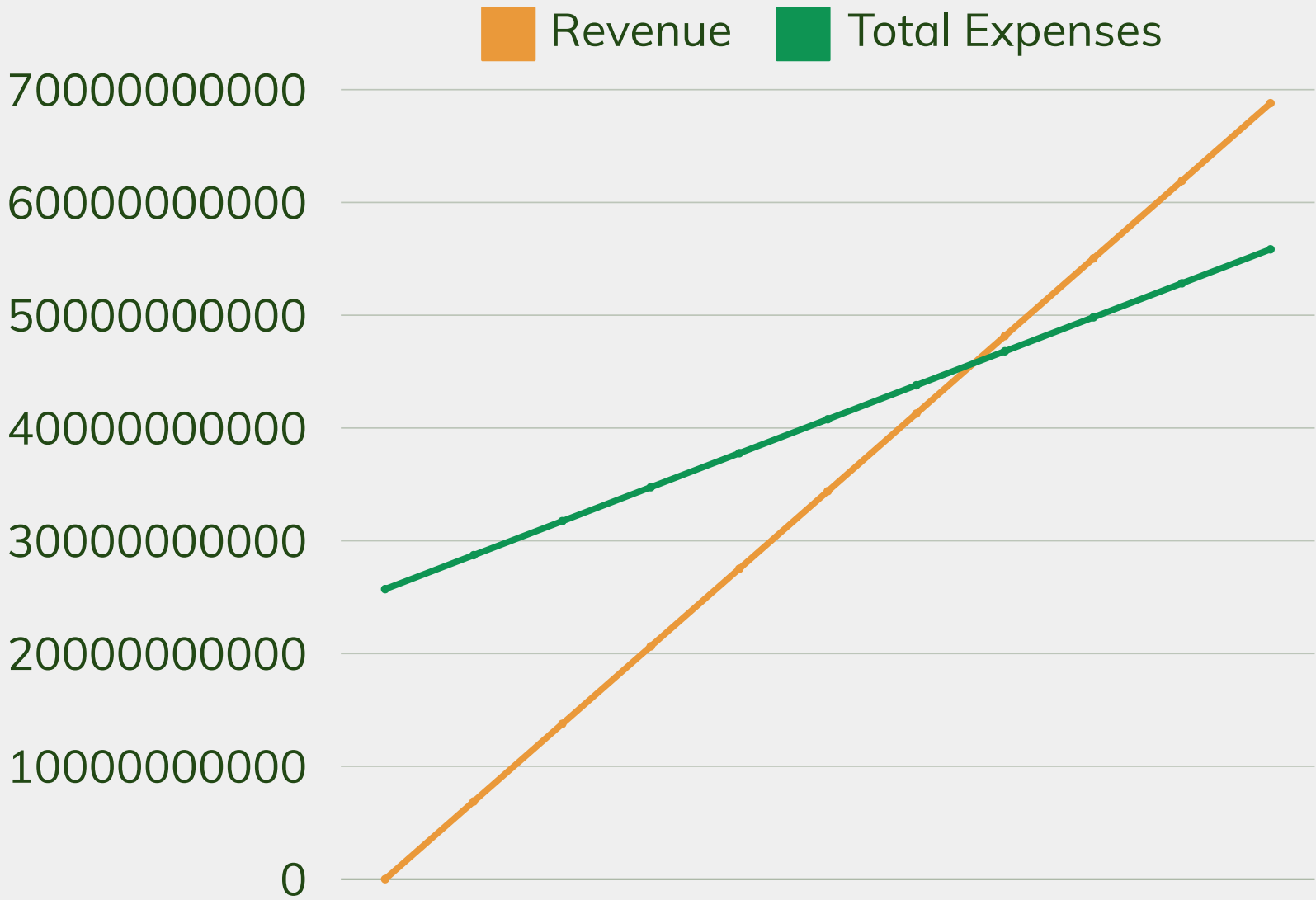
VARIABLE COSTS (per Unit)		IDR	
Costs of Goods Sold	Rp	1.506.524,00 per unit	
TOTAL	Rp	1.506.524,00	
VARIABLE COSTS (per Percentage)		%	
Commissions		0,0% per unit	
Other		0,0% per unit	
Other		0,0% per unit	
Other		0,0% per unit	
TOTAL		0,0%	
VARIABLE COSTS OVERVIEW			
VALUE	REPRESENTED AS	FORMULA	TOTAL
TOTAL VARIABLE COST (per Unit)	V		Rp 1.506.524,00
CONTRIBUTION MARGIN (per Unit)	CM	P - V	Rp 1.933.476,00
CONTRIBUTION MARGIN RATIO	CMR	$1 - V / P = CM / P$	56,2%

FIXED COST

Reaktor	Rp	22.219.400.000,00
Dosing pump	Rp	41.374.466,00
Pipa dan fitting	Rp	70.000.000,00
Tank	Rp	1.586.920.000,00
Automatic valves	Rp	305.482.100,00
Automatic system	Rp	599.734.924,00
Packaging equipment	Rp	856.764.178,00
Feed (pasir silika)	Rp	33.000.000,00
	Rp	-
	Rp	-
	Rp	-
	Rp	-
	Rp	-
TOTAL FIXED COSTS (TFC)		Rp 25.712.675.668,00

BREAK-EVEN POINT

VALUE	REPRESENTED AS	FORMULA	TOTAL
BREAK-EVEN UNITS	X	$TFC / (P - V)$	13299
BREAK-EVEN SALES	S	$X * P = TFC / CMR$	Rp 45.747.453.962,67



DAMPAK PROJECT



Non-Finansial

- Mendukung usaha PT BGA dalam **pemenuhan target 2024** pada **pengurangan pupuk kimia**
- Mendukung PT BAG dalam program **pengurangan penggunaan pupuk kimia hingga $\geq 10\%$** sesuai dengan pelaksanaan program tanah sehat pada program zero-waste PT BGA
- **Mengurangi pembuangan POME** yang sudah terolah ke badan air dan berpotensi menjadi pencemar
- **Menghemat waktu proses pembentukan** pupuk organik
- **Mendukung target SDG's**
 - (6) Clean water and sanitation
 - (7) Affordable and clean energy
 - (12) Responsible consumption and production
 - (15) Life on land



Finansial

- Dapat **meningkatkan potensi ekonomi sirkular** pada PT Bumitama Gunajaya Agro
- Mendapatkan **gross provit hingga Rp1.933.476,00 per ton struvite fertilizer**
- **Mebutuhkan ± 5 tahun** untuk mendapatkan profit, namun **dapat dipercepat** dengan **optimasi** teknologi sehingga produksi struvite lebih maksimal
- Dapat **menghemat pembelian pupuk**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



**PUSAT
PENELITIAN**
Infrastruktur dan
Lingkungan Berkelanjutan

**TERIMA
KASIH**