



Hasanuddin, lahir di Inuman-Indragiri (Kuansing) pada tanggal 20 Mei 1955. Menamatkan pendidikan sarjana muda Teknik (BSc) tahun 1977, Sarjana Pendidikan (Drs) bidang Teknik Mesin tahun 1979 pada IKIP Padang. Selanjutnya memperoleh ijazah Magister Sains (M.S) bidang perencanaan pembangunan Wilayah & pedesaan pada Institut Pertanian Bogor. Saat ini dosen tetap Lektor Kepala pada Jurusan teknik mesin FT UNP Padang. Berpengalaman mengajar berbagai matakuliah, seperti Termodinamika, Mesin Konversi Energi, Mesin Teknologi Terapan, Mekanika Fluida, Matematika Teknik. Pernah dipercaya memberi kuliah pada Program Magister Manajemen (MM) Fakultas Ekonomi UNP sekitar 10 tahun dalam matakuliah Manajemen Operasi/Produksi. Jabatan yang pernah dipercaya adalah sebagai Sekretaris Lembaga Penelitian UNP Padang dan Kepala laboratorium Fenomena Dasar Mesin & Konversi Energi -Teknik Mesin UNP. Konsentrasi Penelitian pada Bidang *Rural and Renewable Energy*



Hendri Nurdin lahir di Medan 28 Februari 1973 menamatkan pendidikan Sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2000) pada bidang Ilmu Teknik Mesin. Kemudian melanjutkan studi magister di Universitas Sumatera Utara dan memperoleh Magister Teknik di bidang Ilmu Bahan & Struktur (2006). Sampai saat ini, merupakan salah seorang staf pengajar di Universitas Negeri Padang Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin. Pengalaman mengajar selama ini dalam mata kuliah Teknologi Bahan, Elemen Mesin, Mesin Teknologi Terapan, Fisika Teknik. Mulai tahun 2008 telah banyak melakukan penelitian di bidang ilmu bahan yang lebih fokus kepada *natural science materials*. Pengembangan berikutnya yaitu pada tahun 2010 diarahkan kepada penelitian bidang energi khususnya *renewable energy* pada tanaman tebu.



Riki Apriyandi Putra, lahir di Inuman-Indragiri Hulu (Kuansing) pada tanggal 09 April 1985. Menamatkan Sarjana Pendidikan (S.Pd) bidang Biologi tahun 2008 pada Universitas Riau. Selanjutnya memperoleh ijazah Magister Pendidikan (M.Pd) bidang Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Padang tahun 2011. Selanjutnya Memperoleh gelar Doktor Pendidikan IPA-Konsentrasi Biologi di Universitas Pendidikan Indonesia Bandung tahun 2014. Saat ini staf pengajar pada Universitas Riau & UIN Suska. Berpengalaman mengajar berbagai matakuliah, seperti Biologi Statistik, Sistematisa Invertebrata, Pembelajaran IPA, Biologi Multimedia. Fokus Penelitian pada bidang Pendidikan Biologi dan Lingkungan

Penerbit

SUKABINA PRESS

J. Prof. Dr. Hamid No. 29 Padang
Telp. 0751-7089960, 442877
Fax. 0751-7055366
Email: penerbit@sukabinapress@gmail.com

ISBN : 978-602-6237-21-1



9 786026 277114

TEBU TIBARAU

Tumbuhan Energi Terlupakan

(Mengolah Potensi untuk Energi Terbarukan)



SUKABINA PRESS

HASANUDDIN
HENDRI NURDIN
RIKI APRIYANDI PUTRA

TEBU TIBARAU
TUMBUHAN ENERGI TERLUPAKAN
(Mengolah Potensi untuk Energi Terbarukan)

Penulis:
Hasanuddin
Hendri Nurdin
Riki Apriyandi Putra

ISBN : 978-602-6277-11-4

Tata Letak :
Sarl Jumiatti

Desain Sampul :
Jafril

Penerbit :
SUKABINA Press
Jl. Prof. Dr. Hamka No. 29 Tabing – Padang
Telp. / Fax : (0751) 7055660
Email : penerbit.sukabinapress@gmail.com

» Cetakan pertama, Desember 2016

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara
apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Buku merupakan bagian integral yang tidak dapat dipisahkan dari suatu sistem pendidikan, yang antara lain berperan sebagai tuntunan di dalam membangun rasa kepemilikan pengetahuan bagi masyarakat, terutama di kalangan mahasiswa & pelajar serta sebagai informasi pengembangan bahan pembelajaran & keterampilan oleh akademisi pada lembaga pendidikan/ perguruan tinggi.

Penulisan buku Tebu Tibarau (*Saccharum Spontaneum Linn*) merupakan pengembangan dari hasil penelitian dan pertanggung jawaban keilmuan, yang memperoleh skim pendanaan Riset Linggulan Perguruan Tinggi dari Kementrian Riset Teknologi & Pendidikan Tinggi. Pemilihan judulnya semata terinspirasi atas dua hasil penelitian, yaitu pertama terkait dengan Pengembangan bahan bakar bioethanol tumbuhan Tebu Tibarau dan kedua berupa Rintisan Program Diversifikasi Produk melalui Pengenalan Bahan Bakar Briket Ampas Tebu untuk Usaha Industri Gula Merah. Selain itu, juga dilengkapi dengan sumber dan studi kepustakaan terhadap hasil temuan dan karya tulis pengarang/peneliti lainnya.

