
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU MENJADI BIOGAS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Sri Subekti

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNPAND
Jl.. Banjarsari Barat No 1, Semarang
e-mail: bek1_04@yahoo.com

Abstrak

Tahu merupakan makanan tradisional sebagian besar masyarakat di Indonesia, yang digemari hampir seluruh lapisan masyarakat. Selain mengandung gizi yang baik, pembuatan tahu juga relatif murah dan sederhana. Rasanya enak serta harganya terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada.

Mengingat industri tahu merupakan industri dengan skala kecil, maka membutuhkan instalasi pengolahan limbah yang alat-alatnya sederhana, biaya operasionalnya murah, memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan. Pengolahan limbah tahu harus dikelola dengan baik dan dipelihara secara rutin. Dari berbagai teknologi pengolahan limbah yang sudah ada, maka akan dilakukan kajian untuk mengetahui teknologi pengolahan limbah tahu yang efektif dan efisien beserta kelebihan dan kekurangannya, dan dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan. Indonesia memiliki potensi kekayaan alam yang sangat melimpah untuk menghasilkan sumber energi alternatif. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbaharukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan. Salah satu energi terbaharukan adalah biogas, biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya.

Kata kunci: *Tahu, Limbah Cair Tahu, Biogas, Bahan Bakar Alternatif*

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional sebagian besar masyarakat di Indonesia, yang digemari hampir seluruh lapisan masyarakat. Selain mengandung gizi yang baik, pembuatan tahu juga relatif murah dan sederhana. Rasanya enak serta harganya terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Usaha tahu di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. Kegiatan industri tahu di Indonesia didominasi oleh usaha-usaha skala kecil dengan modal yang terbatas. Dari segi lokasi, usaha ini juga sangat tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sumber daya manusia yang terlibat pada umumnya bertaraf pendidikan yang relatif rendah, serta belum banyak yang melakukan pengolahan limbah.

Kabupaten Grobogan merupakan salah satu sentra penghasil kedelai terbesar di Indonesia. Sentra produksi kedelai tersebar di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Toroh, Karang Rayung dan Gabus. Kesesuaian iklim dan kondisi lahan yang subur menjadikan budidaya kedelai sebagai bisnis yang prospektif. Hasil kedelai banyak diolah menjadi tempe, tahu atau jenis makanan lainnya yang berbahan dasar kedelai.

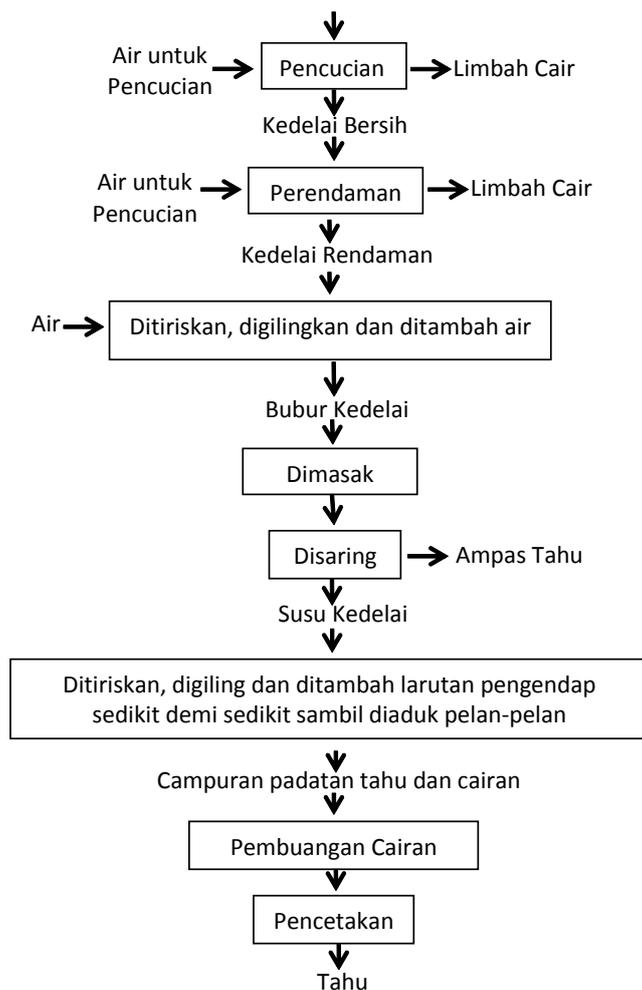
Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu

dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada.

