

ENERGI BIOMASSA



Hasrul Anwar, M.T

Apa itu Biomassa?



- **Finlandia, Belanda, Jerman, dan Inggris** telah memanfaatkan bioenergi dalam skala besar untuk pembangkit listrik.
- **Indonesia**, walaupun potensi biomasanya besar, penggunaannya baru dalam skala kecil.
- **Biomassa** adalah istilah yang digunakan untuk mengelompokkan bahan organik baik dari tumbuhan ataupun hewan yang kaya akan cadangan energi untuk menghasilkan bioenergi.
- **Biomassa** adalah energi yang merujuk pada bahan biologis yang hidup atau baru mati yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar.

Energi Biomassa

- **Biomassa** merupakan bahan biologis yang hidup atau baru mati yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar atau untuk produksi industrial, termasuk limbah terbiodegradasi yang bisa dibakar sebagai bahan bakar
- Umumnya merujuk pada materi tumbuhan yang dipelihara untuk digunakan sebagai *biofuel*, tetapi dapat juga mencakup materi tumbuhan atau hewan yang digunakan untuk produksi serat, bahan kimia, atau panas.
- Biomassa tidak mencakup materi organik yang telah bertransformasi oleh proses geologis menjadi zat seperti batu bara atau minyak bumi.

Potensi Biomassa

- Indonesia memiliki berbagai jenis biomassa (terutama limbah) dalam jumlah besar, yang dihasilkan dari industri, pertanian, kehutanan, dan sampah kota.
- Pembangkit Listrik Berbasis Bioenergi terbagi menjadi 3:
 - Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm)
 - Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg)
 - Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kota (PLTSa)

Energi yang terkandung pada Biomassa

- Energi yg terkandung pada biomassa (biasa dihitung dalam energi kalor) sangat tergantung pada kandungan airnya, semakin tinggi kadar air, makin rendah energinya.
- Biomassa memiliki rentang kadar air yang luas : dari sekitar 20% (contoh : kertas kering) hingga 95% (contoh : mikroalga, sisa fermentasi, dsb).

Sumber Biomassa

➤ **Pertanian**

Contoh: baggase, jerami, jagung, singkong, kelapa, nira, sagu, cangkang dan tandon kelapa sawit, dan lain-lain.

➤ **Air limbah industri pertanian**

Contoh : POME, dll

➤ **Limbah peternakan**

Contoh: sapi, ungggas, kerbau, air limbah penggemukan sapi dan lain-lain

➤ **Hutan**

Contoh: semak, limbah kayu, cabang dan kulit kayu, serbuk gergaji.

Sumber Biomassa

- **Limbah kota**

Contoh : sampah kota, limbah makanan, limbah kertas, air limbah kota dan lain-lain.

- **Biologis**

Contoh: tanaman air (eceng gondok) dan algae.

- **Tanaman energi**

Contoh: akasia, albasia, rumput gajah, nyamplung, tebu, dan lain-lain.

