

PENGOLAHAN ANAEROBIK LIMBAH ORGANIK UNTUK PRODUKSI ENERGI



Satoto E. Nayono

Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

09 Juli 2010

Gambaran presentasi

1. Pendahuluan

- Latar belakang masalah
- Mengapa harus „*waste to energy*“?

2. Teknologi pengolahan anaerobik sampah organik

- Dasar pengolahan anaerobik
- Contoh teknologi dan sumber sampah organik

3. Hasil-hasil penting

- Potensi produksi metan dari berbagai sampah organik
- Potensi penggunaan sampah makanan untuk *supply* biogas yang stabil
- Potensi *recovery* energi dari press water

4. Penutup

Latar belakang masalah: penduduk



Jumlah penduduk dunia
2009: 6.7 milyar
2050: 9.2 milyar (proyeksi PBB)

Jumlah penduduk di perkotaan
2008: 3.3 milyar
2050: 5.0 milyar (proyeksi PBB)



Peningkatan volume sampah! (OECD: 230 – 1,000 kg/cap./th)

Latar belakang masalah: pengelolaan sampah



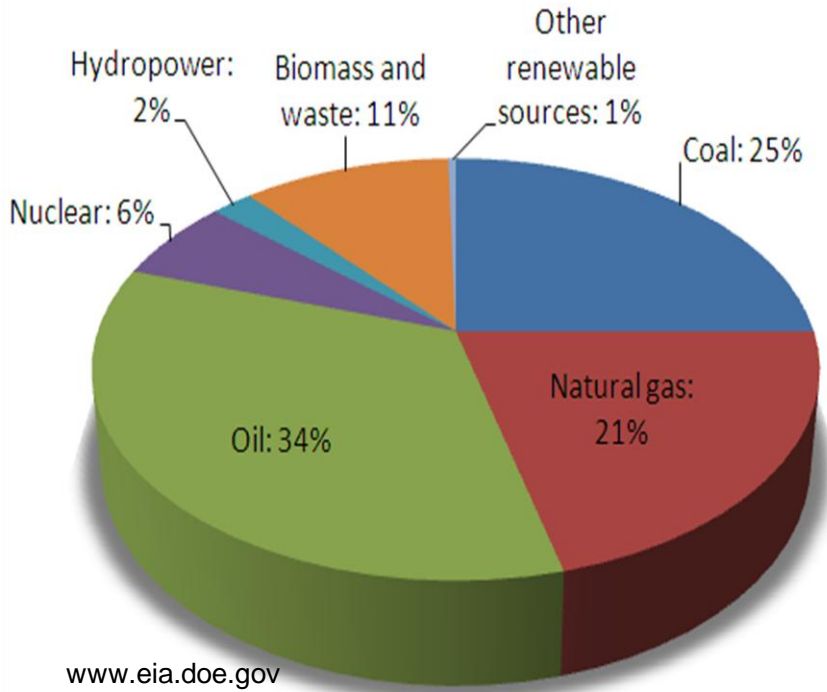
Pembuangan sampah yang tidak sesuai

„Smoking landfill“



Problem masyarakat: lingkungan, kesehatan dan estetika

Latar belakang masalah: energi

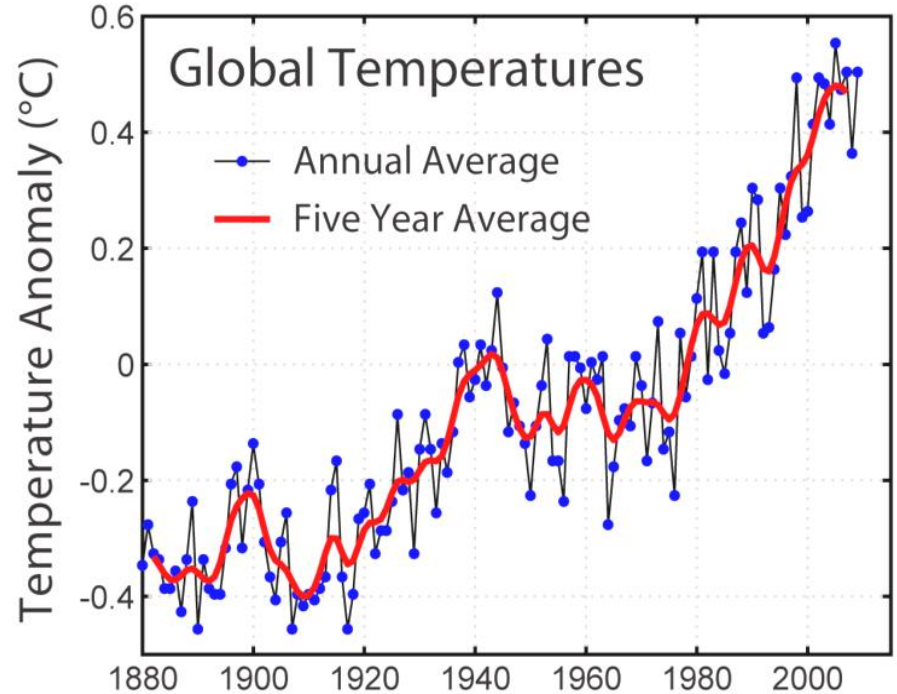
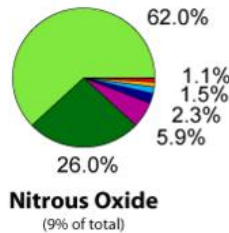
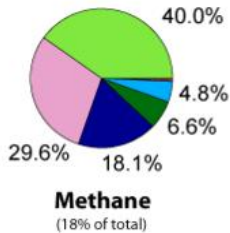
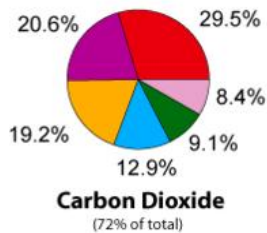
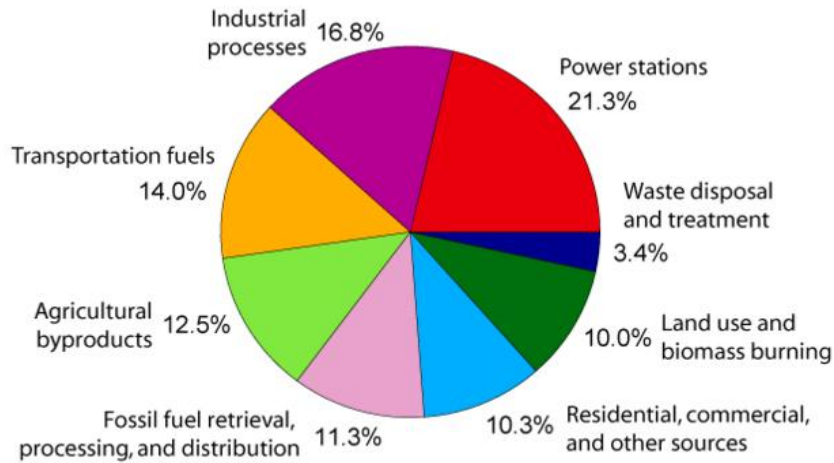


Kita sangat tergantung pada bahan bakar fosil!