Mengingat industri tahu merupakan industri dengan skala kecil, maka membutuhkan instalasi pengolahan limbah dengan perangkat sederhana, biaya operasional murah, dan memiliki nilai ekonomis serta ramah lingkungan. Pengolahan limbah tahu harus dikelola dengan baik dan dipelihara secara rutin. Berbagai teknologi pengolahan limbah yang sudah ada, maka akan dilakukan kajian untuk mengetahui teknologi pengolahan limbah tahu yang efektif dan efisien beserta kelebihan dan kekurangannya, dan dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan. Indonesia memiliki potensi kekayaan alam yang sangat melimpah untuk menghasilkan sumber energi alternatif. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbaharukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan.

Salah satu energi terbaharukan yang sedang dikembangkan adalah biogas. Keberadaan biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya. Energi biogas dapat diperoleh dari limbah rumah tangga; kotoran cair dari peternakan ayam, sapi, babi; sampah organik dari pasar; industri makanan dan sebagainya. Selain potensi yang besar, pemanfaatan energi biogas dengan digester biogas memiliki keuntungan, yaitu mengurangi efek rumah kaca, mengurangi bau tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan panas dan daya (mekanisme atau energi listrik), serta hasil samping berupa pupuk cair dan padat. Pemanfaatan limbah dengan cara ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk organik.

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada tahun 2006 dapat diketahui proses produksi tahu secara rinci dapat dilihat pada diagram alir proses produksi tahu dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir proses Produksi tahu

METODOLOGI

Tahap persiapan survey berupa pengkajian data/ informasi dan literatur yang telah ada, serta berkaitan dengan kondisi eksisting sanitasi. Kegiatan survey, baik survey primer maupun sekunder, sesuai dengan kebutuhan data yang telah disusun pada tahap pendahuluan. Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, data yang diperoleh dikompilasi dan ditabulasikan agar mudah jika digunakan dalam proses selanjutnya yaitu proses analisis data. Analisis yang dilakukan adalah analisis perencanaan pengolahan limbah tahu, meliputi identifikasi proses produksi tahu, identifikasi hasil limbah tahu, identifikasi dampak limbah tahu, identifikasi upaya pengelolaan limbah padat dan cair, kajian teknis pengolahan limbah tahu, serta analisis SWOT pengolahan limbah tahu. Hasil dari proses analisis tersebut berupa alternatif teknik pengolahan limbah tahu di Kabupaten Grobogan.

Dari beberapa alternatif teknik pengolahan limbah tahu disimpulkan alternatif yang paling sesuai dengan karakteristik industri tahu di lokasi perencanaan, sehingga limbah industri tahu yang dihasilkan dapat diolah menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif. Tahap akhir dari pekerjaan ini adalah tersusunnya rekomendasi berkaitan dengan pengelolaan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam analisis potensi dan permasalahan pengolahan limbah tahu Analisis SWOT adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*Strengths*) dan peluang (*Opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) dan ancaman (*Threats*). Kedua faktor yaitu internal dan eksternal harus dipertimbangkan dalam analisis SWOT. Pengkajian analisis SWOT Pengolahan Limbah Tahu di Kabupaten Grobogan dapat ditampilkan pada tabel berikut ini.

Sebagian besar industri tahu di Kabupaten Grobogan merupakan industri kecil (*home industry*), yang notabene adalah masyarakat pedesaan dengan tingkat pendidikan yang relatif rendah, sehingga belum memikirkan adanya sistem pengolahan maka operasional pengolahan air limbah menjadi salah satu pertimbangan yang cukup penting. Untuk pengolahan air limbah industri tahu biasanya dipilih sistem dengan operasional pengolahan yang mudah dan praktis serta biaya pemeliharaan yang terjangkau.

Pemilihan sistem pengolahan air limbah didasarkan pada sifat dan karakter air limbah tahu itu sendiri. Sifat dan karakteristik air limbah sangat menentukan didalam pemilihan sistem pengolahan air limbah, terutama pada kualitas air limbah yang meliputi parameter-parameter pH, COD (*chemical oxygen demand*), BOD (*biological oxygen demand*), dan TSS (*total suspended solid*).

Melihat karakteristik air limbah tahu diatas maka salah satu alternatif yang cukup tepat untuk pengolahan air buangan adalah dengan proses biologis. Cara ini relatif sederhana dan tidak mempunyai efek samping yang serius.

