

Bahagian 8. Contoh-contoh penmanfaatan biojisim

8.1 Biometanasi berskala kecil

8.1.1 Apakah biometana dan biometanasi?

Biometana (juga dikenali sebagai biogas) dihasilkan daripada bahan organik apabila mereka terurai. Komponen utama biometana adalah CH₄ (55%-70%) dan CO₂ (25%-40%). Biometana boleh digunakan untuk memasak, memanaskan, menjana elektrik dan lain lain lagi.

Biometanasi adalah proses menukarkan jasad organsik dalam sisa (pepejal atau cecair) kepada biometana dan najis-najis oleh tindakan mikrobial dalam ketiadaan udara, yang dikenali sebagai ‘pencernaan anarobik’.

8.1.3 Situasi biometana di China

Kuantiti tahunan sampah di China adalah lebih daripada 150 juta tan. Pengeluaran dan pembuangan dalam jumlah yang besar sisa hidup dan industri tanpa rawatan yang mencukupi menyebabkan pencemaran alam sekitar. Sebahagian daripada sampah ini dapat dikumpulkan dan biometana dapat dihasilkan dari pencerna anaerobik di mana baja tersebut terurai. Terutama di beberapa daerah luar bandar di mana pengangkutan dan tenaga elektrik adalah mahal, biometana adalah cara yang baik untuk memberikan tenaga untuk memasak, penerangan dan pemanas, dll

Sejak tahun 1950-an, kerajaan China menggalakkan biometanasi skala kecil menggunakan sisa haiwan dan pertanian sebagai bahan mentah. Jadual 8.1.1 menunjukkan perkembangan biometanasi luar bandar di China. Hingga 2006, sekitar 20 juta keluarga di kawasan luar bandar menggunakan biometana untuk memasak dan penerangan. Penggunaan tahunan adalah bersamaan 5 juta batu arang piawai . Subsidi sebanyak 2.5 bilion RMB dari kerajaan untuk pembangunan biometanasi berskala kecil. Ini bererti satu biometanasi skala kecil boleh mendapatkan subsidi 800-1200 RMB. Kerajaan negara China merancang untuk membina 30 juta pencerna biometana pada tahun 2010 dan 45 juta pencerna biometana pada tahun 2020.

Jadual 8.1.1 Tinjauan biometanasi kawasan luar bandar di China, 1991-2005

Tahun	Pencerna biometana (juta)	Output tahunan (billion m ³)
1991	4.75	1.11
1995	5.70	1.47
1999	7.63	2.25
2001	9.57	2.98
2002	11.10	3.70
2003	12.89	4.58
2004	15.41	5.57
2005	18.07	7.06

8.1.4 Proses biometanasi skala kecil

Proses biometanasi berskala kecil itu termasuklah mengumpulkan bahan suapan, pra-rawat, fermentasi, rawat dan penulenan, simpanan dan pengangkutan, di mana pencerna fermentasi adalah peralatan utama. Pencerna ini mestilah kedap udara dan tahan untuk memastikan mereka berada dalam keadaan anarobik. Suhu dalam pencerna harus dikekalkan pada 20-40°C. Harus terdapat najis yang cukup dalam pencerna. Kandungan air yang sesuai (sekitar 80%) dan pH (7-8.5) adalah perlu.

Batch fermentasi dan fermentasi semi-berterusan adalah teknologi yang biasa untuk biometanasi skala kecil. Dalam teknologi fermentasi batch, semua bahan suapan akan ditambah dahulu. Kadar biometanasi adalah cepat pada awal dan kemudiannya menurun. Teknologi ini adalah mudah bagi pengurusan, tetapi kadar biometanasi adalah berbeza. Dalam teknologi fermentasi semi-berterusan, 1/4 - 1/2 bahan suapan ditambah pada mulanya. Ketika generasi biometanasi berkurangan, bahan suapan lebih ditambah untuk mengekalkan biometanasi.

8.1.5 Bekalan tenaga biometanasi berskala kecil

Biasanya, kadar generasi pencerna biometana adalah 0.2-0.25 m³/(m³.d). Oleh itu, output tahunan pencerna 10 m³ adalah sekitar 600 m³ biometana. Biasanya, nilai haba 1 m³ biometanol adalah setara dengan 3.3 kg arang batu mentah. Seperti yang disebutkan di atas, pengambilan tahunan biometana mencapai 5 juta setara dengan arang batu di China. Jelas bahawa biometana memainkan peranan penting dalam penyediaan tenaga luar bandar.

