



Terbit online pada laman web jurnal :<http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/>

Jurnal Dampak

| ISSN (Print) 1829-6084 | ISSN (Online) 2597-5129|



Artikel Penelitian

Pengaruh Laju Pembebanan Organik terhadap Reduksi Padatan pada Proses Anaerobic Co-Digestion Sampah Sayuran dengan Lumpur SBR

Budhi Primasari dan Ansiha Nur

Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

ARTICLE INFORMATION

Received: 10 Oktober 2017
Revised: 12 Februari 2018
Available Online: 31 Juli 2018

KEYWORDS

Anaerobic co-digestion
Vegetable waste
Loading rate
Solid reduction

CORRESPONDENCE

Phone: -
E-mail: budhiprimasari@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Anaerobic digestion is to treat organic waste such as vegetable solid waste (VSW). Anaerobic co-digestion is the mixture of two or more different waste types with the aim to enhance the efficiency of the anaerobic digestion process. In this study, anaerobic digestion of vegetable solid waste (VSW) is compared to the anaerobic co-digestion of VSW and sequencing batch reactor (SBR) sludge. This investigation is focussed on the varying the organic loading rate (OLR) which is the mixing ratio of VSW to SBR sludge; and pH (6, 7 and 8) of the mixture. The mixtures were kept in serum bottles and placed in a shaker for 7 days at 150 rpm. Experiments with OLR 2:1, VSW composition of 1:2:1:1 and pH 6 produced the highest total biogas in anaerobic co-digestion. Thus, for anaerobic co-digestion, the optimum composition of VSW, OLR and pH are 1:2:1:1, 2:1 and 6 respectively. The range of % reduction in total solids (TS), total suspended solids (TSS) and total dissolve solids (TDS) in anaerobic co-digestion is 4-46, 0-43 and 0-64 respectively. In a comparison with single digestion, only 1 in 5 samples of co-digestion exceed that amount of biogas produced by single digestion and this shows that single anaerobic digestion resulted in higher biogas yield. The range of % reduction in TS, TSS and TDS in anaerobic digestion is 13-54, 15-66 and 9-58 respectively. Comparatively, single digestion performs better in solids removal than anaerobic co-digestion and thus, co-digestion method may not be suitable for all types of organic waste.

PENDAHULUAN

Limbah padat adalah limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan hewan dalam bentuk padat yang biasanya dibuang karena tidak diinginkan atau tidak berguna. Jumlah limbah padat yang dihasilkan terus berkembang pesat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di dunia dari waktu ke waktu. Limbah padat dapat bervariasi dalam hal sumber, jenis, komposisi dan sifat fisik, kimia dan biologisnya.

Komponen organik limbah padat perkotaan terutama dihasilkan dari rumah tangga dan pasar. Sampah basah pasar menyumbang sekitar 3,5% dari total limbah yang dihasilkan. Sebagian besar limbah pasar basah terdiri dari limbah padat buah dan sayuran. Jumlah sampah yang dihasilkan di kota

Padang sekitar 600 ton sehari, dan sekitar 20 ton per hari adalah sampah pasar. Dari sampah pasar ini sebagian besar adalah limbah sayur dan buah yang membusuk. Dengan jumlah limbah pasar yang cukup besar tersebut, sangat mungkin sebagian besar akan ditimbun meskipun merupakan bagian zat organik yang biodegradable.

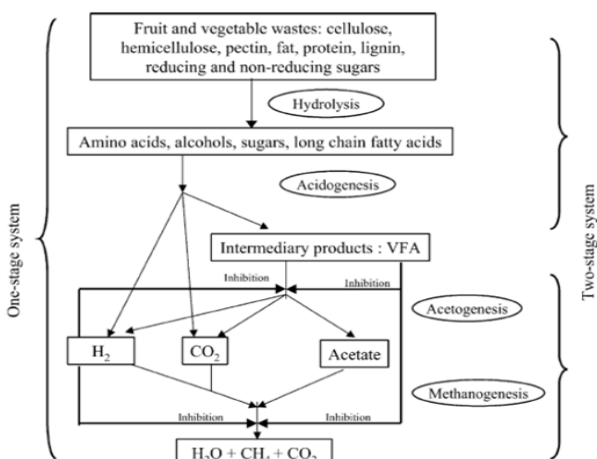
Ada beberapa pilihan alternatif tersedia untuk mengelola limbah pasar yang sebagian besar terdiri dari limbah padat buah dan sayuran tersebut, daripada membuangnya ke tempat pembuangan akhir sampah. Salah satu pilihan yang tersedia adalah anaerobic co-digestion.

