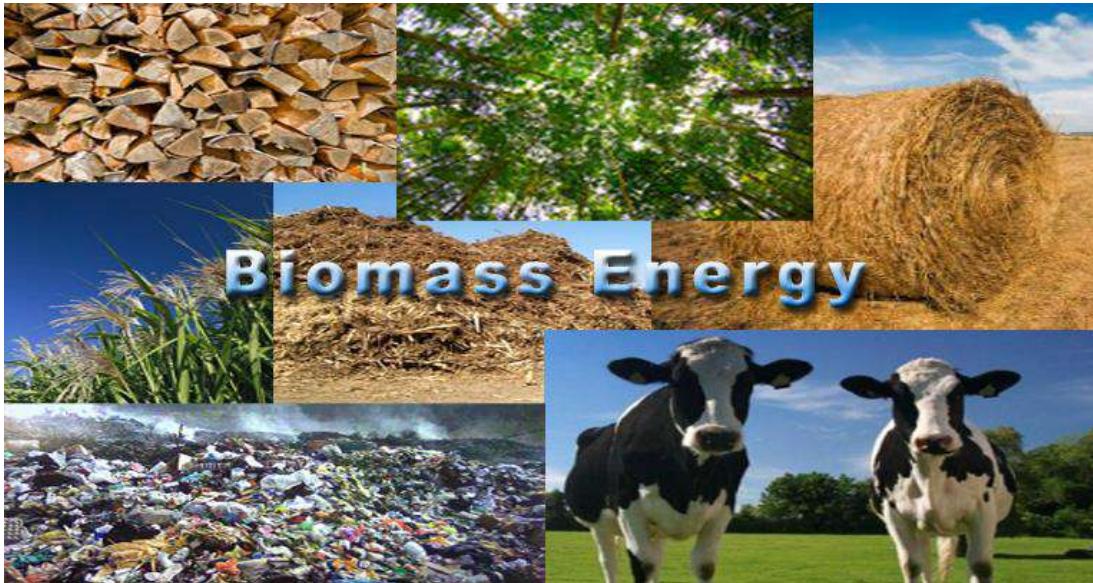




POTENSI DAN PEMANFAATAN BIOMASSA SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN DI INDONESIA

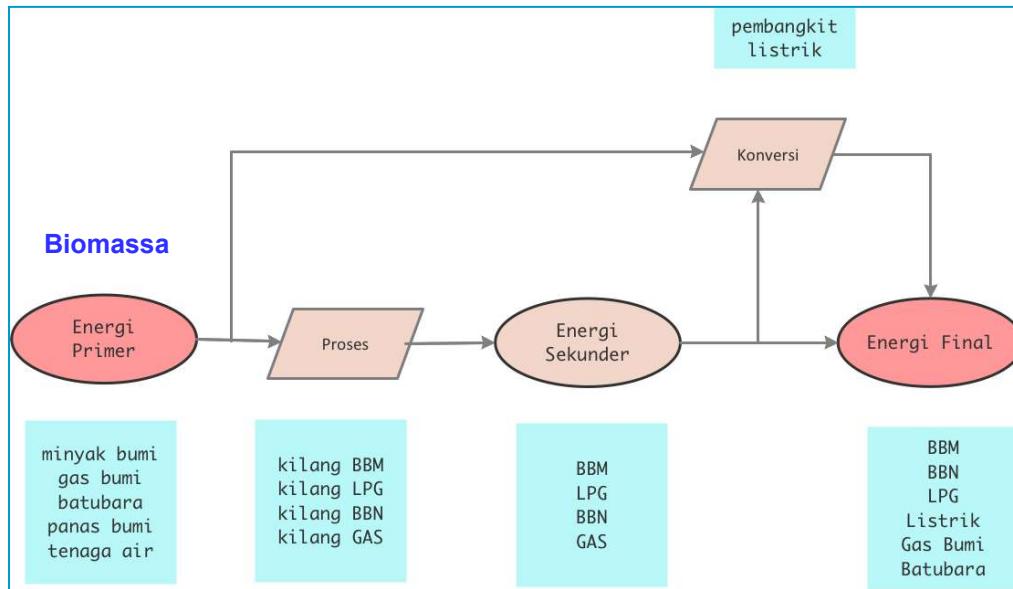


Prof. Dr. Ir. Joelianingsih. MT, IPM
Program Studi Teknik Kimia
Institut Teknologi Indonesia

Seminar Nasional Technopex 2025
Tangerang Selatan, Kamis 16 Oktober 2025

PENDAHULUAN: Bentuk Energi

Energi: kemampuan untuk melakukan kerja, yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika. Energi terbagi menjadi energi primer, energi sekunder, dan energi final.



Energi primer : bentuk energi yang diperoleh di alam atau dari sumber daya alam yang belum dikonversi atau ditransformasi menjadi bentuk energi lain.

Energi sekunder : bentuk energi yang dihasilkan dari transformasi energi primer.

Energi final: bentuk energi yang tersedia untuk digunakan konsumen

Sumber : Ditjen EBTKE, 2012.

Energi final : penting !!! karena untuk memperkirakan kebutuhan energi suatu negara, energi yang dihitung adalah Energi Final. Energi primer merupakan energi yang masih mentah. Dengan adanya suatu proses, energi primer berubah menjadi energi sekunder. Konversi suatu energi sekunder akan menjadikan terbentuknya energi final, yakni energi yang sudah siap digunakan dan dapat dikonsumsi dan diperjualbelikan.

Jenis Energi : Tidak Terbarukan dan Terbarukan

Berdasarkan ketersediaan, sumber energi dapat dibagi menjadi sumber energi tidak terbarukan dan sumber energi terbarukan.

Klasifikasi Sumber Energi

Jenis sumber energi	Berdasarkan ketersediaan (Renewable atau Non Renewable)	Berdasarkan asal-muasal kejadian (Fosil atau Non Fosil)	Berdasarkan pemakaian (Primer atau Sekunder)	Berdasarkan nilai komersial (Komersial, Non Komersial, Energi Baru)
Minyak bumi	NR	F	P	K
Gas bumi	NR	F	P	K
Batubara	NR	F	P	K
Uranium	NR	NF	P	K
Panas bumi	R	NF	P	K
Tenaga air	R	NF	P	K
Tenaga surya	R	NF	P	NK/EB
Tenaga angin	R	NF	P	NK/EB
Tenaga samudera	R	NF	P	EB
Biomassa	R	NF	P	EB
BBM	NR	F	S F	K
LPG	NR	F	S F	K
Listrik	*	*	S F	K

*Untuk listrik tergantung pada jenis energi primer di pembangkitnya

TANTANGAN

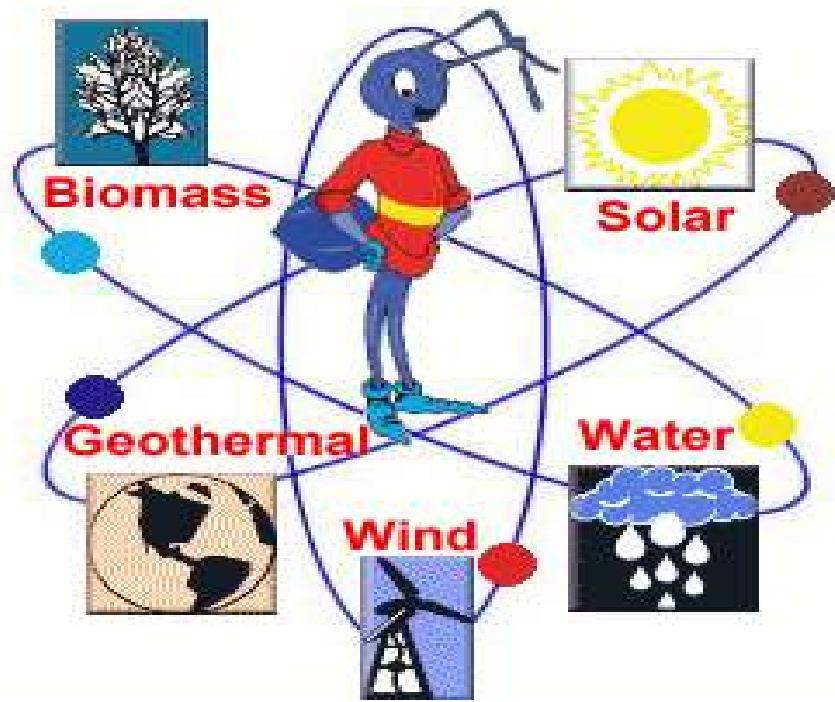
Menjamin keamanan pasokan energi nasional (*security of supply*) dalam rangka penyediaan energi nasional



