

Bahagian 1. Manfaat penggunaan biojisim

1.1 Manfaat Biojisim

1.1.1 Apakah itu biojisim?

Secara umumnya, biojisim adalah jirim yang boleh didapati secara langsung atau tidak langsung daripada tumbuhan dan digunakan sebagai tenaga atau bahan dalam jumlah yang besar. “Secara tidak langsung” merujuk kepada produk yang didapati melalui ladang dan industri makanan. Biojisim disebut sebagai “fitojisim” dan seringkali diterjemahkan sebagai sumber bio atau sumber terbitan bio. Asas sumber merangkumi ratusan ribuan spesies tumbuhan, darat dan perairan, pelbagai sumber pertanian, perhutanan, sisa industri dan bahan buangan proses, sisa kumbahan dan haiwan. Tanaman tenaga yang mempunyai kemampuan berskala besar akan menjadi sumber biojisim terbaik walaupun ia masih belum dikomersialkan buat masa ini. Biojisim bermaksud kayu, rumput Napier, biji sesawi, keladi bunting, rumpai laut gergasi, chlorella, serbuk gergaji, serpihan kayu, jerami, sekam padi, bahan buangan dapur, mendapan pulpa, najis haiwan dan sebagainya. Bagi biojisim jenis tanaman adalah seperti kayu putih, poplar hibrid, kelapa sawit, tebu, “switch grass” dan sebagainya.

Menurut Kamus Inggeris Oxford, istilah “biojisim” muncul buat pertama kalinya di dalam kesusasteraan pada tahun 1934. Saintis dari Rusia, Bogorov Calanus telah menggunakan biojisim sebagai satu istilah di dalam “Journal of Marine Biologi Association”. Bagi tujuan untuk menyiasat perubahan pertumbuhan bermusim plankton, beliau telah mengumpul sejenis plankton lautan (*Calanus finmarchicus*) dan mengukur beratnya selepas dikeringkan. Plankton yang telah kering ini dinamakan sebagai biojisim.

Terdapat pelbagai jenis biojisim dan pengelasannya akan diulas dalam bahagian 2.(1). Biojisim secara khasnya merujuk kepada bahan buangan daripada pertanian seperti jerami, sekam padi, bahan buangan perhutanan seperti serbuk gergaji dan

serbuk kilang papan, MSW, najis, bahan buangan haiwan, sisa dapur, sisa kumbahan dan sebagainya. Dalam kategori jenis tanaman, biojisim adalah termasuk kayu seperti kayu putih, poplar hibrid, kelapa sawit, tebu, “switch grass”, rumpai laut dan sebagainya.

Biojisim adalah sumber diperbaharui dan tenaga yang dihasilkan daripada biojisim digelar sebagai tenaga diperbaharui. Walaubagaimanapun, di negara Jepun, biojisim dinamakan sebagai tenaga baru dan ia adalah merupakan istilah sah di sisi undang undang. Undang-undang berkaitan penggunaan tenaga baru telah berkuatkuasa pada April 1997. Walaupun buat masa ini, biojisim belum lagi diluluskan sebagai salah satu tenaga baru, namun ia telah diluluskan secara sah apabila undang-undang telah dipinda pada Januari 2002.

Berdasarkan undang-undang, penghasilan tenaga melalui fotovoltan, tenaga angin, sel bahan api, bahan buangan, biojisim dan juga tenaga terma daripada sisa buangan telah dinamakan sebagai tenaga baru. Undang-undang berkaitan tenaga baru ini merangkumi pengeluaran, generasi, dan penggunaan sumber alternatif kepada petroleum, termasuk kekurangan akibat sekatan ekonomi dan juga yang ditentukan secara khas melalui ordinan kerajaan bagi tujuan untuk mengalakkan penggunaan tenaga baru. Untuk negara asing, biojisim biasanya dinamakan sebagai salah satu tenaga diperbaharui.

Pelbagai kajian telah mencadangkan bahawa tenaga daripada biojisim boleh memberikan sumbangan yang tinggi terhadap bekalan tenaga keseluruhan memandangkan harga bahan api fosil yang semakin meningkat untuk beberapa dekad yang seterusnya. Penggunaan biojisim sebagai sumber tenaga adalah sangat menarik memandangkan ia merupakan sumber tenaga dengan jumlah bersih CO₂ yang sifar dan ini bermakna ia tidak menyumbang kepada pelepasan gas rumah hijau ke atmosfera. Ini juga bermaksud biojisim adalah neutral karbon seperti yang didefinisikan dalam bahagian 1.(2). Pembakaran tenaga biojisim akan menghasilkan CO₂, akan tetapi hampir kesemua karbon dalam bahan api akan ditukarkan kepada CO₂, iaitu seperti yang digunakan oleh bahan api fosil. Namun begitu biojisim dikatakan sebagai mempunyai jumlah bersih CO₂ yang sifar berdasarkan anggapan bahawa pokok-pokok yang baru atau tumbuhan lain yang ditanam semula akan membekalkan semula CO₂