Harga bahan bakar fosil terutama minyak bumi cenderung meningkat dan tidak stabil!

Latar belakang masalah: gas rumah kaca

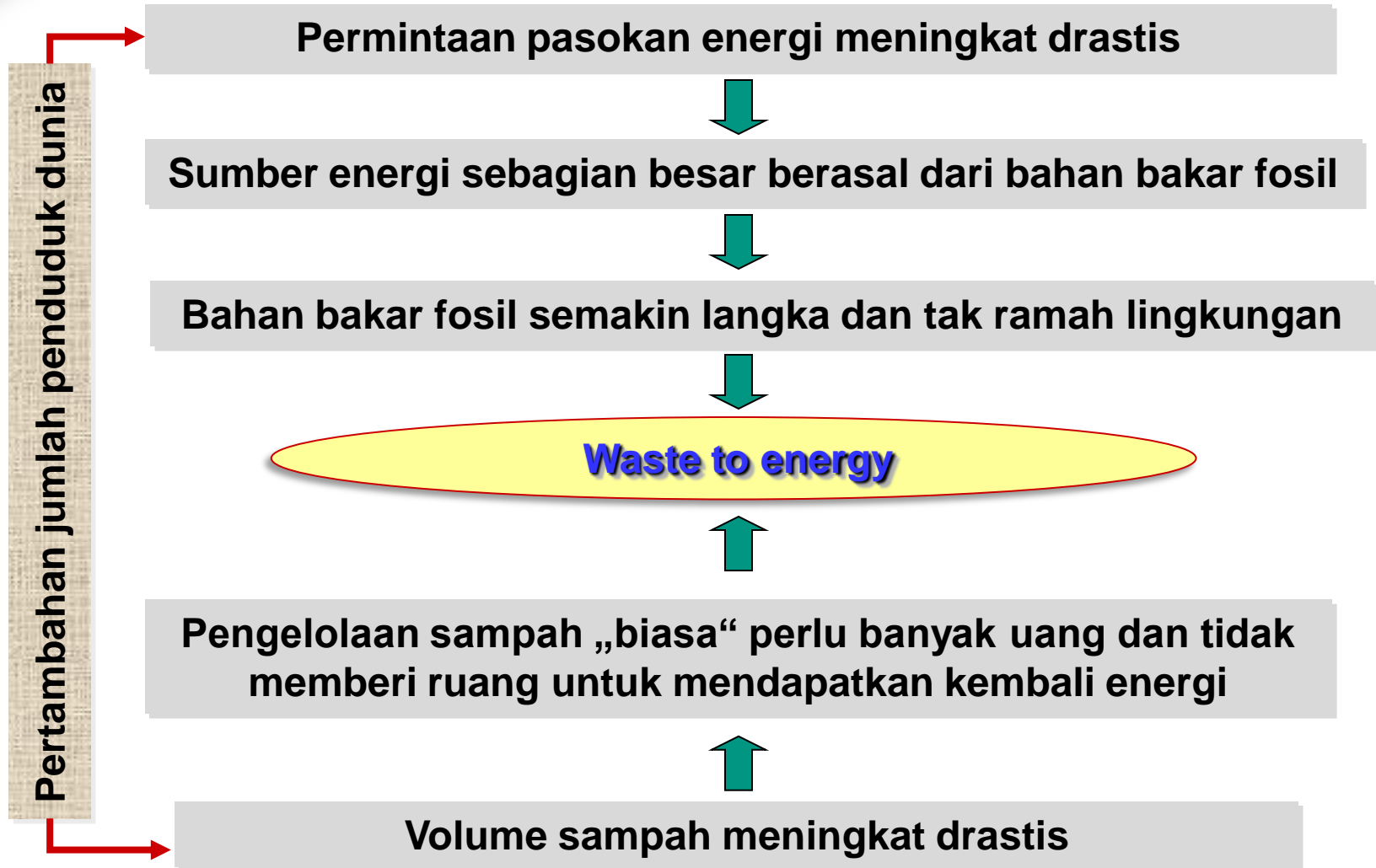
Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



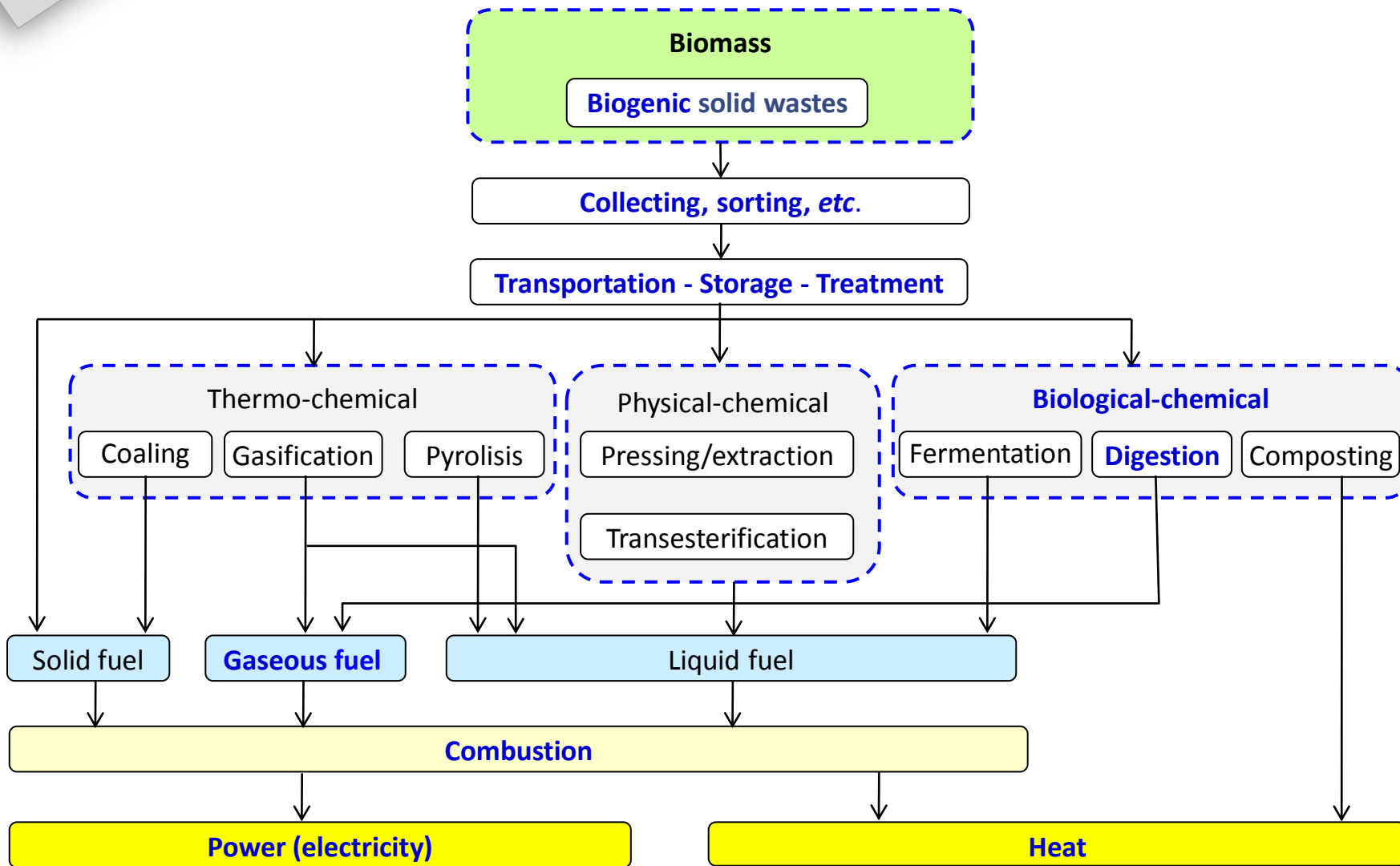
www.cmdl.noaa.gov

Emisi gas rumah kaca dari sektor energi dan pembuangan sampah berkontribusi sangat signifikan dari total emisi gas rumah kaca.