Contoh Sumber Energi Biomassa



Sisa pemotongan kayu



Ranting Kayu



Ubi kayu



Sago

Gambar Bahan baku Bioetanol



Sekam



Bonggol Jagung

Gambar Limbah Biomassa



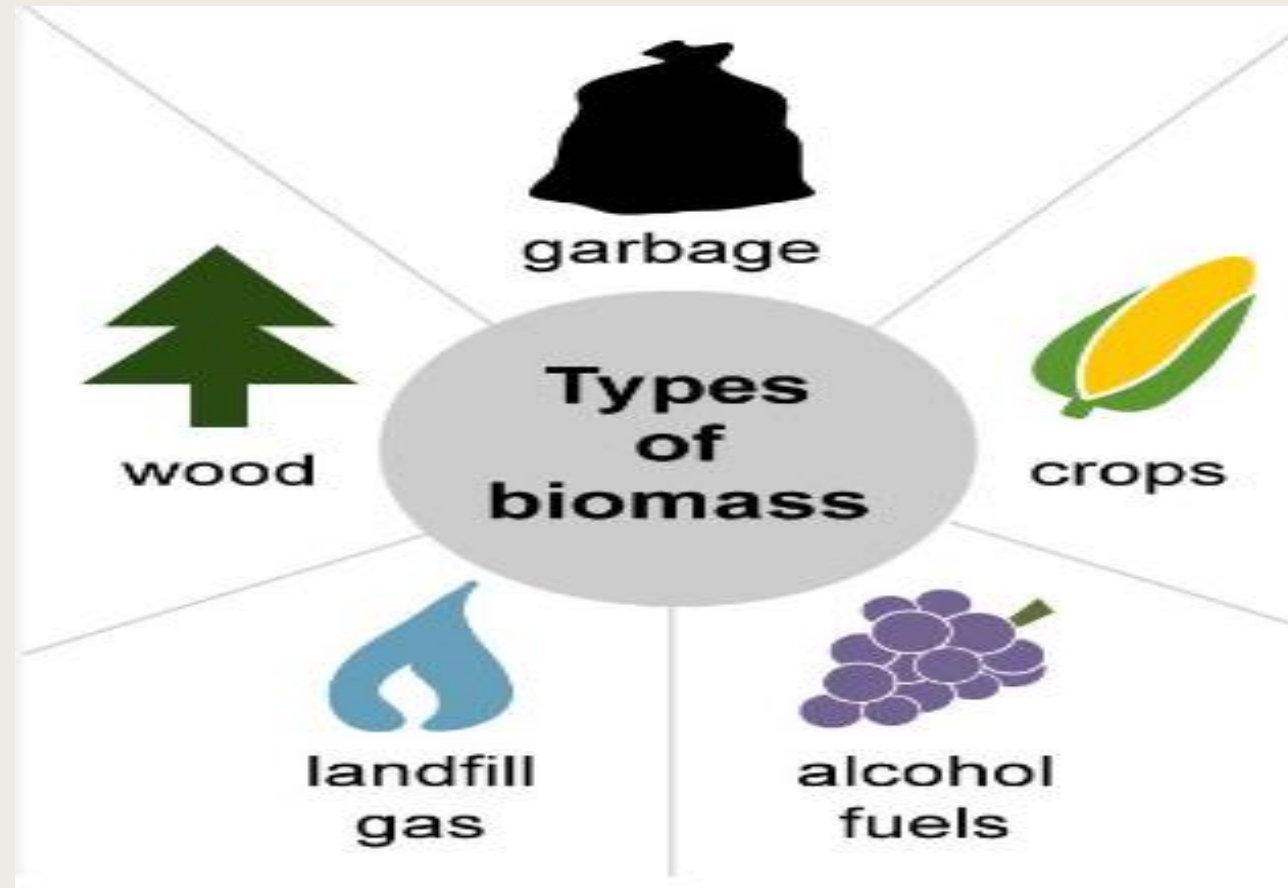
Kelapa Sawit



Jarak

Gambar Bahan baku Biodiesel

Jenis Biomassa



Jenis Biomassa

- **Penghasil minyak (*vegetable oil*)**

Contoh : kelapa sawit, kelapa, kedelai, jarak, nyamplung, dan lain-lain yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar biodiesel.

- **Penghasil karbohidrat (gula dan pati)**

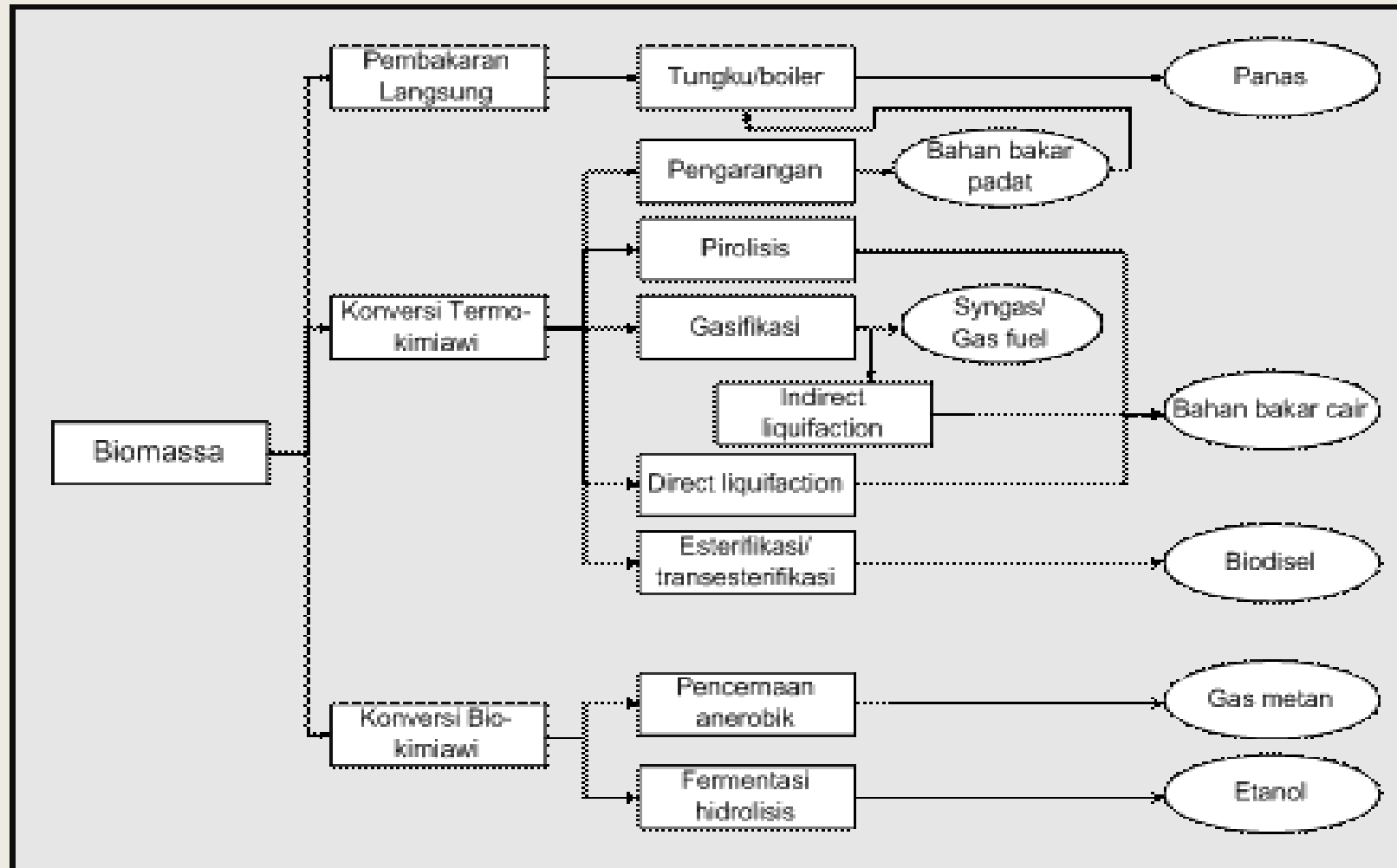
Contoh: tebu, singkong, sorgum yang dapat dikonversi bahan bakar etanol.

