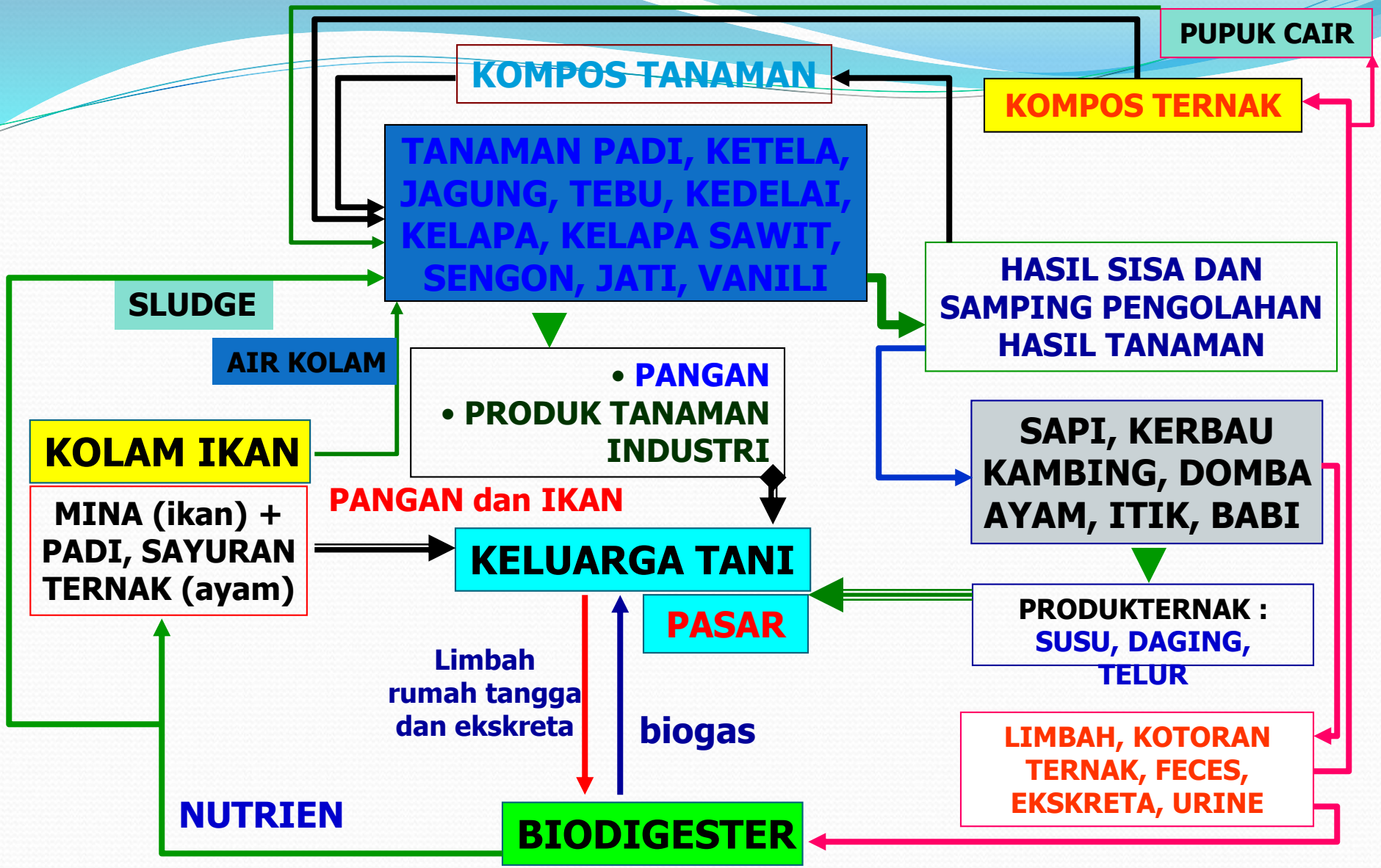
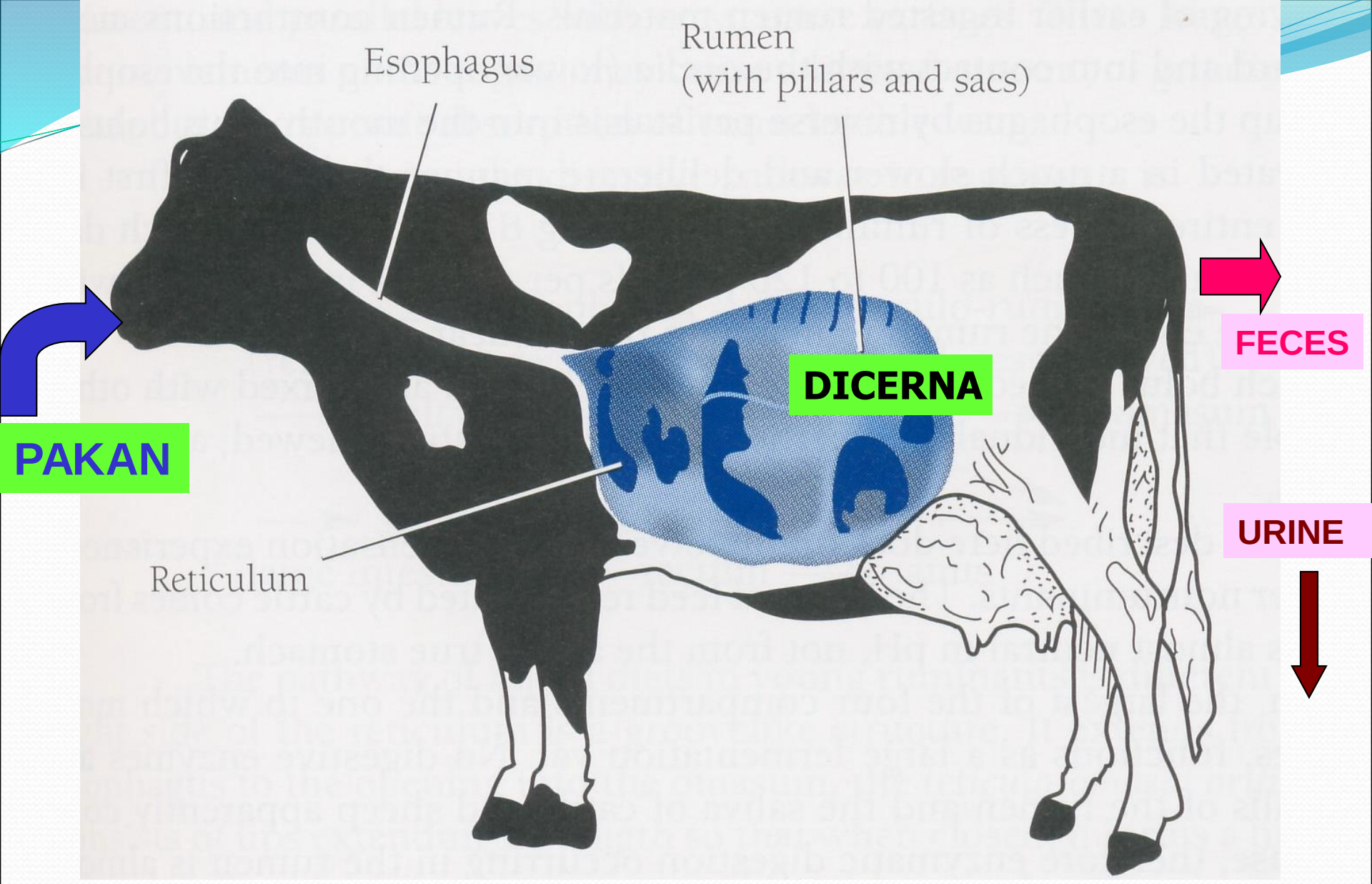
TEKNOLOGI BIOGAS dalam SISTEM PERTANIAN TERPADU