Mengapa harus „waste to energy“?

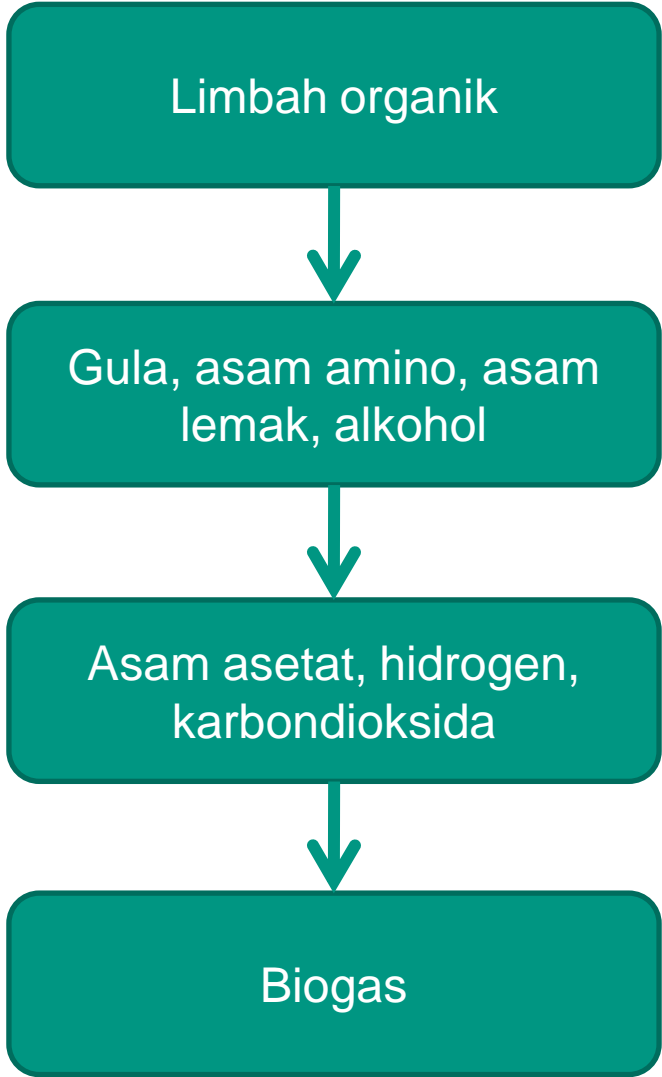
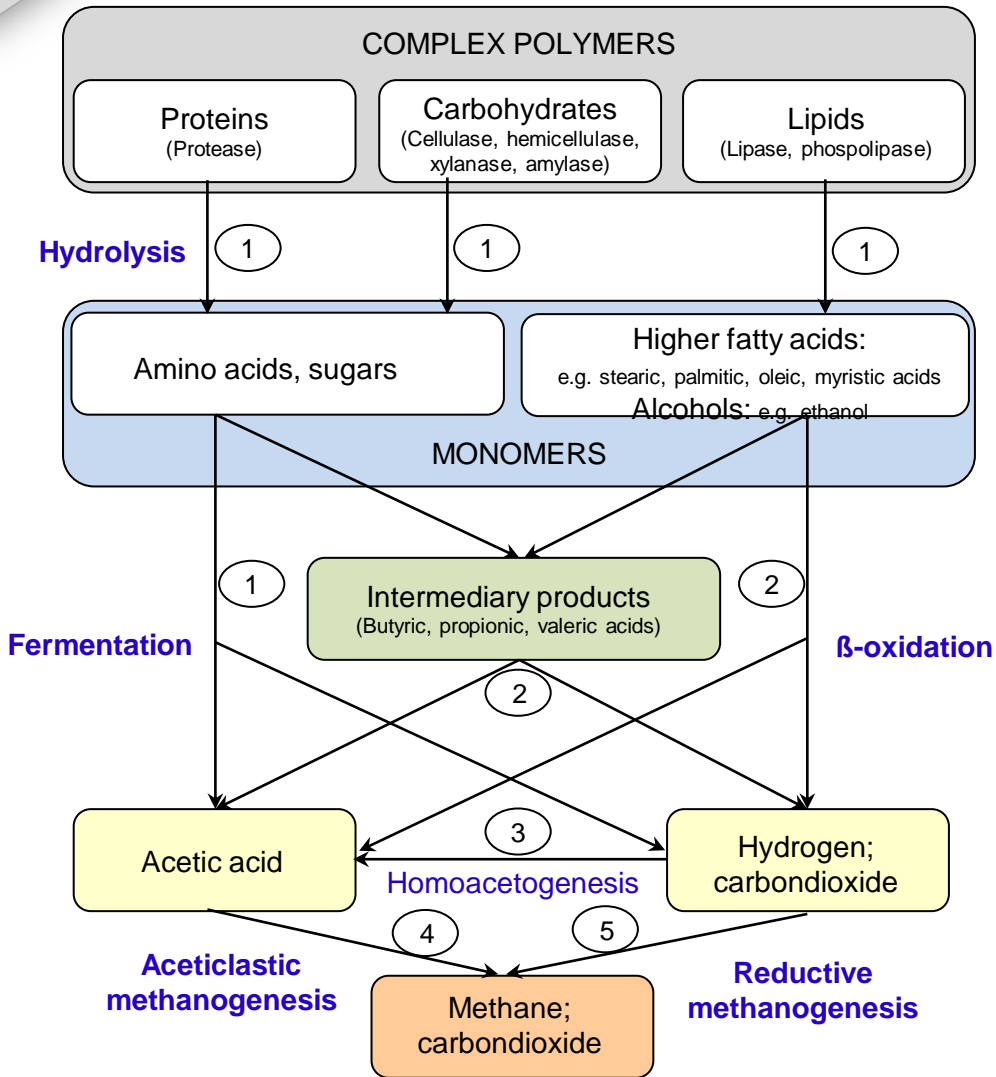