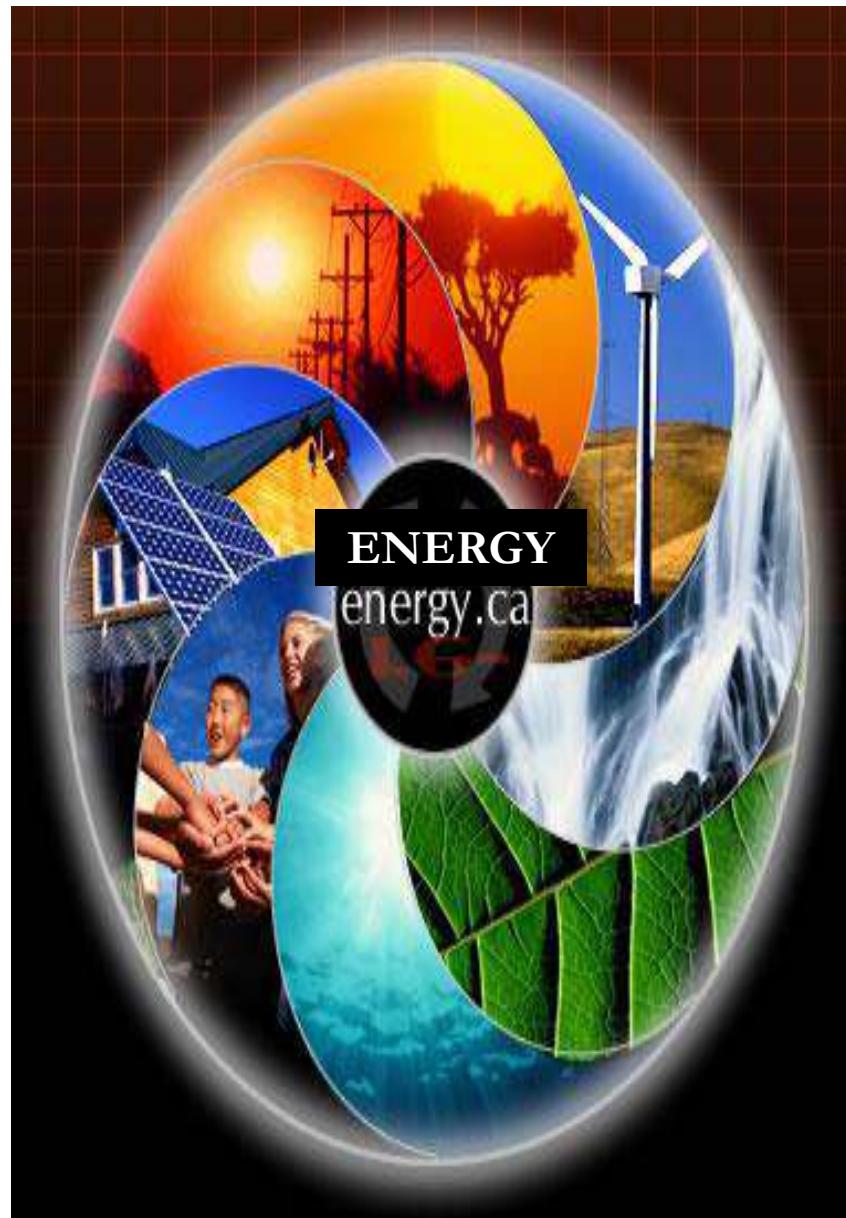
Solusinya :

- ***Mencari sumber-sumber cadangan baru (Intensifikasi Energi)***
- ***Menggunakan Energi secara efisien (Konservasi Energi)***
- ***Mempercepat pemanfaatan energi alternatif (Diversifikasi Energi)***

Energi Terbarukan (Renewable Energy)

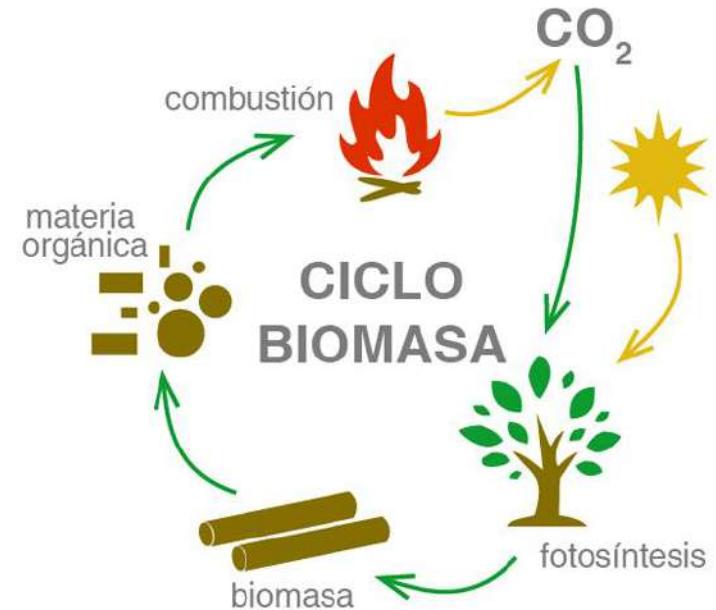
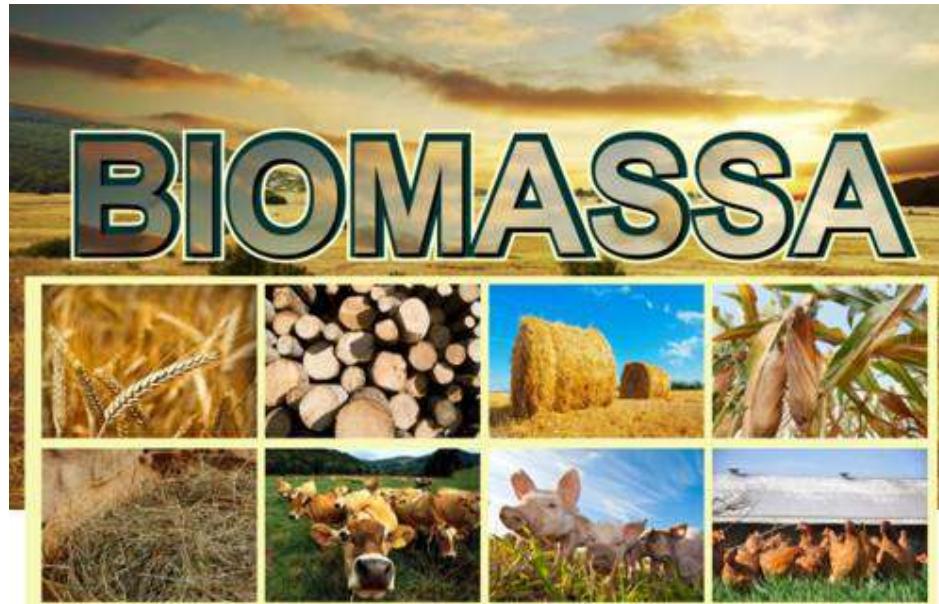


Energi Terbarukan (ET) :
energi primer yang sumbernya dapat selalu diperbaharui secara alamiah, dengan kekuatan sendiri, maupun melalui campur tangan manusia, sehingga tetap tersedia untuk dimanfaatkan sepanjang masa.
(Soedjono Respati RM, 2007).



BIOMASSA dan BIOENERGI

- **Biomassa** adalah bahan² organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan/hewan; produk & limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan)].
- **Bioenergi** adalah energi yang diperoleh/ dibangkitkan/berasal dari biomassa.
- **Bentuk-bentuk final terpenting bioenergi :**
 - ✓ Bahan Bakar Nabati (*biofuels, BBN*);
 - ✓ listrik biomassa (*biomass-based electricity*).



