

POTENSI SUMBERDAYA ALAM HAYATI SEBAGAI PENYEDIA ENERGI ALTERNATIF

Oleh: E. Titiek Winanti
Universitas Negeri Surabaya

A. Latar Belakang

Jumlah penduduk dunia semakin bertambah dari waktu ke waktu, kebutuhan primer untuk hidup berupa udara bersih, pangan, sandang, papan, dan energi mengiringinya sesuai dengan kemajuan jaman dan kemajuan peradaban manusia. Kebutuhan energi selama ini mengandalkan bahan bakar fosil yang sangat terbatas dan bersifat *unrenewable* (tak dapat diperbarui), berdasarkan informasi yang berkembang cadangan minyak bumi di Indonesia tinggal 12 tahun lagi. Selain tidak dapat diperbarui bahan bakar fosil tidak ramah lingkungan (sisa pembakaran mengotori udara), dan harganya mahal. Karena alasan itulah maka perlu dipikirkan sumber energi alternatif.

Pemerintah Indonesia telah menangkap situasi dan kondisi energi dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden (Perpres) nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN). Mengapa sasarannya pada BBN? Bahan bakar nabati lebih ramah lingkungan (emisi gas buangnya rendah), sumberdaya alam yang dapat diperbarui, alat lebih sederhana, mudah dikemas dan disimpan, mesin awet. BBN akan mempercepat upaya penyediaan bahan bakar alternatif. Kondisi minyak dan gas di Indonesia saat ini: produksi sekitar 1.000.000 BOPD, kebutuhan sekitar 1.300.000 BOPD, import sekitar 300.000 BOPD, harga minyak USD 50-70 per barel. Sementara potensi BBN 24.800 BOPD per satu juta hektar, 80% penduduk Indonesia petani, jumlah penduduk > 200 juta. Untuk memenuhi energi dalam negeri diambil jalan yang kurang populer yaitu melakukan impor.

Tabel 1. Impor Minyak Untuk Memenuhi Kebutuhan Dalam Negeri

Tahun	Juta Barel	Miliar USD
2000	90,0	3,0
2001	86,6	2,6
2002	106,9	3,3
2003	106,4	3,4
2004	124,8	5,8

Sumber : Migas

Sementara Cadangan dan Umur Sumber Bahan Baku fosil fuel yang tak terbarukan amat sangat terbatas seperti yang dikemukakan pada Tabel 2.

Tabel 2. Cadangan dan Umur Sumber Bahan Baku Energi Unrenewable
Per akhir tahun 2004

Bahan Bakar	Cadangan Terbukti	Produksi	Sisa Umur (Tahun)
Minyak Bumi	4,7 miliar Barel	1,126 juta Barel/hari	15
Gas Bumi	90,3 TSCF	2,6 TSCF/tahun	35
Batubara	4,968 miliar ton	81,4 juta Ton/tahun	61

Sumber: BP Statistical Review of World Energy June 2005

B. Potensi Sumberdaya Alam Hayati di Indonesia

Indonesia sebagai negara kepulauan, puluhan pulau besar dan ratusan pulau kecil tersebar di seluruh nusantara dari Sabang sampai Merauke. Negara Indonesia terletak diantara dua benua besar Australia dan Asia, juga dilintasi garis katulistiwa. Karena posisinya itulah maka Indonesia merupakan negara beriklim tropis, memiliki dua musim, penghujan dan kemarau, suhu udara bergerak antara 20°C - 38°C. Ribuan spesies flora dan ribuan spesies fauna bisa hidup dengan baik. Oleh karena produk hayati sangat menunjang upaya pengembangan BBN.