Khusus terhadap objek kupasan Tebu Tibarau, selama ini masih terlupakan dan belum banyak dikenal & dimanfaatkan terutama akan potensinya untuk diangkat ke permukaan sebagai tumbuhan/tanaman bernilai ekonomi, yang memberi kontribusi bagi kehidupan masyarakat, di antara lain untuk pengembangan bahan bakar, penyelamatan lingkungan, pengembangan material teknik, industri kertas, dan sebagainya.

Akhirulkalimat, tak ada gading yang tak retak demikian pula akan prihal kupasan isi buku ini. Terima kasih atas bahan sumber para penulisan sebelumnya yang ikut menjadi bahan kelengkapan atas penyusunan isinya, dan mungkin terlupakan menyebutnya satu persatu. Saran dan kritik atas perbaikan dari pembaca yang budiman demi kesempurnaan sangat dinantikan, untuk itu sebelum dan

sesudahnya diatutkan ucapan terima kasih tak terhingga. Semoga semuanya menjadi amalan dan dibalas berlipat ganda oleh Allah yang Maha Kuasa, Amien !

Padang, Desember 2016

Wassalam Penyusun,

DAFTAR ISI

BAB	Hal
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
I. PENDAHULUAN	1
A. Pengantar	1
B. Pengertian Energi dan Energi Terbarukan	4
C. Soal-Soal	14
II. MENGENAL TUMBUHAN ENERGI TEBU TIBARAU	15
A. Tanaman Tebu dan Tumbuhan Energi	15
B. Tumbuhan Tebu Tibarau dan Vegetasinya	29
C. Soal-Soal	41
III. BAHAN BAKAR BIOBRIKET AMPAS TEBU TIBARAU	43
A. Pengertian Bahan Bakar dan Jenisnya	43
B. Bahan Bakar Briket dan Teknologi Pembriketan	45
C. Memproduksi Biobriket Ampas Tebu Tibarau	56
D. Soal-Soal	73
IV. BAHAN BAKAR BIOETHANOL TEBU TIBARAU	75
A. Pengertian Bahan Bakar Bioethanol	75
B. Sumber Bahan Baku dan Teknologi Proses Bioethanol	78
C. Memproduksi Bioethanol Tebu Tibarau	87
D. Soal-Soal	106

V. PEMBAKARAN DAN NILAI KALOR BAHAN BAKAR	108
A. Proses Pembakaran dan Energi Panas	108
B. Pengukuran Nilai Kalor dan Bomb Calorimeter	133
C. Nilai Kalor Bahan Bakar Biobriket dan Bioethanol Tebu Tibarau	148
D. Soal-Soal	153
VI. IMPLEMENTASI TERHADAP PENGEMBANGAN	155
A. Implikasi pada Kebijakan Pembangunan	155
B. Contoh Unit Sistem Produksi dan Industri Pengguna	162
C. Simpulan	166
DAFTAR KEPUSTAKAAN	168
DAFTAR LAMPIRAN	173

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 1. Potensi Energi Terbarukan di Indonesia	12
Tabel 2. Jenis Tanaman & Tumbuhan untuk Kebun Energi	28
Tabel 3. Daftar Analisis Komposisi Bahan Perkat	56
Tabel 4. Kualitas Mutu Briket Arang & Jenis Analisis Sifatnya	68
Tabel 5. Sifat Fisika dan Kimia Briket Ampas Tebu Tibarau	69
Tabel 6. Komponen Utama dari Kans Grass Kimia Tebu Tibarau	79
Tabel 7. Berat Atom dan Berat Molekul Unsur Kimia Bahan Bakar	112
Tabel 8. Faktor Kelebihan Udara Berbagai Jenis Bahan Bakar Padat	120
Tabel 9. Nilai Pembakaran Berbagai Jenis Bahan Bakar	140
Tabel 10. Nilai Pembakaran/Kalor Unsur-unsur Kimia Bahan Bakar Padat	141
Tabel 11. Komposisi Kimia Ampas Tanaman Tebu (Saccharum Offinarum)	149

A. Pengantar

Istilah dan bahaya kemiskinan energi (*energy poverty*) suatu bangsa jarang dimunculkan kepermukaan menjadi bahan perbincangan dalam forum diskusi ilmiah seperti halnya persoalan kemiskinan & kekurangan bahan makanan. Padahal kemiskinan energi tersebut paling tidak sama keberadaannya dengan persoalan konsumsi pangan seperti kelaparan, kekurangan gizi & kesehatan, dan sejenisnya yang dialami oleh banyak negara di dunia terutama pada negara negara berkemajuan lamban.

Tidak hanya disebabkan oleh persoalan ketiadaan kepemilikan sumberdaya alam/energi pada suatu negara, yang menyebabkan terjadinya kemiskinan & krisis energi tetapi juga dapat sebagai akibat manajemen energi dan kebijakan pemerintah yang keliru sehingga berbuah pada kelangkaan energi dan membawa tatanan kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang sulit.