PIAT UGM

2015

INDUSTRI PETERNAKAN


PUPUK CAIR
KOMPOS TANAMAN
KOMPOS TERNAK
TANAMAN PADI, KETELA, JAGUNG, TEBU, KEDELAI, KELAPA, KELAPA SAWIT, SENGON, JATI, VANILI
SLUDGE
AIR KOLAM
HASIL SISA DAN SAMPING PENGOLAHAN HASIL TANAMAN
• PANGAN
• PRODUK TANAMAN INDUSTRI
KOLAM IKAN
SAPI, KERBAU KAMBING, DOMBA AYAM, ITIK, BABI
PANGAN dan IKAN
MINA (ikan) + PADI, SAYURAN TERNAK (ayam)
KELUARGA TANI
PASAR
PRODUKTERNAK : SUSU, DAGING, TELUR
Limbah rumah tangga dan ekskreta
biogas
LIMBAH, KOTORAN TERNAK, FECES, EKSKRETA, URINE
NUTRIEN
BIODIGESTER



GAMBAR SALURAN PENCERNAAN TERNAK SAPI

Rata-rata produksi kotoran ternak

Jenis ternak	Bobot ternak (kg)	Produksi kotoran (kg/hari)	Bahan kering (%)
Sapi			
-Betina potong	520	29	12
-Betina perah	640	50	14
Ayam			
-Petelur	2	0,1	26
-Broiler	1	0,06	25
Babi dewasa	90	7	9
Domba	40	2	26

Sumber Yunus (1987)

POTENSI LIMBAH TERNAK

- kotoran dan air kencing merupakan limbah ternak yang terbanyak dihasilkan dalam pemeliharaan ternak selain limbah sisa pakan
- setiap kilogram berat badan sapi potong, juga dihasilkan 25 kg kotoran padat
- target kenaikkan berat badan
  - SAPI LOKAL 0,5 kg/hari dihasilkan 12,5 kg kotoran/hari,
  - SAPI PERSILANGAN 1kg/hari dihasilkan 25 kg kotoran/hari
- satu periode penggemukan 6 bulan pertambahan berat badan sebesar 90-180kg maka paling tidak akan dihasilkan kotoran 2,2-4,5ton
- limbah padat dan cair usaha penggemukan sapi potong kalau tidak dikelola dengan benar menimbulkan masalah, padahal berpotensi sebagai sumber pendapatan tambahan

HASIL ANALISIS FESES SAPI

- **22.59% sellulosa,**
- **18.32% hemi-sellulosa,**
- **10.20% lignin,**
- **34.72% total karbon organik,**
- **1.26% total nitrogen,**
- **27.56:1 ratio C:N,**
- **0.73% P,**
- **dan 0.68% K** (**Lingaiah dan** Rajasekaran, 1986).

BAGAIMANA JIKA TIDAK DIKELOLA ?

- **Kotoran yang menumpuk akan terbawa oleh air masuk ke dalam tanah atau sungai yang kemudian mencemari air tanah dan air sungai.**
- **Limbah organik mengandung racun dan mikroba yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungannya.**
- **Polusi lingkungan bau, kesehatan, kebersihan, lalat, dll.**
- **Efek rumah kaca (CO_2, CO, CH_4)**
- **Penyebab pemanasan global (CH4 >25xCO)**

PENGELOLAAN LIMBAH melalui TEKNOLOGI KOMPOS DAN BIOGAS

- Pengelolaan limbah padat (sisa pakan, sisa bahan organik, sampah organik dan feses) untuk kompos dan limbah cair (urine) untuk pupuk organik cair
- Limbah padat (feses) untuk biogas dan sisa biogas (sludge) sebagai pupuk organik padat dan cair (dipisahkan atau dicampur)
- Kebersihan dan kesehatan lingkungan (air, udara, dan tanah) terjaga
- Percepatan daur ulang nutrien (hara tanah)
- Produksi energi (terbarukan) gas metan (CH_4)
- Mengurangi effek rumah kaca (CH_4 dan CO_2)

PENANGGULANGAN METANA

- Bahan bakar fosil ▸CO2 + CO ▸ efek rumah kaca ▸pemanasan global
- Sampah organik, kotoran ternak ▸biogas (CO, CO_2 dan CH_4) ▸ efek rumah kaca CH_4>> 25X CO_2 ▸ EFEK RUMAH KACA
- Biogas ▸ mengganti sebagian bahan bakar fosil
- Membakar CH_4 ▸ CO_2 mengurangi efek CH_4
- CO_2 dari pembakaran CH_4 ▸ fotosintesis tanaman ▸ produk tanaman (fixasi energi) dan oksigen ▸ efek rumah kaca berkurang

RENDEMEN BIOGAS DARI BERBAGAI BAHAN BAKU

Sumber bahan baku	Potensi produksi biogas (m^3/kg)
Kotoran babi	0.34-0.55
Kotoran sapi	0.15-0.35
Kotoran unggas	0.31-0.63
Kotoran kuda	0.20-0.35
Jerami	0.17-0.28
Limbah jagung	0.35-0.48
Rumput	0.28-0.55
Bagasse	0.14-0.19
Alga	0.38-0.55
Eceng gondok	0.30-0.35
Sludge gorong-gorong	0.31-0.64
Limbah sayuran/buah	0.30-0.40

Teknologi Sederhana Pemanfaatan Sampah dan Kotoran Ternak

Digester → **Kompos**

↓

biogas

Gas mudah terbakar (flammable) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa oksigen yang ada dalam udara).