Anaerobic co-digestion adalah proses yang menguraikan bahan organik secara biologis di lingkungan sedikit atau

tanpa oksigen yang menyebabkan produksi biogas. Biogas bisa digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik dan panas. Dekomposisi bahan organik terjadi pada 3 tahap dasar yang dikenal sebagai hidrolisis, acidogenesis dan methanogenesis. Biogas yang dihasilkan akan mengandung sebagian besar metana dan karbon dioksida dan jejak kotoran lainnya juga. Anaerobik co-digestion adalah proses yang mirip dengan anaerobic digestion, namun ada campuran setidaknya dua jenis limbah berbeda dengan tujuan meningkatkan efisiensi proses anaerobic digestion.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari OLR (Organik Loading Rate) pada single anaerobic digestion limbah sayur dengan pada co-digestion limbah sayur dan lumpur SBR

Anaerobic digestion adalah bio-konversi yang digunakan untuk mengolah berbagai limbah organik dan menghasilkan energy dalam bentuk biogas, berupa metana, karbon dioksida yang bisa digunakan untuk menghasilkan listrik. Residu anaerobic-digestion dapat digunakan sebagai pupuk. Anaerobic digestion terjadi dalam empat tahap proses, yaitu hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis.



Gambar 1. Jalur Reaksi yang Dihasilkan dari Anaerobic Digestion Fraksi Organik Limbah Buah dan Sayur
Sumber : Hassib et al, 2004

Dalam tahap hidrolisis polimer organik dihidrolisa menjadi blok bangunan struktur dasar seperti asam lemak, monosakarida, asam amino, alkohol, dll. Sepanjang acidogenesis, grup bakteri lain memfermentasi produk hidrolisa menjadi asam organik, alkohol, hidrogen dan karbon dioksida. Grup bakteri ini digambarkan sebagai non-metanogenik dan terdiri dari bakteri fakultatif dan obligat anaerobic. Dalam tahap acetogenesis. Produk dari tahap acidogenesis dikonversi menjadi asam asetat, karbon dioksida dan hydrogen. Taap terakhir metagenesis, hydrogen dan asam asetat dikonversi menjadi gas metana dan karbon dioksida oleh bakteri metanigenik.

Anaerobic digestion mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah produksi metana sebagai sumber
<https://doi.org/10.25077/dampak.15.2.88-92.2018>

energy, efisiensi pengolahan yang tinggi untuk zat organik biodegradable dan kebutuhan nutrient sangat sedikit. Selain itu jumlah sludge yang dihasilkan sedikit. Sedangkan kerugiannya adalah periode start-up yang lebih panjang, karena proses mempunyai laju pertumbuhan sel yang rendah, serta energy-recovery dari overloading zat organik banyak terbuang, pengolahan nutrient yang terbatas krm denitrifikasi dan penyisihan posfor tidak memungkinkan, terbentuknya bau dan gas korosif

Anaerobic co-digestion adalah pencampuran dua atau lebih limbah/buangan dengan tujuan meningkatkan edisiensi proses anaerobic digestion. Prosesnya serupa dengan anaerobic digestion. Anaerobic co-digestion banyak diteliti pada beberapa tipe limbah yang dapat memperbaiki efisiensi proses anaerobic digestion. Cavinato et al (2008) menyatakan bahwa ada beberapa kajian yang menunjukkan bahwa campuran berbagai komponen limbah pertanian, limbah pedesaan, limbah industridapat berhasil dilakukan anaerobic-degestion meskipun pada beberapa campuran tidak menunjukkan hasil yang baik.

Proses anaerobic co-digestion mempunyai beberapa batasan. Keuntungan proses ini adalah bisa memperbaiki keseimbangan nutrient dan digestion, memperbaiki perolehan metana, karena adanya suplai dutrien dari co-digestates material. Efisiesn dalam penggunaan peralatan, dan beberapa jenis limbah dapat menggunakan fasilitas yang sama. Kerugian proses ini adalah COD effluen meningkat, sehingga memerlukan pengolahan tambahan yang akan membutuhkan biaya; keperluan hygiene, karena anaerobic digestion menyebabkan terbatasnya penggunaan lumpur digestat yang dihasilkan.