yang telah dilepaskan semasa penggunaan tenaga biojisim. Konsep ini adalah merujuk kepada penanaman tenaga yang diuruskan secara sewajarnya, namun begitu ia tidak boleh diaplikasikan untuk negara-negara yang membangun dimana hampir kesemua tenaga biojisim adalah didapati dari hutan yang sama ada tidak ditanam semula atau ditanam semula namun bukan pada kadar yang sama ia telah digunakan untuk tujuan penggantian.

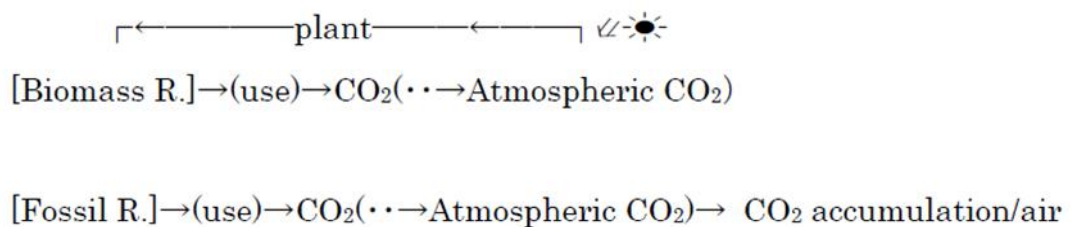
Perluasan yang mendadak oleh tenaga biojisim telah menimbulkan kebimbangan terhadap ketersediaan tanah yang juga digunakan untuk penghasilan makanan disamping penggunaan komersil seperti penghasilan balak. Laporan yang terkini menunjukkan ramalan potensi tenaga biojisim untuk masa hadapan daripada anggaran jumlah terkini iaitu 42EJ kepada 350EJ pada tahun 2100 yang hampir kepada jumlah penghasilan tenaga untuk masa kini. Oleh itu, adalah sangat penting untuk tenaga biojisim digunakan dengan cermat disamping penghasilan makanan, atau bahan berharga bersama-sama dengan perlindungan alam sekitar.

Biojisim mempunyai kepelbagaian dan adalah berbeza daripada segi sifat kimia, fizik, kandungan lembapan, kekuatan mekanikal dan sebagainya. Oleh yang demikian, teknologi penukarannya kepada tenaga dan bahan juga sangat meluas. Penyelidikan untuk menghasilkan teknologi penukaran yang kos efektif disamping mesra alam telah pun dijalankan untuk mengurangkan kebergantungan terhadap bahan api fosil di samping meminimalkan pelepasan CO₂ dan memajukan ekonomi di kawasan luar bandar.

1.2 Ciri-ciri Biojisim

1.2.1 Skop Umum

Sumber biojisim boleh digunakan untuk bilangan kali yang tidak terhad berdasarkan kitaran asas karbon melalui proses fotosintesis. Sebaliknya, sumber fosil adalah secara prinsipalnya terhad dan hanya untuk sementara. Tambahan pula, pelepasan CO₂ yang tidak berbalik daripada pembakaran fosil akan menyebabkan kesan yang serius terhadap iklim dunia (Gambarajah 1.2.1). R = sumber.



Gambarajah 1.2.1. Perbandingan di antara biojisim dan sistem fosil terhadap kitaran karbon.

Akan tetapi, perkataan “diperbaharui” dan “kebolehkekalan” tidak selalunya mempunyai maksud yang sama. Kebolehan tumbuhan untuk mengitar semula adalah berasaskan prinsip ekosistem yang rumit.

Keadaan yang diperlukan untuk bio sistem adalah mengekalkan imbalan tuaian melawan kadar pertumbuhan dan juga perlindungan persekitaran untuk tanah pertanian. Jika ia tidak dapat dilaksanakan, maka kebolehkekalan jangka panjang bagi sistem biojisim tidak akan dapat dicapai.

1.2.2 Diperbaharui

Terdapat dua jenis sumber tenaga iaitu: (1) sumber tidak boleh diperbaharui (jenis kekal) dan (2) sumber boleh diperbaharui (jenis aliran seperti solar, angin, kuasa hidraulik dan biojisim). Sumber jenis aliran adalah tidak terbatas namun ia seharusnya dihadkan untuk satu jangka masa yang tertentu. Penggunaan yang berlebihan seperti

penggondolan hutan boleh menyebabkan ketidakberlanjutan sistem tenaga diperbaharui ini. Biojisim mempunyai kedua-dua jenis sumber ini.