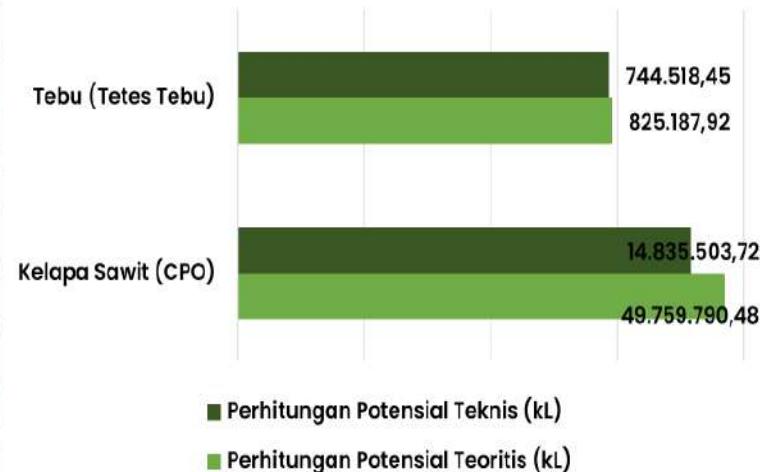
Bioenergy Potential

Oil Palm (Solid and liquid waste))	70.181,26	33.718,24
Rubberwood (tree trunk)	10.737,80	7.891,48
Corn residues (stalks,leaves and cobs)	6.550,30	4.642,43
Rice straw and rice husk	2.747,18	899,50
Wood (HTE, Produk Biomassa Kayu Limbah Kehutanan)	2.083,74	1.392,83
Human Waste	1.444,19	-
Sugarcane bagasse	942,73	686,71
Livestock manure	608,42	-
Municipal Solid Waste	270,10	194,00
Cassava (liquid waste)	56,77	47,94
Water hyacinth	3,35	1,43
Pineapple peel residue	0,37	-

Bioenergy potential in
electricity equivalent
94,38 GWe

■ Perhitungan Potensial Teknis (MW)
■ Perhitungan Potensial Teoritis (MW)

Bioenergy Potential in
biofuel equivalent (kL)
50,58 Juta kL



Pemanfaatan panas dari pembakaran biomassa



**Kemajuan Teknologi (Listrik) Mengubah
kehidupan Manusia**



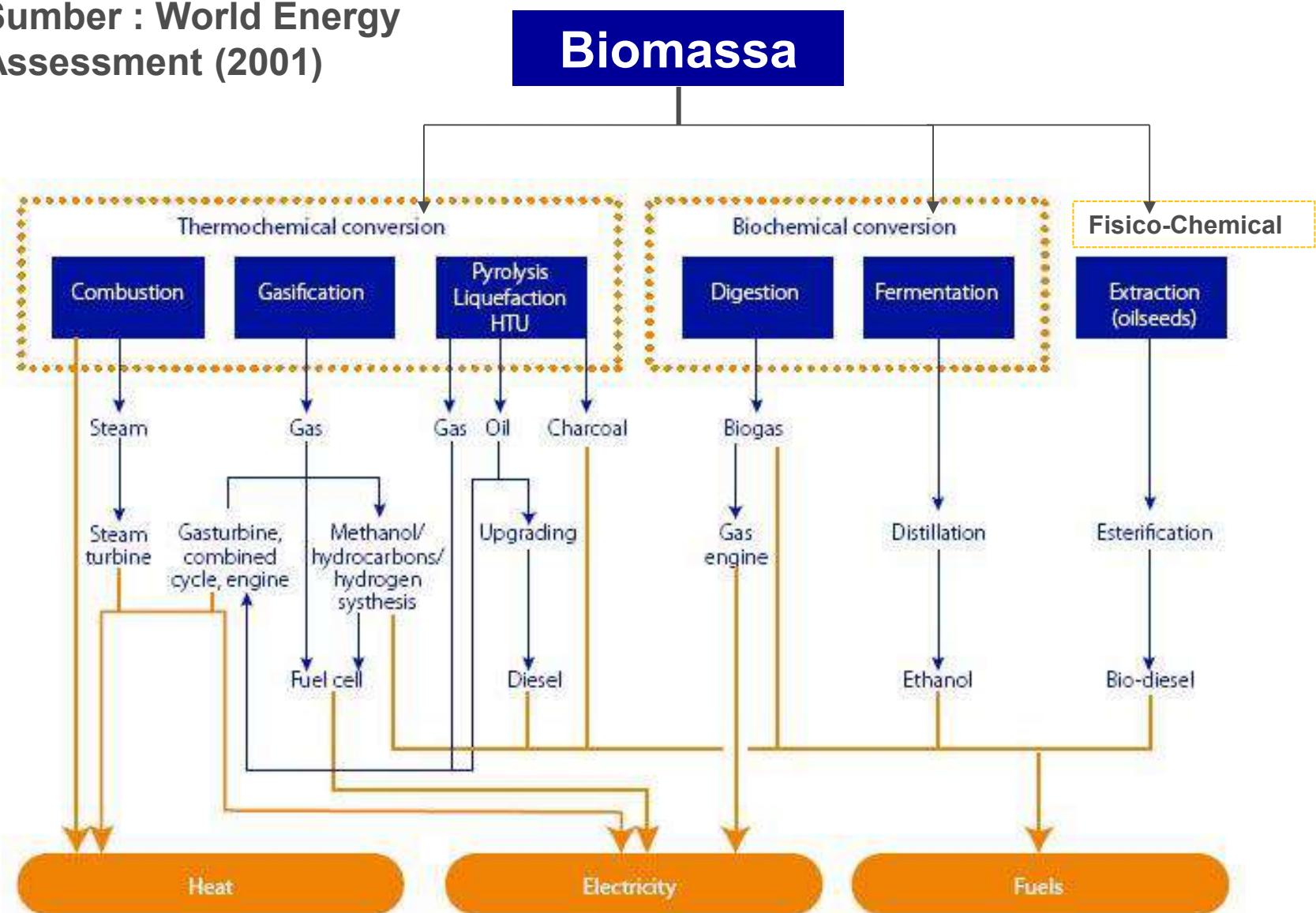
Kompor Listrik

Setrika Listrik

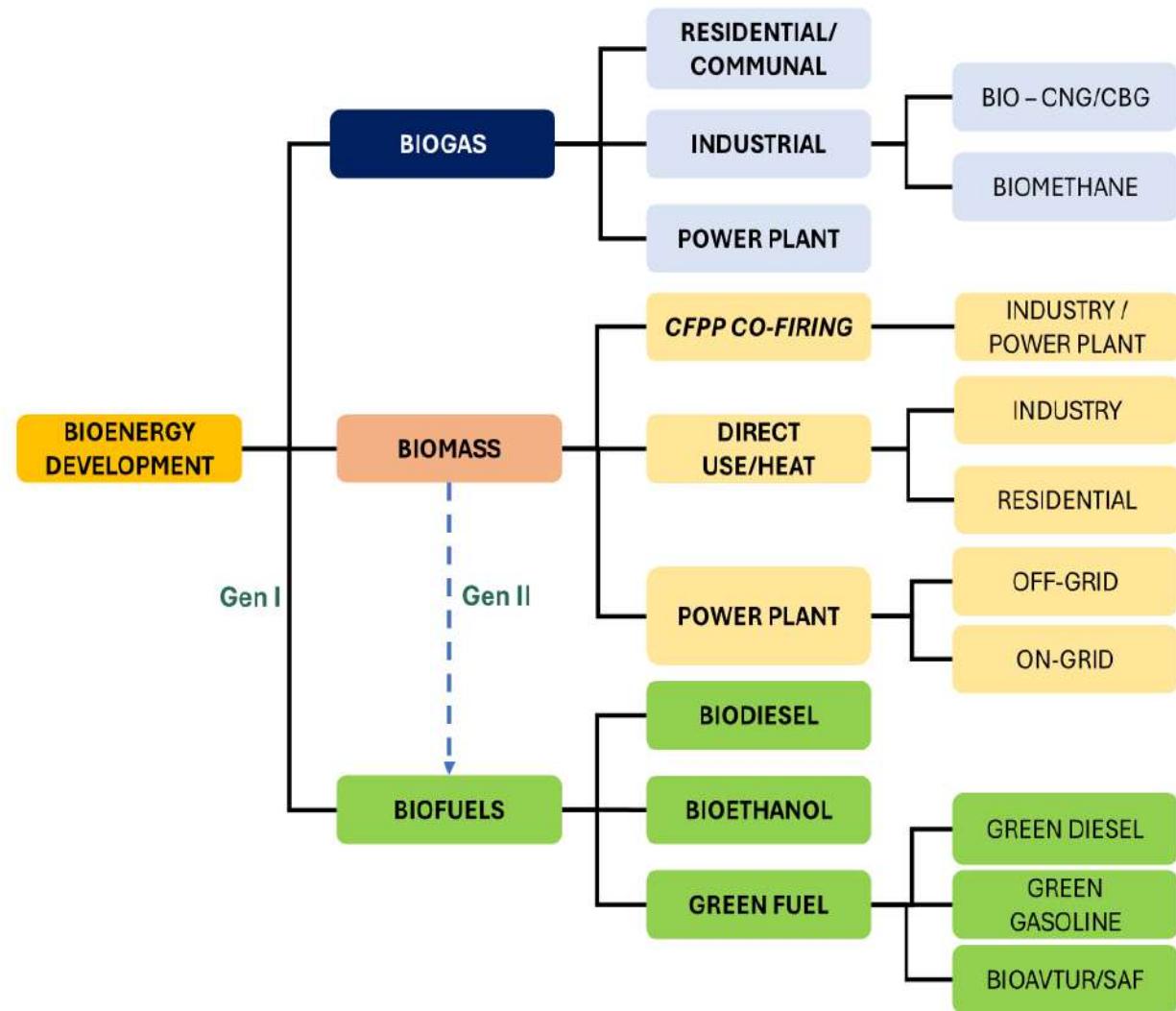
Kereta Rel Listrik

TEKNOLOGI KONVERSI BIOMASSA MENJADI (BIO)ENERGI

Sumber : World Energy Assessment (2001)