Limbah + Kotoran sapi → $CH_4 + CO_2$

PRINSIP PEMBUATAN BIOGAS

Prinsip pembuatan biogas

- Bahan organik (kotoran sapi dan sampah setelah dihancurkan) dicampur air lalu dimasukan ke dalam ruang/tabung tertutup bebas/kedap udara yang disebut
- **DIGESTER**

  Proses :

  Bahan organik + air → hidrolisa → fermentasi →biogas (**CH_4 + CO_2)** + slurry

Tahapan Peruraian Bahan Organik menjadi Biogas

- **Tahap pelarutan bahan-bahan organik, bahan padat yang mudah larut atau yang sukar larut akan berubah menjadi senyawa organik yang larut seperti karbohidrat, asam amino, dan asam lemak → hidrolisis**
- **Tahap asidifikasi atau pengasaman, merupakan tahap terbentuknya asam-asam seperti hidrogen sulfida, asetat dan pertumbuhan sel bakteri.**
- **Tahap metanogenik, menghasilkan gas methana (CH_4), karbon dioksida, dan sejumlah kecil senyawa gas lainnya**

Biogas mulai terbentuk kurang lebih setelah 1 minggu.

- **Proses tsb memerlukan bakteri methan dan bakteri asam**
- **Secara alami bakteri ini terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, misal kotoran binatang, manusia, sampah rumah tangga**
- **Jumlah kedua bakteri hrs berimbang agar kelangsungan hidup bakteri methan terganggu → produksi biogas terganggu**
- **Proses hidrolisIS dan fermentasi BAHAN ORGANIK harus dilakukan dalam kondisi an aerob atau kedap udara → digester harus dibuat sedemikian sehingga kedap udara**

Selulosa

1. Hidrolisis

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow n(C_6H_{12}O_6)$$

selulosa glukosa

Glukosa

2. Pengasaman

$$(C_6H_{12}O_6)n + nH_2O \longrightarrow CH_3CHOHCOOH$$

glukosa asam laktat

$$\longrightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + CO_2 + H_2$$

asam butirat

$$\longrightarrow CH_3CH_2OH + CO_2$$

etanol

Asam Lemak dan Alkohol

3. Metanogenik

$$4H_2 + CO_2 \longrightarrow 2H_2O + CH_4$$

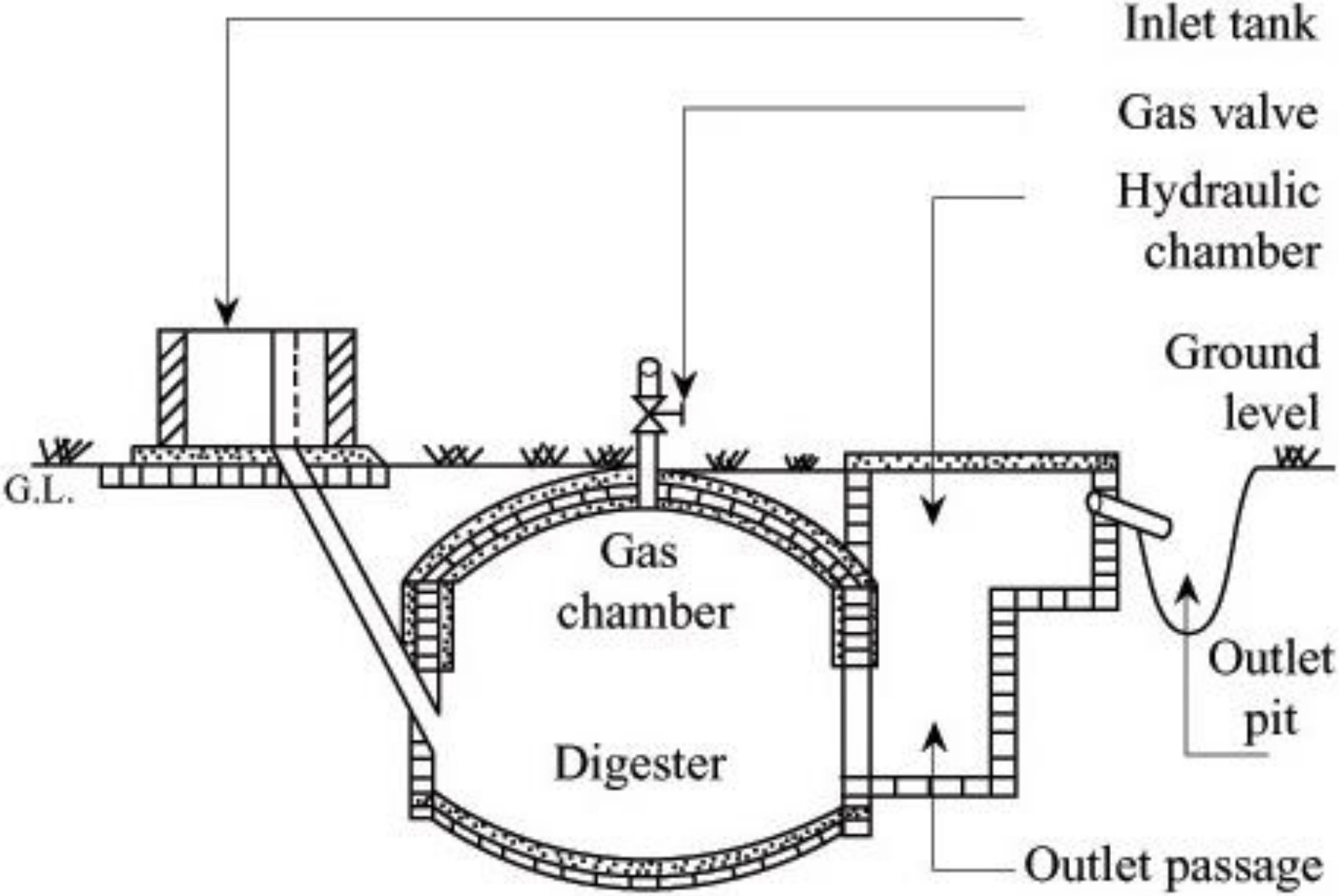
$$CH_3CH_2OH + CO_2 \longrightarrow CH_3COOH + CH_4$$

$$CH_3COOH + CO_2 \longrightarrow CO_2 + CH_4$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH + 2H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_3COOH + CH_4$$