Informasi lanjut

<http://www.cogeneration.net/BioMethanation.htm>

Wang Haibo, Yang Zhanjiang, Geng Yeqiang. Analysis on the influence factors of rural household biogas production in China. *Renewable Energy Resources*, Vol. 25 No.5 Oct. 2007: 106-109

<http://www.biogas.cn/>

Gao Yunchao, Kuang Zheshi, etc. Development progress and current situation analysis of the rural household biogas in China, *Guangdong Agricultural Sciences*, 2006. 1: 22-27
Huang Fenglian, Zheng Xiaohong, etc. Actions and modes of household biogas for new rural area construction in China. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2007. 8: 114-116

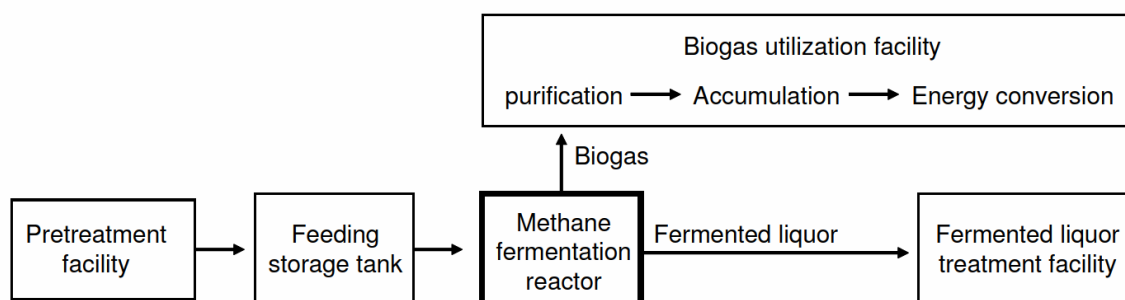
8.2 Biometanasi berskala besar

8.2.1 Pengenalan tentang biometanasi berskala besar

Pencernaan anaerobik telah lama digunakan secara praktikal. Industri ini telah bermula sejak tahun 1900. Sejak itu, sistem pencernaan anaerob telah terus dipertingkatkan dan diperbesarkan untuk merawat pelbagai jenis sisa biojisim seperti sisa industri makanan, sampah, sisa ternakan, najis dan sisa kumbahan dan lain-lain lagi.

8.2.2 Sistem pencernaan anarobik berskala besar

Sistem pencernaan anarobik tipikal dalam skala yang besar digambarkan pada rajah 8.2.1. Fungsi setiap process unit diterangkan di bawah.



Rajah 8.2.1 Sistem pencernaan anarobik tipikal berskala besar

(a) Proses pra-rawat

Untuk mencapai pencernaan anarobik yang efektif, pra-rawat seperti pembuangan bahan asing yang tidak sesuai untuk pencernaan anarobik, penghancuran, pencairan dengan air, pemekatan dengan/atau asid atau alkali. . Beberapa sisa biojisim seperti sampah, yang merupakan campuran bahan organik dan pelbagai bahan bukan organik, dan, oleh yang demikian komponen dan sifatnya tidak selalu konsisten, perlu diasingkan dengan menggunakan kaedah mekanikal dan/atau pengasingan menggunakan magnet untuk membuang bahan-bahan yang tidak boleh dicerna seperti logam dan plastik. Sisa biojisim yang diasingkan dihancurkan dan ditambah dengan air untuk pencairan untuk dijadikan sluri untuk proses seterusnya.

(b) Tangki storej sluri

Sluri yang disediakan disimpan sementara di tangki storej sluri untuk pengelasan naik turun harian kualiti dan kuantiti . Jika suhu sekitar adalah sesuai, aktiviti mikrob asidogen dalam tangki simpanan dapat ditingkatkan. Jika hal ini berlaku, akumulasi asid organik dalam sluri boleh menyebabkan penurunan pH ke aras rendah sekitar 4. Tangki simpanan sluri harus dibina untuk menahan kakisan akibat daripada keadaan pH rendah.

(c) Fermentasi metana (pencerna anarobik)

Terdapat tiga besar kumpulan mikrob fungsional yang aktif dalam fermentasi metana. Ketiga-tiga fungsi ini yang berlaku secara berturut-turut adalah; hidrolisis, asidogenesis dan metanogenesis. Produk akhir dari reaksi adalah metana dan karbon dioksida. Reaksi hidrolisis sering menjadi pengehad pada proses laluan pencernaan anarobik untuk biojisim yang tidak sedia untuk terbiodegrasi dan biojisim yang tegar seperti sisa kumbahan dan biojisim berlignin, manakala metanogenesis menjadi pengehad pada proses laluan pencernaan anarobik untuk biojisim yang terbiodegrasi seperti sambah dan sisa air berkanji. Untuk membina sistem pencernaan anaerobik yang cekap, adalah penting untuk mempertimbangkan laluan pengehad kadar dan untuk memilih desain reaktor yang paling sesuai untuk sifat sisa biojisim. Sebagai contoh, kadar keseluruhan pencernaan anaerob pada sisa biojisim terbiodegrasikan sangat bergantung pada methanogen aktif dalam reaktor, oleh itu reaktor harus direka untuk memaksimumkan kepadatan atau jisim methanogen dalam sistem.