BIOENERGI: SUMBER ENERGI DENGAN BERBAGAI PILIHAN PEMANFAATAN



Bioenergi dipandang sebagai salah satu pilar utama Transisi Energi Indonesia karena sifatnya yang serbaguna, dapat dimanfaatkan dalam berbagai bentuk, dan skalabilitasnya (skala kecil dan besar).

Bioenergy Development Strategies

Bioenergy Power Plant

Target kapasitas PP Bioenergi berdasarkan RUPTL PLN 2021-2030: 590 MW. Perbaikan ekosistem melalui regulasi tarif dan insentif

Biomass Utilization

Cofiring biomassa/RDF di PLTU Batubara yang sudah ada dan industri lainnya. Pemanfaatan langsung biomassa di sektor industri.

Biofuels Implementation

Melaksanakan Mandatory Biofuel B40, dan menjajaki implementasi bahan bakar lain (uji pasar bioetanol dan bioavtur)

Biogas Utilization

Mendorong penerapan Biogas Berkelaanjutan. Meningkatkan nilai tambah Biogas melalui skala komersial biometana/bio-CNG.

Projection of Bioenergy Development

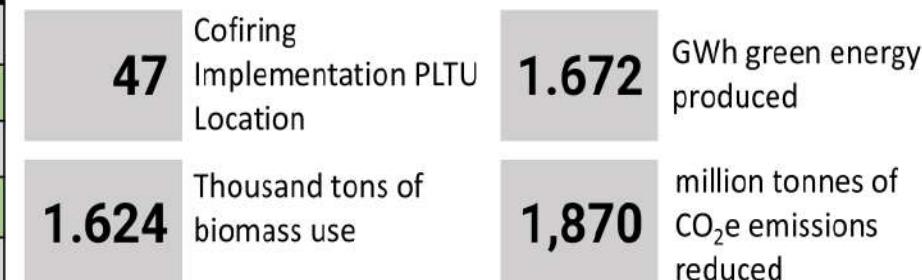
BIOENERGY DEVELOPMENT	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Realisasi 2024	Gap dari 2025
 BIOENERGY POWER PLANTS (MW)	2.500	2.900	3.400	4.000	4.700	5.500	3.668	(1.832)
 BIOFUELS (Juta kL)	8,0	8,9	10,0	11,2	12,5	13,9	13,9	0
 BIOMASS (Juta Ton)	6,7	7,0	7,4	7,7	8,0	8,4	20,7	+12,3
 BiOGAS (Juta m3)	131,9	171,5	222,9	289,8	376,8	489,8	94,6	(395,2)

Catatan:

1. Biomass included direct utilization in the industrial sector (19.1 million) and cofiring (1/6 million)
2. Biogas includes household biogas, direct utilization in the industrial sector, and upgrading into biomethane

Achievement of Implementation of Biomass Cofiring (2021 ~ 2024)

Year	Target / Achievement	Implemented Location	Biomass (Thousand Ton)	Green Energy (GWh)	Emission Reduced (million Ton CO ₂)
2021	Target	25	250	180	
	Realisasi	27	285	269	
2022	Target	35	450	340	0.58
	Realisasi	36	585,6	599,3	0.59
2023	Target	42	1.050	950	0.86
	Realisasi	43	991	1.050	1.05
2024	Target (1)	48	2.830	3.530	3.21
	Target (2)	48	1.855	-	-
	Realisasi	47	1.624	1.672	1.87



Target 1 : Berdasarkan Permen ESDM 12/2023
 Target 2 : Berdasarkan Draft RUPTL 2024-2033

List of Coal Power Plants Implementing Cofiring

1 PAITON 1-2	11 LABUAN BANTEN	21 KENDARI	31 AMURANG	41 AMPANA
2 PACITAN	12 PAITON 9	22 BUKIT ASAM	32 SUMBAWA BARAT	42 TENAYAN
3 SURALAYA 1-4	13 BARRU	23 SINTANG	33 BANGKA BARU (AIR ANYIR)	43 TIDORE
4 JERANJANG	14 PELABUHAN RATU	24 PULANG PISAU	34 PANGKALAN SUSU	44 TEMBILAHAN
5 SANGGAU	15 ADIPALA	25 ASAM ASAM 1-4	35 TELUK BALIKPAPAN	45 TJ BALAI KARIMUN
6 KETAPANG	16 TJ. AWAR AWAR	26 TARAHAN	36 SEBALANG	46 LABUHAN ANGIN
7 ANGGREK GORONTALO	17 INDRAMAYU	27 NAGAN RAYA	37 TELUK SIRIH	47 MALINAU
8 REMBANG	18 ROPA ENDE	28 PUNAGAYA	38 OMBILIN	
9 SURALAYA 5-7	19 KUPANG BARU (BOLOK)	29 BELITUNG (SUGE)	39 BENGKAYANG	
10 LONTAR	20 SURALAYA 8	30 BERAU	40 HOLTEKAMP	

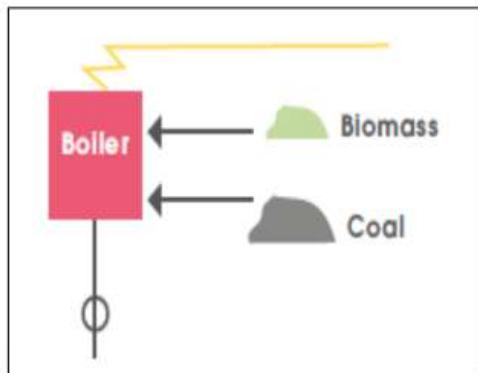
Source: PT. PLN

Sistem Co-firing Biomassa dan Batubara di PLTU

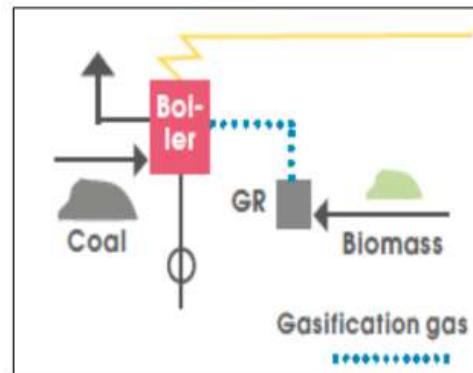
Status Proses dan Teknologi Co-firing

Investasi relatif rendah diperlukan untuk beradaptasi atau retrofit pembangkit listrik tenaga batubara konvensional yang ada untuk co-firing biomassa, atau untuk membangun pembangkit listrik baru yang khusus dirancang untuk co-firing

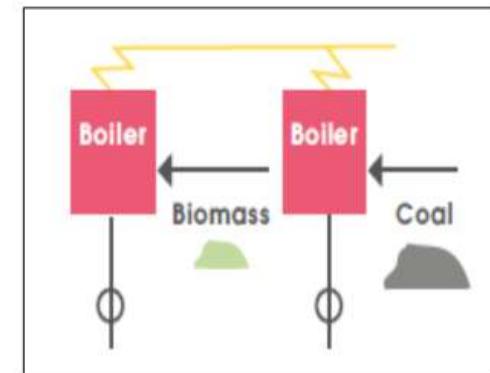
Hingga saat ini, terdapat tiga jenis konfigurasi co-firing yang telah digunakan, yaitu *direct co-firing*, *indirect cofiring*, dan *parallel co-firing*