Ada beberpaa tipe limbah yang digunakan untuk menghasilkan biodegradasi yang lebih efisien. Limbah yang pernah digunakan adalah lumpur dengan sampah makanan; sludge algae dengan sampah kertas; kotoran sapi dengan limbah ikan dll. Parameter yang diamati berbeda, bergantung tujuan dari anaerobic co-digestion, beberapa diantaranya juga mengamati jumlah biogas yang dihasilkan, metana, dan hydrogen. Yang umum diamati adalah volatile fatty acids (VFA), total suspended solids (TSS), volatile suspended solids (VSS), total dissolved solids (TDS), volatile dissolved solids (VDS), total solids (TS), volatile solids (VS), chemical oxygen demand (COD), pH, total carbon (TC) dan total nitrogen. Beberapa diantaranya akah dibahas sebagai berikut.

Kim (2004) melakukan enelitian anaerobic co-digestion sisa makanan dengan lumpur selokan. melakukan Tujuan anaerobic co-digestion limbah sisa makanan dengan lumpur selokan melihat kemungkinan produksi hydrogen. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi volatile solids (VS, dengan konsentrasi (0.5–5.0%) dan mixing ratios kedua substrat substrates (0:100–100:0, VS basis). Kim et al (2004) menemukan bahwa ppotensi untuk memproduksi hydrogen cukup tinggi daripada anaerobic digestion limbsh sisa

makanan saja., meningkat sebanyak 13-19% pada 122.9 ml/g carbohydrate-COD dengan komposisi limbah sisa makanan : lumpur dengan perbandingan 87: 13, dan konsentrasi VS sebesar 3%. Produksi hidrogen meningkat menjadi 111.2 ml hydrogen/g VSS/h ketika komposisi limbah sisa makan dan konsentrasi VS ditingkatkan. Limbah sisa makanan dan lumpur selokan berfungsi sebagai substrat utama dan sebagai substrat tambahan yang sangat berguna untuk memproduksi hidrogen. Hasil metabolic menunjukkan fermentasi zat organik telah tercapai.

Anaerobic co-digestion Limbah Buah dan Sayur (LBS) dan lumpur dari proses lumpur aktif (LA) dipelajari dengan melihat pengaruh perbandingan AL:LBS dan OLR (Organik Loading Rate). Campuran AL:LBS 100:100; 65:35 dan 35:65 pada basis TS (Total Solid) diolah pada HRT (Hydraulic Retention Time) 20 hari, sedangkan campuran AL:LBS dengan perbandingan 20:80, 15:85, 10:90 dan 0:100 dilakukan pada HRT 10 hari. Percobaan pada perbandingan 30:70 menunjukkan penyisihan VS yang tertinggi, yaitu 88% dan produksi biogas mencapai 0.57 L/g VS. Peningkatan proporsi LBS secara signifikan memperbaiki perolehan biogas (Habiba et al, 2009).

METODOLOGI

Sampel

Sludge diambil dari SBR (Sequencing batch reactor) unit proses pengolahan air limbah pabrik minyak goreng. Sludge diambil dan disimpan pada 4°C, dan dilakukan karakterisasi untuk Total Suspended Solids (TSS), Volatile Suspended Solids (VSS), Total Dissolved Solids (TDS), Volatile Dissolved Solids (VDS), Total Solids (TS), Volatile Solids (VS), Chemical Oxygen Demand (COD) and pH.

Limbah Sayur

Ada 4 tipe limbah sayur yang digunakan, yaitu kol, kangkung, selada dan sawi. Limbah sayur berasal dari pasar tradisional, disimpan pada 4°C. Semua limbah sayur dihancurkan secara terpisah, dan dicampur sesuai komposisi yang diinginkan. Karakterisasi dilakukan untuk parameter: TSS, VSS, TDS, VDS, TS, VS, COD and pH.