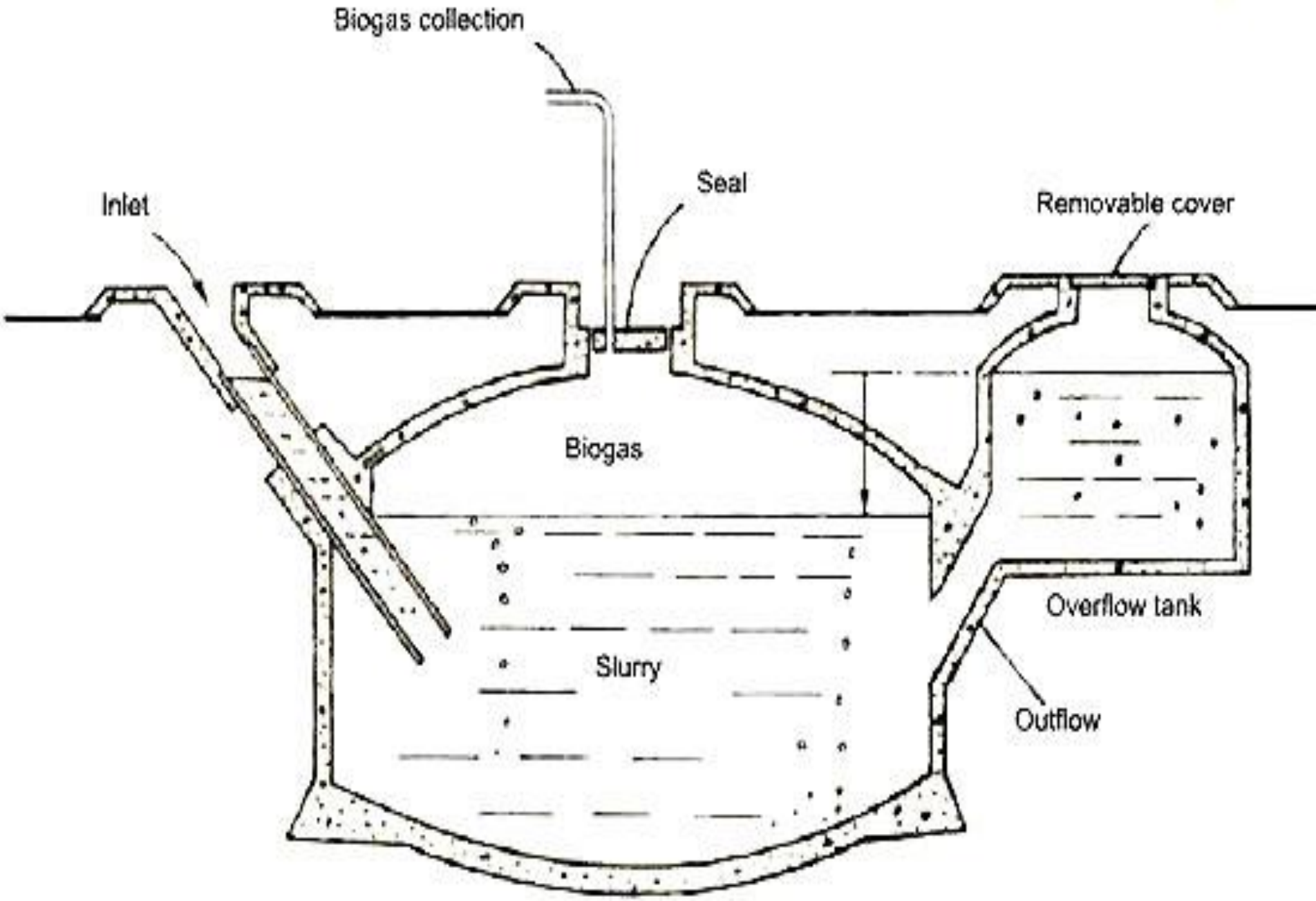
Metan + CO_2

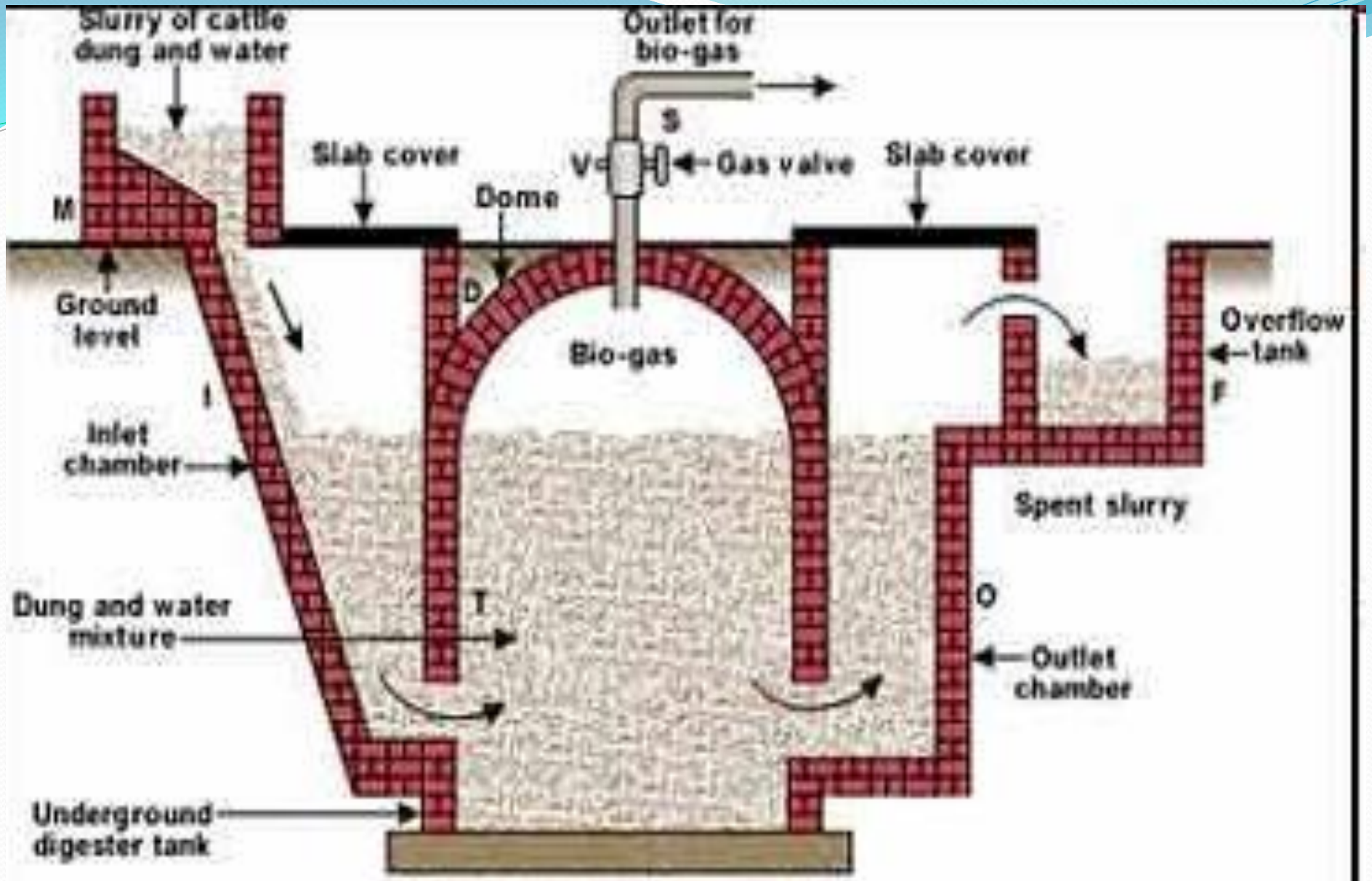
Gambar 2. Tahap Pembentukan Gasbio (FAO, 1978)



Fixed dome type biogas digester

Biogas di Bangladesh


Biogas collection
Seal
Inlet
Removable cover
Biogas
Overflow tank
Slurry
Outflow



Fixed-dome type bio-gas plant.