Beberapa contoh tumbuhan Indonesia penghasil bahan bakar alternatif

Daftar tumbuhan Indonesia penghasil bahan bakar alternatif

No.	Nama	Nama latin	Sumber	Kadar % b kr	P/NP
1.	Jarak kaliki	<i>Ricinus communis</i>	Biji	45-50	NP
2.	Jarak pagar	<i>Jatropha curcas</i>	Inti biji	40-60	NP
3.	Kacang suuk	<i>Arachis hypogea</i>	Biji	35-55	P
4.	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i>	Biji	24-40	NP
5.	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	Biji	40-50	NP
6.	Kecipir	<i>Psophocarpus tetragKEBI</i>	Biji	15-20	P
7.	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Daging buah	60-70	P
8.	Kelor	<i>Moringa oleifera</i>	Biji	30-49	P
9.	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	Inti biji (kernel)	57-69	NP
10.	Kusambi	<i>Sleichera trijuga</i>	Daging biji	55-70	NP
11.	Nimba	<i>Azadirachta indica</i>	Daging biji	40-50	NP
12.	Saga utan	<i>Adenanthera pavanina</i>	Inti biji	14-28	P
13	Sawit	<i>Elais guineensis</i>	Sabut + daging buah	40-70 + 46-54	P
14	Akar kepayang	<i>Hodgsonia macrocarpa</i>	Biji	65	P

No.	Nama	Nama latin	Sumber	Kadar % b kr	P/NP
15	Alpukat	<i>Persea gratissima</i>	Daging buah	40-80	P
16	Cokelat	<i>Theobroma cacao</i>	Biji	54-58	P
17	Gatep pait	<i>Samadera indica</i>	Biji	35	NP
18	Kepoh	<i>Sterculia foetida</i>	Inti biji	45-55	NP
19	Ketiau	<i>Madhuca mottleyana</i>	Inti biji	50-57	P
20	Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	Biji	27-39	NP
21	Nyamplung	<i>Callaphyllum inophyllum</i>	Inti biji	40-73	NP
22	Randu alas/agung	<i>Bombax malabaricum</i>	Biji	18-26	NP
23	Seminai	<i>Madhuca utilis</i>	Inti biji	50-57	P
24	Siur	<i>xanthophyllum lanceatum</i>	Biji	35-40	P
25	Tenkawang tugkul	<i>Shorea stenoptera</i>	Inti biji	45-70	P
26	Tenkawang Terindak	<i>Isopteron borneensis</i>	Inti biji	45-70	P
27	Wijen	<i>Sesamum orientale</i>	Biji	45-55	P
28	Bidaro	<i>Ximenia Americana</i>	Inti biji	49-61	NP
29	Bintaro	<i>Cerbera manghas/odollam</i>	Biji	43-64	NP
30	Bulangan	<i>Gmelina asiatica</i>	Biji		NP
31	Cerakin /kroton	<i>Croton tiglium</i>	Inti biji	50-60	NP
32	Kampis	<i>Hernandia peltata</i>	Biji		NP
33	Labu merah	<i>Cucurbita moschata</i>	Biji	35-38	P
34	Mayang batu	<i>Madhuca cuneata</i>	Inti biji	45-55	P
35	Nagasari (gede)	<i>Mesua ferrea</i>	Biji	35-50	NP
36	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	Biji	20-25	P
37	Pulasan	<i>Nephelium mutabile</i>	Inti biji	62-72	P
38	Rambutan	<i>Nephelium Lappaceum</i>	Inti biji	37-43	P
39	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Inti biji	20-30	NP
40	Srikaya	<i>Annona squamosa</i>	Biji	15-20	NP
41	Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>	Biji	18-20	NP
42	Kopi arab (okra)	<i>Hibiscus esculentus</i>	Biji	16-22	NP
43	Rosela	<i>Hibiscus subdariffa</i>	Biji	17	NP
44	Kayu manis	<i>Cinnamomum burmanni</i>	Biji	30	P
45	Padi	<i>Oryza sativa</i>	dedak	20	P
46	Jagung	<i>Zea Mays</i>	Germ	33	P
47	Tangkalak	<i>Litsea sebifera</i>	Biji	35	P
48	Kursani	<i>Vernonia antelmintica</i>	Biji	19	NP

Sumber: Tatang Soerawidjaja, 2015

Keterangan:

Kr = kering

P = minyak/lemak Pangan (edible fat/oil)

NP = minyak/lemak non-Pangan (nonedible fat/oil)



Gambar 1. Biji Karet dari pohon terus dikupas



Gambar 2. Kebun Karet



Gambar 3. Pembibitan Jarak

Untuk menjaga ketersediaan bahan baku biodiesel perlu direncanakan secara serius agar terjadi kesinambungan produksi. Telah terjalin kemitraan antara PTP dengan pemerintah daerah untuk penyediaan lahan tanaman jarak penghasil biji jarak.