Tabel 1
Analisis SWOT Pengolahan Limbah Tahu

| <i>Strength</i> | <i>Weakness</i> |
|---|--|
| 1. Makanan tradisional yang dapat diterima seluruh lapisan | 1. Efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya relatif tinggi. |
| 2. Makanan yang memiliki gizi tinggi (protein) | 2. Kegiatan pembuatan tahu masih didominasi oleh usaha skala kecil dengan modal yang terbatas maka cenderung kurang peduli dalam menyediakan instalasi pengolahan limbah tahu. |
| 3. Pembuatan tahu dengan biaya murah dan teknologi sederhana | 3. Sumber Daya Manusia dengan pendidikan rendah sehingga belum ada pengolahan limbah yang ideal |
| 4. Kabupaten Grobogan merupakan salah satu sentra penghasil kedelai terbesar di Indonesia | |

| <i>Opportunity</i> | <i>Threats</i> |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Limbah padat produksi tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat makanan dan bahan campuran pakan ternak. 2. Biogas dari limbah tahu memiliki kuantitas dan kualitas yang lebih baik dari pada Biogas dari kotoran ternak 3. Ketersediaan bahan bakar fosil yang mulai berkurang maka biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan 4. Air limbah tahu mempunyai kandungan metana (CH₄) > 50% sehingga sangat memungkinkan untuk bahan sumber energi biogas 5. Peluang penggunaan Biogas sebagai bahan bakar proses pembuatan tahu sehingga dapat mengurangi biaya operasional dalam pembelian bahan bakar, seperti: minyak tanah dan kayu bakar. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, serta kadar BOD dan COD yang tinggi 2. Limbah cair tahu menimbulkan dampak pemanasan global, pencemaran air dan polusi udara (bau). 3. Ancaman limbah cair tahu yang tidak dikendalikan menghasilkan gas metana mengakibatkan efek rumah kaca. |

Sumber: Penyusun, 2010

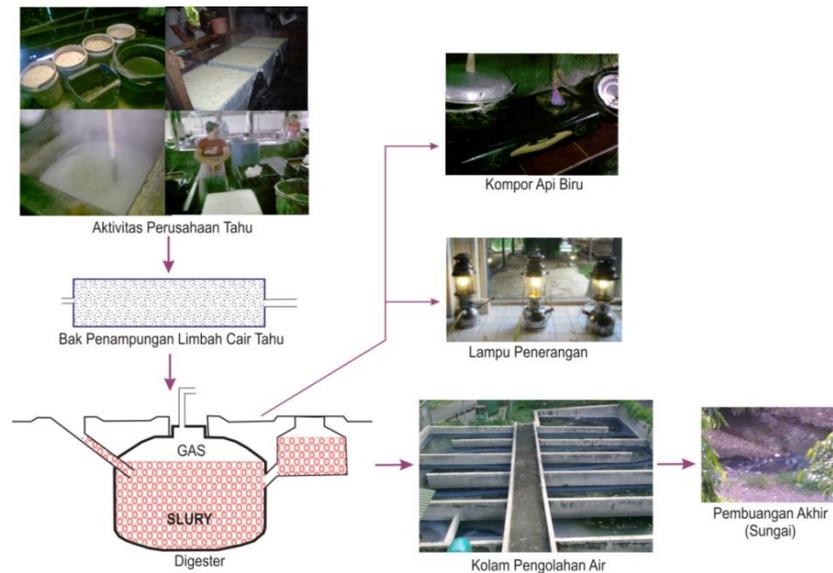
Berdasarkan analisis SWOT untuk mengetahui penanganan limbah yang memungkinkan dapat dilakukan di Kabupaten Grobogan sebagai berikut:

1. Biogas limbah tahu berfungsi sebagai produsen energi terbarukan memiliki manfaat untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil.
2. Pengoptimalan potensi industri tahu yang didukung dengan pemanfaatan biogas sebagai sumber energi yang terbarukan dapat digunakan untuk operasional produksi tahu.
3. Pemanfaatan gas metana yang berasal dari biogas sebagai energi yang dapat dimanfaatkan dalam mendukung keberlanjutan kehidupan industri tahu di Kabupaten Grobogan.
4. Meminimalkan dampak rumah kaca, pencemaran air dan bau dengan pembangunan instalasi pengolahan limbah (IPAL) maka eco-industry dapat diwujudkan.
5. Pembinaan pelaku usaha industri tahu untuk lebih memiliki kearifan lingkungan agar lebih mengelola limbah tahu menjadi bernilai ekonomis.

