KOMPOSTER PINTAR Pitching Danantara

Sistem Pendeteksi Pupuk Kompos Berbasis Multi Sensor

Sistem yang menggabungkan sensor gas metana, sensor warna, dan sensor berat untuk memantau perubahan selama pengomposan dan memperkirakan tingkat kematangan kompos secara otomatis, sehingga limbah sawit menjadi pupuk organik yang aman dan seragam.

URGENSI

13,1 juta ton
sisa makanan per tahun di Indonesia (SIPSN KLH 2024)

4,01 juta ton/tahun
limbah padat lumpur sawit Indonesia (TBS 2024)

0,49 juta ton/tahun
limbah padat lumpur sawit Sumatera Utara (TBS 2026)

≥ 3 bulan
waktu kompos alami; mutunya tidak seragam

Permasalahan : lumpur sawit mentah yang dipakai langsung tanpa pengolahan terkendali dapat meracuni tanaman. Pengomposan alami lambat, suhunya liar, dan kematangan dinilai manual.

Paten IDS000014507 B | **Modular 60 / 120 / 150 L** | **Sensor metana · warna · berat**

Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara | Data: SIPSN KLH 2024, UNEP 2021



Produk yang sudah diuji di lapangan: Multi komposter dengan satu panel kontrol

Cara Kerja dan Standarisasi Produk

1 Standar konstruksi & perangkat keras

- Volume reaktor : 160 L
- Kapasitas : 100 kg
- Bahan reaktor : HDPE
- Daya pemanas : 250 Watt
- Pengaduk : motor spiral

2 Standar instrumentasi & kalibrasi

- Error load cell : 1%
- Error sensor CH_4 : 5%
- Error sensor warna : 2%
- Pembacaan : 3 kali sehari
- Acuan mutu : SNI 7763:2024

Bagaimana sistem menentukan kematangan?

Tiga sensor dibaca bersamaan dan dianalisis menurut perubahan terhadap waktu:

- Metana: tren turun, sesuai melemahnya penguraian
- Warna: relatif stabil, coklat kehitaman
- Berat: stabil setelah memperhitungkan kadar air

Bila ketiganya memenuhi kriteria yang telah dikalibrasi dan divalidasi, sistem menandai kompos matang.

Dibaca tiga kali sehari: pagi, siang, malam

1. Baca metana, warna, dan berat
2. Bandingkan tren tiga sinyal
3. **Stabil dan coklat kehitaman?**
   - Belum: ulangi pembacaan
   - Ya
4. Kirim notifikasi: kompos matang
5. **Panen dan jual pupuk**





1 panel

mengendalikan banyak tong sekaligus

- Tambah tong kapan saja sesuai kebutuhan
- Layar LCD menampilkan data proses
- Notifikasi otomatis saat kompos matang

Fungsionalitas: Formula dan Bukti Sensor

FORMULA | 100 KG PER TONG

60 : 14 : 18 : 5 : 2 : 1

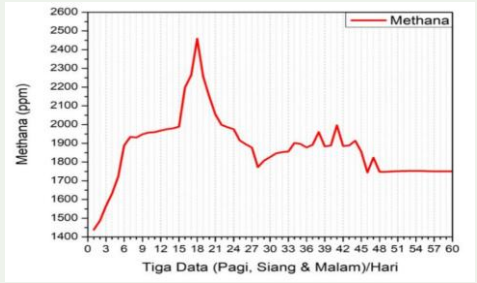
Bahan	kg	Fungsi
Solid sawit	60	bahan baku utama
Kotoran kambing	14	sumber nitrogen
Serbuk gergaji	18	sumber karbon
Dedak padi	5	nutrien & energi
Abu sekam	2	pengaya mineral
Fosfat alam	1	sumber fosfor
Total	**100**	**C/N ≈ 30 : 1**

- Aktivator: EM4 300 mL (0,3% v/b) dan gula aren
- Suhu kerja 35 °C (34–36 °C); evaluasi hari 15–25
- Formula eksperimen, disesuaikan hasil lab