Kemungkinan produksi energi dari sampah organik

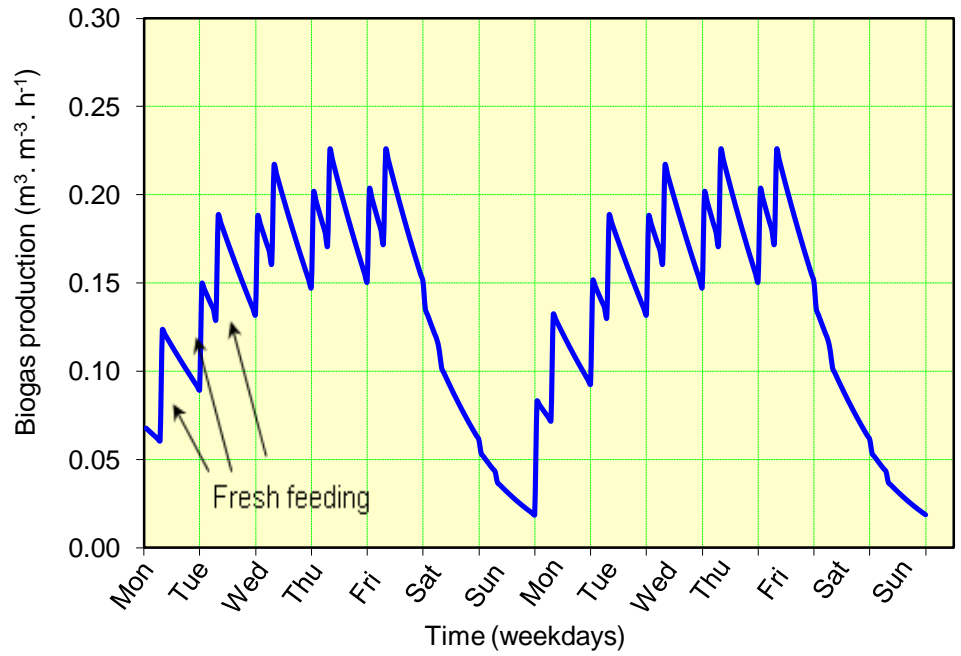
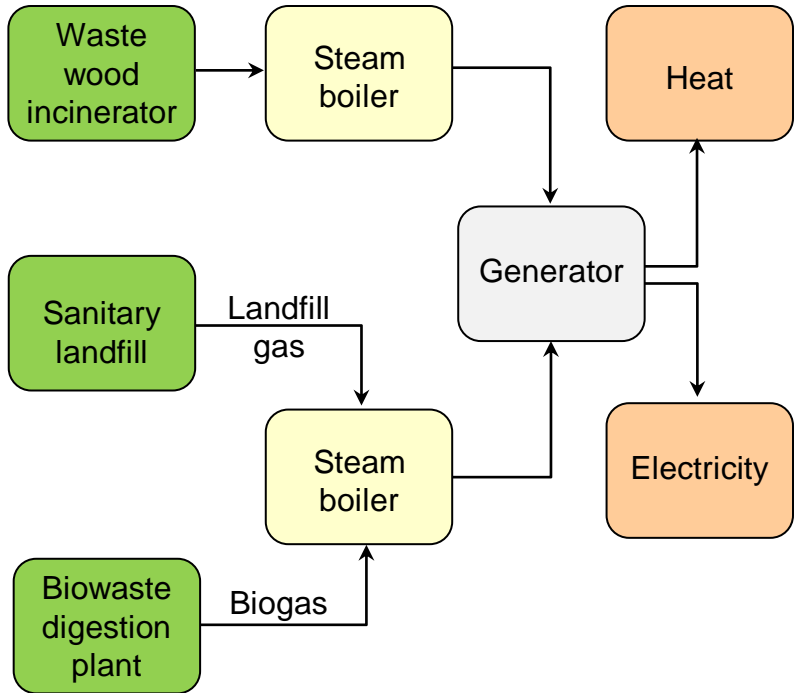


Kaltschmitt and Weber, 2006

Dasar pengolahan anaerobik



Teknologi waste to energy

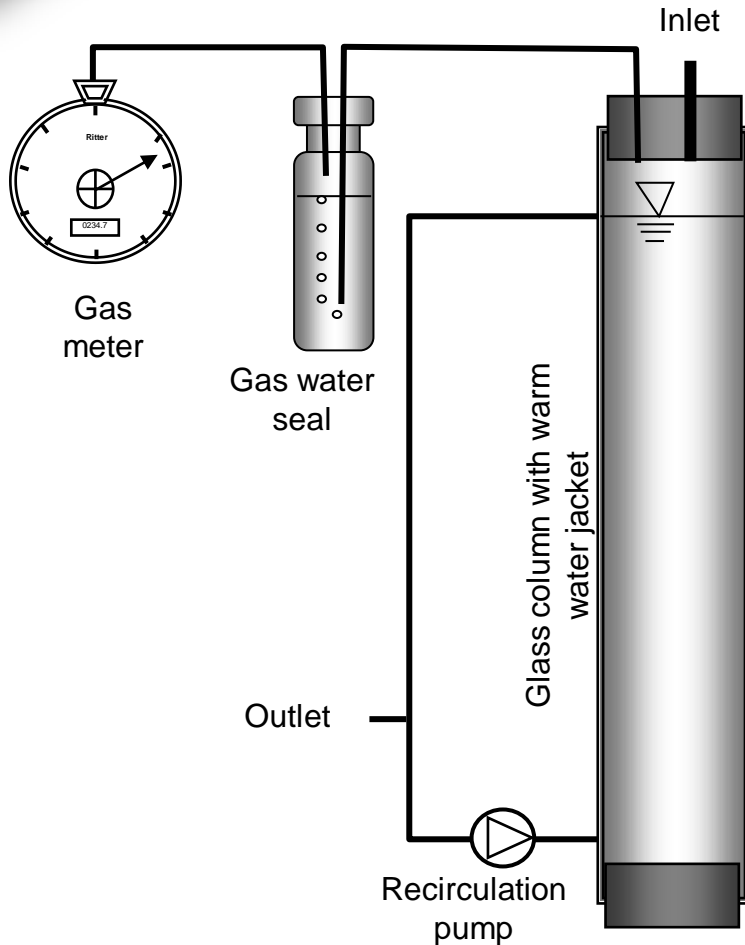


— Biogas production with biowaste feeding only (without weekend feeding)

Penerapan konsep waste to energy di kota Karlsruhe, Jerman

Pasokan biogas yang fluktuatif karena pengaruh pemberian substrat.