(d) Rawatan air sisa fermentasi

Air sisa fermentasi yang dibuang daripada pencerna anaerobik biasanya mengandungi kepekatan bahan organik, sebatian nitrogen dan sebatian fosforus yang tinggi. Air sisa fermentasi perlu dirawat untuk mengurangkan kepekatan polutan ini demi memenuhi standard untuk pembuangan akhir sisa ini kepada penerima air atau sistem saluran pembuangan. Sistem rawatan air sisa yang paling tipikal adalah proses sluj diaktifkan dengan rawatan tetier.

(e) Penmanfaatan biogas

Oleh kerana sebahagian besar daripada sisa biojisim mengandungi protein (sumber nitrogen dan sulfur) dan garam sulfat, biogas mengandungi kepekatan hidrogen sulfida dan ammonia tertentu. Biogas yang dihasilkan dari sisa kumbahan, yang biasanya mengandungi sejumlah besar silikon, mungkin juga mengandungi siloxanes. Oleh kerana kotoran ini mungkin boleh menyebabkan kerosakan pada kemudahan penmanfaatan biogas seperti enjin gas, boiler gas, turbin gas dan sel fuel, dan/atau menyebabkan pencemaran udara sekunder, proses pemanfaatan biogas unit sering dilengkapi dengan peranti desulfurisasi dan/atau pembuang siloxane sebelum memasuki tangki penyimpan gas.

8.2.3 Contoh sistem pencernaan anaerobik skala besar

(a) Enap cemar kumbahan

Enap cemar kumbahan adalah sisa biojisim yang dibuang dalam jumlah besar dari pusat pemrosesan sisa kumbahan. Untuk masa yang lama, pencernaan anaerob telah menjadi salah satu rawatan pada enap cemar kumbahan untuk menstabilkan enapan dan mengurangkan isipadunya. Design reaktor yang biasanya digunakan pada pencernaan enap cemar kumbahan adalah design reaktor tercampur (Rajah 8.2.2). Sebuah pencerna anaerobik kontemporari untuk enap cemar kumbahan adalah sebesar 10.000 m³ pada isipadu. Parameter design tipikal termasuklah suhu operasi ambien (ca. 20 degC) julat mesofilik (ca. 35 degC) , dan masa retensi relatif dari 20 hingga 30 hari.

(b) Sisa air organik industri

Sisa air industri mengandungi bahan organik terbiodegrasi, namun sedikit pepjalt, seperti pembuangan sisa air dari pusat pembuatan arak, UASB (up-flow, selimut slaj anaerob) desain reaktor, yang dimajukan di Belanda, biasanya dipilih. Design Reaktor UASB mengekalkan kepadatan mikroorganisme anaerobik yang tinggi dalam bentuk teragregasi sendiri mikrob "granul" yang membolehkan kadar tinggi pencernaan anaerobik dicapai.

(c) Sisa organik dari industri makanan

Design pencerna anaerobik yang membolehkan kadar tinggi pencernaan anaerob pada biojisim terbiodegrasi yang mengandungi kepekatan pepejal yang tinggi sedang dibangunkan, dan beberapa telah pun beroperasi baru-baru ini. Contoh design baru adalah design DAPR (down-flow anaerobic packed-bed reactor). Banyak pusat pencernaan anaerobik berkadar tinggi untuk sisa makanan dan sisa penyulingan, menggunakan design DAPR, telah dilaksanakan di Jepun. Loji yang terbesar adalah berkapasiti 400 tan/hari. (Rajah 8.2.3)



Rajah 8.2.2 Contoh pencerna anarobik enap cemar kumbahan berskala besar



Rajah 8.2.3 Contoh loji biometanasi sisa makanan berskala besar

Informasi lanjut

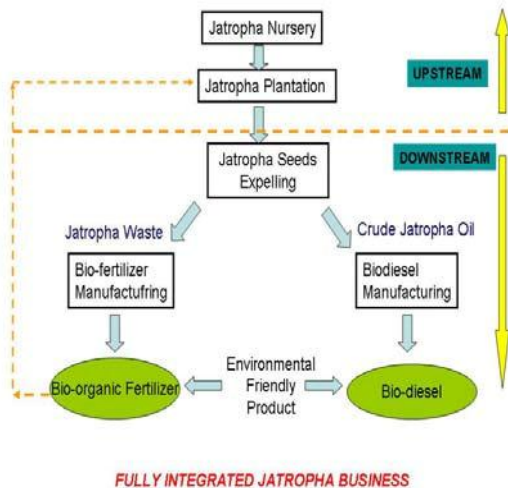
R.E.Speece: *Anaerobic Biotechnology*, Archae Press, pp.127, Tennessee (1996)

Japan Sewage Works Association: *Sewage Facilities planning, policy and explanation* (second part) 2001, pp.384, Japan (2001)

J.B.Lier: *Current Trends in Anaerobic Digestion; Diversifying from waste(water) treatment to re-source oriented conversion techniques*, 11th IWA World Congress on Anaerobic Digestion, 23-27 September 2007, Brisbane, Australia (2007)

Hisatomo Fukui and Motonobu Okabe: *Distilled spirit processing waste recycling plant using thermophilic dawn-flow packed-bed reactor, Gas fuel manufacture from biomass and its energy utilization*, NTS, pp.265-275, Japan (2007)