(a) Direct co-firing



(b) Indirect co-firing



(c) Parallel co-firing

Karakteristik Bahan Bakar Biomassa

JENIS BAHAN BAKAR	ULTIMATE AND PROXIMATE ANALYSIS								
	C (%)	H (%)	N (%)	O (%)	Air (%)	Zat Terbang (%)	Fixed Carbon (%)	Abu (%)	Nilai Kalor (KJ/kg)
Batu bara	69,19	5,14	0,14	25,38	8,67	38,84	49,37	3,12	22.752
Ampas tebu	41,60	5,08	0,40	37,42	9,20	67,80	16,90	6,10	16.176
Sekam padi	39,10	4,59	0,18	34,70	8,20	58,90	19,70	13,20	17.900
Jerami padi	38,17	5,02	0,58	35,28	10,00	60,70	18,90	10,40	16.100
Sabut kelapa sawit	31,35	4,57	0,02	25,63	31,84	48,61	13,20	6,35	19.055
Tandan kosong sawit	15,11	1,51	2,57	19,13	58,60	30,44	8,04	2,92	18.795
Cangkang sawit	44,44	5,01	0,28	34,70	12,00	68,20	16,30	3,50	20.093
Sawdust ²⁾	58,87	7,06	0,24	36,83	11,00	86,60	1,20	1,20	18.020
Tempurung kelapa	47,60	6,20	43,38	0,70	14,43	2,81	74,73	8,03	18.780
Sabut kelapa	-	-	-	-	13,26	67,62	26,60	5,78	12.360
Ranting pohon ³⁾	50,46	5,97	0,15	42,37	20,00	67,89	11,31	-	12.099

Sumber :

Laohalidanond K, Jurgen Heil, Christian Wirtgen : *The Production of Synthetic Diesel from Biomass* (2008)

¹⁾ Martin, dkk (2003)

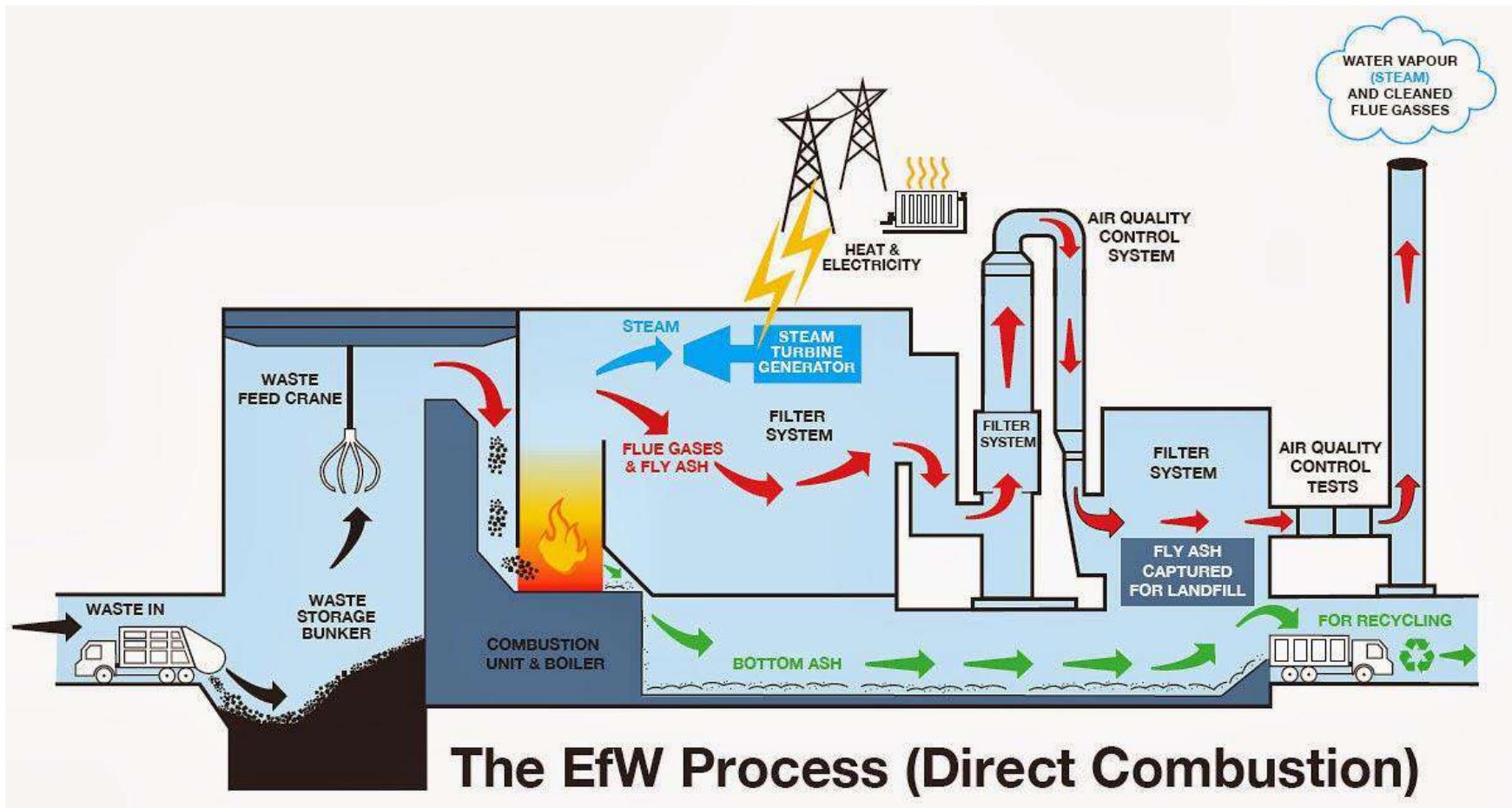
²⁾ Gani, dkk (2005)

³⁾ Walter R Niessen (1994)