Tabel 3. Kemitraan Untuk Pengembangan Jarak Pagar

No.	Lokasi	Luas (Ha)
1	Kec. Beduai, Kab.Sanggau Kalimantan barat	20.000
2	Kec. Sekadau, Kab. Sanggau Kalimantan barat	5.000
3	Lampung Selatan	1.000
4	Kab. Kulonprogo DI Yogyakarta	1.000
5	Kab. Sleman DI Yogyakarta	300
6	Jatiroto Kab. Lumajang	550

C. Proses pembuatan BBN

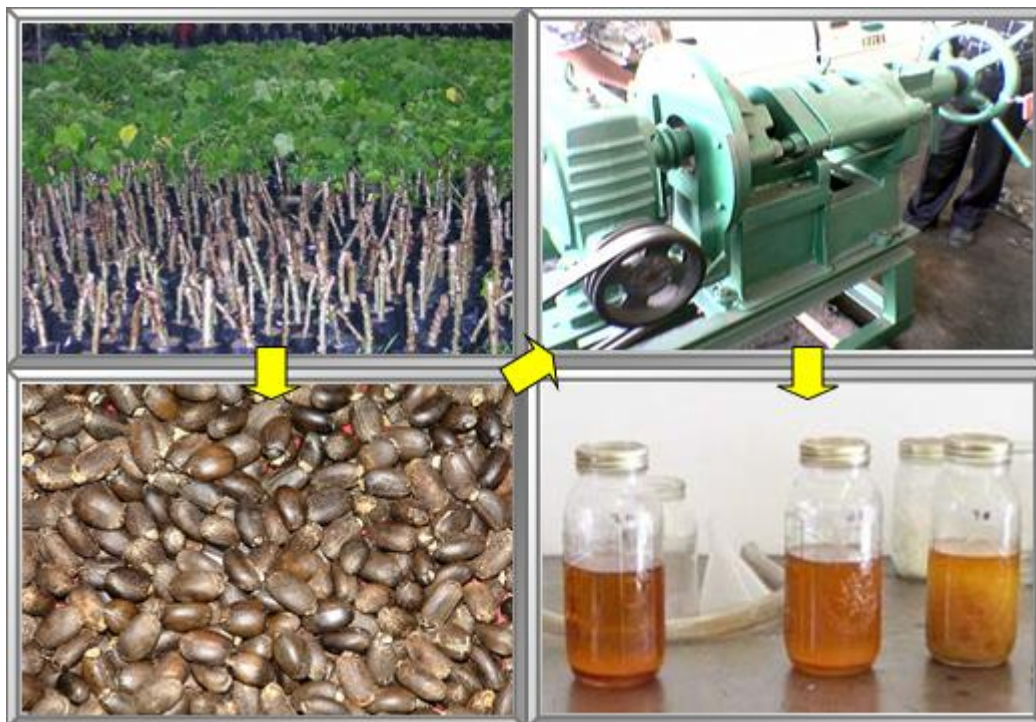
1. Biodisel

Gagasan untuk menggunakan minyak nabati sebagai bahan bakar sudah ada seumur mesin disel. Amerika mengembangkan minyak biodiesel berbahan kacang kedelai dan greaqs kuning (mendaur ulang minyak goreng dari restoran). Pada Tahun 1878 Rudolp Diesel berteori bahwa mesin disel bisa mencapai efisiensi jauh lebih tinggi dibanding mesin uap dikemudian hari. Salah satu karakteristik penting dari bahan bakar disel adalah kemampuan terbakar sendiri, suatu karakteristik yang diukur dengan bilangan cetane. Tercatat nilai biodiesel berkisar antara 45,8-56,9 bilangan cetane untuk metil ester

minyak kacang kedelai, dengan rata-rata 50,9. Untuk disel petroleum berkisar antara 40-52 bilangan cetane. Energi yang terkandung dalam tiap liter biodiesel kira-kira 11% lebih rendah dari petroleum disel. Oksigen dalam biodiesel meningkatkan pembakaran dan arena itu menurunkan hydrocarbon, dan karbomonoksida, tetapi bahan bakar oksigen juga cenderung meningkatkan emisi nitrogen oksida. Penggunaan kacang kedelai B 10 untuk bus mneurunkan emisi karbondioksida 78,5%.