- **Penghasil bahan bakar padat**

Contoh: Kayu, serbuk gergaji, daun, dan lain-lain.

- **Limbah biologis dan industri**

Contoh: Kotoran ternak, air limbah, dan sampah kota dikonversi menjadi biogas atau metana.



Gambar 2. Teknologi Konversi Biomassa

Konversi Biomassa ke Bentuk Sumber Energi

1. Konversi dengan cara pembakaran :

Konversi klasik di mana biomassa diubah menjadi energi panas pembakaran, energi biomassa digunakan sebagai bahan bakar pada bentuk aslinya. Energi panas yang dihasilkan selain dapat langsung dimanfaatkan juga dapat diubah menjadi bentuk energi lain (energi listrik, energi mekanis, pendinginan).

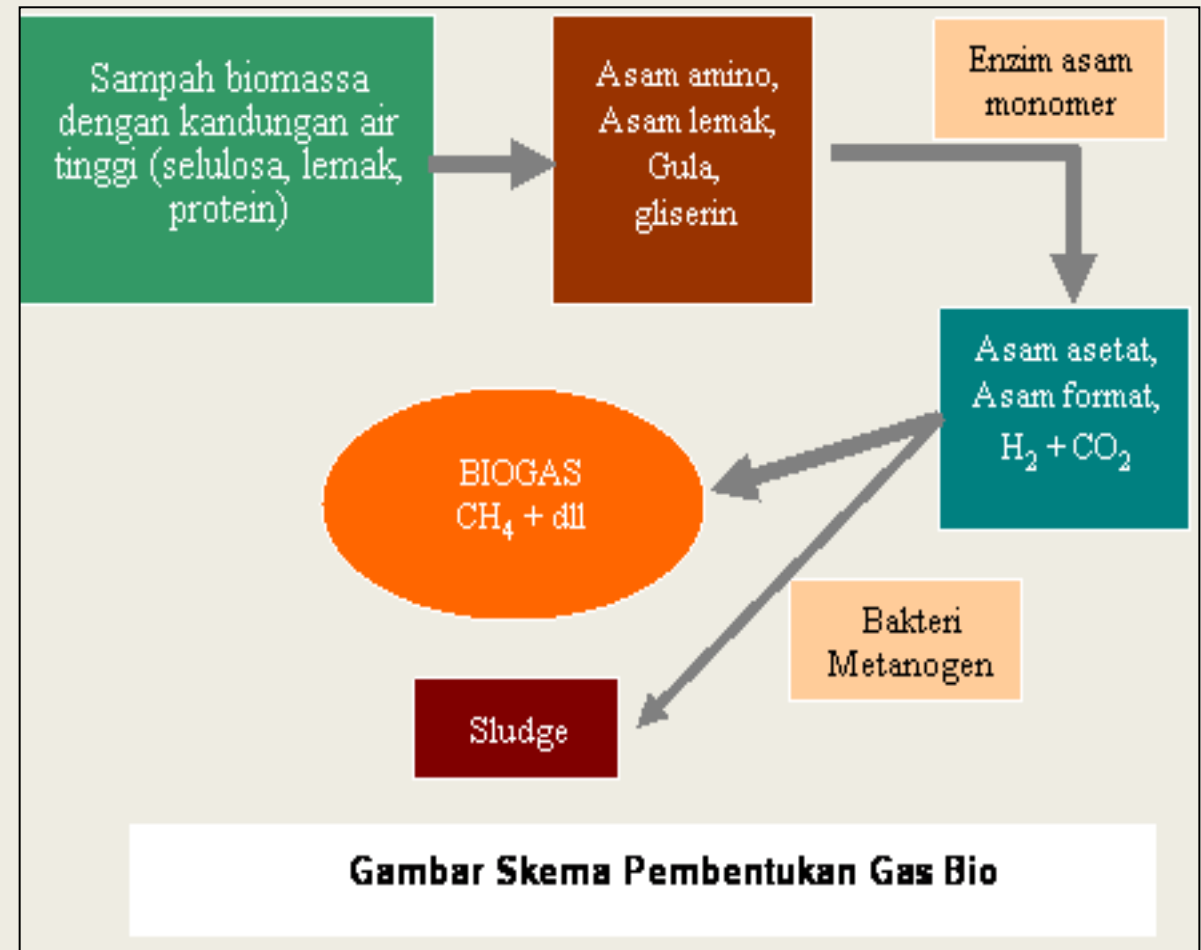


Konversi Biomassa ke Bentuk Sumber Energi

2. Konversi dengan cara mikrobiologis :

Menggunakan jasa bakteri untuk mengurai/ mengubah biomassa menjadi bentuk bahan bakar gas yang lebih praktis.

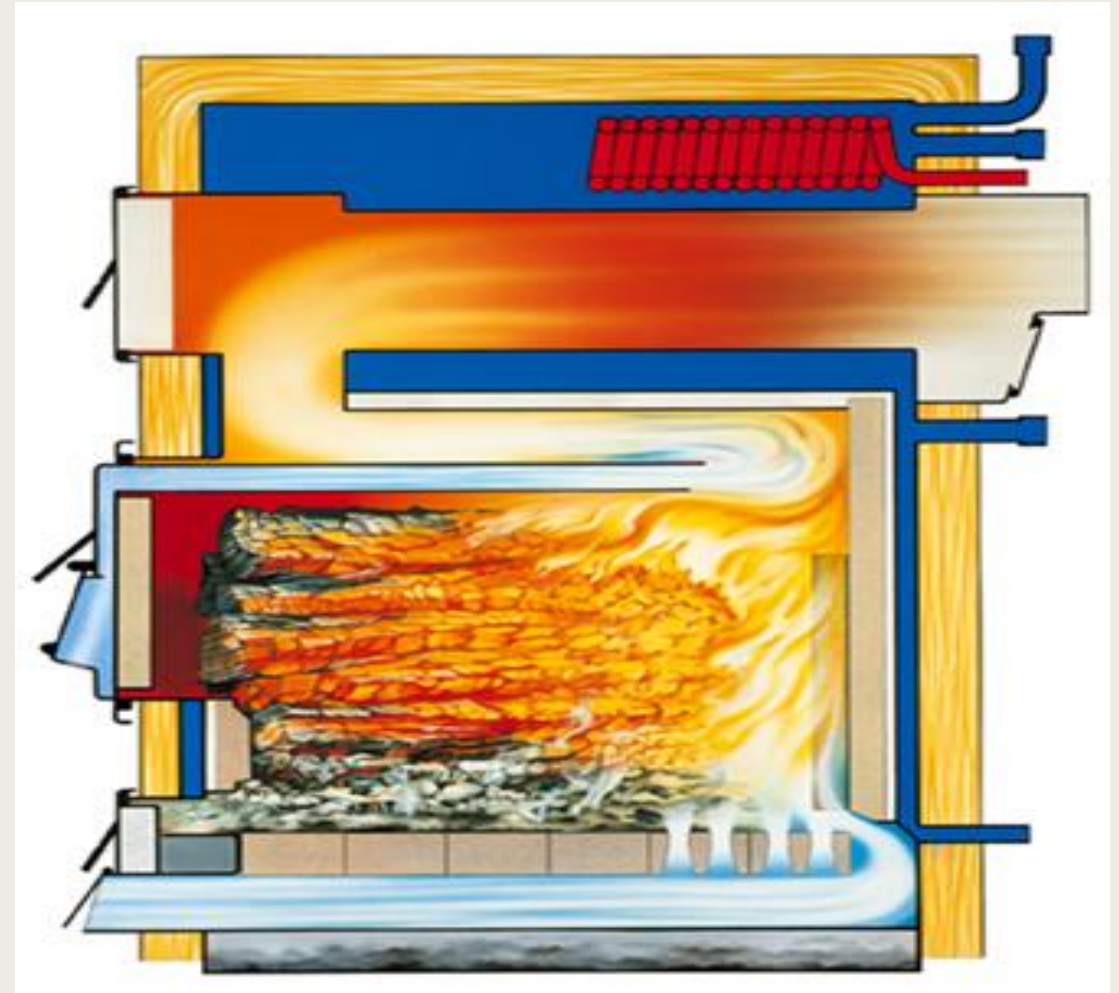
Contoh : pembuatan gas bio dari limbah biomassa (sampah, tinja, kotoran ternak, limbah pertanian), menggunakan *digester* pembuatan etanol dari bahan pati dengan cara fermentasi.