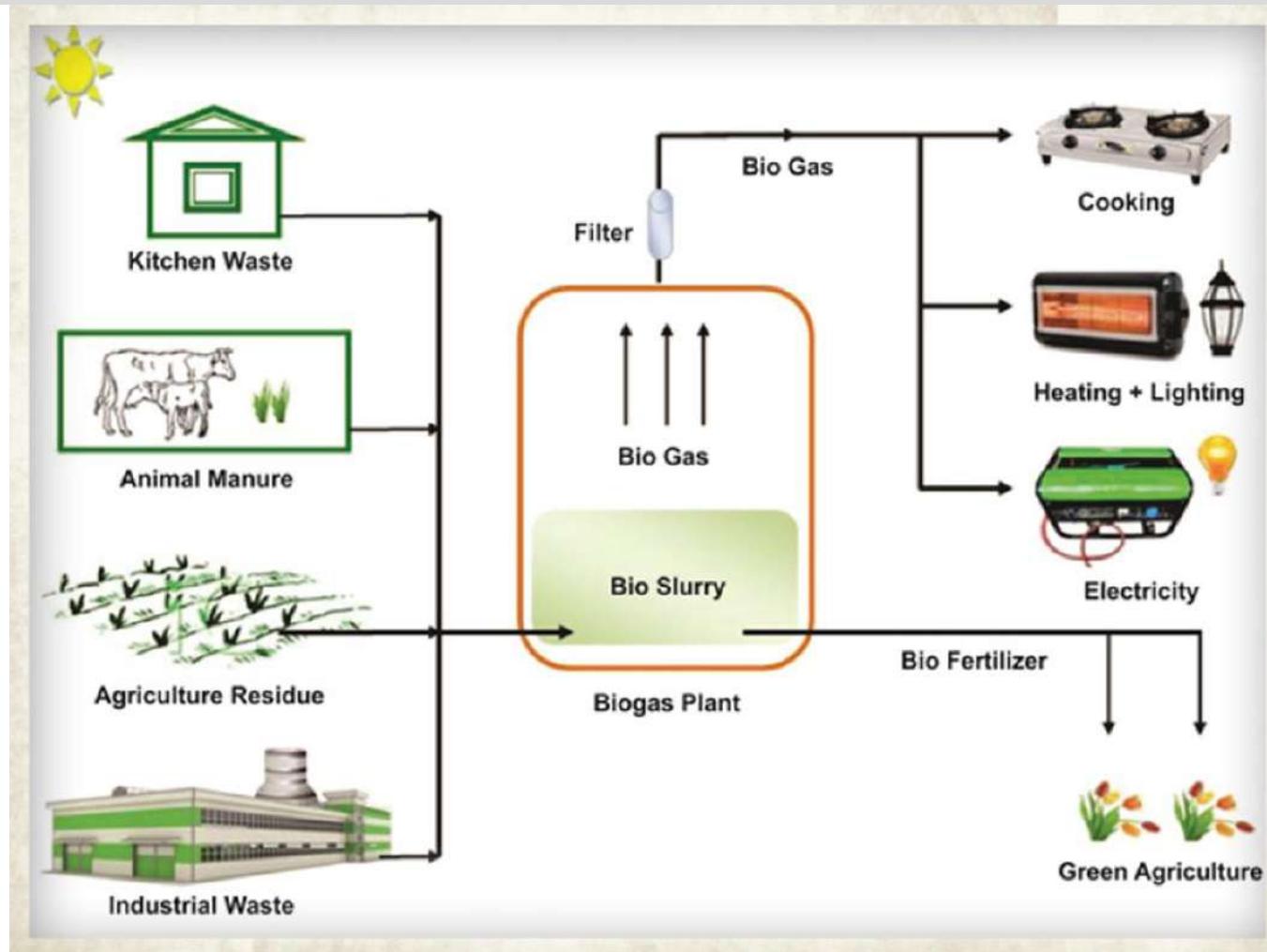
INDONESIAN NATIONAL STANDARD (SNI) FOR VARIOUS TYPES OF BIOMASS

SNI CODE	YEAR	TITLE
8675	2018	Biomass Pellets for Energy
8951	2020	Biomass Pellets for Power Plants
8966	2021	Solid Pulp Fuel for Power Plants
9031	2021	Sawdust for Power Plants
9032	2021	Wood Chips for Power Plants
9033	2021	Palm Kernel Shells for Power Plants
9125	2022	Rice Husk Pellets for Power Plants
7926	2023	Performance of Biomass Stove
9313	2024	Refuse Derived Fuel (RDF) for the Cement Industry

Pemanfaatan sampah menjadi energi Listrik (PLTSa)



Teknologi Konversi Energi Biomassa – Anaerobic Digestion - Biogas



Biomassa dengan teknologi konversi biologis dapat dijadikan biogas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan panas dan listrik

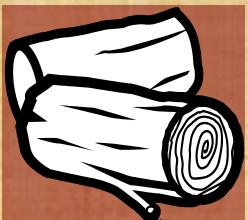
Produksi bioetanol (Bio-Premium)- C_2H_5OH



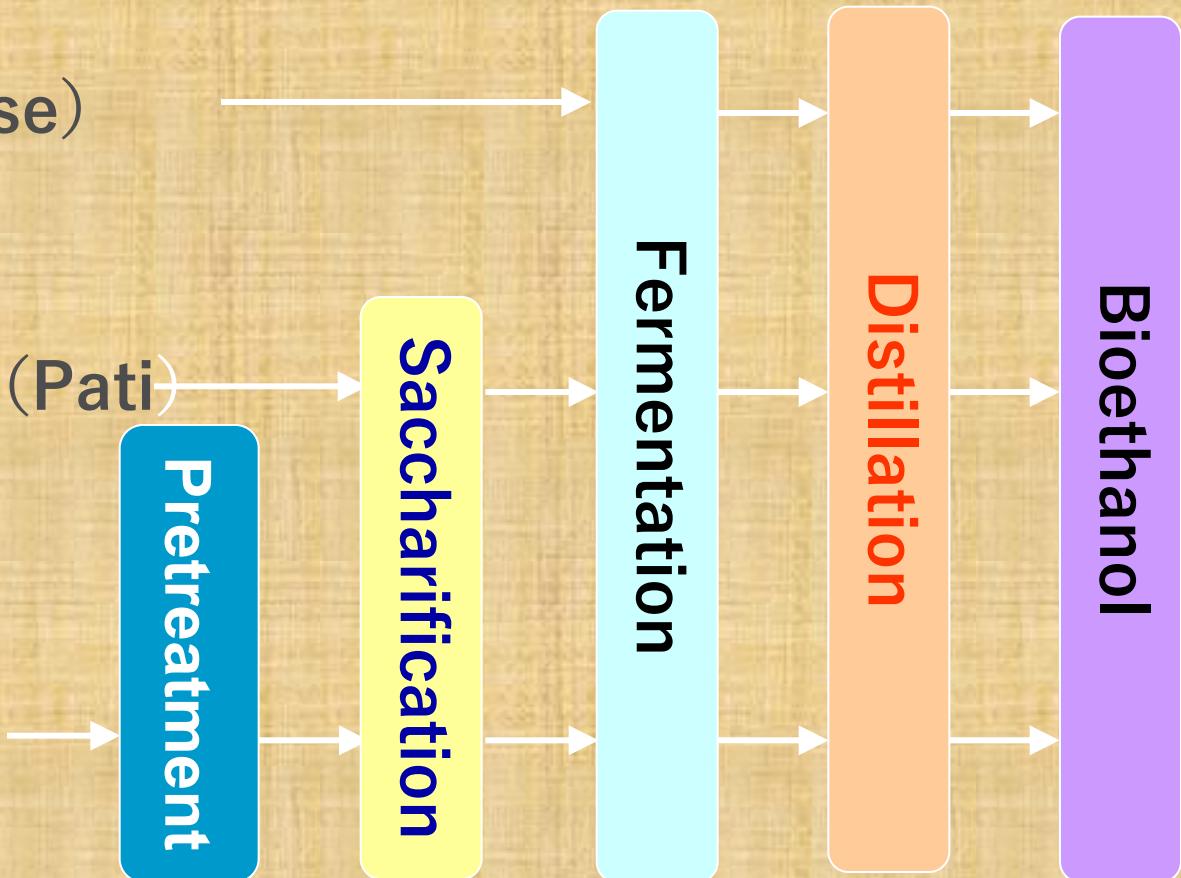
Gula tebu (Molasse)

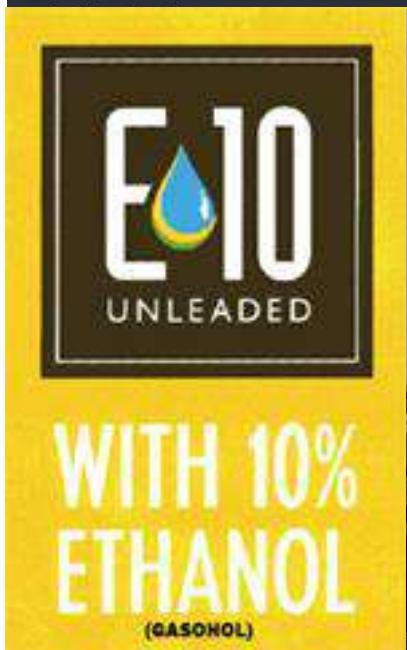


Singkong, jagung (Pati)

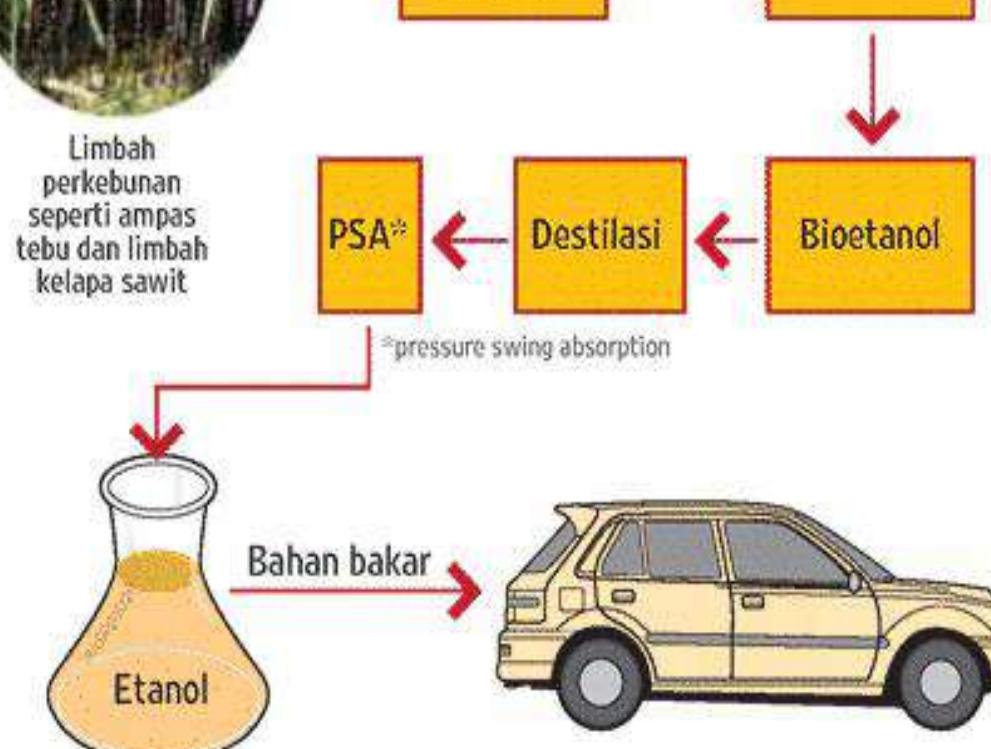


Kayu (selulosa,
Hemiselulosa)