Keuntungan biodiesel antara lain : memperbaiki kualitas udara secara tajam dapat menurunkan emisi gas buang, bidisel memberikan daya mesin dengan torsi, HP dan Km/l yang sama dengan petrodiesel, biodiesel juga tidak memerlukan SPBU khusus juga tak perlu memodifikasi mesin kendaraan. Masyarakat dunia telah menyambut baik adanya BBN, lebih dari 100 kota di Indonesia telah mengikuti uji biodiesel dengan menguji 1000 an bus dengan jarak jutaan km. Perancis mejadi produser terbesar biodiesel dunia (heating oil dan 50% blend dengan petrodiesel).

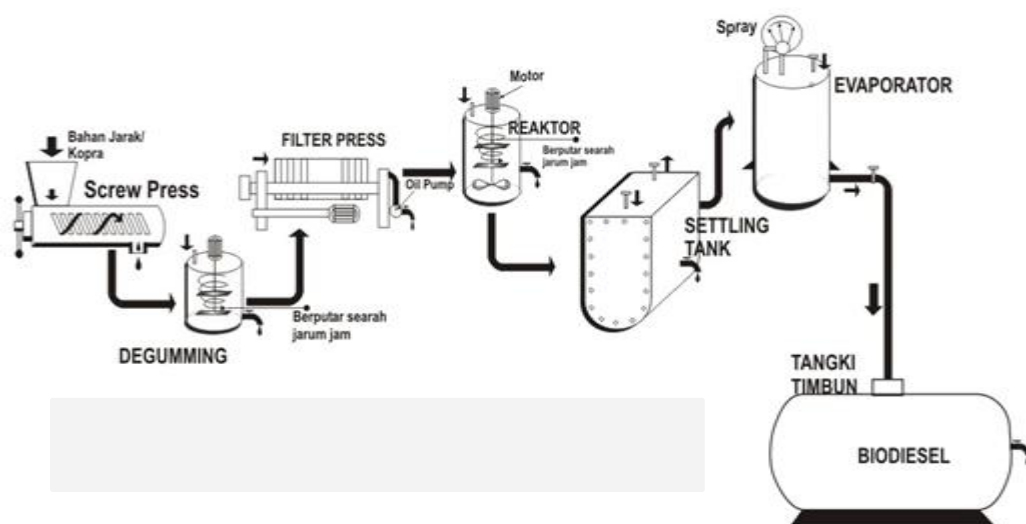
Mesin disel atau biasa disebut compression ignition engine adalah mesin motor penyalan yang mempunyai konsep “penyalan diakibatkan oleh kompresi atau penekanan campuran antara bahan bakar dan oksigen di dalam suatu mesin motor, pada suatu kondisi tertentu. Konsep yang dipakai di sini adalah bila suatu bahan bakar dicampur dengan oksigen (dari udara) pada suatu suhu dan tekanan tertentu bahan bakar tersebut akan menyala kemudian timbul tenaga atau panas. Minyak disel adalah salah satu jenis produk minyak bumi yang biasa dipakai di dalam mesin disel atau mesin penyalan kompresi. Dalam praktiknya pemakaian minyak ini dibagi menurut putaran mesin yang akan dipakai mesin dengan kecepatan tinggi dengan rpm > 1000, mesin kecepatan sedang dengan rpm 500-1000, dan mesin dengan kecepatan rendah dengan rpm < 500