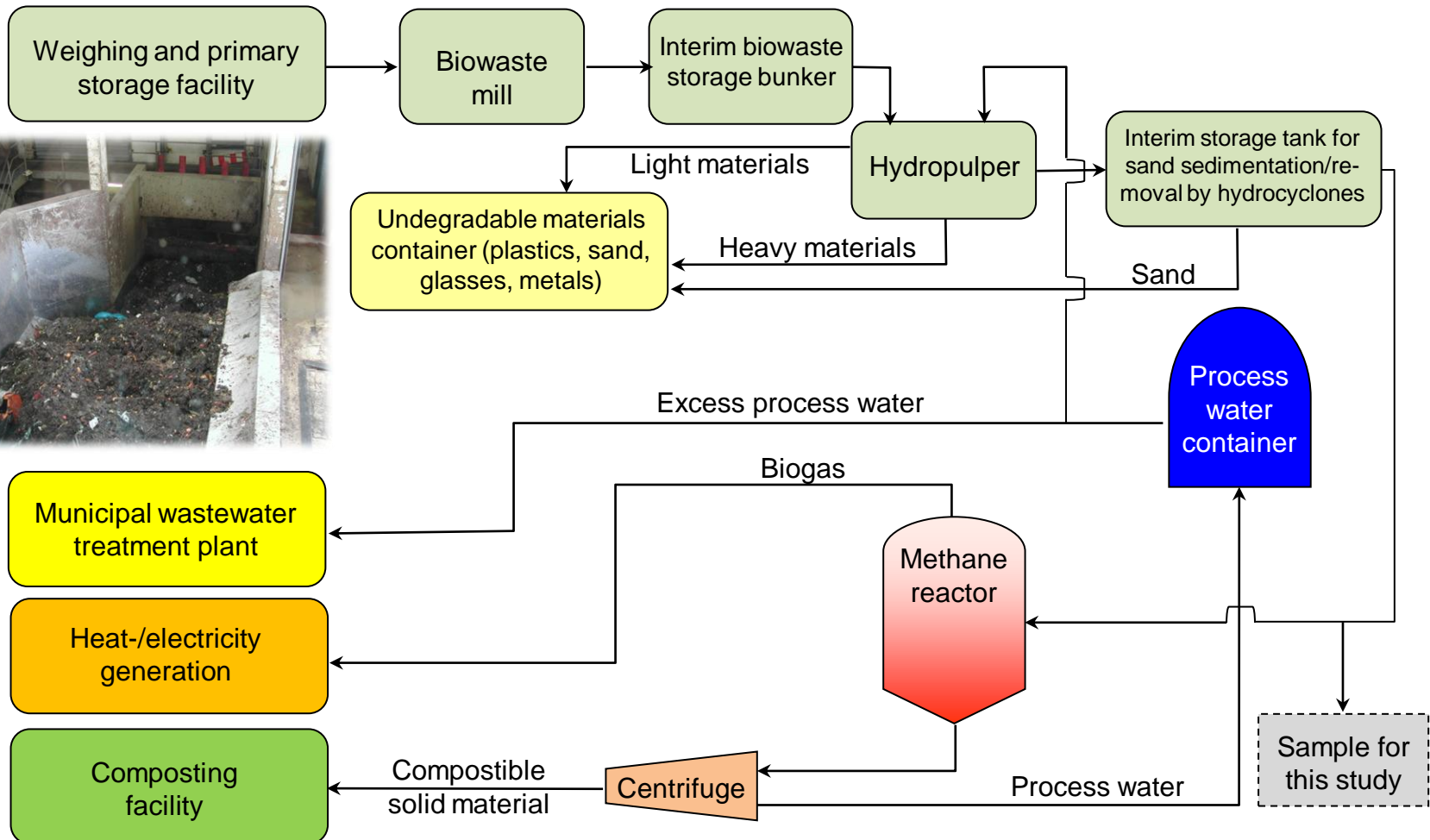
Semi-continuous fed reactors



Liquid volume: 8 & 10 L; temperatur: 37 °C

Sumber limbah organik: biowaste

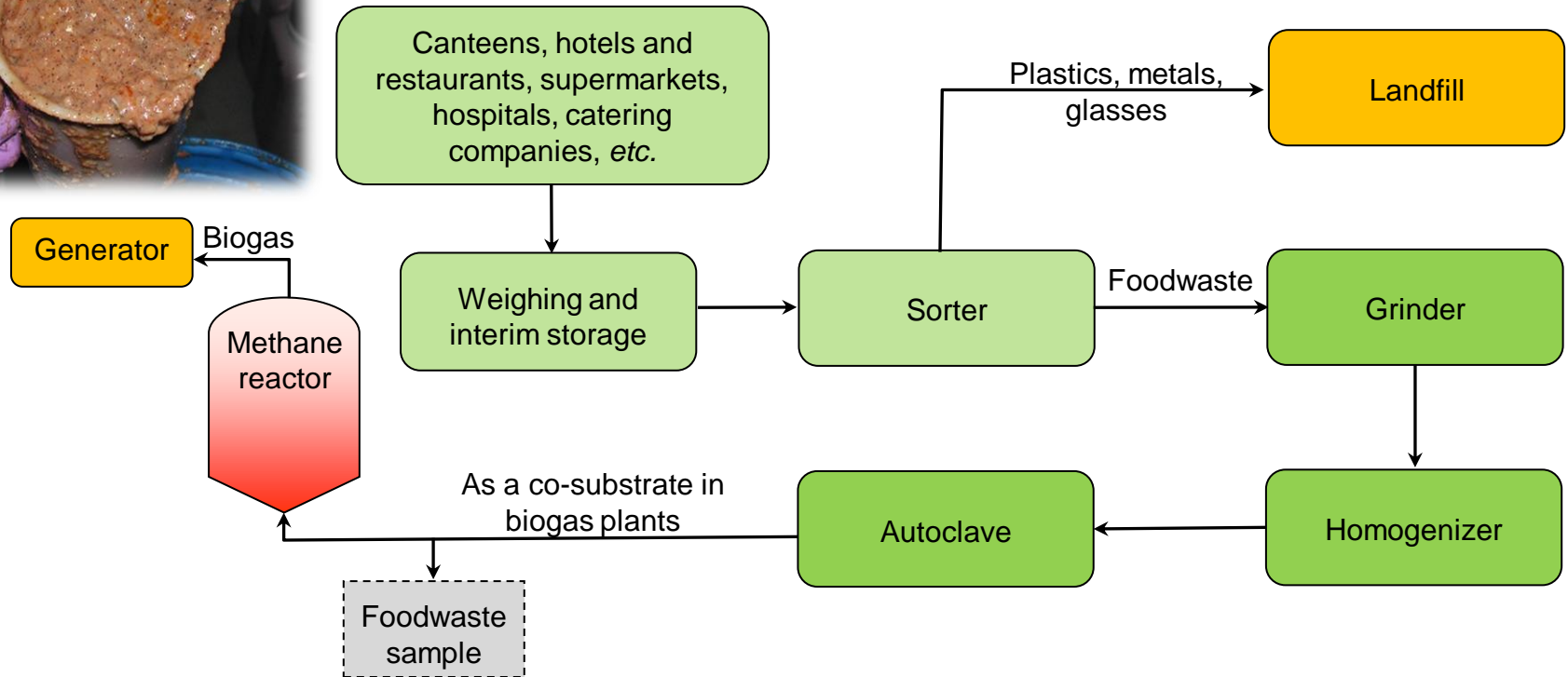
Asal: BTA/MAT digester, Karlsruhe-Durlach (1,000 m³ digester)