Laporan Bank Dunia, Friedman pernah mengulas tentang kemiskinan energi (*Energy Poverty*) tersebut dan bahaya besar yang ditimbulkannya, dengan mengkritisi kemiskinan energi yang terjadi di Afrika. Energi pada beberapa negara di benua ini sesungguhnya adalah yatim piatu yang paling tua, sehingga dalam setiap pemikiran orang justru berkesimpulan, bagaimana mungkin melepaskan rakyat Afrika dari cengkeraman kemiskinan, penyakit HIV/AIDS, air minum tercemar, malaria, dan lain sebagainya "tanpa ketersediaan energi yang memadai untuk menyalakan lampu-lampu untuk meneranginya dalam kegelitan, menyimpan bahan bekal obat-obatan, meningkatkan kualitas kehidupan & pendidikan dan sebagainya ? "

Sementara itu, di belahan dunia lain suatu keadaan yang ironis dan kontradiktif dari yang dialami rakyat Afrika sebagaimana laporan Bank Dunia, Negeri Belanda dapat menghasilkan daya listrik per tahun sama banyak dengan kebutuhan seluruh Afrika sub-Sahara, kecuali Afrika Selatan: yaitu sekitar 20 Gigawatt. Sementara di belahan benua lainnya, negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia yaitu Cina setiap dua minggu menambahkan daya listrik sebesar 1 Gigawatt, yang sama besarnya dengan penambahan daya listrik untuk kebutuhan empat puluh tujuh negara Afrika sub-Sahara, kecuali Afrika Selatan setiap tahun.

Bilamana melongok ke belakang sepanjang sejarah kehidupan manusia, kemajuan-kemajuan besar dalam kebudayaan suatu bangsa akan selalu diikuti oleh peningkatan konsumsi energi. Sementara konsumsi energi, juga terkait dengan tingkat kehidupan dan derajat industrialisasi suatu negara. Dalam kasus, ketersediaan sumberdaya energi dengan harga yang relatif murah juga telah mengakibatkan pemborosan dan ketidak-efisienan dalam konsumsi, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap keberlangsungan. Oleh karena itu, dibutuhkan sikap pemerintah & pengetahuan masyarakat yang cukup tentang berbagai bentuk dan sumber energi, beserta teknik dan metode dalam pengkonversiannya, serta beberapa aspek yang terkait dengan konservasinya.

Sebagaimana ditulis harian Media Indonesia (2007) yang meliris data dan pernyataan laporan *Internal Energy Outlook* yang dikeluarkan Badan Informasi Energi Amerika Serikat menyebutkan kebutuhan energi dunia akan mencapai dua kali lipat kebutuhan saat ini, seiring dengan kemajuan teknologi dan informasi. Kebutuhan akan konsumsi permintaan tersebut terutama berasal dari bahan bakar minyak, dapat mencapai 118 juta barel pada tahun 2030. Kesenjangan antara permintaan dan penawaran akan berdampak serius dan berpotensi terjadinya krisis energi, sehingga perlu segera diatasi di antara lain yang paling bisa diterima adalah mengadopsi kebutuhan energi alternatif.

Atas kondisi demikian beserta dampak yang ditimbulkannya terhadap sendi kehidupan masyarakat. Diperkuat lagi dengan informasi tentang kecenderungan terbatasnya sumber-sumber daya energi primer masa kini terutama minyak bumi. Kesemuanya itu, menuntut kesadaran dan mendorong berbagai pihak ke depannya untuk terus mencari, sekaligus mengembangkan energi alternatif yang dapat diperbaharui, serta melakukan penghematan dan diversifikasi energi.

Untuk itu, percepatan akan penyediaan dalam berbagai pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan salah satu langkah yang harus ditempuh ke depannya. Betapa tidak hal ini krusialnya, karena menurut Pri Agung Rakhmanto (2013) ketahanan energi nasional sebenarnya masih sangat rapuh dimana Indonesia tidak memiliki SPR (*Strategic Petroleum Reserves*) seperti halnya negara-negara yang tergabung dalam IEA dan Uni Eropa, sehingga akan menjadikan negara ini pengimpor bahan bakar minyak terbesar di dunia pada tahun 2018 sebagaimana laporan *Wood Meckenzie*. Padahal Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia dan pernah termasuk kelompok negara pengekspor (OPEC), namun sampai saat ini telah menjadi pengimpor bahan bakar minyak (BBM) terbesar guna mencukupi kebutuhan konsumsi dalam negeri.

Menurut data tahun 2012 cadangan sumberdaya energi fosil Indonesia, dari minyak bumi tercatat sebesar 56,6 miliar barrel dengan cadangan sekitar 8 miliar barrel dan diperkirakan habis dalam kurun waktu 23 tahun kedepan. Sedangkan untuk batu bara sebesar 105 miliar ton dengan cadangan sekitar 20 miliar ton dan akan habis dalam masa waktu 83 tahun. Sementara untuk gas bumi sumberdaya energinya sebesar 334,5 MW dengan cadangan sekitar 160 MW dan diperkirakan habis selama 55 tahun (Direktorat sumberdaya energi)

Sehubungan dengan hal tersebut maka upaya untuk mendapatkan sumber-sumber energi yang dipandang tidak akan pernah habis (*renewable energy*) terus dilakukan misalnya, pengembangan teknologi tenaga surya, pembangkit tenaga air, tenaga