Gambar 4. Alur Pembuatan Biodisel dari Biji Jarak



Gambar 5. Mesin Pres Untuk Melumatkan Biji-Bijian Agar Keluar Minyak



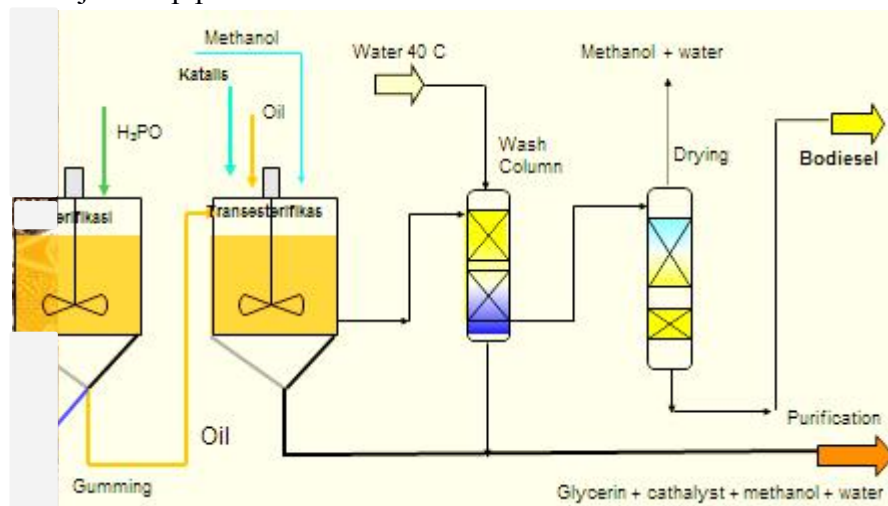
Gambar 6. Cara Kerja Mesin Memproduksi Biodiesel

Cara Kerja Mesin produksi Biodiesel Contoh bahan baku biji karet

Biji karet yang sudah tua akan jatuh dengan sendirinya, biji tersebut dipungut dan dikumpulkan oleh pekerja panyadap getah karet kemudian dikeringkan di bawah terik matahari. Biji karet kering disetor ke produsen untuk diproses menjadi minyak disel. Perangkat mesin seperti pada Gambar 6 di atas. Biji karet dimasukkan ke mesin melalui corong, kemudian dipres samapai lumat → keluar minyak ditampung pada suatu tabung. Tabung itu diputar searah jarum jam dengan kecepatan tertentu selama kurang lebih 10 menit untuk mengeluarkan getah yang ada di dalamnya (degumming) selama diputar getah lebih berat akan berada di bawah sementara minyak di atas. Getah dikeluarkan lewat drain bagian bawah tabung sementara minyak bersih dialirkan ke mesin reaktor melalui filter (ukuran 400 mass) . Di dalam tabung reaktor minyak diesterifikasi (diaduk) selama

kurang lebih 20 menit, minyak berwarna jernih disebut minyak disel akan diatas karena lebih ringan mengalir ke tabung, minyak yang ada di bagian bawah lebih kental/berat disebut gliserin dialirkan tersendiri dan bias dimanfaatkan untuk produk lain misalnya sabun.

Setelah masuk di dalam tabung, minyak disel dicuci dengan air bersuhu 40°C selama 30 menit setelah itu air pencuci diuapkan dengan dipanaskan pada suhu 100 °C → biodiesel sudah jadi siap pakai.



Gambar 6. Skema Kerja Mesin Memproduksi Biodiesel

Variable yang harus diukur/diamati dalam pembuatan biodiesel adalah:

1. Kandunga gum/getah, yang dianalisis sebagai kadar fosfatida pada umumnya diuji dengan menggunakan metode spektrofotometri
2. Kadar FFA (*free fatty acid*), adalah asam lemak bebas yang diukur dengan menggunakan titimetri
3. Viskositas atau kekentalan diukur dengan viscotrimeter pipet, dengan metode ASTM D445
4. Densitas atau kepadatan, diukur dengan Density/Specific Gravity Meter, diuji dengan ASTM D 1298
5. Nilai kalor (heating value), diukur dengan Bom calorimeter, diuji dengan ASTM D 240
6. Kadar residu karbon mikro. Kadar residu karbon dalam bahan bakar menunjukkan kadar fraksi hidrokarbon yang memiliki titik didih lebih tinggi dari rata-rata bahan bakar. Diuji dengan ASTM D 4530
7. Flash point atau titik nyala, diukur dengan menggunakan alat flash point tester. Diuji dengan ASTM D 93
8. Pour point atau titik tuang, yang diuji dengan ASTM D 97
9. Water content atau kadar air, diuji dengan ASTM D 2709