Sumber limbah organik: foodwaste



Asal: Stadtreinigung GmbH, Freiburg

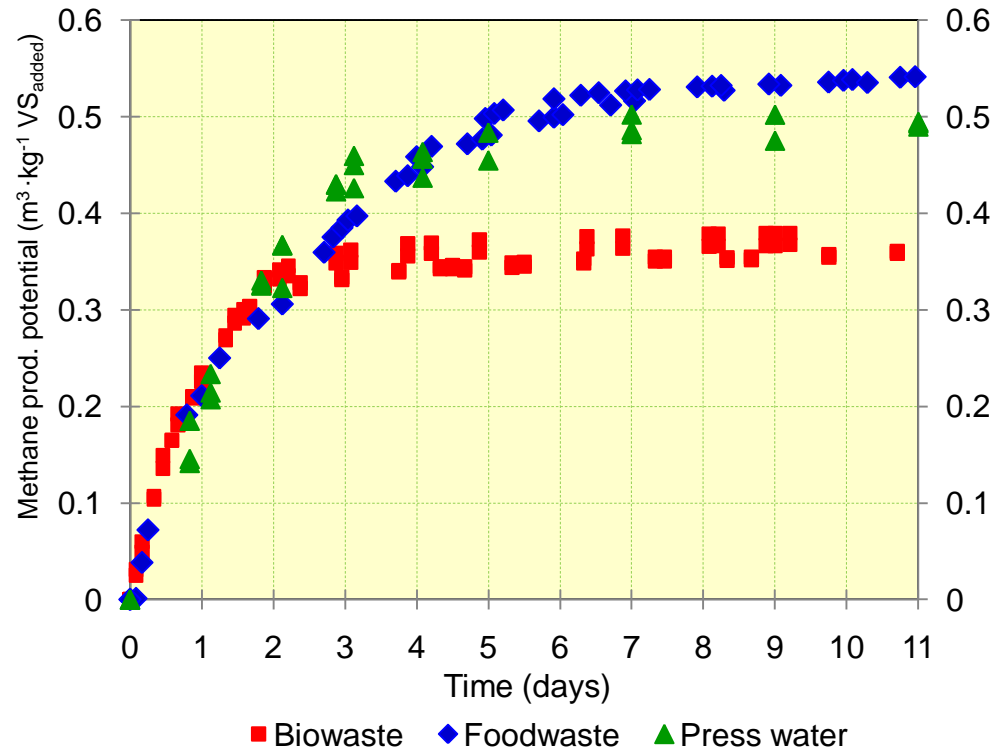


Mempunyai kandungan protein dan lemak tinggi

Potensi produksi methana



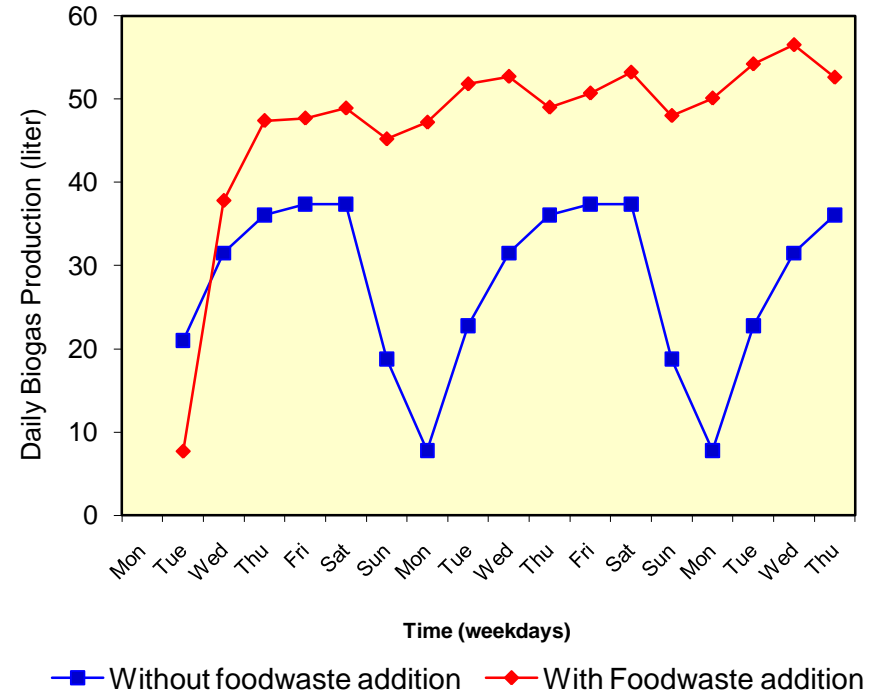
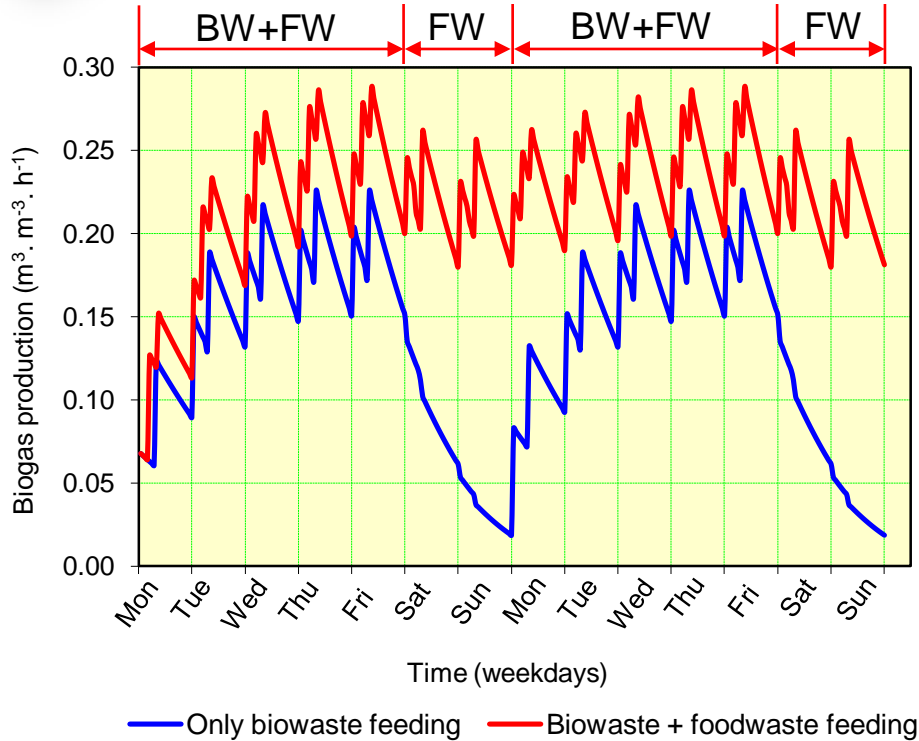
Batch assays



Potensi produksi methana maksimal:

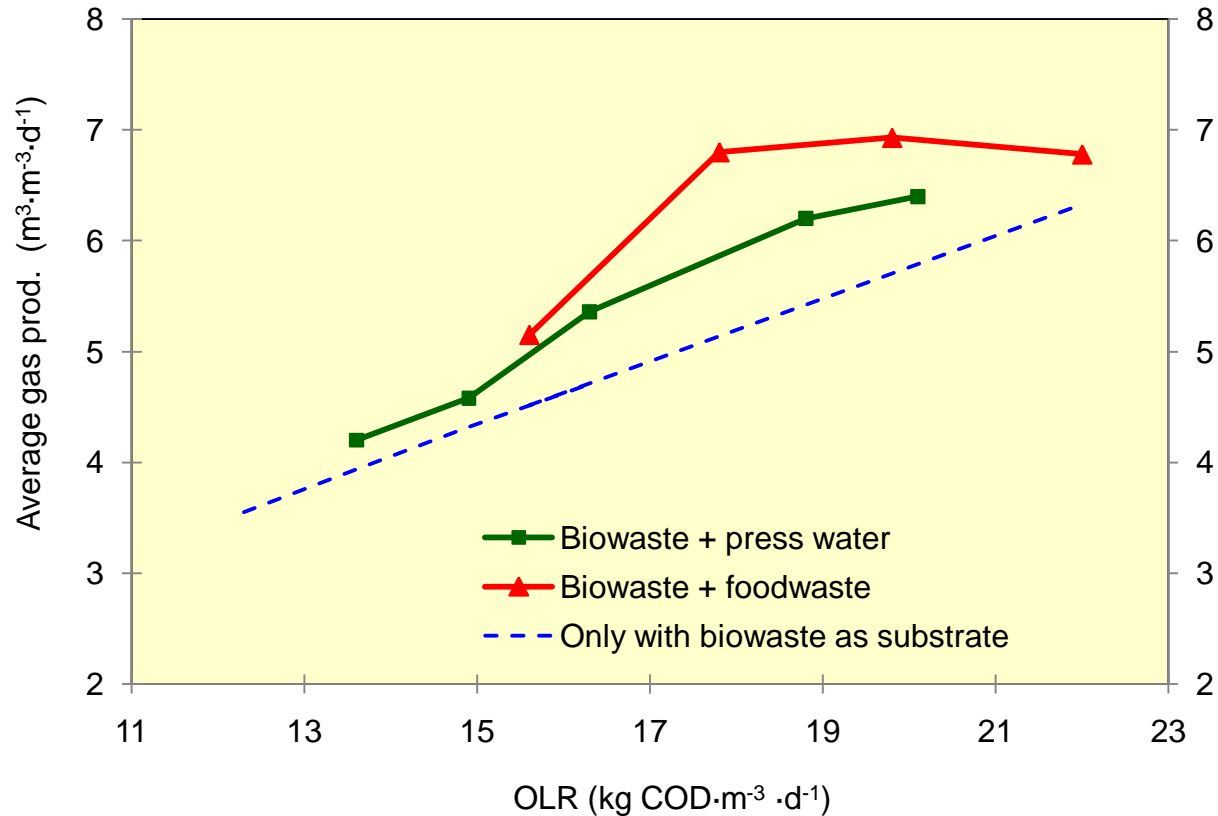
Biowaste: $0.37 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$; Foodwaste: $0.52 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$; Press water: $0.49 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$

Co-digestion dengan foodwaste



Fixed biowaste feeding: HRT 8 days, tambahan foodwaste pada waktu malam dan akhir pekan → produksi biogas relatif stabil

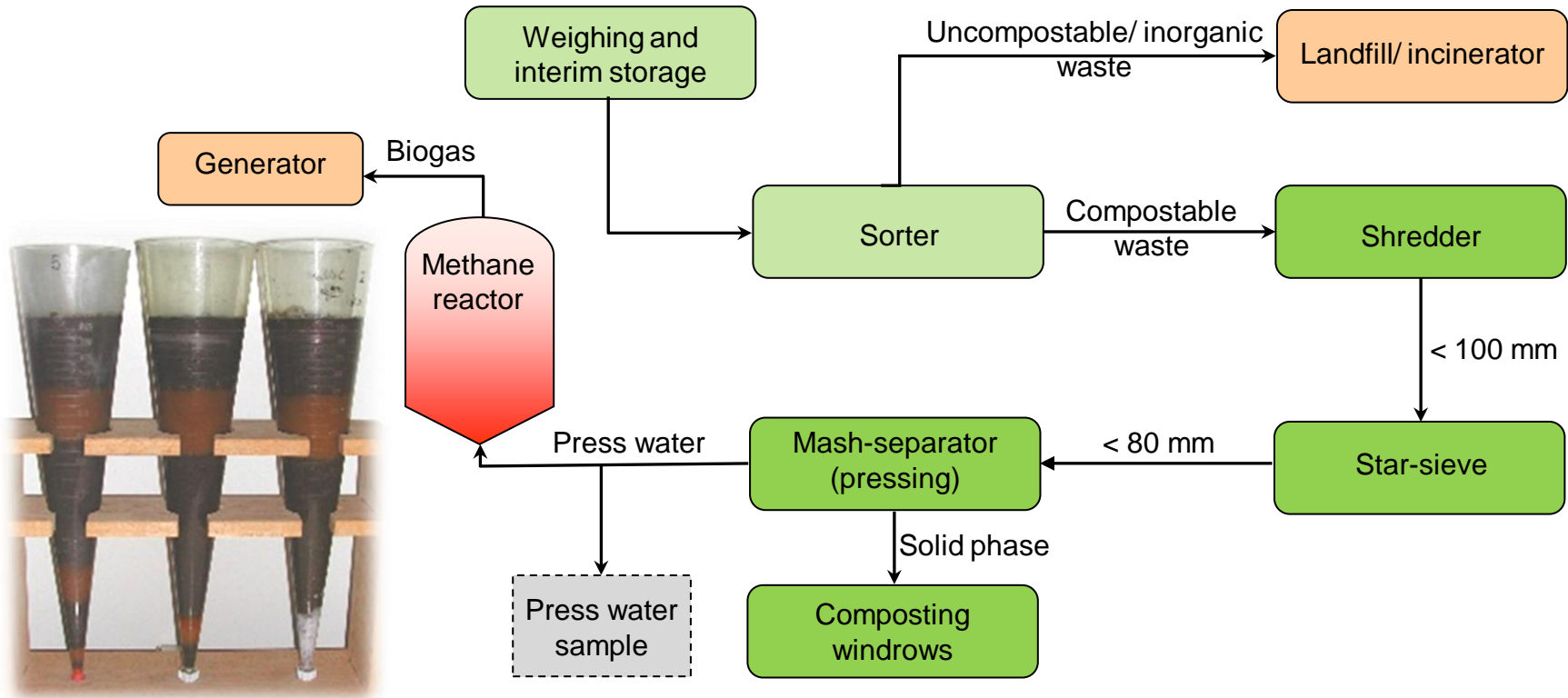
Co-digestion: peningkatan produksi biogas



Compared to press water, addition of foodwaste as co-substrate gave more biogas production

Sumber limbah organik: press water

Asal: Composting plant, Grünstadt



Pressing method → ca. 0.4 ton press water/ton sampah masuk

Potensi energi dari *press water*

Fasilitas komposting di Grünstadt, kapasitas: 100 ton/hari → 40 m³ PW

Parameter	Unit	Value
<i>Potential energy recovery:</i>		
• Daily methane production	m ³ ·d ⁻¹	2,050
• Energy recovered	kWh·d ⁻¹	7,174
• Potential benefit	€/year	497,543
<i>Energy balance per ton limbah masuk:</i>		
• Energy recovered from press water	kWh	71.7 (+)
• Energy for composting	kWh	21.0 (-)
• Energy for AD processes (pre-treatment & pumping)	kWh	28.7 (-)
• Energy for AD heating	kWh	7.20 (-)