Konversi Biomassa ke Bentuk Sumber Energi

3. Konversi dengan cara Pirolisis :

Biomassa diurai dengan pemanasan di atas 150°C sehingga berubah menjadi unsur karbon (arang), air, beberapa jenis senyawa hidrokarbon dan berbagai jenis gas. Tujuan konversi ini adalah mengubah biomassa menjadi arang yang bisa digunakan sebagai bahan bakar atau dimanfaatkan untuk non energi (misal untuk bahan industri, obat dan kosmetik).



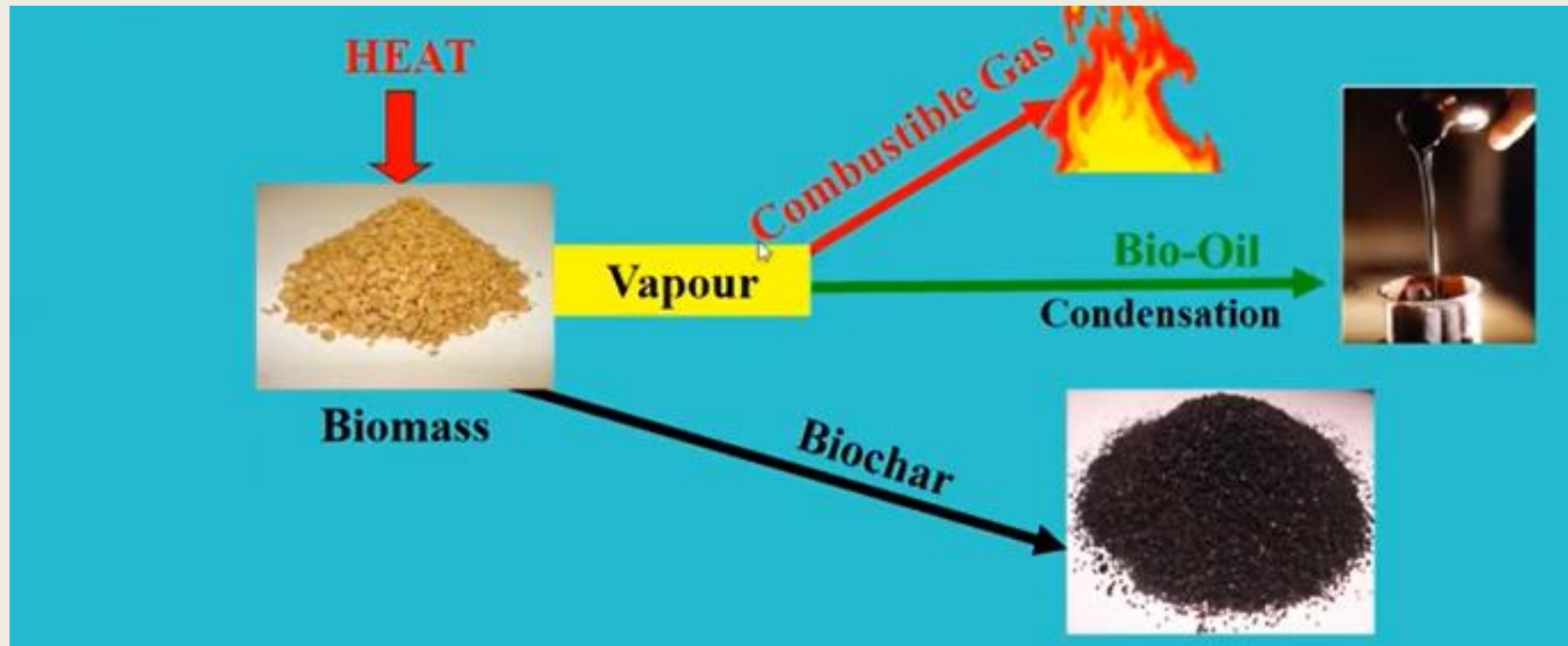
Definisi Pirolisis

- **Pirolisis** adalah dekomposisi termal dalam kondisi tanpa oksigen atau dengan oksigen yang sangat terbatas.
- Konsentrasi oksigen yang sangat rendah berguna untuk proses karbonisasi dan sekaligus meminimalisir produksi CO₂ dan NO_x.
- Proses pirolisis dilakukan dengan temperatur antara 300-1100 °C

Kelebihan Pirolisis

- Karbon netral.
- Merupakan cara pemanfaatan limbah biomassa.
- Meningkatkan energi density dari biomassa
- Menghasilkan sumber bahan kimia yang bernilai tinggi.