Proses penguraian oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik terjadi secara anaerob. Pada prinsipnya proses anaerob adalah proses biologi yang berlangsung pada kondisi tanpa oksigen oleh mikroorganisme tertentu yang mampu mengubah senyawa organik menjadi metana (biogas). Proses ini banyak dikembangkan untuk mengolah kotoran hewan dan manusia atau air limbah yang kandungan bahan organiknya tinggi. Sisa pengolahan bahan organik dalam bentuk padat digunakan untuk kompos. Berikut ini adalah proses pengolahan bahan organik menjadi biogas dengan proses anaerobik. Visualisasi sistem produksi dan pemanfaatan biogas dapat ditampilkan pada gambar berikut ini

Prinsip pembangkit biogas merupakan menciptakan alat yang kedap udara dengan bagian-bagian pokok terdiri atas pencerna (digester), lubang pemasukan bahan baku dan pengeluaran lumpur sisa hasil pencernaan (slurry), dan pipa penyaluran biogas yang terbentuk. Dalam sarana digester ini terdapat bakteri methan yang mengolah limbah cair tahu dan memakan bahan-bahan organik dan menghasilkan biogas. Gas yang terbentuk tersebut difasilitasi dengan adanya pipa yang didesain sedemikian rupa sehingga gas tersebut dapat dialirkan ke kompor yang terletak di dapur. Gas tersebut dapat digunakan untuk keperluan memasak dan lampu penerangan.

Secara umum, proses anaerob terdiri dari empat tahap yakni: hidrolisis, pembentukan asam, pembentukan asetat dan pembentukan metana. Proses anaerob dikendalikan oleh dua golongan mikroorganisme (hidrolitik dan metanogen). Bakteri hidrolitik terdapat dalam jumlah yang besar dalam kotoran unggas karena reproduksinya sangat cepat. Organisme ini memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa sederhana diuraikan oleh bakteri penghasil asam (acid-forming bacteria) menjadi asam lemak dengan berat molekul rendah seperti asam asetat dan asam butirat. Selanjutnya bakteri metanogenik mengubah asam-asam tersebut menjadi metana.



Gambar 2
Instalasi Sistem Produksi Dan Pemanfaatan Biogas

Dalam pengolahan limbah tahu di Kabupaten Grobogan rata-rata yang sudah memiliki perijinan menggunakan bak pengolahan sistem anaerob (kedap udara) yang dibuat dengan mudah, namun dalam kelanjutannya ada yang dimanfaatkan sebagai biogas, seperti: industri tahu Suyono, ada juga limbah cair tersebut hanya dibuang ke sungai, seperti: Industri tahu Holian, Industri tahu Bintang Timur dan Industri tahu Sidodadi. Pada prinsipnya industri tahu di Kabupaten Grobogan dapat memanfaatkan biogas, baik dengan biogas sistem biogas yaitu jenis terapung (floating) ataupun biogas jenis kubah tetap (fixed dome). Pada biogas tipe terapung, tumpukan bahan bio (digester) diletakkan drum terbalik dalam posisi terapung. Pada reaktor biogas jenis kubah tetap, digester diletakkan di dalam tanah dan di bagian atas dibuat ruangan dengan atap seperti kubah terbalik. Fungsi drum terbalik atau kubah terbalik ini untuk menampung gas metan yang dihasilkan, sehingga industri tahu tradisional yang belum memiliki perijinan, seperti: industri tahu tradisional yang tersebar di Kecamatan Toroh memiliki potensi untuk dikembangkan pengelolaan biogas secara komunal, mengingat dalam sehari satu industri tahu mampu mengolah 1,5 kuintal kedelai menjadi tahu sehingga produksi biogas yang dihasilkan + 2,25 m³.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat dirumuskan dari studi Pengolahan Limbah Cair Tahu menjadi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif adalah:

- 1) Kedelai menjadi salah satu komoditas unggulan di Kabupaten Grobogan, dengan sentra produksi kedelai yang tersebar di seluruh kecamatan.
- 2) Pelaku industri tahu di Kabupaten Grobogan cukup banyak, dengan skala usaha sebagian besar masih *home industry* (industri rumah tangga). Namun industri tahu yang memiliki izin usaha hanya 17 pelaku industri tahu.
- 3) Pelaku usaha industri tahu di Kabupaten Grobogan mayoritas menggunakan bahan baku kedelai impor dari Amerika dibandingkan pemanfaatan kedelai lokal Grobogan, hal ini disebabkan karena keberadaan kedelai lokal yang susah didapatkan di pasaran serta kualitas kedelai impor yang lebih baik dibandingkan dengan kedelai lokal. Kualitas bahan baku kedelai yang digunakan akan mempengaruhi kualitas produksi tahu yang dihasilkan.
- 4) Proses produksi tahu oleh pelaku industri tahu di Kabupaten Grobogan umumnya sama yaitu melalui tahapan perendaman kedelai, penggilingan kedelai, perebusan atau pemasakan kedelai, penyaringan ampas tahu, penggumpalan atau pemadatan cairan pati tahu, pencetakan dan pengepresan tahu.
- 5) Berdasarkan hasil survey dapat diketahui bahan-bahan yang dimanfaatkan industri tahu di Kabupaten Grobogan untuk menggumpalkan kedelai agar menjadi tahu, meliputi: batu tahu