8.3 Ladang Jatropha



Rajah 8.3.1 Perusahaan bersepadu jatropha



Rajah 8.3.2 Ladang Jatropha

Perniagaan bersepadu jatropha terdiri daripada aktiviti ‘upstream’ dan ‘downstream’. Kegiatan ‘upstream’ meliputi penyemaian jatropha dan perkebunan jatropha. Aktiviti ‘downstream’ meliputi proses-proses mengeluarkan biji di mana minyak jatropha mentah dihasilkan boleh digunakan untuk pembuatan biodiesel, manakala sisa jatropha (iaitu biji, tempurung biji, gliserin) boleh digunakan untuk menghasilkan bio-baja dan aplikasi lain. Kedua-dua aktiviti ini adalah produk baik untuk alam sekitar.

8.3.1 Penanaman Jatropha

Penanaman jatropha adalah tidak rumit (Rajah 8.3.2). Jatropha dapat tumbuh subur di mana saja, bahkan di tanah berkelembak, berpasir dan bergaram. Ia boleh berkembang pada tanah berbatu dan tumbuh di celah-celah batu tanpa bersaing dengan tanaman makanan, sehingga mengisi sebuah ceruk ekologi. Percambahan lengkap dapat dicapai dalam masa 9 hari.

Menambahkan najis semasa percambahan mempunyai kesan negatif selama fasa itu, tetapi menguntungkan jika dilaksanakan selepas percambahan lengkap. Namun, biasanya ia berganda dengan pencantasan, kerana ini memberikan hasil yang lebih cepat daripada gandaan oleh biji. Bunga hanya berkembang sekali, sehingga ramifikasi yang baik (tanaman yang memberikan banyak cabang) menghasilkan jumlah buah-buahan yang banyak. Faktor lain produktiviti adalah nisbah antara bunga betina dan jantan dalam jambak bunga (biasanya sekitar 1 betina kepada 10 bunga jantan – lebih bunga betina bererti lebih banyak buah).

Jatropha dapat tumbuh pada kadar hujan tahunan 300 - 2380 mm, dengan kadar hujan optimum 625 mm / tahun. Waktu terbaik untuk memulakan tanaman adalah pada musim kering atau sebelum musim hujan, dengan suhu purata tahunan adalah 20 - 28°C.

8.3.2 Kaedah pembiakan

Ada dua kaedah pembiakan, iaitu generatif (pembenihan) dan pembiakan vegetatif (pemotongan). Untuk hal monoculer, lebar penanaman memuaskan adalah 2 x 2, 2,5 x 2,5 dan 3 mx 3 m. Hal ini setara dengan kepadatan tanaman 2,500, 1,600 dan 1.111 / ha. Namun, tanaman dibiak dengan memotong menunjukkan jangka hayat yang lebih rendah dan memiliki kemarau lebih rendah dan ketahanan terhadap penyakit rendah berbanding tanaman dibiak dengan biji. Hanya selama dua tahun pertama ia perlu disiram pada hari-hari akhir musim kering. Membajak dan penanaman tidak



Rajah 8.3.3 Buah Jatropha dan biji

diperlukan selalu, kerana ia mempunyai jangka hayat sekitar empat puluh tahun. Penggunaan racun perosak dan zat-zat pencemaran lain tidak diperlukan, kerana sifat racun perosak dan racun tanaman.

1 ha tanaman jatropha biasanya akan memberikan hasil 2,250 kg biji (Rajah 8.3.3 Buah Jatropha & biji) dan 750 kg minyak, maka nisbah benih kepada minyak adalah 3: 1. Minyak biji boleh dihasilkan secara hidrolik menggunakan kaedah tekan atau kimia,

bagaimanapun, ekstraksi kimia tidak dapat dicapai secara skala kecil.

8.3.3 Biodiesel Jatropha

Pengesteran- Transesterfikasi, juga dikenali sebagai proses 'estrans' (rajah 8.3.4) telah dimajukan dan dipatentkan oleh Prof. R. Sudradjat (2003). Terdapat 2 peringkat dalam proses ini:



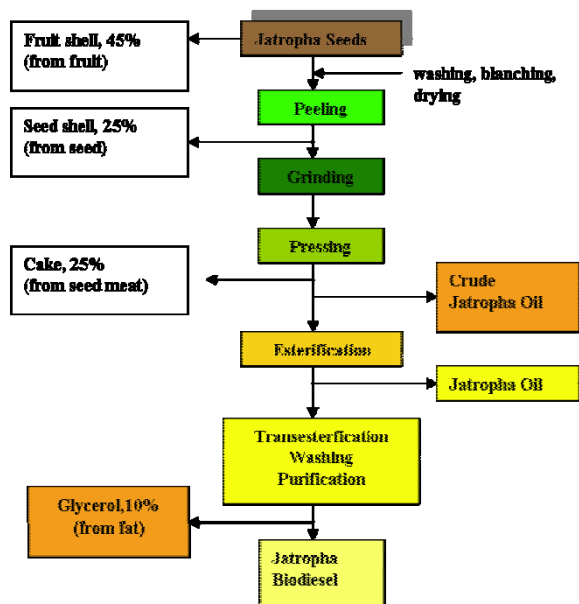
Rajah 8.3.4 Tiga gred kualiti estran

1. Dalam proses pengesteran, asid lemak bebas (sebab utama keasidan biodiesel) ditukarkan kepada biodiesel (metil ester)
2. Triglyceride dan asid lemak yang masih terikat dengan triglyceride dalam minyak ditukarkan kepada metil ester melalui transesterifikasi. Dengan proses ini, menukarkan minyak kepada biodiesel (tanpa gliserol) 99.75% boleh didapati.

Kelebihan lain proses ini adalah penggunaan reaktan metanol/etanol dapat dikurangkan menjadi <20% dan mangkin HCl dapat diganti dengan mangkin pepejal daripada bahan semulajadi (FKS) yang jauh lebih murah dan boleh dikitar semula.

Dari kitaran pengeluaran, tiga kelas kualiti (Gambar 8.3.4) estrans boleh diperolehi: 1) Crude Jatropha Oil (CJO) - sebagai pengganti minyak tanah atau sisa yang boleh digunakan untuk pembakaran langsung; 2) Jatropha Oil (JO) - sebagai pengganti minyak diesel (ADO) untuk enjin yang memiliki rpm rendah (seperti generator mudah alih, traktor/buldozer, dll); 3) Biodiesel sebagai bahan bakar (otomotif).

Rajah 8.3.5 menunjukkan diagram proses tipikal untuk pengeluaran biodiesel jatropha dari biji. Ia melibatkan



Rajah 8.3.5 Diagram proses biodiesel Jatropha

pencucian, pemucatan dan pengeringan benih sebelum diteruskan ke proses mengelupas. Isi biji yang dihasilkan digiling dengan mesin penggiling, serbuk yang digiling ditekan oleh mesin pres hidraulik (manual atau elektrik). Minyak jatropha mentah (CJO) kemudian boleh diekstrak dan redisu biji kek boleh dimanfaatkan untuk makan ternak, biopestisida, dll

Produksi Jatropha Oil (JO) dilakukan dengan menggunakan reaktor estrans di mana JO dipanaskan pada suhu di antara 50 -60°C. Metanol sebagai

pelarut (5%) digunakan dan mangkin HCl (10% v/v) diletakkan dan kemudian

dicampur. Proses pengesteran akan memakan masa selama 2 jam pada suhu 50°C. Campuran ini akan terus ke pemisah gliserol dimana proses penuaan akan memakan masa 4 jam. Gliserol (pes putih) akan tinggal di bahagian bawah manakala bahagian atas JO boleh diekstrak dan disuap kepada pemisah air dan neutralisasi. Dalam pemisah air, JO dibilas dua kali dengan menggunakan air ternyahmineral, maka neutralisasi dilakukan dengan menggunakan 0.01% NaHCO₃ dan akhirnya nyammineral menggunakan air dilakukan sekali lagi. Produk akhir akan dipam keluar ke tangki simpanan.

Penghasilan biodiesel: JO dimasukkan ke dalam reaktor estran dengan suhu 50-60°C. Campuran metanol (10% v/v) dan mangkin KOH (0.5% v/v) dimasukkan ke dalam reaktor. Kacau dengan sebatu semasa proses pengtransesteran selama 0.5 - 1 jam dan kekalkan suhu sekitar 50°C. Pisahkan biodiesel dari gliserol dengan prosedur yang sama seperti membuat JO. Prosedur yang sama untuk mencuci dan proses netralisasi, tapi kali ini menggunakan 0.01% CH₃COOH menggantikan NaHCO₃. Akhirnya, produk akhir dari biodiesel jatropha sedia untuk digunakan sebagai pengganti minyak diesel (ADO). Ciri-ciri biodiesel jatropha ditunjukkan di jadual di bawah ini.

Jadual 8.3.1 Ciri-ciri perbandingan minyak jatropha, biodiesel CPO dan minyak diesel

Parameter	Jatropha Oil	Biodiesel CPO	Diesel Oil (ADO)
Density (g/cm ³)	0.92	0.87	0.841
Viscosity (cSt)	52	-	6 – 11.75
Cetane number	51	64	51
Flash point (°C)	240	182	50
Sulfur (ppm)	0.13	0.0068	1.2
Iodin number (mg iodine/g)	105.2 ± 0.7	-	-
Acid number (mg KOH/g)	3.5 ± 0.1	0.5	-
Calorific value (kcal/kg)	9,720	8,783	10,200