Produk-produk Pirolisis



Konversi Biomassa ke Bentuk Sumber Energi

4. Konversi dengan cara gasifikasi :

Biomassa dibakar dengan oksigen terbatas dan menghasilkan arang,tar, dan gas. Produk yang dihasilkan bisa dikategorikan menjadi tiga bagian utama, yaitu padatan, cairan (termasuk gas yang dapat dikondensasikan) dan gas permanen.

Gasifikasi adalah proses mengkonversi bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas. Proses gasifikasi hampir sama dengan proses pembakaran,hanya saja udara yang dimasukkan dibatasi yaitu sekitar 30% dibandingkan udara pembakaran.

Berbeda dengan biomassa dan batubara, selama proses gasifikasi reaksi kimia utama yang terjadi adalah endotermis.

Keunggulan Teknologi Gasifikasi

- Mampu memproses dua bahan bakar sekaligus
- Mampu menghasilkan produk gas yang konsisten yang dapat digunakan sebagai gas bahan bakar untuk pembangkit listrik dan sebagainya.
- Mampu mengubah sampah yang bernilai rendah menjadi produk yang lebih tinggi.
- Mampu mengurangi jumlah sampah padat.

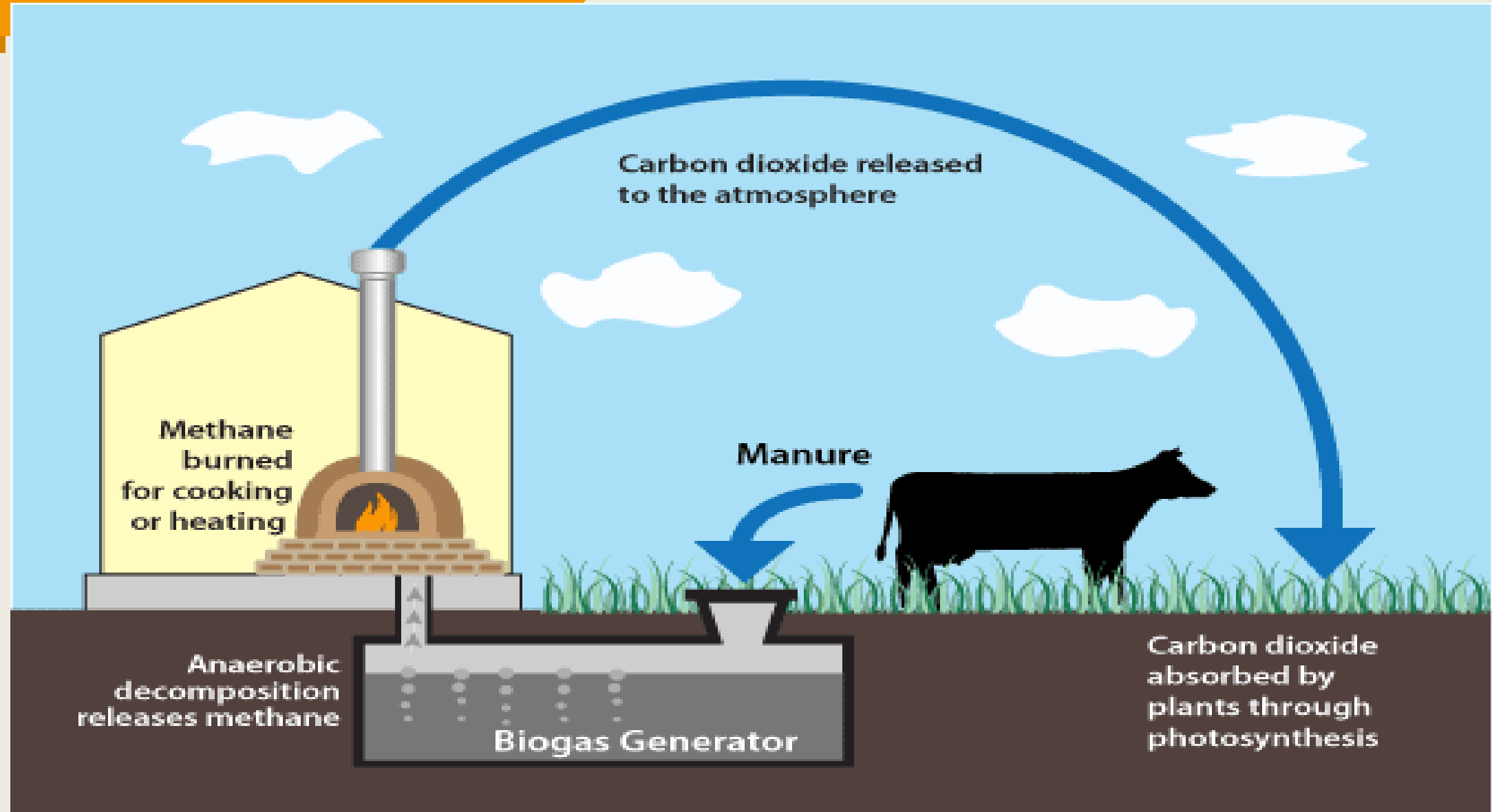
Konversi Biomassa ke Bentuk Sumber Energi