Surplus energy → 14.8 kWh/ton limbah masuk (≈ 103,000 euro/tahun)

Comparison with previous studies

Waste composition	HRT (day)	OLR (kg VS m ⁻³ d ⁻¹)	Biogas prod. rate (m ³ m ⁻³ d ⁻¹)	References
Sorce-sorted OFMSW (dry)	14 - 25	2.1 – 4.2	1.33 – 2.68	Mata-Alvarez <i>et al.</i> , 1990
Food market waste	12 - 20	1.1- 2.8	1.3 – 2.0	Mata-Alvarez <i>et al.</i> , 1992
Fruits and vegetables	5 - 9	6.3 – 12.6	1.96 – 2.91	Mtz-Viturtia <i>et al.</i> , 1995
Fresh OFMSW	12	5	2.52	Kryztek <i>et al.</i> , 2001
Energy crops + OFMSW	40	6.0	3.5	Nordberg and Edstrom, 2005
Mechanically separated OFMSW	18	7.7	5.2	Nordberg and Edstrom, 2005
Biowaste	8	6.6	3.6	This study
Press water	7.7 - 20	5.9 – 15.3	4.1 – 10.4	This study
Biowaste + foodwaste	6.7 – 7.6	9.5 – 12.3	5.15 – 6.78	This study
Biowaste + presswater	6.4 – 7.6	7.5 – 11.9	4.20 – 6.40	This study

Penutup

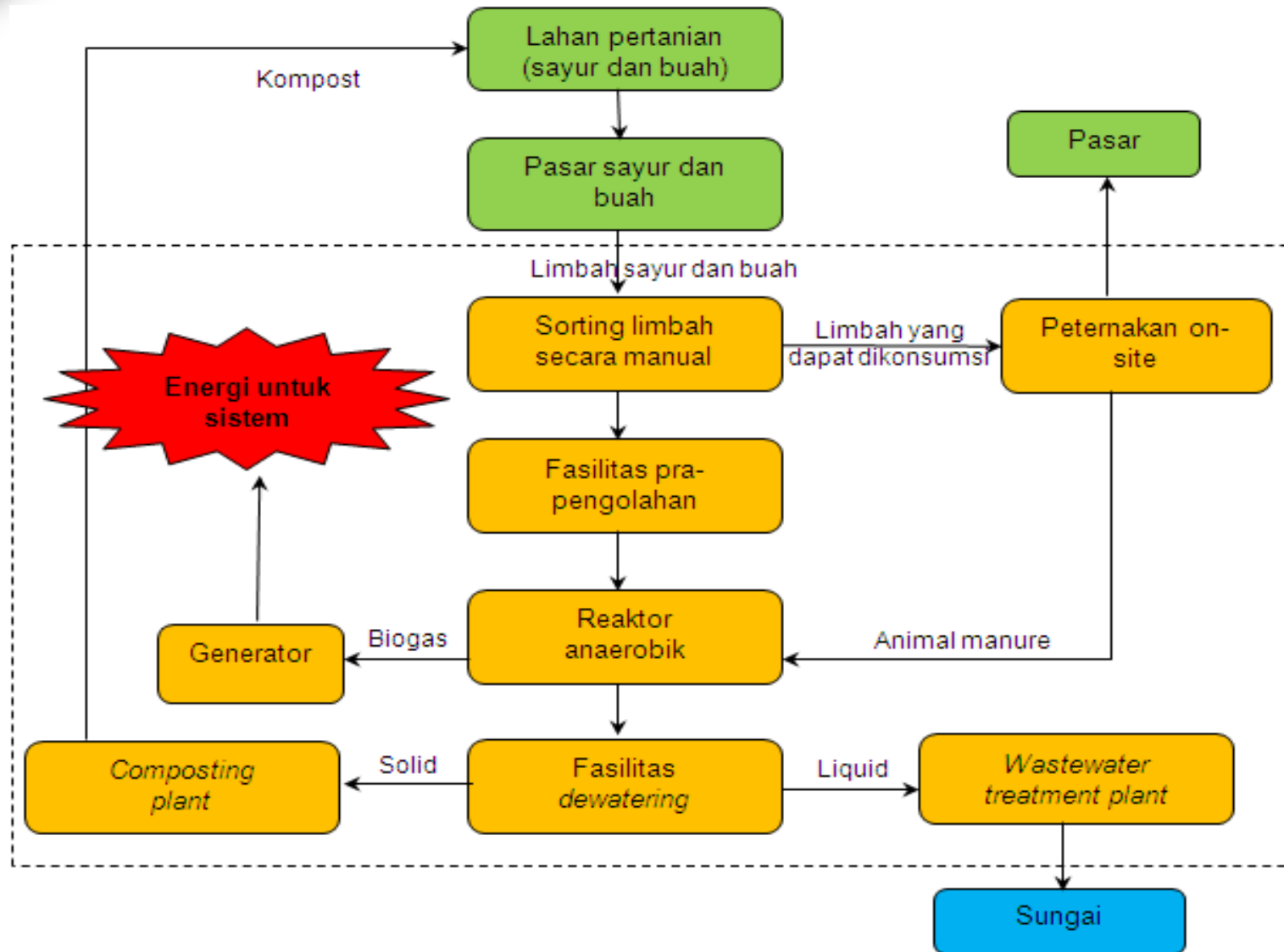
Pengolahan anaerobik untuk sampah organik sangat menguntungkan dilihat dari aspek perbaikan lingkungan maupun aspek pengurangan ketergantungan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil.

Beberapa kemungkinan kendala apabila diterapkan di Indonesia adalah:

1. Kurangnya kesadaran masyarakat untuk melakukan pemilahan
2. Pemakaian plastik sebagai pembungkus yang sangat ekstensif
3. Belum ada regulasi pemerintah yang mendukung/mendorong penggunaan energi dari sumber terbarukan.
4. Adanya ketakutan dari masyarakat kalau dibangun suatu tempat pengolahan sampah di lingkungannya (NIMBY syndrom)

Pengolahan anaerobik di Indonesia (mengingat sulitnya pemilahan) dapat diterapkan pada limbah yang berasal dari *point source* (pasar, industri makanan, pertanian dll).

Potensi penerapan pengolahan anaerobik di Indonesia



Publikasi ilmiah

1. Nayono, S.E., Gallert, C. and Winter, J., 2009. Foodwaste as a Co-Substrate in a Fed-Batch Anaerobic Biowaste Digester for Constant Biogas Supply. *Water Science and Technology*. Vol. 59 (6): 1169–1178.
2. Nayono, S.E., Winter, J. and Gallert, C., 2009. Anaerobic Digestion of Pressed Off Leachate from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste. *Waste Management*, doi:10.1016/j.wasman.2009.09.019
3. Nayono, S.E., Gallert, C. and Winter, J., 2010. Anaerobic Co-Digestion of Biowaste with Press Water and Foodwaste for the Improvement of Biogas Production. *Bioresource Technology*. Vol. 101 (18): 6987-6993.



**Terimakasih atas
perhatiannya!**