(A) Biojisim jenis aliran. Jumlah bersih produktiviti primer ialah sebanyak 170 Gt/tahun (lebih kurang 7 kali jumlah permintaan tenaga di seluruh dunia)

(B) Biojisim jenis kekal. Kebanyakan di hutan; 1800 Gt (lebih kurang 80 kali jumlah permintaan tenaga di seluruh dunia)

Penggunaan biojisim (C) mempunyai 2 jenis variasi iaitu penguraian dan penggunaan bermanfaat. Di dalam hutan semula jadi, kadar pertumbuhan dan penguraian berlaku dalam jumlah yang hampir sama, maka keseimbangan (A) = (C) boleh dicapai.

(A) Biojisim-aliran	→	(B) Biojisim-kekal	→	(C) Penguraian atau penggunaan bermanfaat
170 Gt/tahun		1800 Gt		(pemalar)

Walaupun (C) > (A) tidak mungkin boleh dicapai, namun adalah mungkin untuk mendapatkan penggunaan bermanfaat biojisim yang lebih besar daripada persamaan (C) diatas melalui pelaksanaan polisi dan teknologi.

1.2.3 Karbon neutral

Bahan api biojisim juga membebaskan CO₂ melalui pembakaran. Namun begitu, CO₂ akan diserap oleh tumbuhan semasa proses pertumbuhan.

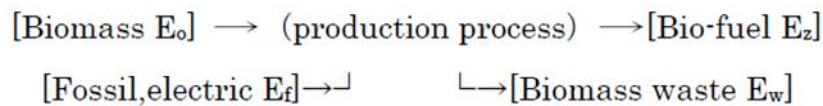
Ini boleh diungkapkan sebagai [Pembebasan CO₂] = [Pengikatan CO₂ melalui proses pertumbuhan]. Walaupun batu arang juga secara asalnya adalah daripada biojisim, namun kitaran karbonnya adalah dalam jangka masa yang panjang iaitu beberapa juta tahun. Oleh yang demikian, untuk pertimbangan jangka penghasilan kembali CO₂, kadar imuniti CO₂ haruslah dianggarkan.

CO₂ tidak boleh dihasilkan kembali sejeurus selepas pembakaran biojisim. Oleh yang demikian, adalah dianggarkan untuk hutan iklim sederhana (anggaran 25 tahun untuk pertumbuhan semula) memerlukan [kadar imuniti CO₂=1], sebagai standard. Untuk hutan subartik, masa pertumbuhan semula = 100 tahun, maka kadar imuniti menjadi [25/100=0.25]. Dalam pada masa yang sama, untuk batu arang jenis “brown”

(berasal 25 juta tahun dahulu), kadar imunitinya adalah hanya 1ppm. Maka boleh disimpulkan bahawa bahan api fosil tidak mempunyai kitar CO₂ yang efektif.

1.2.4 Pertanian Kebolehhkekalan

Untuk penghasilan bahan api daripada sumber biojisim, banyak tenaga input (E_f) daripada luar diperlukan untuk proses penghasilan. Tambahan pula, sebahagian daripada biojisim akan menjadi sisa biojisim (E_w) (Gambarajah. 1.2.3). Untuk sistem penghasilan tenaga, ($E_z - E_f - E_w$) seharusnya lebih tinggi daripada sifar. E_z : tenaga diperolehi daripada bahan api bio.



Gambarajah. 1.2.3. Imbangan tenaga biojisim untuk pendapatan dan perbelanjaan.

Jumlah hasil tenaga dalam sistem ini ialah $E_z/[E_o + E_f]$. Jika nilai yang dikira adalah lebih rendah daripada 0.5, biojisim itu hanya berfungsi sebagai bahan api sampingan. Akan tetapi, walaupun hanya dengan menggunakan sebahagian kecil biojisim, ia boleh menyumbang kepada sistem tenaga baru jika nisbah imbangan tenaga (produk/bahan api yang digunakan) adalah lebih daripada 1 seperti dalam kes pembakaran campuran batu arang dan biojisim. Apabila sisa biojisim boleh menggantikan bahan api fosil di dalam sistem, E_f boleh dikurangkan supaya nisbah imbangan tenaga menjadi lebih baik. Contoh sistem yang berjaya adalah seperti dalam industri gula tebu yang menggunakan hampas tebu sebagai bahan api alternatif. Sistem penghasilan biojisim dengan nisbah imbangan tenaga yang kecil tidak mempunyai kebolehhkekalan daripada segi neutral karbon. Di dalam bidang pertanian, bagi penghasilan ubi dan gandum, nisbah imbangan tenaga adalah 1.5~5 (pengiraan tenaga buruh diabaikan), manakala bagi penghasilan sayur-sayuran, nisbah adalah lebih rendah daripada 0.5 akibat kehilangan tenaga daripada penggunaan kereta api untuk tujuan pengedaran. Melihat kepada perkara ini, dapat disimpulkan bahawa sumber perhutanan adalah lebih baik daripada tanaman pertanian disebabkan tenaga yang diperlukan untuk penanaman adalah jauh lebih kecil.