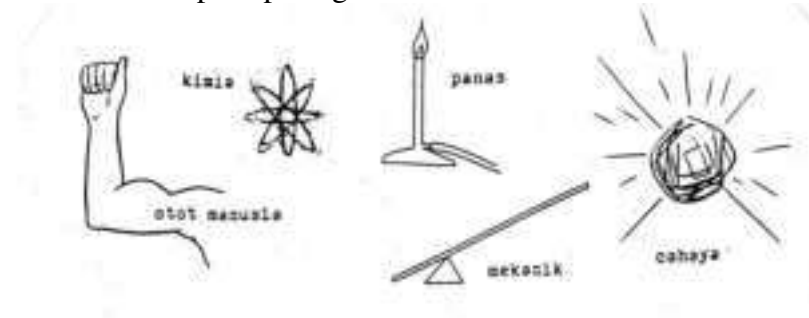
angin, panas bumi, dan energi biomassa yang belakangan ini kian digalakkan termasuk di antaranya mengolah potensi tumbuhan energi tebu tibarau (kans grass, wild sugar cane), dimana dalam bahasa latinnya tumbuhan ini disebut sebagai *Saccharum Spontaneum Linn.*

B. Pengertian Energi dan Energi Terbarukan

Dalam ilmu Fisika ataupun bidang Teknik, pengertian energi dapat dikemukakan sebagai besaran (kapasitas) yang dimiliki oleh sesuatu benda dalam melakukan sesuatu pekerjaan, yaitu berkemampuan (memiliki potensi) untuk menggerakkan (bergerak), menerangi (bercahaya), mengangkat beban, menghancurkan & meledakkan, dan sebagainya.

Dalam konteks percakapan keseharian, energi juga dikaitkan dengan tenaga ataupun daya. Ini dimaksudkan berupa kerja/usaha yang dilakukan (kemampuan bekerja) dalam selang waktu tertentu. Sementara kerja (work) secara mekanik timbul karena adanya kekuatan/gaya (force) yang dibutuhkan untuk mengubah posisi benda. Selain itu, tenaga juga dapat dihasilkan oleh adanya hubungan perkalian yang dihasilkan oleh dua besaran, yaitu kuat puntiran (momen puntir/torsi) yang bekerja terhadap kecepatan putaran pada benda-benda yang berputar ataupun terpelintir.

Secara sederhana beberapa pengertian energi tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Pengertian Jenis Energi

1. Klasifikasi Sumber Energi

Secara klasifikasi, energi tersebut dikategorikan ke dalam 3 bentuk, yaitu energi potensial, energi kinetik, dan energi dalam. Energi potensial adalah bentuk energi yang dimiliki oleh jumlah zat (massa) benda disebabkan oleh keberadaan elevasi/posisi ketinggiannya yang menyebabkannya dapat jatuh karena pengaruh medan gaya/percepatan gravitasi bumi, termasuk juga karena intensitas & tinggi tekanan. Sedangkan energi kinetik adalah suatu bentuk energi yang muncul karena adanya gerak (perpindahan, kecepatan & percepatan) sejumlah massa benda disebabkan adanya kekuatan (gaya) yang bekerja. Untuk energi dalam (internal energy) dapat diberikan pengertian sebagai jumlah keseluruhan energi yang dimiliki oleh zat/sesuatu material yang tersimpan di dalamnya.

Namun secara klasifikasi lebih umum hanya terdapat 2 jenis energi, yang dikelompokkan atas energi transisional (*transitional energy*) dan energi tersimpan (*stored energy*). Energi transisional adalah energi yang bergerak dan dapat berpindah melintasi sempadan sistem. Sementara energi tersimpan tersebut adalah energi yang terwujud menurut namanya sebagai massa, posisi dalam medan gaya, dan lain-lain (Culp, 1985)

Jika ditelusuri dari aspek sumber keberadaannya di muka bumi, menurutnya lebih lanjut disebutkan bahwa energi tersebut dapat pula diklasifikasikan ke dalam 2 kategori umum yaitu energi celestial atau energi perolehan (*income energy*), yaitu energi yang mencapai bumi datang dari angkasa luar. Sedangkan kategori kedua adalah sebagai energi modal (*capital energy*) yaitu energi yang telah ada pada atau di dalam perut bumi. Adapun bentuk energi yang termasuk ke dalam energi perolehan tersebut adalah energi matahari dan energi bulan, sedangkan energi modal di antara lain contohnya adalah sumber-sumber energi atom, dan energi panas bumi (*geothermal*).

Sumber-sumber energi perolehan (*celestial energy*) adalah termasuk semua sumber energi yang menyediakan energi untuk bumi, seperti energi partikel, elektromagnetik, gravitasi yang berasal dari planet-planet dan bintang-bintang, termasuk juga energi potensial

meteor yang memasuki atmosfer bumi. Sumber energi celestial yang berguna hanyalah energi elektromagnetik matahari menyinari bumi yang disebut sebagai energi surya, serta energi potensial bulannya bumi yang menghasilkan aliran pasang surut (Culp, 1985).

Sumber utama energi panas surya (matahari) yang langsung terhadap bumi akan membangkitkan sejumlah sumber-sumber energi tak langsung yang tak terhabiskan (*non depletable*). Pemanasan energi surya yang berbarengan dengan perputaran bumi akan menghasilkan arus-arus konveksi besar dalam bentuk angin di atmosfer, dan arus lautan ataupun gelombang samudera. Begitu pula penyerapan energi panas surya oleh lautan akan membangkitkan atau menimbulkan beda/gradien temperatur.