Sodikin, 2016 telah melakukan penelitian membuat biodiesel dari minyak biji kapuk randu, dengan alat dan metode yang hampir sama dengan pembuatan biodiesel dari minyak biji karet. Hasilnya menyatakan bahwa nilai flash point 105 °C, pour point 3° C,

nilai kalor 9729,9 cal/g, dan cetane number 52,66 (memenuhi standar Dirjen Migas 2006). Sedangkan nilai densitas pada suhu 15° C = 0,918 g/cm³, viskositas 6,6 mm², kadar FFA 0,5%, water content 1447 ppm, residu karbon mikro 10%, ampas distilasi 0,428% massa (tidak memenuhi standar Dirjen Migas 2006). Kekuranga in dimungkinkan tidak dilakukan degumming, jadi getahnya mempengaruhi. Temperatur optimal pada proses ini 200° C, dihasilkan biodiesel yang konstan dan menghasilkan metil ester dan gliserol terbanyak yaitu Me 130 ml dan Gl 35 ml.

Tabel 4. Kebijakan Beberapa Negara Tentang Biodiesel

Negara	Kebijakan Pemerintah
India	Blend 20% dengan Petrodiesel tahun 2020
Philipina	Blend 1-2 % dengan mimyak kelapa dan harus digunakan untuk seluruh kendaraan pemerintahan
Thailand	Blend 10% biodiesel di tahun 2012. Akan menginvestasikan USD 3.2 Miliar untuk perkebunan biofuel dan membangun 30 unit kilang minyak
Perancis	Seluruh disel yang dijual harus menggunakan minimal 2% biodiesel
Unit Eropa	Tahun 2005 seluruh transportasi yang menggunakan disel harus menggunakan minimal 2% biodiesel.

2. Bioethanol

Bioethanol merupakan bahan bakar (ethyl alcohol) dengan rumus kimia C₂H₅OH yang dihasilkan dari bahan bakar nabati. Bioethanol didapatkan dari proses fermentasi dan proses distilasi. Pada umumnya bioethanol digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu sebagai bahan minuman (beralkohol), bahan bakar alternative (energi), dan untuk pelarut pada idustri. Bioethanol bersifat mudah terbakar, oleh karena itu dimasukkan dalam kategori bahan bakar. Namun bioethanol hanya bisa dipakai sebagai campuran premium yang berperan untuk menaikkan nilai oktan (high octane migas component) HOMC bagi premium.

Ethanol dapat digunakan pad kendaraan bermotor tanpa mengubah mekanisme kerja mesin. Pencampuran bioethanol di Indonesia pada umumnya sekitar 10% dari seluruh bahan bakar. Pencampuran bioethanol 10% : premium 90% sering disebut Gasohol E-10, Gasohol singkatan dari gasoline (bensin) dan bioethanol. Bioethanol absolut memiliki angka oktan (ON) 117, sedangkan premium hanya 87-88. Gasohol E-10 memiliki ON 92 atau setara dengan pertamax. Pada komposisi ini bioethanol dikenal sebai oktan enhancer (aditif) yang paling ramah lingkungan, di negara-negara maju telah menggeser Tetra Ethyl Lead (TEL) . <http://energibio.wordpress.com/bioethanol>. Diakses 02/12/2015
Contoh produksi : Pemanfaatan Limbah Pucuk Tebu sebagai Bahan Bakar Alternatif “biopremium”

Potensi tanaman tebu :

Jumlah produksi industri tebu di Jawa Timur Tahun 2008

Jumlah produksi 17.000.000 ton tebu per tahun

Satu ton tebu menghasilkan 0,14 ton pucuk tebu

Satu ton pucuk tebu menghasilkan 72 liter ethanol
 Jumlah ethanol yang dapat dihasilkan di Jawa Timur
 $= 17.000.000 \times 0,14 \times 72 = 171.360.000$ liter ethanol atau 1.077.736 barel/tahun atau
 2.952 barel/hari.