(a) Pelaburan tenaga buruh. Penggunaan lebih ramai tenaga buruh akan dapat mengurangkan penggunaan tenaga elektrik dan/atau bahan api dan menyumbang kepada kenaikan nisbah imbalan tenaga ketara. Walaubagaimanapun, tenaga fosil dan tenaga buruh mempunyai hubungan yang berkadar. Unit tenaga untuk tenaga buruh dianggarkan sebagai 0.073 toe/tahun/seorang (asas biologi)~1 toe/tahun/seorang (kegunaan seumur hidup). Penghasilan berdasarkan tenaga buruh intensif seringkali memberikan penjimatan sistem tenaga yang palsu.

(b) Kitaran N,P,K. N(nitrogen), P (fosfor), dan K(kalium) adalah komponen utama dalam baja. Penghasilan yang mengeksploitasikan penggunaan komponen ini menyebabkan sistem kitaran semula diperlukan untuk mengekalkan N, P dan K di dalam tanah. Di dalam sistem janakuasa terma daripada kayu, adalah penting untuk mengembalikan semula abu untuk mengekalkan P dan K. Komponen N tidak boleh dikekalkan dalam abu, maka laluan bekalan alternatif N adalah penting untuk memulihkan sistem itu semula. Selain daripada itu, perhutanan tradisional tidak memerlukan sebarang baja memandangkan terdapatnya bekalan nitrat, N daripada hujan. Akan tetapi, tenaga daripada perhutanan pada masa hadapan memerlukan baja N atau imbalan N akan terganggu.

(c) Pemuliharaan biodiversiti. Biodiversiti akan terganggu apabila penghasilan biojisim ditingkatkan melalui keseragaman, ladang berskala besar dan proses yang intensif. Sebagai contoh, penanaman campuran seperti agroperhutanan diharapkan akan dapat mengekalkan pemuliharaan tanah.

Maklumat tambahan

Sano,H.in “Biomass Handbook”, Japan Institute of Energy Ed., Ohm-sha, 2002, pp.311-323. (In Japanese)

UN Energy “Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Maker”, 2007.

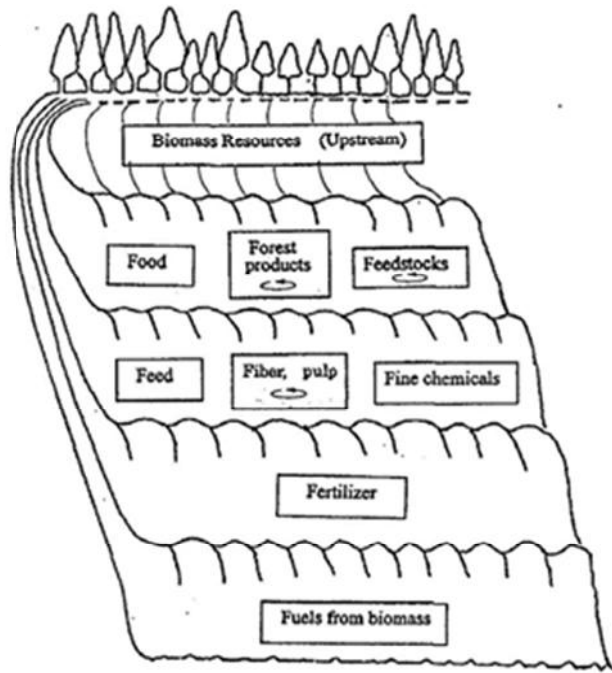
1.3 Bagaimana untuk Menggunakan Biojisim

1.3.1 Skop Umum

Untuk penggunaan biojisim, bahan mentah bio yang dipilih dari pelbagai jenis biojisim haruslah mengambil kira tujuan penggunaannya, permintaan dan ketersediaan. Selepas itu, barulah bahan mentah ini boleh ditukarkan kepada bahan baru atau tenaga.