Akan halnya tetumbuhan dan tanaman akan menyerap sinar/sumber utama energi matahari melalui proses fotosintesis, dan akan membantu pertumbuhan & perkembangannya dimana selanjutnya melalui dan/atau pada tumbuhan dapat diolah dan dimanfaatkan sumberdaya energi yang tersimpan di dalamnya (internal energy) untuk berbagai berbagai bentuk kebutuhan kehidupan.

2. Pengertian Energi Baru & Terbarukan

Dari aspek teknologi, energi dapat pula dikelompokkan menjadi energi konvensional (teknologi energi yang biasa digunakan masyarakat) dan energi non-konvensional (teknologi energi yang belum biasa digunakan masyarakat). Kemudian dilihat dari sudut pandang ekonomi, energi dapat pula dikelompokkan menjadi energi komersial, yaitu sebagai barang perdagangan terutama minyak, listrik, gas, batubara. serta energi nonkomersial, yang belum bersifat diperdagangkan seperti, kayu, arang, sampah, jerami, dan lain-lain.

Bilamana ditinjau dari sudut penyediaannya, maka energi tersebut dapat dikelompokkan menjadi energi baru-terbarukan (renewable) dan energi yang tak dapat diperbaharui/habis pakai (non renewable). Berdasarkan paparan Dirjen EBTKE Kementerian ESDM tahun 2014 disebutkan istilah energi baru dan terbarukan yaitu

adalah sumber-sumberdaya energi yang baru ditemukan/dikembangkan dan sumber-sumber energi yang sudah lama ada keberadaannya dan bersifat dapat diperbaharui, seperti uraian pada sketsa pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Klasifikasi Jenis Energi baru & Terbarukan

Energi baru & terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumberdaya alam/energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik dan bijaksana. Dengan sumber potensi EBT yang dimiliki Indonesia relatif melimpah, maka belakangan ini kegiatan dalam pengembangan energi terbarukan tersebut kembali mendapat perhatian.

Hal mana mengacu pada paparan Kementerian ESDM dalam FGD Pusdatin tahun 2014, dimana saat ini pengembangan EBT mengacu kepada Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi

Nasional. Dalam Perpres disebutkan kontribusi EBT dalam bauran energi primer nasional pada tahun 2025 adalah sebesar 17% , dengan komposisi Bahan Bakar Nabati sebesar 5%, Panas Bumi 5%, Biomassa, Nuklir, Air, Surya, dan Angin 5%, serta batubara yang dicairkan sebesar 2%.

Salah satu bentuk energi terbarukan dalam konteks diskusi tersebut adalah bahan bakar nabati/hayati atau bioenergi (biofuel) yang potensinya cukup melimpah di Indonesia yaitu, sumberdaya energi yang terbuat dari bahan dasar biomassa, baik dari tumbuhan maupun limbah industri & pertanian. umpamanya untuk pengembangan bahan bakar biobriket dan bioethanol.

Namun demikian, sejauh ini dalam hal pengembangan energi baru dan terbarukan dalam konteks bahan nabati atau bioenergi terdapat *trade-off* (tukar rugi) antara pertimbangan segi manfaat lain yang sangat vital, yaitu sebagai penyangga kebutuhan bahan konsumsi/pangan jika menggunakan bahan bakunya seperti beras, tebu, jagung, ubi, gula, dan sebagainya.

Untuk itu, dalam hubungan kebijakan energi tersebut salah satu langkah yang akan diambil pemerintah, yang terkait dengan pengembangan energi biomassa adalah menambah kapasitas terpasang mencapai 180 MW pada tahun 2020. Total investasi yang diserap pengembangan EBT tersebut secara keseluruhan jenisnya sampai tahun 2025 diproyeksikan sebesar 13,197 juta USD.

Adapun upaya-upaya yang dilakukan dalam hal tersebut, khususnya untuk mengembangkan energi biomassa adalah mendorong pemanfaatan limbah industri pertanian dan kehutanan sebagai sumber energi secara terintegrasi dengan industrinya, mengintegrasikan pengembangan biomassa dengan kegiatan ekonomi masyarakat, mendorong fabrikasi teknologi konversi energi biomassa dan usaha penunjang, serta untuk meningkatkan penelitian dan pengembangan pemanfaatan limbah termasuk sampah kota untuk energi.

Dalam kasus ini, maka pilihan selain limbah (energi biomassa) tentunya adalah tertuju pada jenis tanaman dan tumbuhan sebagai alternatif. Salah satu di antara tumbuhan liar yang melimpah

potensinya dan telah lama dikenal oleh sebagian masyarakat, tetapi terlupakan akan manfaatnya yaitu tebu tibarau (*Saccharum Spontaneum Linn*).