Percobaan Co-Digestion

Kondisi percobaan:

Kondisi fungsi metabolic : Anaerobik

Temperatur : 30°C (Temperatur ambien)

pH = 6

Mixing : 150 rpm (Medium speed)

Durasi percobaan : 7 hari

Variasi Parameter

1. Komposisi limbah sayur
2. OLR (Organik Loading Rate): perbandingan limbah sayur dengan sludge.

Untuk setiap percobaan pada awal dan akhir akan dianalisis : TSS, VSS, TDS, VDS, TS, VS, COD, pH dan volume biogas yang terbentuk diukur setiap hari.

Tabel 1. Variasi Komposisi Limbah Sayur

Komposisi Limbah Sayur			
Kol	Kangkung	Selada	Sawi
1	1	1	1
2	1	1	1
1	2	1	1
1	1	2	1
1	1	1	2

Tabel 2. Variasi OLR

OLR	
Limbah Sayur	sludge
1	1
2	1
1	2

Percobaan untuk Kontrol (Control Experiments : Single Digestion)

Percobaan Control dilakukan untuk single digestion, yaitu sample hanya terdiri dari limbah sayur saja. Percobaan dilakukan untuk setiap komposisi limbah sayur pada setiap pH. Pada awal dan akhir percobaan, semua parameter juga dianalisis, sama seperti pada percobaan co-digestion.

Metoda Analisis

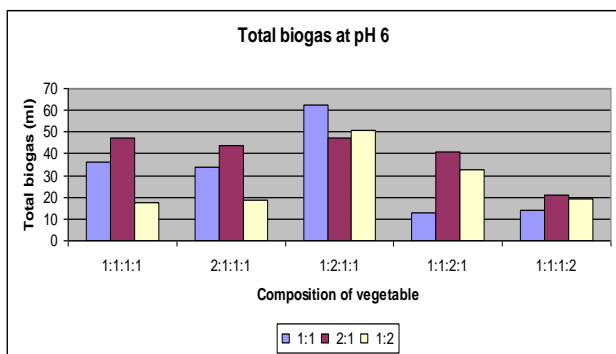
Metoda analisis mengikuti Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, yaitu:

- 1) TS (Total Solid): prosedur no 2540 B. 2-54 (Appendix A-1).
- 2) TDS : prosedur 2540 C 2-55 (Appendix A-2).
- 3) TSS : prosedur 2540 D 2-56 (Appendix A-3).
- 4) VSS and VDS : prosedur 2540 E 2-57 (Appendix A-4)
- 5) VS ditentukan dari penjumlahan VSS dan VDS.
- 6) Chemical oxygen demand (COD): prosedur closed reflux, colorimetric method, prosedur no 5220 D 5-9 (Appendix A-5) of Aggregate Organic Constituent (5000).
- 7) pH diukur menggunakan pH meter

Sedangkan volume biogas yang terbentuk diukur dengan melakukan penghisapan (*suction*) dengan cara memasukkan jarum suntuk ke serum bottles, dan mengukur volume sesuai bacaan di jarum tersebut

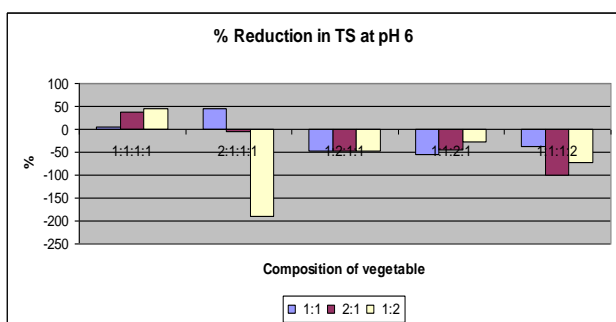
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk jumlah biogas yang dihasilkan, percobaan dengan organic loading rate 2:1 menunjukkan jumlah biogas yang dihasilkan lebih besar, seperti tergambar di gambar 2.