Biojisim sebagai sumber bio seharusnya berasal daripada tumbuhan atau sisanya. Haiwan dan mikroorganisma dan juga bahan organik daripadanya adalah sama penting. Banyak spesies tumbuhan adalah berguna sebagai biojisim. Biojisim tanah adalah terdiri daripada biojisim herba berasal dari tanaman ladang utama dan juga biomass kayu dari hutan. Kebanyakannya adalah ditanam dan kemudiannya ditukar dan digunakan untuk tujuan tertentu. Biomass akuatik daripada laut, tasik dan sungai boleh juga ditanam seperti rumpai laut. Biojisim yang ditanam di ladang atau yang diperolehi daripada hutan untuk tujuan tertentu dipanggil sebagai biojisim asli, manakala bahan bio yang terbuang daripada penghasilan, penukaran dan proses penggunaan dinamakan sebagai sisa biojisim dan digunakan untuk tujuan lain. Sebagai contoh, hampas tebu yang merupakan sisa daripada pemprosesan tebu merupakan bahan api yang baik untuk pengekstrakan gula dan proses penyulingan etanol. Penggunaan sisa biojisim adalah juga penting untuk mengelakkan konflik diantara penggunaan biotenaga untuk makanan dan juga makanan ternakan. Hampas tebu juga dianggap sebagai salah satu bahan mentah utama untuk “generasi kedua bahan api bio”.

Pengangkutan dan simpanan biojisim adalah rumit disebabkan ia adalah terlalu besar dan mudah terurai. Oleh yang demikian, biojisim hanya boleh digunakan di kawasan ia dihasilkan. Berdasarkan sebab yang sama, biojisim sering digunakan sama ada di kawasan yang sama atau berdekatan dimana bekalan biojisim dan permintaan adalah seimbang. Namun begitu, apabila biojisim ditukarkan kepada bentuk mudah pengangkutan seperti pelet tepu atau bahan bakar cecair, ia boleh digunakan di kawasan yang lebih jauh.



Gambarajah. 1.3.1. Turutan penggunaan dan kitaran semula biojisim

Biojisim boleh digunakan sama ada sebagai bahan atau tenaga. Biojisim boleh digunakan sebagai makanan, makanan ternakan, gentian, bahan mentah, bahan perhutanan, baja dan bahan kimia. Penggunaan sebagai tenaga dalam bentuk bahan api bio berlaku pada peringkat terakhir dan biojisim akan terurai menjadi karbon dioksida atau metana dan dibebaskan ke udara. Kepelbagaian dalam penggunaan ini dipanggil sebagai “Kegunaan 8F”.

Biojisim boleh juga digunakan secara berperingkat seperti latta disebabkan kualitinya yang terdegradasi. Gambarajah 1.3.1. menunjukkan contoh penggunaan latta makanan kepada makanan ternakan dan kemudiannya menjadi baja.

Sisa makanan boleh dirawat menjadi makanan ternakan yang baik. Makanan ternakan akan bertukar kepada najis ternakan dan kemudiannya menjalani proses fermentasi untuk menghasilkan metana. Sisa kumbahan yang telah terurai ini boleh digunakan sebagai baja. Bahan hutan seperti kayu boleh digunakan sebagai papan gentian atau pulpa dan sebagai langkah terakhir, ia boleh ditukarkan kepada tenaga melalui pembakaran bahan api bio.

Kitaran semula telah dilakukan untuk kertas, gentian, sebahagian bahan mentah dan produk kayu seperti dipamerkan sebagai anak panah dalam Gambarajah 1.3.1.

Selagi biojisim digunakan sebagai bahan mentah, kandungan karbon boleh dikekalkan di dalam bahan dan tiada kesan pembebasan gas rumah hijau yang menyumbang kepada kesan pemanasan global yang berlaku pada waktu ini.