Karakteristik Energi Baru & Terbarukan

Karakteristik energi baru dan terbarukan hampir tidak memiliki kesamaan satu sama lainnya. Meskipun demikian, teknologi energi terbarukan tersebut mempunyai beberapa sifat umum sebagai berikut:

- a. Sumber-sumber energi baru & terbarukan tidak akan habis.
- b. Sumber energi baru & terbarukan secara geografis bersifat tersebar dan umumnya dikembangkan dan dimanfaatkan pada lokasi dimana sumber energi tersebut berada.
- c. Sumber energi baru & terbarukan mempunyai intensitas daya dan kandungan energi yang rendah sehingga perangkat teknologi pemanfaatannya membutuhkan lahan yang relatif luas atau butuh peralatan penyimpan energi (energy storage).
- d. Teknologi energi baru & terbarukan pada umumnya memerlukan biaya kapital tinggi tetapi biaya operasinya rendah.
- e. Beberapa teknologi energi baru & terbarukan bersifat modular sehingga responsif terhadap pertumbuhan permintaan dan dapat dikonstruksi dalam waktu relatif singkat.
- f. Teknologi energi baru & terbarukan pada umumnya bersahabat dengan lingkungan.

Keunggulan Energi Baru & Terbarukan

Energi baru & terbarukan mempunyai keunggulan yang menarik di antara lain adalah :

- a. Sumber energi baru & terbarukan merupakan sumberdaya indigenous (asli Indonesia) yang tersedia dalam jumlah banyak. Pemakaian energi terbarukan akan menghemat pengeluaran impor bahan bakar fosil (untuk Indonesia hal ini berarti menambah kesempatan ekspor) dan berpeluang menciptakan lapangan kerja jika teknologi konversinya

dikembangkan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di dalam negeri.

- b. Beberapa energi baru & terbarukan telah mencapai tahap yang kompetitif, baik secara finansial maupun ekonomi untuk aplikasi tertentu, seperti di lokasi lokasi terpencil yang biaya jaringan/ transmisi listrik ataupun transportasi bahan bakar ke lokasi tersebut relatif mahal.
- c. Teknologi energi baru & terbarukan bersifat fleksibel dan modular, sehingga dapat dipasang dan beroperasi relatif lebih cepat.
- d. Perkembangan teknologi yang cepat dari sistem energi baru & terbarukan diharapkan dapat memperlebar skala ekonomi dari aplikasi energi terbarukan dalam dekade mendatang. Karena itu, para pengambil keputusan dan perencana perlu secara terus-menerus mengikuti perkembangan ini (Andi Nur Alam Syah 2006).

Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan

Biomassa adalah merupakan limbah dari zat padat/cair yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi atau bahan bakar. Biomassa akan meliputi limbah kayu, limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah hutan, komponen organik dari industri dan rumah tangga. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan karena dapat diperbaharui (renewable resources). Sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Wasrin Syafi'i, 2003).

Potensi energi terbarukan yang relatif besar kapasitasnya di Indonesia belum banyak dimanfaatkan, terutama dalam hal ini adalah berupa energi biomassa. Potensi energi biomassa ini tercatat sekitar

50.000 MW, dan hanya sekitar 1.618 MW yang sudah dimanfaatkan atau sebesar 3,25% dari seluruh potensi yang ada, seperti terlihat pada Tabel 1. Potensi biomassa di Indonesia bersumber dari produk limbah kelapa sawit, jambu mente, penggilingan padi, kayu, pabrik gula, kakao, termasuk tumbuhan tebu tibarau (tentunya), dan limbah dari industri pertanian lainnya.

Tabel 1. Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

Sumber Energi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Pemanfaatan (%)
Tenaga Air	75.670	5.705,3	7,5
Biomassa	49.810	1.618,5	3,25
Panas Bumi	28.543	1.189,0	4,17
Mini/Mikrohidro	769,7	217,9	28,3
Energi Matahari	4,8	13,5	-
Energi Angin	kWh/m ² /day 3 - 6 m/det	1,9	-

Sumber : Dari beberapa Sumber, 2016

Melihat kondisi yang telah diuraikan sebelumnya dan relatif banyaknya sumber-sumber potensi energi terbarukan seperti terlihat pada Tabel 1. maka pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) sebagaimana disebutkan sebelumnya terkait bauran energi nasional dan pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM.

Bahan bakar berbasis nabati tersebut salah satu contohnya adalah bioethanol yang dapat dibuat dari bahan-bahan mengandung gula atau saripati/karbohidrat seperti kelapa, umbi-umbian, tebu/nira, sorgum, nira aren, nipah, jagung, dan lain-lain sebagainya. Hampir semua bahan ini merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi,

karena mudah ditemukan dan beberapa tanaman tersebut kesehariannya digunakan sebagai kebutuhan bahan pangan.

Bahan lainnya yang dapat menjadi substrat (bahan asal) untuk produksi bioethanol dan bahan bakar biobriket adalah bahan mengandung lignoselulosa, seperti tebu tibarau ini yang masih terlupakan (tidak banyak atau jarang kesua dalam publikasi ilmiah nasional). Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utamanya yaitu, selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketersediaan unsur-unsur ini cukup melimpah dan tidak digunakan untuk bahan makanan sehingga penggunaannya kelak sebagai sumber untuk pengembangan bahan bakar tidak akan mengganggu terhadap pasokan sumber bahan pangan. Terutama jika keberadaannya sebagai limbah pertanian, perkebunan, dan kehutanan, sehingga dengan demikian menjadikan bahan ini berpotensi sebagai salah satu sumber energi melalui proses konversi di masa depannya.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa energi adalah sebuah sumberdaya (*resources*) dimana dalam penggunaannya (*utilizing*) bersifat langka (*scarcity*) dan dibutuhkan bagi semua makhluk, tidak hanya buat manusia tetapi juga diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan & tanaman untuk proses kehidupan dan keberlangsungan/keberlanjutan (*sustainability*). Sinar matahari dengan energi panas suryanya diserap oleh tumbuhan & tanaman (melalui proses fotosintesis) untuk kebutuhan pertumbuhan batang, daun dan buahnya.