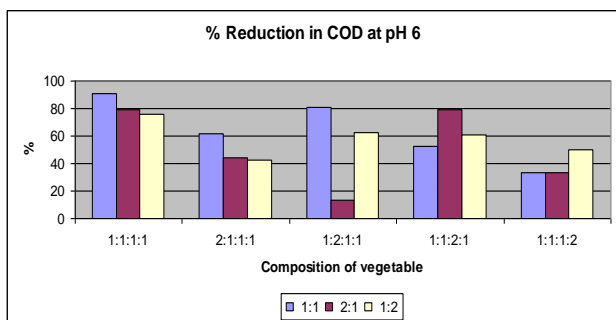
Gambar 2. Total Biogas yang dihasilkan pada berbagai OLR

Sedangkan reduksi solid yang terbanyak terlihat juga dihasilkan oleh percobaan dengan perbandingan OLR 2:1. Percobaan dengan variasi loading rate yang lain cenderung untuk tidak mereduksi total solid secara signifikan, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Reduksi Solid yang terjadi pada berbagai OLR

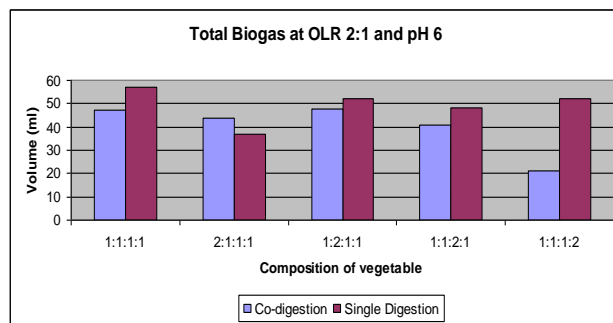
Gambar 4 berikut memperlihatkan COD yang bisa disisihkan dari proses co-digestion tersebut.



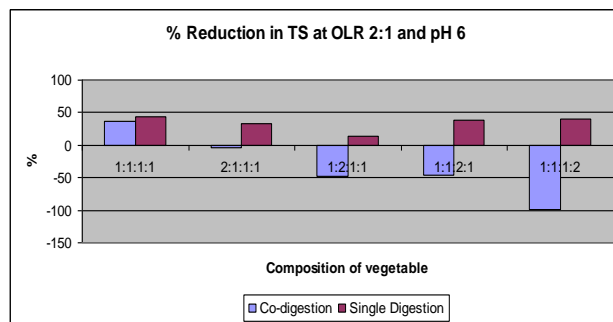
Gambar 4. Reduksi COD yang terjadi pada berbagai OLR

Secara umum terlihat bahwa penyisihan COD yang tertinggi dihasilkan dari perbandingan OLR 2:1. Jumlah organik yang banyak dari limbah sayuran menghasilkan penurunan yang lebih banyak juga seiring dengan proses dekomposisi yang dilakukan mikroba dalam lumpur.

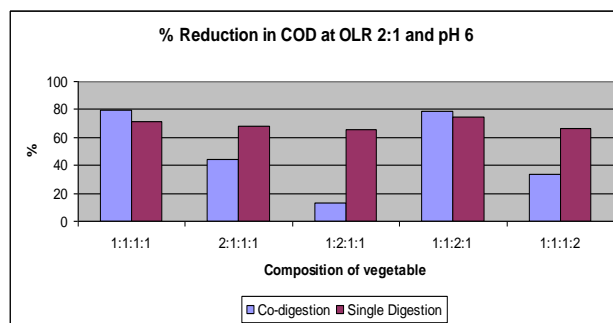
Sedangkan Gambar 5, 6 dan 7 memperlihatkan perbandingan proses co-digestion dengan single digestion dilihat dari total biogas yang dihasilkan dan reduksi padatan serta COD.



Gambar 5. Perbandingan biogas pada Co-Digestion dan Single Digestion



Gambar 6. Perbandingan Reduksi Solid pada Co-Digestion dan Single Digestion



Gambar 6. Perbandingan Reduksi COD pada Co-Digestion dan Single Digestion

Terlihat bahwa tidak selalu co-digestion memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan single digestion. Terlihat bahwa co-digestion memberikan hasil yang lebih baik dari sisi reduksi COD, tapi single digestion memberikan hasil lebih baik dari sisi biogas yang dihasilkan dan reduksi solid.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa percobaan an organic loading rate 2:1 (2 bagian limbah sayur dan 1 bagian lumpur) memberikan hasil yang paling baik. Dibandingkan dengan percobaan single digestion limbah sayur, percobaan co-digestion menyisihkan lebih banyak COD, tetapi lebih sedikit dalam hal penyisihan solid dan produksi biogas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Unand yang telah mendanai penelitian ini melalui Kegiatan Penelitian Dosen Fakultas Teknik Dana PNPB Universitas Andalas 2017, dengan

Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian No. 040/UN.16.09.D/PL/2017.