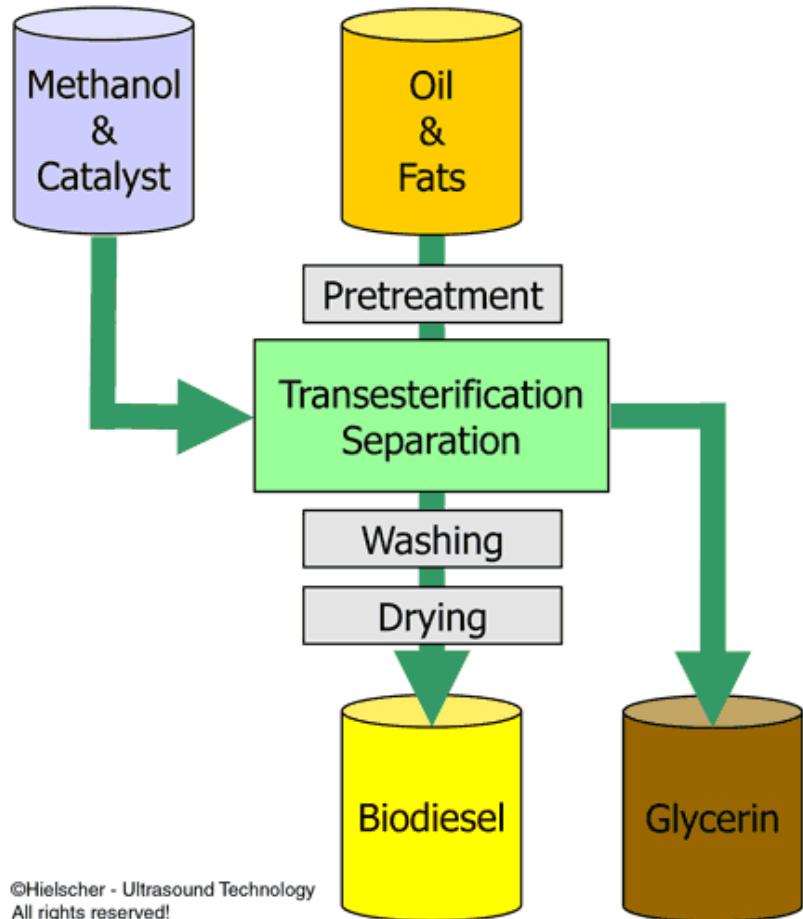


BIOETANOL DARI BIOMASSA



BIOETANOL + PREMIUM = GASOHOL (EXX)

BIODIESEL + SOLAR = BIOSOLAR (BXX)



Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono—alkyl ester dari rantai panjang asam lemak (FAME), yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbaharu seperti minyak sayur atau lemak hewan



BIOSOLAR SUDAH KOMERSIAL



Mengapa bioenergi penting ?.

- Sistem energi dunia harus (dan sedang diupayakan) beralih dari sebuah sistem energi berbasis sumber daya fosil ke sistem energi berbasis sumber daya terbarukan.
- Sistem energi dunia yang ada sekarang telah dibangun, selama hampir satu abad, dengan berdasar (atau merujuk) pada aneka keunggulan sumber daya fosil.
 - Sumber daya fosil adalah sumber daya bahan bakar !.
 - Karena itu, semua teknologi dan ‘mesin’ pengkonversi bahan bakar menjadi listrik, kalor, dsb, kini sudah banyak tersedia.

- Biomassa adalah satu-satunya sumber energi terbarukan yang merupakan sumber daya bahan bakar (alias mampu menggantikan bahan bakar fosil dalam semua pasar energi)!. Yang lainnya (sinar surya, tenaga air, tenaga angin, panas bumi, arus laut, tenaga ombak, energi termal samudra, dan tenaga nuklir) hanya mudah dikonversi menjadi listrik.
- Pemanfaatan bioenergi dapat menggunakan teknologi dan ‘mesin’ yang selama ini sudah matang dikembangkan untuk mendayagunakan sumber daya fosil.

⇒ **Bioenergi merupakan jembatan transisi vital peralihan sistem energi berbasis sumber daya fosil ke sistem energi berbasis sumber daya terbarukan !.**

Peran dan makna strategis bioenergi bagi Indonesia

- Bentuk kepulauan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) mempersulit transmisi & distribusi listrik maupun BBM.
- Interkoneksi jaringan listrik hanya mungkin (alias ekonomis) utk pulau-pulau besar dan sejumlah pulau-pulau relatif kecil di dekatnya.
 - Sejumlah besar pulau (> 10.000) harus bisa menghasilkan dan memenuhi kebutuhan bahan bakar dan listriknya sendiri (*self-sufficient*).
- Banyak propinsi & pulau tak memiliki cadangan bahan bakar fosil yang memadai (atau bahkan nihil).
- Biomassa (sumber daya hayati) tersedia di semua pulau!.

Sumber : Tatang HS-ITB (2010)

Pengembangan bahan bakar nabati (BBN)

- Bahan bakar cair merupakan bentuk energi final komersial yang paling unggul (dan strategis) :
 - ✓ Dapat disimpan secara mudah dan aman untuk jangka waktu lama (→ jadi sediaan siaga utk keadaan darurat).
 - ✓ Portabel, mudah diangkut dan dikirim jauh.
 - ✓ Memiliki kerapatan energi besar.
 - ✓ Relatif mudah dinyalakan, tapi tak mudah meledak.
 - ✓ Dapat dengan mudah dikonversi menjadi listrik.
 - ✓ Amat sangat penting (kritikal) bagi sektor transportasi.
- Biomassa adalah satu-satunya sumber energi terbarukan yang dapat menghasilkan, atau mudah dikonversi menjadi, bahan bakar (cair).

Tantangan Pemanfaatan Biomassa



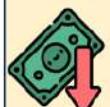
Memastikan kontinyuitas bahan baku



Tingginya harga pelet biomassa untuk ekspor.



Jaminan stabilitas harga dan penyerapan biomassa oleh pembeli



Harga batu bara cenderung menurun setiap tahun



Tata kelola bisnis biomassa dan rantai pasokan belum dipetakan



Perlu dikembangkan standar biomassa untuk energi dan ketentuan yang mengatur standar kualitas emisi.



Perlu dibuat regulasi khusus yang mengatur biomassa sebagai bahan bakar.



Pengenalan pemanfaatan biomassa kepada para pemangku kepentingan masih terbatas



Pengembangan biomassa menggunakan (campuran) limbah hutan untuk perkebunan energi berpotensi menyebabkan deforestasi.

KESIMPULAN (1/2)

- Kebergantungan pada BBM import yang semakin besar, harga minyak yang cenderung meningkat, subsidi yang sulit dihentikan, penggunaan energi yang sangat boros, serta pertumbuhan penduduk yang tinggi, menimbulkan berbagai permasalahan yang menghambat pertumbuhan ekonomi. Di perlukan suatu kebijakan energi nasional jangka panjang untuk mewujudkan penyediaan energi yang berkelanjutan.
- Kebijakan konservasi dan diversifikasi energi yang telah dicanangkan oleh pemerintah merupakan kebijakan yang tepat untuk diterapkan di Indonesia. Oleh karenanya pengembangan energi baru terbarukan (EBT) sebagai komplementer energi berbasis fosil, bersifat mutlak untuk terus dilaksanakan. Di antara sumber EBT adalah biomassa.
- Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Bahan baku tersedia di seluruh wilayah Indonesia, teknologi pemanfaatannya tersedia (sudah komersial).