DIGESTER DI CINA

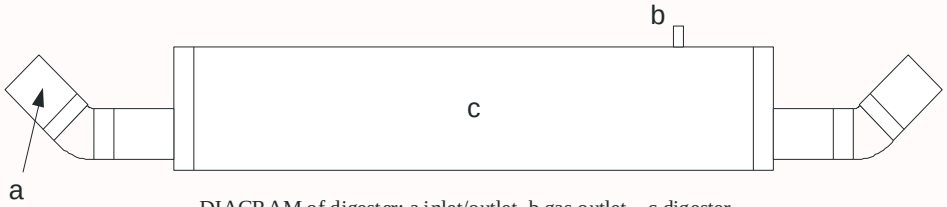
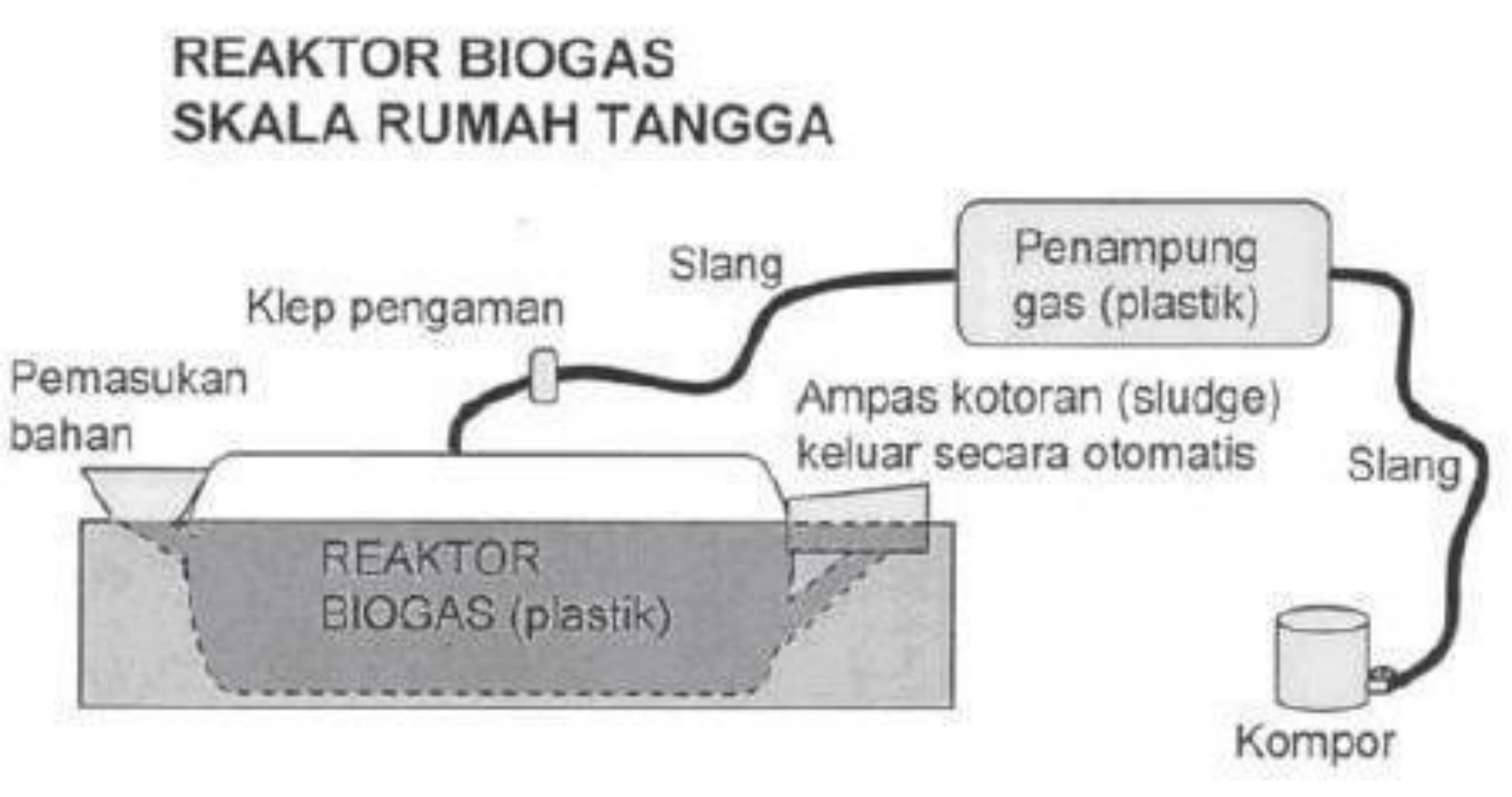


DIAGRAM of digester: a.inlet/outlet. b.gas outlet. c.digester

Model digester gas bio dari PVC

GAMA
BIOGAS
KP4UGM
GAMA
BIOGAS
KP4UGM

AMA
GAS
4UGM



MODEL DIGESTER PLASTIK

KEUNTUNGAN DIGESTER

1. **Limbah dapat diubah menjadi biogas untuk bahan bakar alternatif sehingga mengurangi pemakaian bahan bakar.**
2. **Sisa limbah yang sudah diolah dapat dijadikan kompos atau pupuk tanaman.**
3. **Lingkungan menjadi lebih bersih, tidak berbau**
4. **Mempercepat siklus bahan organik**.

KEGUNAAN BIOGAS

Cocok digunakan sebagai b ahan bakar alternatif pengganti minyak tanah

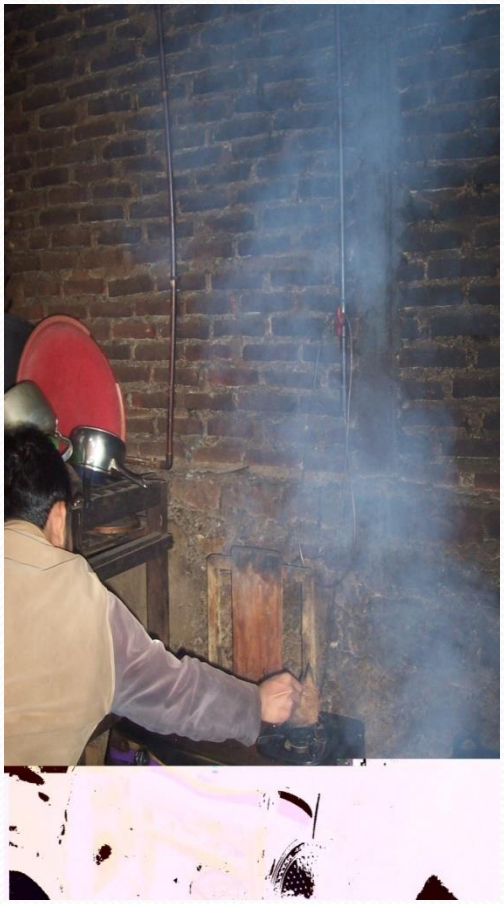
karena…

Nilai kalori dari 1 meter kubik Biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak tanah.