- (sioko) atau CaSO_4 yaitu batu gips yang sudah dibakar dan ditumbuk halus menjadi tepung, asam cuka 90%, biang atau kecutan dan sari jeruk. Sebagian besar industri tahu di Kabupaten Grobogan menggunakan kecutan dari limbah itu sendiri yang sudah didiamkan selama satu malam. Hal tersebut selain memanfaatkan limbah, juga berfungsi ekonomis karena dapat menghemat karena tidak perlu membeli.
- 6) Proses pembuatan tahu akan menghasilkan limbah padat yang terjadi pada saat proses pembersihan/ pencucian kedelai dan proses penyaringan bubur kedelai, sedangkan limbah cair terjadi pada proses perendaman, pencucian kedelai, penyaringan dan pengepresan.
 - 7) Berdasarkan data Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kabupaten Grobogan, terdapat dua industri tahu yang sudah dilakukan pengujian baku mutu limbah cair produksi tahu pada tahun 2010 yaitu: industri tahu Bintang Timur dan industri tahu Bpk. Suyono. Hasil uji terhadap limbah cair tahu tersebut masih berada pada batas layak sesuai standar baku mutu limbah yang ditetapkan dalam Perda Provinsi Jawa Tengah tentang Baku Mutu Limbah Cair.
 - 8) Limbah tahu masih memiliki kandungan protein sehingga umumnya limbah padat tahu digunakan sebagai pakan ternak (sapi), diolah menjadi tempe gembus. Sedangkan limbah cair tahu digunakan sebagai minuman ternak (sapi).
 - 9) Limbah tahu yang tidak termanfaatkan atau tidak diolah dengan benar akan menimbulkan bau, dan dapat mencemari kualitas air saluran buangan limbah.
 - 10) Industri tahu di Kabupaten Grobogan yang sudah mengolah limbah tahu menggunakan IPAL hanya industri tahu Bintang Timur dan industri tahu Bpk Suyono. Bahkan industri tahu Bpk Suyono sudah mengolah biogas walaupun masih digunakan untuk keperluan memasak pribadi. Pelaku industri tahu lainnya belum memiliki IPAL maupun belum mengolah biogas karena kapasitas produksinya relatif kecil (kurang dari 3 kuintal), padahal pengolahan biogas yang efektif harus memiliki kapasitas produksi minimal 3 kuintal.
 - 11) Limbah tahu memiliki kandungan gas metana (CH_4) yang dapat dimanfaatkan energi biogas untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Energi biogas ini dapat digunakan sebagai alternatif sumber bahan bakar, misalnya untuk memasak, atau penerangan.
 - 12) Gas metana memiliki sifat mudah terbakar sehingga perlu dikelola dengan baik. Ancaman gas metana yang tidak dimanfaatkan (tidak terkendali) akan menghasilkan efek rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global.
 - 13) Pengolahan limbah cair dengan bioreaktor anaerobik dapat digunakan sebagai penanganan masalah lingkungan karena tidak membutuhkan biaya investasi dan operasional yang tinggi juga dapat menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.
 - 14) Pendekatan bioreaktor anaerobik diperkirakan akan lebih efektif dan operasional dibandingkan dengan pendekatan regulasi (penerapan baku mutu) dikarenakan keterbatasan kemampuan pelaku usaha industri tahu secara finansial maupun teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azrul, A., 1995, Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan, Jakarta : Mutiara Sumber Widya
- BPPT, 1997a, *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*, <http://www.enviro.bppt.go.id/Kel-1/> (tgl. 17 April 2006)
- EMDI – Bapedal, 1994, Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia: Sumber, Pengendalian dan Baku Mutu, EMDI – BAPEDAL.
- Fardiaz, S., 1992, Polusi Air dan Udara, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Metcalf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse, 4th ed., McGraw Hill Book Co., New York.
- Sugiarto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suriawiria, U., 1996, Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis, Penerbit Alumni, Bandung.
- Undang Undang Lingkungan Hidup no 32 tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air