1.3.2 Penukaran dan Penggunaan

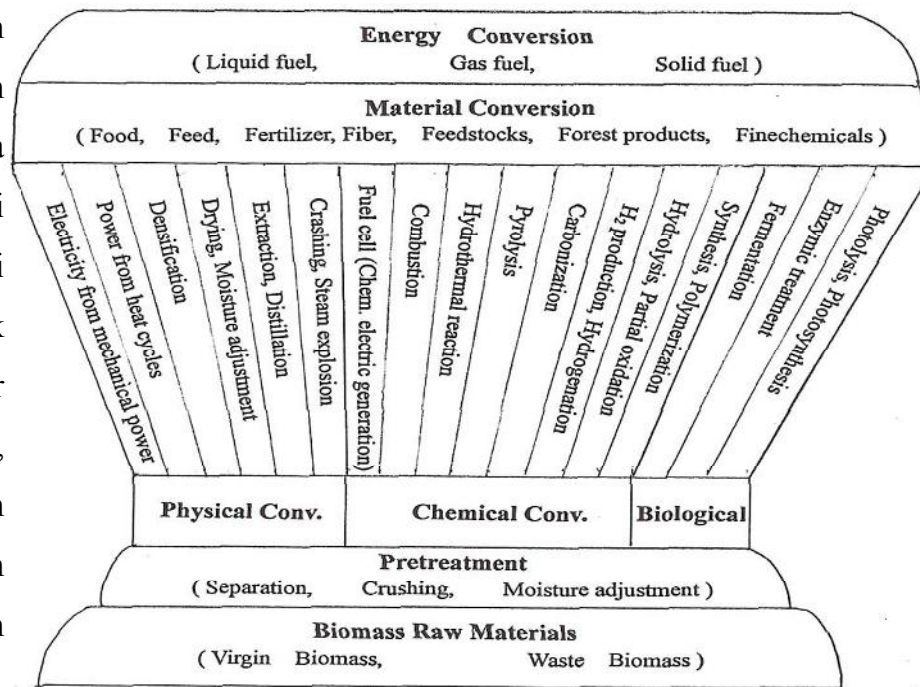
Terdapat pelbagai teknologi penukaran yang boleh digunakan untuk menukar kualiti biojisim bagi tujuan penggunaannya. Terdapat teknik fizikal, kimia dan biologi. Gambarajah 1.3.2 menunjukkan teknologi penukaran yang biasa digunakan.

Penukaran fizikal termasuklah kisanan, asahan dan letupan stim untuk menguraikan struktur biojisim bagi tujuan untuk meningkatkan luas permukaan supaya proses kimia, terma dan biologi boleh dipercepatkan. Ia juga meliputi pengasingan, pengekstrakan, penyulingan dan sebagainya bagi tujuan mendapatkan bahan berguna daripada biojisim selain daripada penepuan, pengeringan atau kawalan lembapan supaya biojisim itu lebih sesuai untuk tujuan pengangkutan dan simpanan. Teknologi penukaran fizikal sering digunakan untuk pra rawatan untuk mempercepatkan proses utama.

Penukaran kimia termasuklah hidrolisis, pengoksidaan separa, pembakaran, pengkarbonan, pirolisis, tindakbalas hidroterma untuk penguraian biojisim dan juga sintesis, pempolimeran, penghidrogenan untuk membina molekul baru atau pembentukan semula biojisim. Penghasilan elektron daripada proses pengoksidaan biojisim boleh digunakan untuk sel bahan api bagi menghasilkan elektrik.

Penukaran biologi umumnya terdiri daripada proses fermentasi seperti penapaian etanol, fermentasi metana, fermentasi aseton-butanol, fermentasi hidrogen, dan rawatan enzim yang memainkan peranan yang penting bagi tujuan penggunaan generasi kedua bioetanol. Aplikasi proses fotosintesis dan fotolisis akan menjadi lebih penting untuk memperbaiki sistem biojisim agar menjadi lebih baik.

Haba pembakaran biojisim ditukarkan kepada kuasa mekanikal melalui kitar haba seperti Kitar Otto (untuk enjin gasolin), Kitar Diesel (Enjin disel), kitar Rankine (Enjin stim), Kitar Brayton (turbin gas) dan lain-lain.



Gambarajah. 1.3.2 Pelbagai teknologi penukaran dan prarawatan.

Penjana elektrik seperti induksi elektromagnet boleh digunakan untuk menukarkan kuasa mekanikal kepada elektrik.

Teknologi prarawatan seperti pemisahan, pengestrakan, kisan, asahan, kawalan lembapan dan selainnya sering dijalankan sebelum proses penukaran utama. Gambarajah 1.3.2 menunjukkan contoh yang digelar sebagai kotak ajaib dimana biojisim ditempatkan di bawah dan ditukarkan melalui pelbagai teknik untuk menepati tujuan penggunaannya.

Penilaian terhadap proses-proses penukaran ini dilakukan berdasarkan kualiti produk, kecekapan tenaga, hasil dan ekonomi sistem.

Perancangan sistem penukaran dan penggunaan seharusnya mengambil kira aspek-aspek yang berikut: naik turun bekalan biojisim, cara dan kos pengangkutan dan simpanan, pengurusan organisasi dan peraturan seperti yang ditetapkan pihak berkuasa yang berkait dan juga daripada aspek ekonomi untuk keseluruhan sistem.