KOMPOSISI BIOGAS

Kalori dalam satu (1) m3 biogas sekitar enam (6) kwh energi listrik atau setara setengah liter minyak diesel

Komponen	%
Metana (CH_4)	55-75
Karbon dioksida (CO_2)	25-45
Nitrogen (N_2)	0-0,3
Hidrogen (H_2)	1-5
Hidrogen sulfida (H_2S)	0-3
Oksigen (O_2)	0,1-0,5



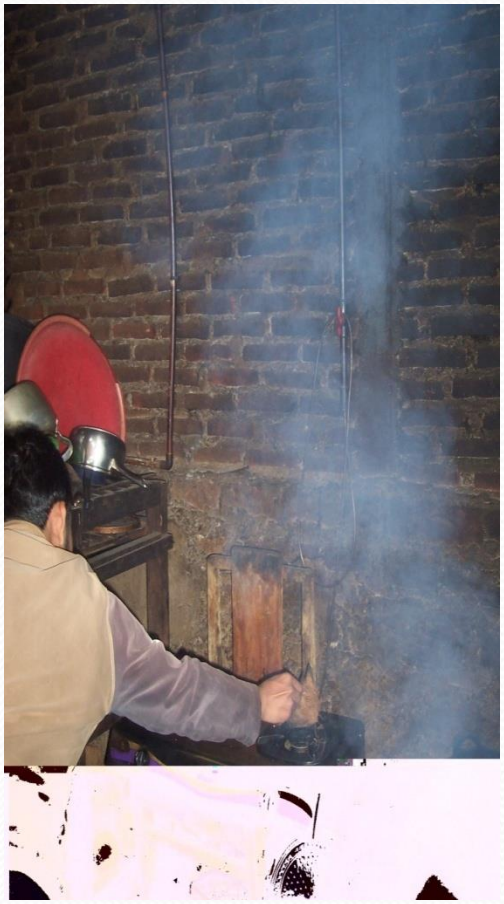
KOMPOSISI BIOGAS

Kalori dalam satu (1) m3 biogas sekitar enam (6) kwh energi listrik atau setara setengah liter minyak diesel

Campuran gas bio mudah terbakar jika kandungan gas methan lebih dari 50 %

Gas dibakar → warna biru →menghasilkan energi panas.

- **Kira-kira : 5200-5900 Kcal /m3 gas**
  - **atau memanaskan air 65 -73 L dari 20oC sampai mendidih**
  - **atau menyalakan lampu 50-100 watt selama 3- 8 jam**



1 m^3 Biogas setara dengan

Elpiji	0,46 kg
Minyak tanah	0,62 liter
Minyak solar	0,52 liter
Bensin	0,80 liter
Gas kota	1,50 m3
Kayu bakar	3,50 kg

- **Tiap 1 ekor sapi besar menghasilkan kotoran rata[2] 20-25 kg tiap hari.**
- **Gas metan yg dihasilkan 0,3 - 0,98 m^3 per hari**

- **Perbandingan dengan gas elpiji 3 kg = 3/0,46 = 6,5 m^3 gas metan**
- **6,5 m^3 dihasilkan oleh 1 sapi selama 7 sampai 20 hari**

BIOGAS

- **Energi dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH4). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor.**
- **Kualitas ditingkatkan (dimurnikan) dengan menghilangkan/mengurangi kandungan hidrogen sulfur (H_2S), air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2)**
- **Jika biogas dibersihkan dari kontaminan, maka memiliki karakteristik yang hampir sama dengan gas alam**

PEMURNIAN BIOGAS

Kegunaan Biogas

1. Memasak
2. Penerangan
3. Bahan bakar motor bakar (fuel engine)
   - Biogas adalah bahan bakar kelas tinggi, sehingga bisa dipakai didalam mesin bakar
   - Biasanya dipakai dual-fuel engines yang menyerupai mesin diesel yang masih menggunakan 20-30% solar dengan 70 – 80 persen biogas
   - Bahan bakan motor gas/biogas

Mesin ini dapat dipakai untuk:

Menggerakkan mesin-mesin pemroses hasil pertanian

Menggerakkan pompa irigasi

Memutar turbin menjadi listrik

Generator Biogas :

Biogas yang dihasilkan untuk menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik

Pemanfatan rumah tangga produksi biogas : menggerakan generator, langsung untuk memasak, dll