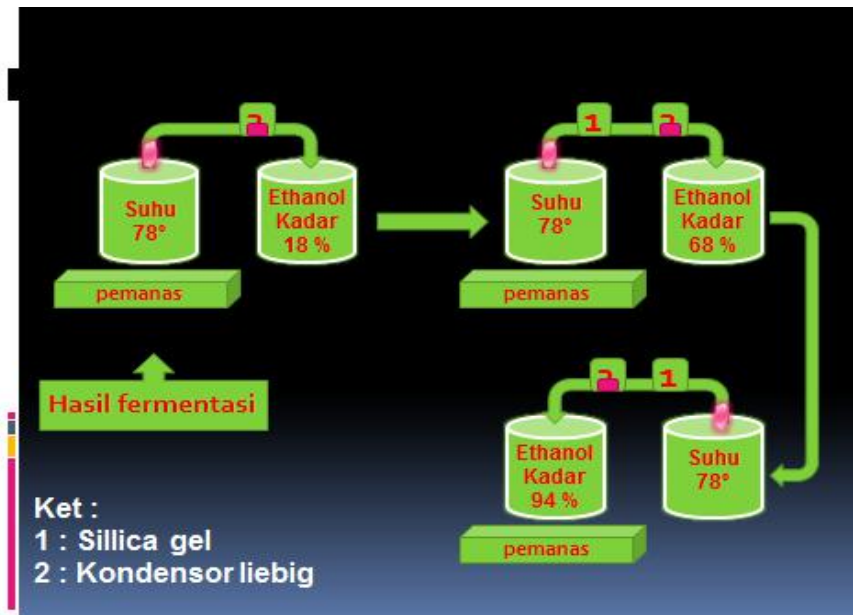


Gambar 7. Pucuk tebu

Tabel 5. Hasil Samping Industri Gula Sampai Tahun 2000
 (dihitung dalam ribu ton)

Jenis Bahan	T a h u n		
	1991	1995	2000
Tebu Giling	28.000	37.100	39.900
Tetes	1.140	1.484	1.596
Ampas	8.960	11.872	12.768
Sulfitasi	946	1.253	1.265
Karbonatasi	226	230	323
Abu Ketel	84	111	120
Pucuk tebu	1.460	2.044	2.336
Seresah	3.650	5.111	5.840

Proses pembuatan bioethanol dari pucuk tebu



Cara memproses pucuk tebu menjadi ethanol:

Pucuk tebu empat ruas di pucuk dengan panjang kurang lebih 40 cm dimasukkan mesin terus dipres akan keluar air. Air tersebut dimasukkan ke wadah diberi ragi difermentasi kurang lebih selama 4 hari. Hasil fermentasi dimasukkan ke tanki dipanaskan dengan suhu 78°C (titik didih ethanol) kemudian didistilasi ethanol akan menguap melalui pipa kondensator maka keluarlah ethanol 18%, dipanaskan lagi dengan suhu 78°C didistilasi lagi akan menghasilkan ethanol 68%, dipanaskan lagi dengan suhu 78°C didistilasi lagi akan menghasilkan ethanol 94% → murni ethanol dengan oktan 123. Pertamina plus oktan 95, pertamax oktan 92, premium oktan 88. (Dwi Heru Sutjahjo, 2012)

Tabel 6. Penelitian Pembuatan Bioethanol

No	Nama	B a h a n			Lama fermentasi	Destilasi	Hasil
		Bahan baku	Air	Ragi tape			
1	Teguh, 2009	Ubi jalar 1 kg	4 kg	25 gr	5 hari	4 x	94%
2	Listyowati, 2012	Biji manga 150gr	1800 ml	10 gr	5 hari	4 x	95 %
3.	Zainal Abidin 2016	Blothong tebu 2,5 kg	1000 ml	10 gr	6 hari	4 x	94%
4.	Himawan 2016	Limbah ledre	1500 ml	8 gr	5 hari	4 x	95 %
5.	Machrus Afif 2014	Umbi Sente	1000 ml	15 gr	4 hari	4 x	95%

6	Didik Santosa 2013	Limbah pabrik wafer mix 250 gr	1500 ml	6 gr	4 hari	4 x	95%
7	Ambarini Puspita 2014	Biscuit afkir 250 gr	1750 ml	6 gr	5 hari	4 x	95 %

Konsep pemanfaatan lahan :