METANA | MQ-2

1.750 ppm

metana stabil setelah puncak ±2.460 ppm (data ke-18)

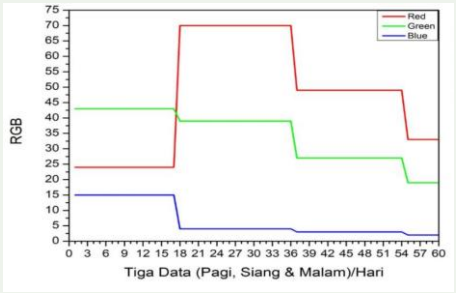


Artinya: Gas berhenti diproduksi, kompos berbau tanah.

WARNA | TCS34725

Coklat kehitaman

warna akhir; nilai merah 24, naik ke 70, turun ke 33



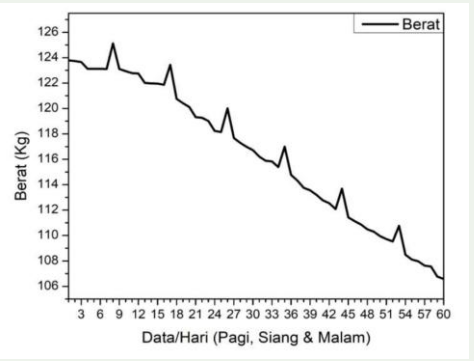
data 1–17 | 18–36 | 37–54 | 54–59

Artinya: Hijau tua berubah menjadi coklat kehitaman.

BERAT | LOAD CELL HX711

Turun 13%

dari ±123,8 kg ke ±106,7 kg selama 60 pembacaan



Artinya: Bahan terurai, bobot menyusut.

Aspek	Suhu	Kematangan	Mutu	Skala
Komposter biasa	Ikut lingkungan	Dinilai manual	Bervariasi	Satu ukuran
Komposter Pintar	**Pemanas terkontrol 34–36 °C**	**Otomatis, tiga sensor**	**Seragam, terstandar**	**60, 120, 150 L, banyak tong**

$$\text{Penyusutan } (\%) = (m_0 - m_t) / m_0 \times 100\% \approx 13\%$$

Keputusan objektif, bukan tebakan: matang bila ketiga sinyal stabil.

Model Bisnis dan Biaya Produksi Kompos

PENDAPATAN SEKALI BELI

Jual tong komposter

Rp3,2 juta
per tong 150 L

- Tong 60, 120, atau 150 L
- Jumlah tong sesuai kebutuhan
- Dari satu unit sampai sentra

PENDAPATAN BERULANG

Jual pupuk kompos

Rp3.000
per kg kompos matang

- ±80 kg per tong per siklus
- Mutu seragam, terstandar
- Dari tong sendiri dan mitra

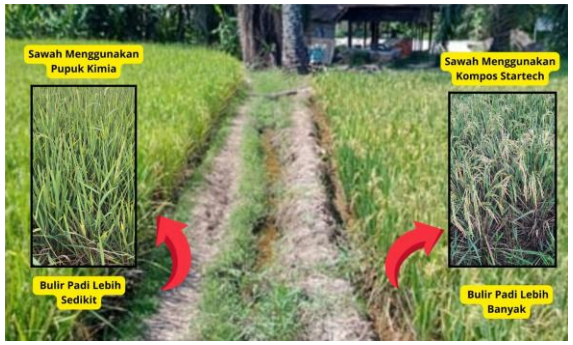
Komponen biaya per siklus	Jumlah	Harga satuan	Rp
Solid lumpur sawit	40 kg	Rp167/kg	6.700
Kotoran kambing	14 kg	Rp500/kg	7.000
Bahan lain*	26 kg	Rp200/kg	5.200
Listrik	100 kg	Rp100/kg	10.000
Total biaya per siklus (O)		**±Rp361/kg kompos**	**28.900**

Dasar perhitungan

- Solid sawit: angkut 2,4 ton Rp400 ribu = Rp167/kg; 1 tong memuat 40 kg solid.
- *Bahan lain: serbuk gergaji 18 kg, dedak 5 kg, abu sekam 2 kg, fosfat alam 1 kg, plus EM4 dan gula aren.
- Sisa ±20 kg per tong berupa air dan larutan aktivator. Hasil ±80 kg kompos per tong per siklus.