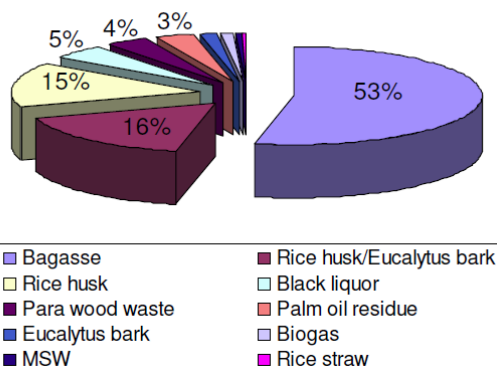
8.4 Penjanaan kuasa daripada sekam padi

8.4.1 Promosi penghasilan tenaga di Thailand

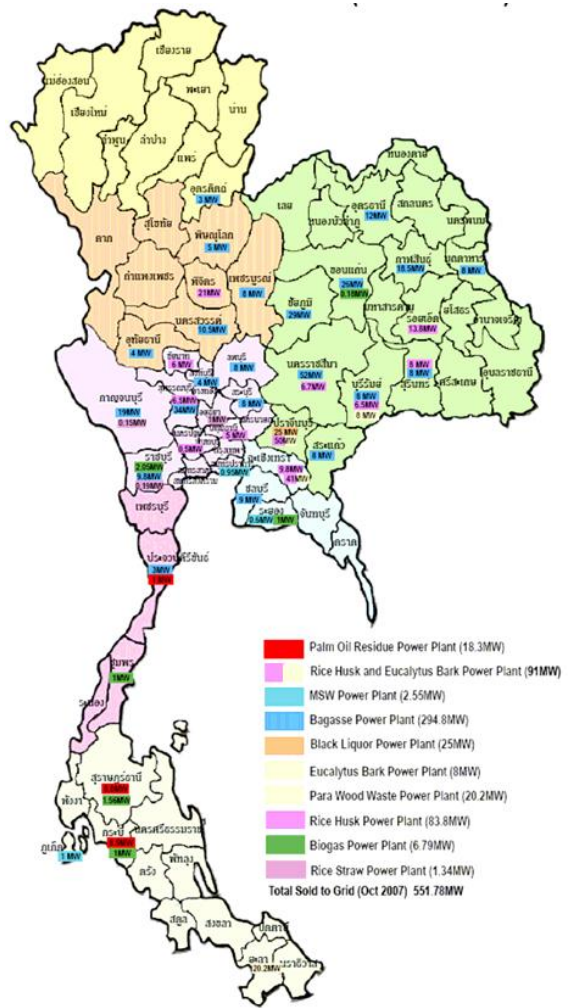
Pada tahun 2007, Jabatan Tenaga (Thailand) telah mempromosikan SPP (Small Power Producer: 10-90 MW) dan VSPP (Very Small Power Producer: <10 MW), khususnya yang menggunakan biojisim, dengan grid pembelian kembali elektrik berharga tinggi dan prosedur mudah untuk mendapatkan permit lesen untuk mengatasi situasi tenaga. Pada Oktober 2007, terdapat lebih dari 77 SPP dan VSPP dengan kapasiti yang dipasang lebih dari 1,100 MW, separuh daripadanya dijual kembali ke grid.

8.4.2 Pusat janakuasa biojisim di Thailand

Seperti yang ditunjukkan dalam rajah 8.4.1, pusat janakuasa Biojisim berada di



Rajah 8.4.2 Pusat janakuasa biojisim mengikut jenis suapan



Rajah 8.4.1 Taburan pusat janakuasa biojisim di Thailand

seluruh negara, terutamanya di bahagian tengah dan timur laut. Dari segi penjualan semula elektrik kepada grid, lebih daripada

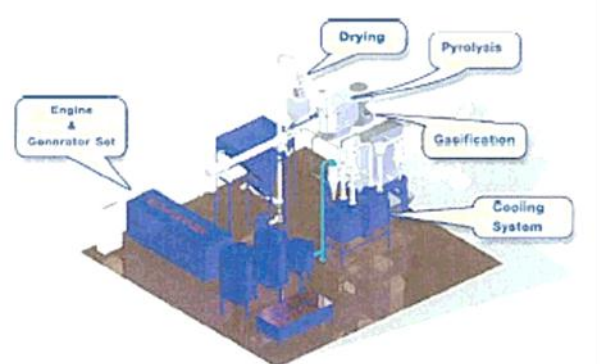
separuh pusat janakuasa menggunakan hampas tebu sebagai suapan, diikuti oleh sekam padi 31%, seperti yang ditunjukkan pada rajah. 8.4.2.