5. Konversi dengan cara densifikasi :

Biomassa diberi tekanan sehingga terjadi proses pengempaan. Umumnya dilakukan pada biomassa berukuran kecil dan sukar ditangani dalam bentuk aslinya (contoh ; serbuk gergaji, sampah, sekam dll). Hasil pengempaan disebut *briket* atau *pellet* dan digunakan sebagai bahan bakar. Tujuan konversi densifikasi adalah memperbaiki bentuk (penampilan), mempermudah penanganan dan penggunaan.



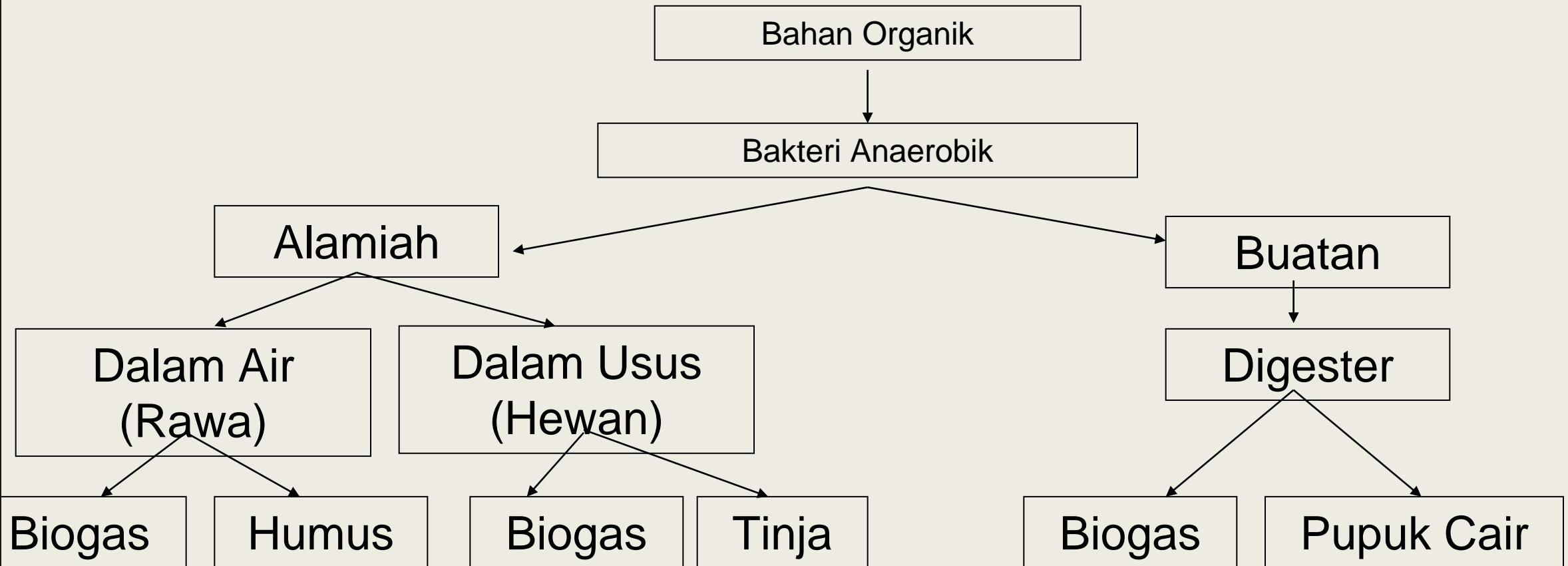
Siklus Biomassa



Energi Biogas

- Biogas yang dihasilkan oleh mikroorganisme merupakan campuran gas yang terdiri atas metana (CH_4), karbon dioksida, hidrogen, nitrogen dan gas lain seperti H_2S .
- Jumlah metana dalam biogas 54–70%, karbon dioksida 27–43%, gas lainnya memiliki persentase kecil.
- Tingkat metana dalam biogas menentukan seberapa besar nilai kalor biogas (nilai kalor metana: 590 – 700 Kcal/m³).
- Energi dalam biogas tidak kalah dengan bahan bakar gas yang berasal dari sumber lainnya. Sebagai perbandingan, *coalgas* dan *watargas* masing-masing memiliki kalor spesifik 586 Kcal/m³ dan 302 Kcal/m³. Nilai kalor biogas masih di bawah gas alam (967 Kcal/m³).