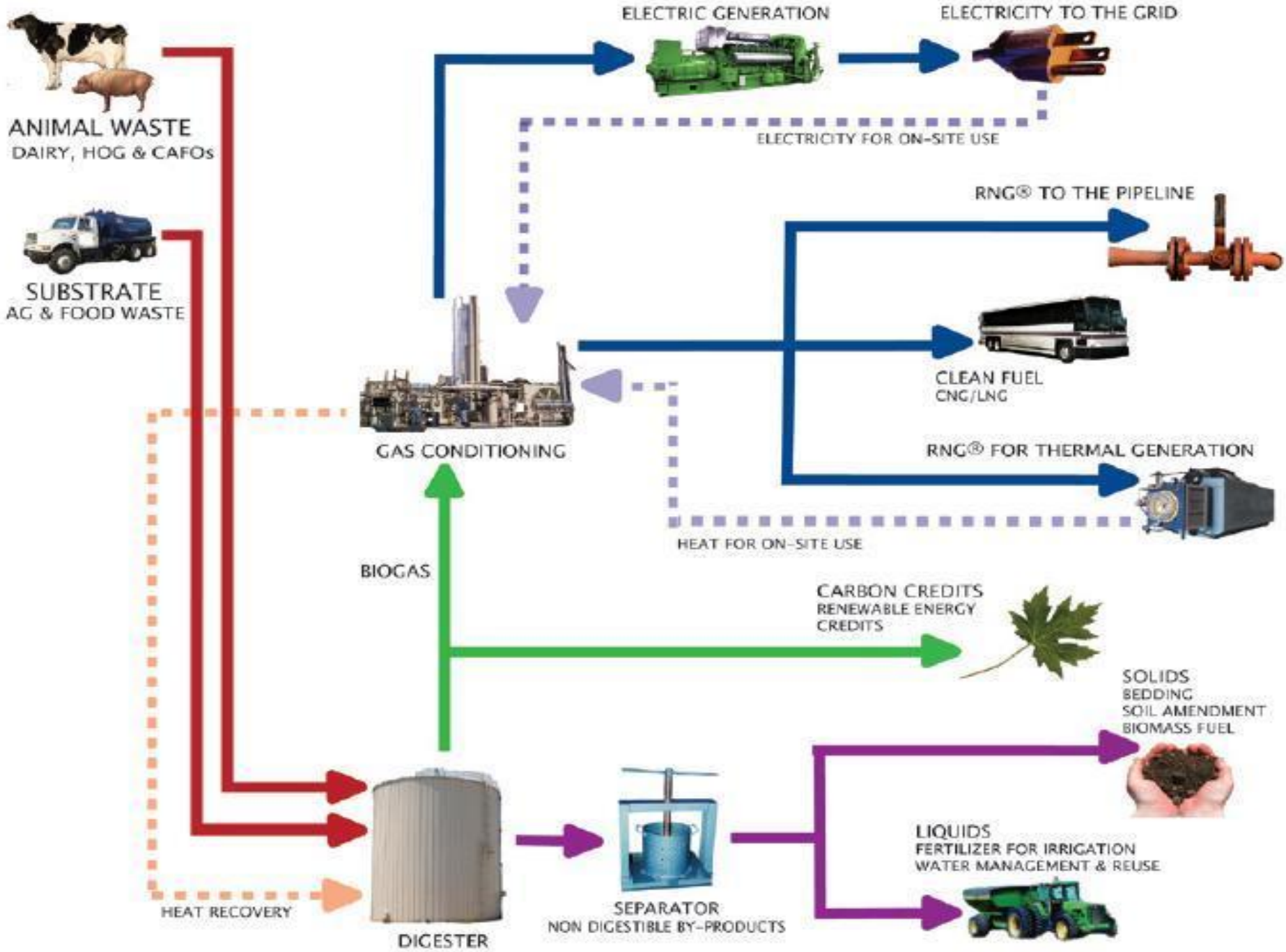
OHV

MOTOR HILAU BIOGAS

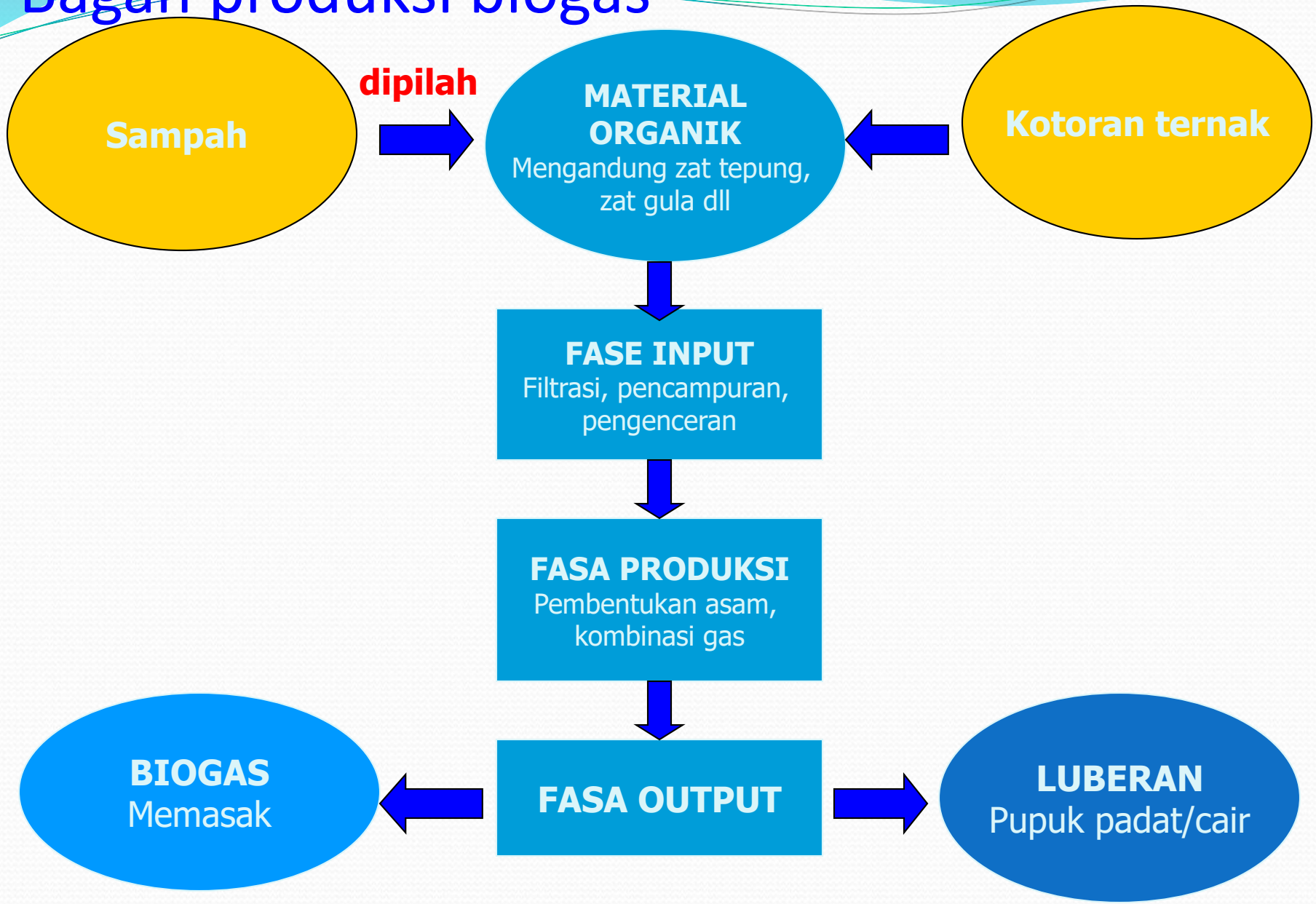
MESIN PENCACAH RUMPUT BAHAN BAKAR BIOGAS

Proses Pembuatan Pot Organik KP4 UGM untuk memenuhi pemesanan Balai Konservasi Sumber Daya Alam Yogyakarta, KEMENTRIAN KEHUTANAN, Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam

ORGANIC POT


ANIMAL WASTE
DAIRY, HOG & CAFOs
SUBSTRATE
AG & FOOD WASTE
ELECTRIC GENERATION
ELECTRICITY TO THE GRID
ELECTRICITY FOR ON-SITE USE
RNG® TO THE PIPELINE
CLEAN FUEL
CNG/LNG
RNG® FOR THERMAL GENERATION
GAS CONDITIONING
HEAT FOR ON-SITE USE
BIOGAS
CARBON CREDITS
RENEWABLE ENERGY
CREDITS
SOLIDS
BEDDING
SOIL AMENDMENT
BIOMASS FUEL
LIQUIDS
FERTILIZER FOR IRRIGATION
WATER MANAGEMENT & REUSE
HEAT RECOVERY
DIGESTER
SEPARATOR
NON DIGESTIBLE BY-PRODUCTS