Energi juga berarti suatu besaran yang menggambarkan potensi atau kemampuan yang dimiliki suatu benda (material) sehingga menyebabkannya dapat melakukan sesuatu, umpamanya bergerak & bekerja dalam bentuk kekuatan otot manusia, hasil reaksi kimiawi berupa panas & bercahaya dan lain sebagainya yang dapat dijumpai di sekitar kehidupan manusia.

Jadi dengan demikian, eksistensinya selalu tersedia di alam ini dan tinggal lagi manusia mengupayakan pengembangan/pembangkit (*generating*) ke dalam berbagai bentuk pemanfaatannya (*utilizing*) serta harus melestarikan atau menghemat pemakaiannya. Bumi

beserta segala macam isinya atau alam semesta ini adalah anugrah illahi yang disebut sebagai samudera energi (*The largest reservoir of energy*) untuk kebutuhan semua makhluk ciptaanNya.

C. Soal - Soal

1. Dapatkah saudara memahami situasi dan kondisi tentang kemiskinan energi jika hal tersebut dialami oleh suatu bangsa atau negara. Jelaskan apa dampak yang ditimbulkannya serta bagaimana keterkaitannya terhadap dengan kemiskinan akan barang makanan.
2. Jelaskan pengertian energi, klasifikasi sumber energi dan jenis-jenisnya serta berikan contohnya !
3. Apakah yang dimaksudkan dengan pengertian daya/tenaga dan berikan contoh-contohnya !
4. Apakah yang dimaksud dengan energi terbarukan, sebutkan jenisnya dan keuntungan dalam pengembangannya secara umum
5. Jelaskan kendala dalam pemanfaatan energi terbarukan (ET) tersebut untuk elektrifikasi pedesaan
6. Kemukakan secara singkat seputar kebijakan energi nasional dalam rangka mengurangi pemakaian energi fosil (minyak bumi) pada saat ini ?
7. Sepakatkah saudara bahwa bumi dengan segala ragam isinya dipandang sebagai samudera energi (reservoir of energy) ? Kemukakan padangan kritis saudara !
8. Apakah yang dimaksudkan dengan energi biomassa, bagaimana dengan ketersediaannya di Indonesia.
9. Kemukakan beberapa karakteristik tentang energi terbarukan, kelebihan dan kekurangannya
10. Sehubungan dengan kritisnya sumberdaya hutan di Indonesia, bagaimana pandangan saudara keterkaitannya dengan potensi eksistensi pembangkit tenaga air ke depannya !

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Andi Nur Alamsyah (2006); Biodiesel Jarak Pagar; Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan, Agro Media Pustaka, Jakarta
- Anindyawati,T (2009) Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioethanol, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Bogor
- Bacon, D.H and Stephens, R.C (2005), Mechanical Technology, Newnes, Butterworths, Boston-USA.
- Borman, G.L and Ragland, K.W (1998); Combustion Engineering, McGraw-Hill Book Co, Singapore
- Culp, Archie W Jr (1985), Principles of Energy Conversion, McGraw Hill, London
- Friedman and Some of World Bank Report (1990), Energy Poverty (a), Energy and Poverty in Africa, (b) An Essay on Energy Poverty with Emphasis on India & Africa; (c) Energy Poverty- a Barrier to economics Development and Growth.
- Eddy dan Buddy, (1990), Teknik Pembakaran Dasar dan Pembakaran, JTM-FTI ITS, Surabaya
- EIA/AFP/Daimierchylar/Radi/Ghp/M-1,(2007), Jarak Pagar Kandidat Terbaik Pengganti Minyak Bumi, Koran Media Indonesia Terbit Edisi 8 April 2007, Jakarta.

Grover, P.D and Mishra, S.K (1996), Biomass Briquetting: Technology and Practices Field Doc. No 46 FAO- Regional World Energy Development Program (RWEDP) in Asia.

Hartoyo (1990), Membuat arang Tempurung Kelapa sistem Kiln Drum, Trubus, Info AgriBisnis

Hartoyo (1983), Pembuatan Arang dan Briket Arang secara Sederhana dari serbuk Gergaji dan Limbah Industri Pekayuan, Puslitbang Hasil hutan, Bogor

Hasanuddin (1977); Panas dan Proses Pembakaran Batu Bara pada Instalasi Ketel Uap, skripsi –unpublished, Teknik Mesin FKT- IKIP, Padang

_____ (1993), Fungsi Keuntungan Usaha Industri Kecil Gula Merah (dalam Pengembangan Industri Kecil dan Dampaknya terhadap Pembangunan Wilayah di Kab.Agam) Thesis Magister S2 IPB, unpublished, Bogor.