Digestifikasi



Energi Biogas

Tabel Komposisi gas (%) dalam biogas yang berasal dari kotoran ternak dan sisa pertanian

Jenis gas	Kotoran sapi	Campuran kotoran ternak dan sisa pertanian
Metana (CH ₄)	65,7	55 – 70
Karbondioksida (CO ₂)	27,0	27 – 45
Nitrogen (N ₂)	2,3	0,5 – 3,0
Karbonmonoksida (CO)	0,0	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1	6,0
Propana (C ₃ H ₈)	0,7	-
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	Tidak terukur	Sedikit sekali
Nilai kalor (kka/m ³)	6513	4800 – 6700

Sumber: HARAHAHAP *et al.* (1978)

Energi Biogas

Tabel Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N) dari beberapa bahan

Bahan	Rasio C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran manusia	8
Kotoran ayam	10
Kotoran kambing	12
Kotoran babi	18
Kotoran domba	19
Kotoran sapi/kerbau	24
Eceng gondok	25
Kotoran gajah	43
Batang jagung	60
Jerami padi	70
Jerami gandum	90
Serbuk gergaji	Di atas 200

Sumber: KARKI dan DIXIT (1984)



Energi Biogas

Tabel Potensi produksi gas dari berbagai jenis kotoran

Jenis kotoran	Produksi gas per kg (m ³)
Sapi/kerbau	0,023 – 0,040
Babi	0,040 – 0,059
Unggas	0,065 – 0,116
Manusia	0,020 – 0,028

Sumber: UPDATED GUIDEBOOK ON BIOGAS DEVELOPMENT
(1984)

Energi Biogas

Tabel Konversi energi biogas dan penggunaannya

Penggunaan	Energi 1 m ³ biogas
Penerangan	sebanding dengan lampu 60 – 100 W selama 6 jam
Memasak	untuk memasak 3 jenis makanan untuk 5 – 6 orang
Pengganti bahan bakar	sebanding dengan 0,7 kg bensin
Tenaga pengangkut	menjalankan motor 1 pk selama 2 jam
Listrik	sebanding dengan 1,25 KWH listrik

Sumber: KRISTOFERSON dan BOLKADERS (1991)

Kesetaraan

1 m³ biogas

Elpiji 0,46 kg

Minyak tanah 0,62 liter

Minyak solar 0,52 liter

Kayu bakar 3,5 kg



Digester Fiber



Digester Plastik



Digester Semen

Faktor yg Mempengaruhi Terbentuknya Biogas

- Pengaruh pH dan Alkalinitas :
 - Alkalinitas → besaran yg menunjukkan jumlah karbonat dalam larutan. Keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi anaerobik, karena bakteri yang terlibat dalam proses ini hanya bisa bertahan hidup pada interval pH 6,5-8.
 - Pengaruh Suhu : Bakteri anaerob sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Suhu optimum utk terjadinya proses dekomposisi anaerobik adalah sekitar 35°C. Bila suhu terlalu rendah aktivitas bakteri akan menurun dan mengakibatkan produksi biogas akan menurun. Bila suhu terlalu tinggi bakteri akan mati dan produksi biogas akan terhenti.
- Ukuran Reaktor Biogas (digester anaerob) : semakin besar semakin banyak gas dihasilkan.

Nisbah C/N

- Nisbah karbon (C) dan nitrogen (N) berpengaruh pd kondisi kerja bakteri anaerobik.
- Jika C/N rendah maka nitrogen akan terlepas dan berkumpul membentuk amoniak shg menaikkan pH.
- Jika pH >8.5 maka bakteri akan terracun sehingga mati dan proses berhenti.
- Agar ideal bahan dg C/N tinggi dicampur dengan bahan dg C/N rendah.

Bahan Organik	Rasio C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran manusia	8
Kotoran ayam	10
Kotoran kambing	12
Kotoran babi	18
Kotoran domba	19
Kotoran kerbau/sapi	24
Enceng Gondok (water hyacinth)	25
Kotoran gajah	43
Jerami (jagung)	60
Jerami (padi)	70
Jerami (gandum)	90
Sisa gergajian	diatas 200