8.4.3 Teknologi gasifikasi untuk sekam padi

Walaupun terdapat banyak pusat janakuasa biojisim, kebanyakan masih beroperasi pada kecekapan rendah menggunakan pembakaran konvensional untuk menghasilkan stim untuk penjanaan elektrik. Oleh itu, proses penukaran termo-mekanikal seperti teknologi gasifikasi dapat membantu menyelesaikan masalah ini. Sekam padi merupakan bahan suapan yang menarik untuk penjanaan kuasa biojisim kerana ketersediaannya yang banyak daripada kilang padi, saiznya yang kecil dan kelembapannya rendah. Baru-baru ini, Jabatan Tenaga telah membiayai sebuah projek untuk menunjukkan kebolehan membina sistem gasifikasi biojisim masyarakat (menggunakan sekam padi) untuk Kasetsart University dan Great Agro Co, Ltd. Projek ini bermula untuk memupuk falsafah Kecukupan Ekonomi oleh Raja Thailand. Sistem ini bukan hanya menghasilkan 80kW kuasa tetapi juga haba dan abu biojisim untuk baja, seperti yang ditunjukkan pada rajah. 8.4.3. Design sistem menggunakan tiga peringkat fluidized bed pirolisis dan gasifikasi, terdiri daripada 5 unit utama: pengeringan, pirolisis, gasifikasi, sistem penyejukan dan set enjin/generator, seperti yang ditunjukkan pada rajah. 8.4.4.

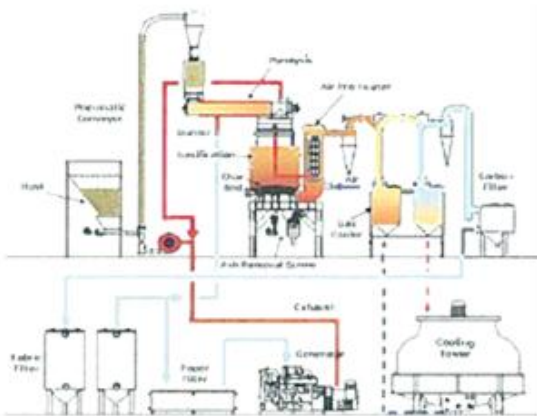


Rajah 8.4.3 Konsep sistem gasifikasi biojisim



Rajah 8.4.4 Unit sistem gasifikasi

Seperti yang ditunjukkan dalam rajah. 8.4.5 dan 8.4.6, sistem tersebut telah dipasang di Lamlukka Cooperative Rice Mill & Paddy Center Market Co, Ltd untuk demonstrasi dan ujian selama lebih dari 360 jam. Dengan kadar aliran $240 \text{ m}^3/\text{jam}$ (nilai pemanasan pada $4.5 \text{ MJ}/\text{m}^3$) dan penggunaan beras kulit $85 \text{ kg}/\text{jam}$, kecekapan sistem gasifikasi keseluruhan adalah 92%. Dengan kata lain, $1.25 \text{ kg}/\text{jam}$ penggunaan sekam padi menghasilkan 1 kW elektrik. Selanjutnya, sisa tar dari sistem adalah sekitar $22 \text{ mg}/\text{m}^3$. Pada analisis ekonomi, sistem 80kW memerlukan pelaburan modal $\sim 3.9\text{M}$ Baht dengan kos operasi ~ 1.79 Baht/unit. Anggarkan bahawa sistem menghasilkan elektrik pada $460,800$ unit/tahun, yang menggantikan kos elektrik 3 Baht/unit, keuntungan bersih dijangka menjadi 0.56M Baht/tahun dengan tempoh pulangan 7 tahun. Langkah selanjutnya adalah kolaborasi antara MTEC dan Great Agro Co, Ltd untuk meningkatkan skala sistem kepada 1MW kapasiti.



Rajah 8.4.5 Carta aliran sistem gasifikasi



Rajah 8.4.6 Ujian set lengkap

Informasi lanjut

S. Nivitchanyong, Alternative Energy Cluster, National Metal and Materials Technology Center: MTEC (siriluck@mtec.or.th)

8.5 Penghasilan Etanol

8.5.1 Apakah sumber yang baik untuk penghasilan etanol?

Di Thailand, sebahagian besar kilang ethanol komersial menggunakan molase sebagai bahan suapan, tetapi kemudahan baru untuk menggunakan ubi kayu meningkat dalam waktu terdekat. Namun, kedua-dua tanaman tenaga masih dianggap sebagai makanan, yang dapat mengganggu isu 'makanan lwn bahan bakar'. Akibatnya, lebih banyak orang mencari alternatif iaitu tanaman tenaga yang tidak boleh dimakan. Antara banyak yang lain, lignoselulosa dari pelbagai sisa pertanian telah menerima banyak perhatian, memulakan era kedua genarasi bioetanol lignoselulosa.

8.5.2 Bahan suapan biojisim lignoselulosa untuk ethanol di Thailand

Setiap tahun di Thailand, industri pertanian menghasilkan berjuta-juta tan pelbagai bahan suapan biojisim lignoselulosa dikenali sebagai residu pertanian, termasuk lah jerami padi, hampas tebu, serat jagung dan cip kayu. Tebu dan beras, yang tertumpu di wilayah-wilayah utara dan timur laut, adalah antara dua pengeluar pertanian nasional (dalam berat) terbesar seperti terlihat pada jadual di bawah ini.