1.4 Faedah Daripada Penggunaan Biojisim

1.4.1. Skop Utama

Walaupun tenaga daripada biojisim secara umumnya adalah tidak kompetitif daripada segi kos jika dibandingkan dengan bahan api fosil berdasarkan teknologi pada masa ini disamping keadaan pasaran, namun penghasilan biojisim untuk bahan mentah dan tenaga boleh menyumbang kepada pelbagai faedah. Faedah-faedah ini adalah pelbagai namun antara yang ketara adalah termasuk mengimbangi pembebasan gas rumah hijau daripada pembakaran bahan api fosil, mengwujudkan peluang pekerjaan dan pendapatan melalui perkembangan industri baru dan penggunaan bahan mentah tempatan dan meningkatkan keselamatan tenaga dengan mengurangkan kebergantungan terhadap barang import. Akan tetapi, pemahaman terhadap nilai sebenar kesemua faedah yang disebut di atas masih belum dapat ditentukan jika dibandingkan dengan kos biojisim dan kos penghasilan biotenaga. Penilaian terhadap faedah-faedah ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kebolehsaingan keseluruhan untuk biojisim dan biotenaga, dan dapat memberikan implikasi yang jelas terhadap perkembangan biotenaga dan perumusan polisi yang berkenaan.

1.4.2 Pengurangan Minyak

Sumber hutan dan batu arang adalah banyak dan cukup untuk memenuhi permintaan tenaga sedunia. Namun begitu, akibat kreativiti manusia yang melebihi jangkauan, maka teknologi yang menghasilkan tenaga dengan lebih efisien berdasarkan batu arang dan kemudiannya minyak adalah diperlukan.

Simpanan minyak dunia adalah dianggarkan sebanyak 2000 bilion tong. Penggunaan seharian global adalah bersamaan dengan 71.7 juta tong. Adalah dianggarkan sebanyak 1000 bilion tong telah pun digunakan dan hanya tinggal 1000 bilion tong simpanan minyak terbukti di seluruh dunia (Asifa dan Muneer, 2007). Harga petrol dan bahan api yang lain akan meningkat dengan sangat ketara dan berpotensi untuk mengakibatkan kesan ekonomi yang buruk melainkan manusia

beralih kepada alternatif yang lain selain bahan api fosil. Peningkatan penggunaan biojisim akan melanjutkan jangka hayat bekalan minyak mentah yang semakin berkurangan. Sebagai contoh, Carpentieri *et al.* (2005) menunjukkan kepentingan faedah persekitaran daripada penggunaan biojisim berdasarkan pengurangan bekalan sumber asli. Akan tetapi, metodologi penilaian impak yang lebih baik harus dijalankan untuk membuktikan kelebihan penggunaan biojisim.

1.4.3 Pemanasan Global

Peningkatan kadar pembebasan gas rumah hijau seperti CO₂ menimbulkan ancaman terhadap cuaca dunia. Berdasarkan anggaran pada tahun 2000, lebih dari 20 juta tan metrik CO₂ dijangka akan dilepaskan ke atmosfera setiap tahun (Saxena *et al.*, in press). Jika trend ini berterusan, adalah dijangkakan bencana alam yang ekstrem seperti hujan lebat yang keterlaluan dan sebagai akibatnya banjir, kemarau atau ketidakseimbangan tempatan mungkin berlaku. Biojisim merupakan sumber neutral karbon dalam kitaran hidupnya dan merupakan penyumbang utama terhadap kesan rumah hijau. Biojisim merupakan sumber tenaga keempat terbesar di dunia selepas batu arang, petroleum, dan gas asli dan menyumbang kepada hampir 14% penggunaan tenaga primer dunia (Saxena *et al.*, in press). Biomass dianggap sebagai sumber tenaga yang penting diseluruh dunia.

Untuk mengurangkan pembebasan gas rumah hijau daripada penggunaan tenaga, beberapa polisi alternatif seperti cukai pembebasan dan permit pembebasan perdagangan telah pun dicadangkan. Polisi pengurangan seperti berikut akan membantu untuk meningkatkan kelebihan persaingan tenaga biojisim terhadap bahan api fosil memandangkan ia boleh mengambil alih pembebasan CO₂. Namun begitu, adalah sedia maklum bahawa penukaran biojisim kepada biotenaga memerlukan tambahan input tenaga, biasanya daripada bahan api fosil itu sendiri. Kitaran hidup imbalan tenaga biojisim haruslah positif jika dibandingkan dengan bahan api fosil lazim yang lain namun bergantung kepada jenis proses, permintaan kumulatif tenaga fosil kadangkala adalah hanya sedikit lebih rendah malah ada kalanya lebih tinggi daripada apa yang diperlukan oleh cecair bahan api fosil. Sistem biotenaga seharusnya

dibandingkan dengan sistem bahan api lazim berdasarkan asas kitaran hidup atau menggunakan LCA.