Hasanuddin dan Hendri Nurdin (2010). Briket Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Alternatif, Penelitian DIPA-UNP Thn. Anggaran 2010, Lemlit UNP, Padang

_____ (2014), Analisis Nilai Kalor Briket Ampas Tebu sebagai Cikal Bakal Energi Alternatif, Seminar Nasional Pembangunan Berbasis Berkelanjutan Bangsa Berbasis IPTEK , Prosiding-Biro Publikasi ITM, Medan.

Hasanuddin, dkk (2013), Model Rintisan Program Diversifikasi Produk melalui Pengenalan Bahan Bakar Briket Ampas Tebu pada Pengrajin Industri Gula Merah di Kabupaten Agam,

Penelitian Desentralisasi UPT Thn.Anggaran 2013, Lemlit UNP, Padang

Hasanuddin dkk, (2015), Pengembangan Bahan Bakar Bioethanol dari Tumbuhan Tebu Tibarau dengan Penambahan Zat Kapur Kulit Kerang untuk Peningkatan Energi Panas, Penelitian Desentralisasi UPT Thn Anggaran 2014- 2016, Lemlit UNP, Padang

Kultsum (2009), Pengaruh Variasi Nira Tebu (*saccharum Officinarum*) dari Beberapa Varietas Tebu dengan Penambahan Sumber Nitrogen dari Tepung Kedelai Hitam Sebagai Substrat Terhadap Efisiensi Fermentasi Etanol,

Mg-sangrajo (2016), Antaro Tabu jo Tibarau, <http://www.google>, Diakses tanggal 20 April 2016

Nodali Ndraha (2009); Uji Komposisi Pembuatan Briket Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji; Departemen Teknologi Pertanian USU, Medan

Nusyirwan dan Nuryetti (2005); Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergaji, LIPI, Jakarta

Oswan Kurniawan dan Marsono (2008), Superkarbon: Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah, Swadaya, Jakarta

Pri Agung Rakhmanto (2013), Ketahanan Energi Nasional Masih Rapuh-dalam Harian Kompas Terbit Edisi Jumat 29 Nopember 2013, Jakarta

Rama Prihanda, dkk (2007), Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan, AgroMedia, Jakarta

Reza Fahlevi dan Cakra D M (2009), Pretreatment *Saccharum Spontaneus* Linn dengan Metode Hot Compressed Water, Lab Biomassa & Konversi Energi ITS, Surabaya

Render, B dan Heizer, J (1995) Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi, Penerbi Salemba Empat, Jakarta.

Singh, Lalit.K et al (2011), Explore the Perennial Kan Grass (*Saccharum spontanem*) Biomass for Releasing Sugars and its Optimization, Pelgia Research Library- India Institute Technology Rookhe, Uttarakhad-India.

Sun,Y and Cheng,J (2002), Hydrolysis of Lignocellulose materials for Ethanol Production: A review, *Bioresour Teechnology*, Vol 83;1 – 11

Sutiyono (2010), Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa dengan Bahan Pengikat Tetes Tebu dan Tapioka, *Jurnal Teknik Kimia*, FTI-UPN Veteran Jawa Timur.

Thomas, T.H and Hunt, R (1979), *Applied Heat*, Heinemann Educational Books Ltd- The Pitmann Press, London

Ulrich, K.T dan Eppinger,S.D (2001), Perancangan & Pengembangan produk, Penerbit salemba Empat, Jakarta

United Nations Environment Programme (2006), Bahan Bakar dan Pembakaran, www.energyefficiencyasia-org UNEP.23

Wasrin Syafe'i (2003), Hutan Sumber Energi Masa Depan, <http://Kompas.co.id>, Harian Kompas, diunduh 15 Januari 2014

Wikipedia (2010 – 2012), Bahan Bakar, Pembakaran, Bioethanol, dan Mengenal Tanaman Tebu serta Karakteristik Tumbuhan Saccharum Spontaneum, <http://www.google>, diakses 12 - 25 Mei 2016.

LAMPIRAN 1

Tabel 1 Beberapa sifat-sifat Fisika Hasil Pengujian Briket Ampas Tebu

No	Jenis Briket & Nama Sifat Fisika	Nilai dan Dimensi	Ketr.
1	Bio Briket Temperatur Ruang Bakar Temperatur Pembakaran Warna Nyala Api Sifat gas Abu sisa Pembakaran	$t_{rb} = 118^{\circ}\text{C}$ $t_b = 585^{\circ}\text{C}$ Merah ke Biruan Tidak Berbau Putih	
2	Briket Hitam/Arang Temperatur Ruang Bakar Temperatur Pembakaran Warna Nyala Api Sifat Gas Abu sisa Pembakaran	$t_{rb} = 125^{\circ}\text{C}$ $t_b = 615^{\circ}\text{C}$ Merah ke Biruan Tidak Berbau Putih	

Sumber: hasil penelitian, 2014

LAMPIRAN 2

Tabel 2. Sfisifikasi Sifat Ethanol Standar Bioetanol untuk Gasohol

No	Sifat Fisika Kimia	Unit,	Spesifikasi
1.	Kadar etanol	%-v,	min 99,4 (sebelum denaturan) 94,0 (setelah denaturan)
2.	Titik Beku	$^{\circ}\text{C}$	- 114,1
3.	Titik Didih Normal	$^{\circ}\text{C}$	78,32
4.	Kadar air	%-v,	maks 1
5.	Kadar denaturan	%-v, min %-v,	maks 2 5
6.	Massa Jenis	kg/m^3	798,3