REFERENSI

- Agamuthu, P. & Fauziah, S.H. (2007). Sustainable Management of Wet Market Waste. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management. 239-243.
- Alatrisme, M., Felipe, S., Parviz, C., Huub, H., Ahring, J., Birgitte, K. & Iranpour, R. (2006). Anaerobic Co-digestion of Municipal, Farm and Industrial Organic Wastes: A Survey of Recent Literature. *Water Environ. Res.* (78). 607-636.
- Alvarez, J.A., Otero, L. & Lema, J.M. (2009). A Methodology for Optimising Feed Composition for Anaerobic Co-digestion of Agro-industrial Wastes. *Bioresource Technology*. 101. 1153-1158.
- Babel, S., Tang, S. & Pecharaply, A. (2009). Anaerobic Co-digestion of Sewage and Brewery Sludge for Biogas Production and Land Application. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 6(1). 131-140.
- Cavinato, C., Pavan, P., Bolzonella, D. & Cecchi, F. (2008). Single Phase Extreme Thermophilic (70 °C) Anaerobic Co-digestion of Sewage Sludge and Organic Fraction of Municipal Solid Waste. In Proceedings of the Fifth ISAD-SW. 24-28.
- Gomez, X., Cuetos M.J., Cara, J., Moran, A. & Garcia, A.I. (2005). Anaerobic Co-digestion of Primary Sludge and the Fruit and Vegetable Fraction of the Municipal Solid Wastes Conditions for Mixing and Evaluation of the Organic Loading Rate. *Renewable Energy*. 31(2006). 2017-2024
- Hartmann, H. & Ahring, B.K. (2005). Anaerobic Digestion of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste: Influence of Co-digestion with Manure. *Water Research*. (39). 1543-1552.
- Habiba, L., Hassib, B. & Mokhtar, H. (2009). Improvement of Activated Sludge Stabilisation and Filterability during Anaerobic Digestion by Fruit and Vegetable Waste Addition. *Bioresource Technology*. (100). 1555-1560.
- Kim, S.H., Han, S.K. & Shin, H.S. (2004). Feasibility of Biohydrogen Production by Anaerobic Co-digestion of Food Waste and Sewage Sludge. *International Journal of Hydrogen Energy*. (29). 1607-1616.
- Murto, M., Bjornsson, L. & Mattiasson, B. (2003). Impact of food industrial waste on anaerobic co-digestion of sewage sludge and pig manure. *Journal of Environmental Management*. 70. 101-107.
- Hassib, B., Touhami, T., Cheikh, R.B. & Mokhtar, H. (2004). Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. *Process Biochemistry*. 40. 989-995.
- Szczegielniak, E.H. (2007). Literature Review: Anaerobic Digestion for Fruit and Vegetable Processing Wastes. *Green Project Alternatives for Food Processor's Wastewater*.
- Hong, W.Y. & Brune, E.D. (2005). Anaerobic Co-digestion of Algal Sludge and Waste Paper to Produce Methane. *Bioresource Technology*. 98. 130-134.
- Joon, M.H., Duk, C. & Tai, H.C. (1998). Dynamic Process Response to Sludge Thickening Behaviors in the Anaerobic Sequencing Batch Reactor Treating High-Solids-Content Waste. (8). 7.
- Kim, M., Ahn, Y.H. & Speece, R.E. (2002). Comparative Process Stability and Efficiency of Anaerobic Digestion: Mesophilic vs. Thermophilic. *Water Research*. (36). 4369-4385.
- Ward, A. J., Hobbs, P.J., Holliman P.J. & Jones, D.L. (2008). Optimisation of the Anaerobic Digestion of Agricultural Resources. *Bioresource Technology*. (99). 7928-794
- Ye, C., Cheng, J.J. & Creamer, K.S. (2008). Inhibition of Anaerobic Digestion Process: A Review. *Bioresource Technology*. (99). 4044-4064.
- Zupancic, G.D., Uranjek-Zevartb, N. & Rosa, M. (2008). Full-Scale Anaerobic Co-digestion of Organic Waste and Municipal Sludge. *Biomass and Bioenergy*. (32). 162-167.