KESIMPULAN (2/2)

- Bangsa Indonesia, harus mampu mengkonversi seluruh potensi bioenergi yang dimiliki menjadi bentuk-bentuk final (BBN, listrik biomassa, biogas, dll). Produk-produk final bioenergi inilah yang jika surplus, bisa diekspor.
- Salah satu kendala pengembangan industri BBN di Indonesia adalah harga jualnya yang belum bisa bersaing dengan harga BBM. Penghapusan/pengurangan subsidi BBM akan menjadikan persaingan harga yang sehat antara BBN dan BBM sehingga industri BBN dapat berkembang dengan baik. Karena itu Pemerintah perlu merencanakan kebijakan pengurangan subsidi BBM secara bertahap dan pada gilirannya menghapuskan subsisi BBM.
- Tingginya tingkat kesadaran masyarakat akan pentingnya peranan BBN bagi ketahanan energi nasional dapat mendukung kebijakan Pemerintah untuk secara bertahap mengurangi bahkan menghapus subsidi BBM. Untuk itu perlu dilakukan sosialisasi dan arahan yang terus menerus agar masyarakat memahami dan menerima kebijakan kenaikan harga BBM sebagai dampak pengurangan subsidi BBM. Edukasi sejak dini di sekolah.

Terimakasih



Give them hope and better future

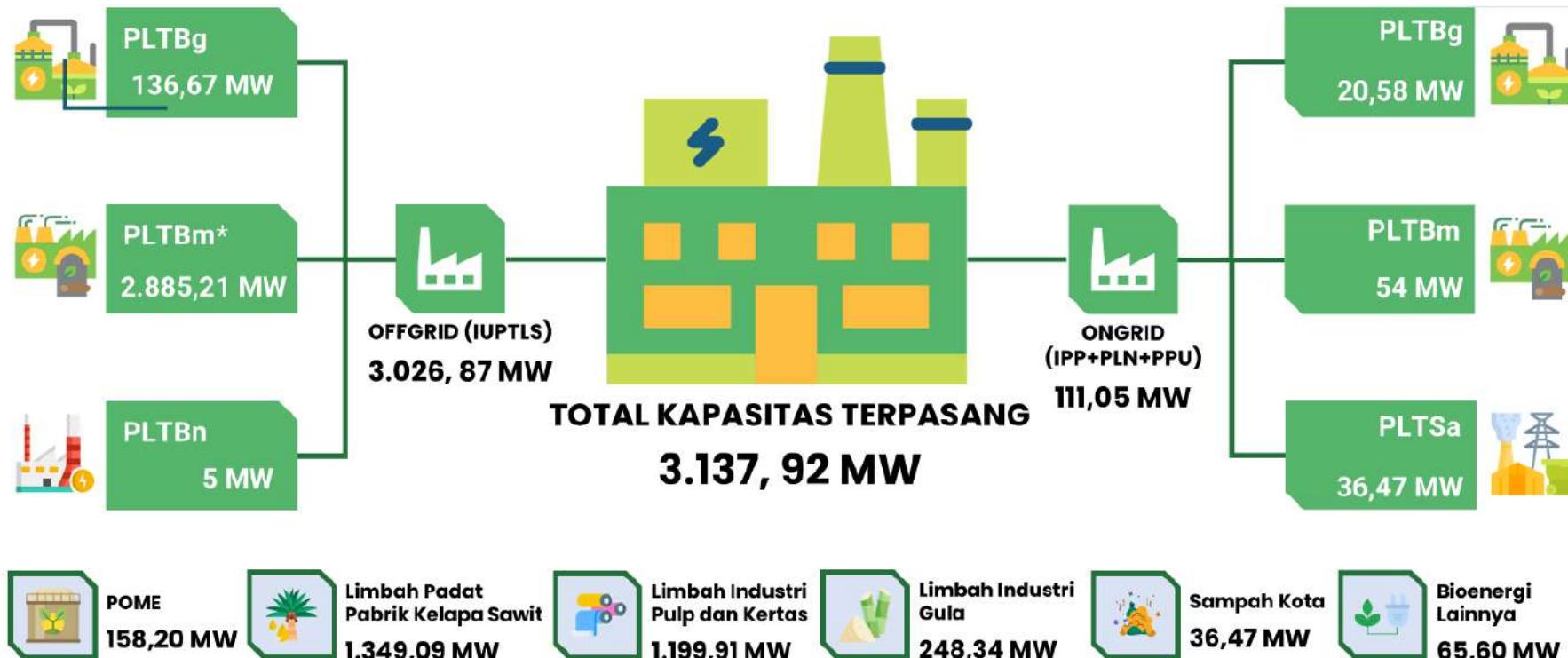
Joelianingsih



Questions?



Kapasitas Terpasang PLT Bioenergi Kumulatif s.d. Juni 2025



*) Sesuai HEESI hasil penyesuaian pembangkit milik PT Riau Prima Energi yang dari PLTU menjadi PLTBm sesuai SLO sebesar 658 MW
(Surat Direktur Program Ketenagalistrikan Nomor B-1499/TL.03/DLP.1/2025 Tanggal 17 Juli 2025)

Rencana dan Realisasi Pengadaan PLT Bioenergi dalam RUPTL 2025-2034

No	Pembangkit	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Total
1	Rencana PLT Bioenergi	14,8	20,7	13	218	307,2	278	24	25	32,2	-	932,9
2	Realisasi PLT Bioenergi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SUMATERA

- PLTBg Belitung (Kuota) Tersebar: 2 MW
- PLTBg Belitung (Kuota) Tersebar: 2x4 MW
- PLTBg Aceh Tamiang: 3 MW
- PLTBm Tanjung Semanto: 9,8 MW
- Simeulue (Kuota) Tersebar: 3 MW
- PLTBm Langsa: 10 MW
- PLTBio (Kuota) Kep Riau Tersebar: 4 MW
- PLTBio (Kuota) Kep Riau Tersebar: 2,4 MW
- PLTBio (Kuota) Kep Riau Tersebar: 3 MW
- PLTBio Sumatera (Kuota) Tersebar: 3 MW
- PLTBio Bangka (Kuota) Tersebar: 2 MW
- PLTBio Bangka (Kuota) Tersebar: 2x5 MW
- PLTSa Palembang: 17,7 MW



MALUKU, PAPUA, NUSA TENGGARA

- PLTBm Halmahera (Kuota) Tersebar: 30 MW
- PLTBm Timor (Kuota) Tersebar: 5 MW
- Isolated Nusa Tenggara Timur: 0,5 MW
- PLTBm Kaimana 2: 10 MW
- PLTBm Merbau 3: 10 MW
- PLTBm Sanana 2: 10 MW
- PLTBm Weda (Kuota) Tersebar: 5 MW
- PLTBm Halmahera (Kuota) Tersebar: 10 MW
- PLTBm Bacan (Kuota) Tersebar: 4 MW
- PLTBm Langgur 2: 10 MW
- PLTBm Seram (Kuota) Tersebar: 6 MW
- PLTBm Saumlaki 2: 10 MW
- PLTBm Dobo 2: 2x5 MW
- PLTBm Namlea 2: 10 MW
- PLTBm Sumbawa-Bima (Kuota) Tersebar: 10MW

JAWA, MADURA, BALI

- PLTSa Banten (Kuota) Tersebar 1: 40 MW
- PLTSa Sunter: 35 MW
- PLTSa Jawa Barat (Kuota) Tersebar: 90 MW
- PLTSa DKI Jakarta (Kuota) Tersebar: 150 MW
- PLTSa Banten (Kuota) Tersebar 2: 40 MW
- PLTSa Jawa Tengah (Kuota) Tersebar: 20 MW
- PLTSa Jawa Tengah (Kuota) Tersebar: 5 MW
- PLTSa Bali (Kuota) Tersebar: 19 MW

KALIMANTAN

- PLTBg Kalimantan (Kuota) Tersebar: 7,5 MW
- PLTBg Kalimantan (Kuota) Tersebar: 4 MW
- PLTBg Kalimantan (Kuota) Tersebar: 1,2 MW
- PLTBg Kalimantan (Kuota) Tersebar: 3,8 MW
- PLTBm Kuala Mandor: 5 MW
- PLTBm Kalimantan (Kuota) Tersebar: 17 MW
- PLTBm Kalimantan (Kuota) Tersebar: 10 MW
- PLTBm Kalimantan (Kuota) Tersebar: 16 MW
- PLTBm Kalimantan (Kuota) Tersebar: 5 MW
- PLTBm Kalimantan (Kuota) Tersebar: 10 MW

SULAWESI

- PLTBm Sulbabsel (Kuota) Tersebar Tambahan: 100 MW
- PLTBm Sulbabsel (Kuota) Tersebar Tambahan: 20 MW
- PLTBm Sulbabsel (Kuota) Tersebar: 2x10 MW
- PLTBm Sulbagut (Kuota) Tersebar: 10 MW
- PLTBm Sulbagut (Kuota) Tersebar: 50 MW
- PLTSa Sulbabsel (Kuota) Tersebar: 26 MW
- PLTSa Sulbagut (Kuota) Tersebar: 10 MW