Jadual 8.5.1 Antara empat penghasilan pertanian terbesar di Thailand

	Tebu	Beras	Ubi kayu	Jagung
Penghasilan (riba tan)	64,974	27,038	21,440	4,216
Kawasan dituai (ribu rai*)	7,009	63,709	6,608	6,810
Hasil per rai (kilograms)	9,270	424	3,244	619

Sumber: Pejabat Ekonomi Pertanian (2004) *6.25rai=1hektar

Secara umum, sisa tersebut tidak cekap untuk digunakan, ia juga sering menyebabkan masalah alam sekitar. Jerami padi dianggap sisa dan dibuang melalui pelbagai kaedah seperti pembakaran terbuka (seperti yang ditunjukkan pada rajah.

8.5.1 dan 8.5.2), pembuangan atau makanan haiwan. Kaedah yang lebih menarik untuk membuang jerami padi ini adalah melalui etanol selulosa.



Rajah 8.5.1 Pembakaran terbuka menyebabkan pencemaran udara



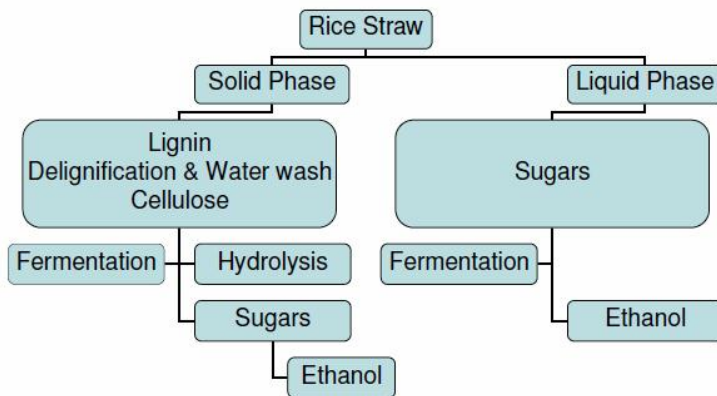
Rajah 8.5.1 Pembakaran juga menyebabkan pencemaran tanah

8.5.3 Pelopor kerja R&D untuk pemrosesan

Oleh kerana lignoselulosa terdiri terutamanya daripada selulosa, hemiselulosa dan lignin, prarawat tambahan untuk mendapatkan gula monomer sedia untuk proses fermentasi diperlukan. Proses tipikal memerlukan SHF (Seperate, Hydrolisis and Fermentation) yang kompleks yang melibatkan pra-rawat, fraksinasi, delignifikasi, hidrolisis dan fermentasi. Secara alternatif, pra-rawat dengan letupan stim yang sesuai menghasilkan hidrolisat, yang boleh dicerna dengan enzim dan ditapaikan di dalam reaktor tunggal melalui kaedah SSF (Simultaneous Saccharification and fermentation), seperti yang ditunjukkan pada rajah. 8.5.3, 8.5.4 dan 8.5.5, hanya melibatkan langkah pra-rawat dan hidrolisis/fermentasi. Tujuannya adalah untuk mencari SSF yang sesuai yang menggunakan enzim selulase yang boleh didapati secara komersial dan mikroorganisme yang boleh didapati di pasaran Thailand.

Letupan stim digunakan pada jerami padi Supunburi1 TM menunjukkan pemulihan karbohidrat yang baik dan konsentrasi etanol yang tinggi diperolehi dalam reaktor tunggal dengan suplementasi enzim dan yis yang minimum. 150 g daripada jerami padi kering dikukus dengan tekanan antara 10 hingga 25 Bar (dengan suhu yang

sesuai 185 dan 210°C masing-masing) selama 5 menit. Tekanan wap yang tinggi (atau suhu yang lebih tinggi) meningkatkan kebolehlarutan hemiselulosa. Namun, pengaruh kuat tekanan wap pada kebolehlarutan selulosa tidak dijumpai. Keadaan prarawat optimum menghasilkan pengeluaran dalam jumlah yang sangat kecil produk dekomposisi gula, yang membolehkan sebuah fermentasi gula menjadi etanol yang efektif. Kesimpulannya, keadaan stim prarawat yang sederhana pada 15 bar selama 5 menit mendapatkan hidrolisis tertinggi.



Rajah 8.5.3 Proses tipikal penghasilan etanol lignoselulosik

Rajah 8.5.4 Prototaip unit letupan stim



Rajah 8.5.5 Jerami padi yang diletupkan

Proses ini secara substansial mengurangi kerumitan secara keseluruhan biopenukaran jerami padi kepada etanol, sekaligus mengurangi kos modal pelaburan dan masa yang berkaitan dengan keperluan untuk proses pengasingan. Selain itu, secara signifikan ia menurunkan kesan persekitaran disebabkan kurang bahan kimia dan keadaan proses yang merbahaya. Ia juga memberikan alternatif kepada kecekapan tenaga yang lebih baik dalam pengurusan sisa pertanian.

Further information

C. Pomchaitaward et al, Feasibility Study of Ethanol Production from Lignocellulosic Materials via the Steam Explosion Pretreatment, MTEC in-house project report 2007 (chaiyapp@mtec.or.th)

S. Nivitchanyong, Alternative Energy Cluster, MTEC (siriluck@mtec.or.th)