Bagan produksi biogas



Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas

- Bahan baku
- Kondisi operasi
- Pengadukan
- Bahan penghambat

Bahan baku

- **Bahan organik (mengandung unsur karbon dan hidrogen serta nitrogen): sampah, limbah pertanian, kotoran**
  - **Unsur nitrogen diperlukan bakteri untuk pembentukan sel.**
  - **Agar fermentasi lebih cepat, bahan yg kasar harus digiling atau dicacah/dicincang terlebih dulu →luas permukaan▲**
  - **Bahan baku berbentuk bubur → kandungan air hrs cukup tinggi (optimum : kadar air ►BK 7 - 9%).**
    - **Kadar air dlm kotoran sapi kira-kira 18 % (rata-rata hewan 11-25%), maka perlu diencerkan dengan perbandingan 1 : 1**
- **Air yang tidak mengandung zat-zat yang dapat menghambat perkembangbiakan bakteri (*chlorine*)**

MEDIA PERKEMBANGBIAKAN BAKTERI METANOGENIK

- **Perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30.**
  - **Rasio C/N untuk sampah mendekati nilai 12.**
  - **Rasio C/N kotoran kuda dan babi adalah 25**
  - **Rasio C/N sapi dan kerbau adalah 18.**

Kondisi operasional

- Temperatur
  - Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi temperatur. Fermentasi anaerobik berlangsung pada 5°C - 55°C.
  - Temperatur kerja yang optimum 35°C.
- Derajat Keasaman (pH)
  - Pada awal proses, pH bahan dalam digester bisa turun sampai 6 atau lebih rendah →akibat degradasi bahan organik oleh bakteri aerobik.
  - Kemudian pH mulai naik disertai perkembangbiakan bakteri pembentuk metana dan hasil pencernaan yang optimum adalah pada pH 6,8 sampai 8.

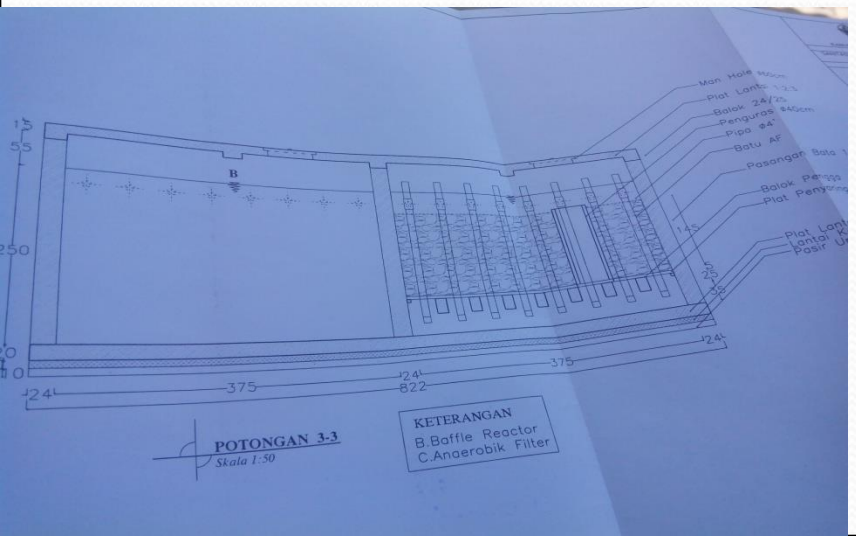
- Pengadukan
  - Bahan baku yang sukar dicerna (misal jerami) dan sisa bahan akan membentuk lapisan kerak pada permukaan cairan.
  - Lapisan perlu diaduk sehingga hambatan terhadap laju biogas yang dihasilkan dapat dikurangi.
- Bahan Penghambat
  - Yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme: misalnya logam berat (tembaga, cadmium, dan kromium), desinfektan, deterjen dan antibiotik.
  - Karena itu air yang digunakan sebagai pencampur tidak mengandung bahan-bahan tersebut.

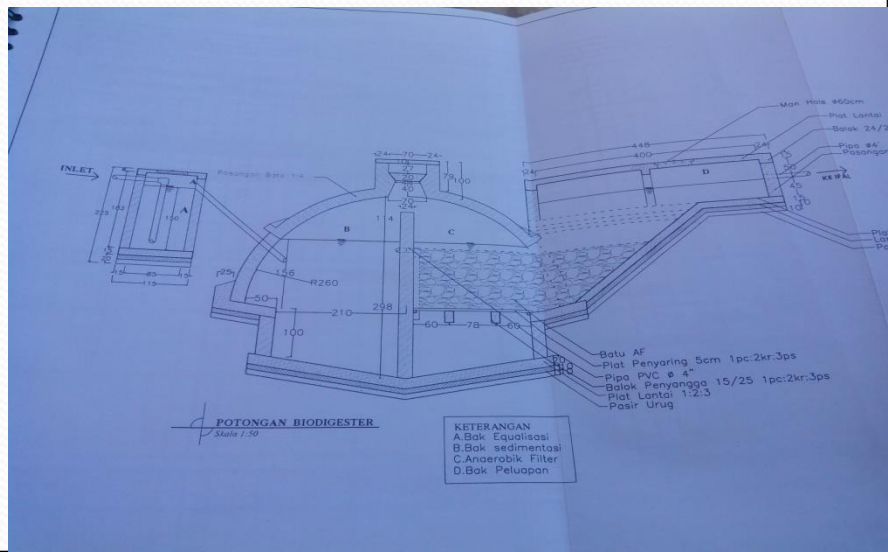
PERHITUNGAN BIAYA PEMBUATAN DIGESTER:

- **6m3 → Rp 17.500.000,- (harga sudah termasuk biaya instalasi – utk 12 m).**
- **Utk generator: Rp 5.500.000,- (1.000 W) dapat menghasilkan listrik sampai 800 W**
- **Untuk generator besar Rp. 7.500.000 (dengan starter 1500 W dapat menghasilkan listrik 1000 W**
- **Kompor 1 tungku Rp 750.000,-**
- **Chooper (PENCACAH RUMPUT) : Rp 9.500.00,-**

Kegiatan Pembangunan biogas di Alor NTT

Biogas Tahu di KSM Tirta Guna Temanggung





PENUTUP

- Dengan Sistem Terpadu Pertanian Sebagai Penyedia Pangan, Energi, **Oksigen**, Melestarikan Lingkungan
- Pertanian Di Indonesia Sebagai Salah Satu Penyumbang Energi Biogas Yang Dapat Diperhitungkan, Jika Harga Bbm Tidak Disubsidi
- Sebagian Lahan Digunakan Untuk Menanam Tanaman Pakan Guna Memenuhi Kebutuhan Pakan Ternak Yang Dipelihara
- Siklus Unsur Hara Lebih Cepat
- Model Pertanian Yang Hijau Dan Bersih

MATUR NUWUN

PUSAT INOVASI AGROTEKNOLOGI (PIAT)
UNIVERSITAS GADJAH MADA
KALITIRTO, BERBAH, SLEMAN, YOGYAKARTA,
N0. TELPON 0274-497717

Sekian dan Terimakasih