Hasil kompos (dokumentasi tim)



Uji sawah: kompos dibanding pupuk kimia (dokumentasi tim)

Rp240.000
pendapatan per siklus (80 kg × Rp3.000)

Rp28.900
biaya per siklus (±Rp361 per kg)

Rp211.100
margin per siklus untuk pengguna

Pengguna hemat pupuk kimia, kami dapat dua aliran uang.

Balik modal ±15 bulan.

Dari mana harga Rp3,2 juta?	Rp
Tong, rangka, roda	850.000
Arduino, panel, catu daya	400.000
Sensor metana, warna, berat	250.000
Sensor suhu, pemanas, SSR	280.000
Motor dan pengaduk spiral	500.000
HPP per unit (VC)	**2.280.000**
Harga jual (P)	**3.200.000**

Kami impas di 11 unit sistem per bulan

$Q_{BEP} = FC / (P - VC) = 10.000.000 / 920.000$
$\approx 10{,}9 \approx 11$ unit per bulan

$Q_{pupuk} = FC / (p - v) = 10.000.000 / 2.639$
≈ 3.789 kg ≈ 47 tong per bulan

FC Rp10 juta per bulan; v Rp361 per kg (slide 4); p Rp3.000 per kg.

Pengguna balik modal dalam 15,2 siklus

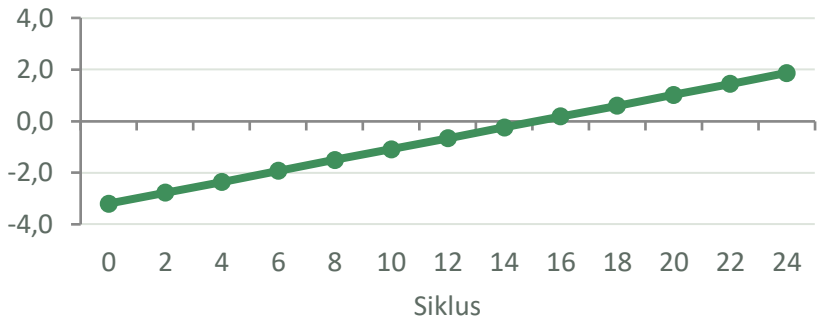
$R = 80$ kg × Rp3.000 = Rp240.000 per siklus
$O = 6.700 + 7.000 + 5.200 + 10.000 = $ Rp28.900
$R - O = 240.000 - 28.900 = $ Rp211.100
$t_{BEP} = H / (R - O) = 3.200.000 / 211.100$
≈ 15,2 siklus

H harga sistem, R pendapatan pupuk, O biaya per siklus (solid, kambing, bahan lain, listrik; rincian di slide 4).

15,2
siklus balik modal

±10 bulan (siklus 20 hari) atau ±15 bulan (1 siklus per bulan)

Arus kas kumulatif (Rp juta): impas di siklus ke-16



Sensitivitas harga kompos

Rp/kg	Margin	BEP*
2.500	171.100	18,7
3.000	**211.100**	**15,2**
3.500	251.100	12,7
4.000	291.100	11,0

*BEP dalam siklus; margin per siklus (Rp)

Rp200 juta
dana awal: produksi 50 unit Rp114 juta, operasional 6 bulan Rp60 juta, pilot Rp26 juta

1.000 tong
target 36 bulan: pilot (0 sampai 6), regional (6 sampai 18), nasional (18 sampai 36)

Rp2,88 miliar
nilai pupuk per tahun dari 1.000 tong (1.000 × 80 × 12 kg); sistem senilai Rp3,2 miliar