1. Lahan subur untuk membudidayakan tanaman pangan (memproduksi tanaman pangan)
2. Lahan kering atau kritis untuk membudidayakan tanaman energy
3. Wilayah hutan tidak boleh seluruhnya digunakan untuk perkebunan tanaman pangan atau pun energy, karena akan memusnahkan biodiversitas yang belum sempat dimanfaatkan.
4. Tumpangsari lebih baik dari pada monoculture (misalkan: jarak pagar dengan kacang tanah, ubi jalar atau yang lain)
5. Maksimumkan pemanfaatan hasil panen (misalkan: bungkil untuk biogas)
6. Koperasi petani diarahkan untuk tidak menjual biji tapi juga minyak (biodiesel)

Tabel 7. Program Bahan Bakar Ethanol di Beberapa Negara

Negara	Program Ethanol
Amerika Serikat	Meningkatkan kapasitas produksi ethanol menjadi 19 juta kiloliter pada tahun 2012 dari 13 juta kiloliter pada tahun 2004
Brazil	Mensyaratkan campuran ethanol 25%
Uni Eropa	Menargetkan penggunaan BBN 2% pada tahun 2005 dan 5,7% pada tahun 2010 dari kebutuhan energy total
Swedia	Penggunaan ethanol telah mencapai 5% dari bahan bakar minyak di seluruh negara
Kanada	Saskatchewan mensyaratkan % campuran ethanol naik menjadi 7,5% pada tahun 2005 Manitoba: mensyaratkan 10% campuran ethanol menjelang akhir tahun 2005.
Kolombia	Mensyaratkan 10% campuran ethanol di kota-kota besar menjelang September tahun 2005.
Thailand	Menargetkan : 1 Januari 2007 penggunaan gasohol (10% ethanol) di seluruh negara sebanyak 40.000 kl/hari atau ethanol 4.000 kl/hari
China	Mensyaratkan campuran ethanol di beberapa provinsi
Argentina	Merencanakan 10% campuran ethanol dalam tempo 5 tahun yang akan datang.

D. Penutup

Bahan bakar nabati (BBN) adalah energi masa depan, tidak bisa ditawarkan lagi untuk memperpanjang umur fosil fuel (BBM). Alam Indonesia sangat menjanjikan, sumberdaya manusia untuk bekerja di bidang penyediaan bahan baku BBN sangat memadai. Oleh karena alasan itulah maka perlu manajemen BBN secara komprehensif, misalkan mapping tanah-tanah tandus, pembibitan tanaman yang berpotensi penghasil bahan baku biodiesel dan bioethanol perlu dijadwalkan. Sosialisasi program kepada masyarakat bisa dimulai secepatnya agar masyarakat mengenal, mengerti, dan bisa menerima akhirnya mau melakukan. Bagaimana pun juga BBN bersifat ramah lingkungan, dapat dibudidayakan (diperbarui), mudah, murah, tak perlu pabrik besar, dan tak perlu SPBU baru. Negara-negara maju sudah mulai ancap-ancang ke arah biodiesel dan bioethanol. Indonesia mempunyai potensi yang besar untuk berkembang.

Daftar Pustaka

Anonim. <http://energibio.wordpress.com/bioethanol>

Handayani, NA, dkk, 2013. Biodiesel Production from kapuk (ceiba Petandra) Seed Oil Using Naturally Alkaline Catalyst as an Effort Green Energy and Technology, Intr. Journal of Renewable Energy Development (IJRED) 169-173

Himawan sugiarto, 2016. Pemanfaatan limbah ledre sebagai bahan bakar alternative bioethanol. Jurusan Teknik Mesin FT Unesa, Jurusan Teknik Mesin FT Unesa

Machrus Afif Romploni, 2014. Pembuatan Bioethanol dari umbi sente hijau (alocasia macrorrizha) sebagai bahan bakar alternatif. Jurusan Teknik Mesin FT Unesa

Mohamad Sodikin, 2016. Pembuatan biodiesel dari biji kapuk randu (ceiba petandra) dengan proses transesterifikasi nonkatalis, Jurusan Teknik Mesin FT Unesa

Soerawidjaja, Tatang H, 2015. Membangun Biodisel di Indonesia.

Susila, I Wayan, 2009. Pengembangan proses produksi biodiesel biji karet metode non katalis “super heated methanol pada tekanan atmosfer. Surabaya : Fakultas Teknik Unesa vol 11

Zainal Abidin, 2016. Pembuatan bioethanol dari limbah pabrik gula (Blotong). Jurusan Teknik Mesin FT Unesa