1.4.4 Peningkatan Taraf Kehidupan

Memandangkan bidang pertanian adalah sangat penting untuk ekonomi yang sedang membangun, adalah diharapkan kebolehlanjutan pertanian akan meningkatkan taraf kehidupan petani disamping pendapatan mereka. Pendidikan untuk umum adalah sangat penting memandangkan kadar celik membaca dan menulis di kawasan luar bandar untuk negara membangun adalah tidak tinggi. Memandangkan senario ini, maka adalah penting untuk membekalkan informasi yang tepat mengenai teknologi ini kepada para petani. Apa yang penting daripada segi penggunaan biojisim oleh para petani adalah jalan perhubungan yang efektif kepada tanaman biojisim atau ke tempat pengumpulan biojisim. Ini adalah kerana, walaupun para petani mempunyai atau menghasilkan bahan mentah daripada biojisim, ia adalah hanya sia-sia jika tiada jalan perhubungan yang efektif kepada tempat dimana ia dihasilkan.

1.4.5 Meningkatkan Pendapatan Petani

Terdapat 2 cara utama untuk membantu para petani (The Japan Institute of Energy, 2007). Salah satu cara adalah dengan membekalkan tenaga supaya para petani ini mendapat capaian kepada bahan api berguna. Di Thailand, proses biopemetanaan berskala kecil bagi menghasilkan gas masakan untuk para petani, supaya mereka tidak perlu membeli gas propana untuk tujuan memasak. Bantuan kepada para petani juga adalah efektif untuk pertanian kebolehlanjutan memandangkan ia mengurangkan penggunaan bahan api fosil. Bantuan yang lain adalah melalui wang tunai. Apabila para petani ini menanam bahan mentah untuk penghasilan etanol dan menjualnya pada harga yang lebih tinggi, mereka akan mendapat wang bagi mendapatkan elektrik. Oleh kerana mereka yang menggunakan etanol sebagai bahan api adalah lebih kaya jika dibandingkan kepada para petani, maka mekanisma ini boleh dianggap sebagai “pengagihan semula kekayaan”.

1.4.6 Keselamatan Tenaga

Ekonomi kesemua negara dan terutamanya negara maju adalah bergantung kepada bekalan tenaga yang terjamin. Keselamatan tenaga bermakna kebolehsediaan tenaga yang konsisten dalam pelbagai bentuk pada harga yang berpatutan. Keadaan ini haruslah boleh kekal untuk jangka masa panjang supaya ia boleh menyumbang kepada pembangunan mampan. Perhatian terhadap keselamatan tenaga adalah sangat kritikal memandangkan taburan sumber bahan api fosil yang tidak seimbang di kebanyakan negara buat masa ini. Bekalaan tenaga akan menjadi lebih rapuh pada masa yang terdekat ini akibat kebergantungan global terhadap minyak import. Biojisim adalah sumber domestik yang tidak tertakluk kepada naik turun harga pasaran dunia atau ketidaktentuan bekalan bahan api import.

1.4.7 Matawang Asing

Terdapat peluang untuk negara membangun bagi mendapatkan matawang asing melalui pengeksportan biotenaga. Sebagai contoh untuk kes penghasilan ubi kayu di Thailand, penghasilan ubi kayu untuk tujuan makanan dan etanol adalah seimbang buat masa kini. Namun begitu, masa hadapan bagi penggunaan ubi kayu haruslah dipertimbangkan dengan teliti. Pada masa hadapan, jumlah penghasilan ubi kayu untuk etanol mungkin meningkat dan ini menimbulkan isu penggunaan biotenaga akan menghadapi konflik dengan penghasilan makanan. Ini bermakna permintaan dunia terhadap etanol berkemungkinan akan mengancam kestabilan bekalan makanan domestik

Maklumat Lanjut

- Asifa, M.; Muneer, T. Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1388-1413 (2007)
- Carpentieri, M.; Corti, A.; Lombardi, L. Life cycle assessment (LCA) of an integrated biomass gasification combined cycle (IBGCC) with CO₂ removal, *Energy Conservation and Management*, 46,1790-1808 (2005)
- Saxena, R.C.; Adhikaria, D.K.; Goyal, H.B. Biomass-based energy fuel through

biochemical routes: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (in press)

The Japan Institute of Energy. “Report on the Investigation and Technological Exchange Projects Concerning Sustainable Agriculture and Related Environmental Issues,” Entrusted by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan (Fiscal year of 2006) (2007)