

PENGARUH HIDROTERMAL SEKAM PADI TERHADAP PRODUKSI BIOMETANA PADA AGS – SBR

M. Reza Huseini^{1*}, Nur Arifah¹, Wiwit Ayuningtyas Pratiwi¹

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
Jl. Cempaka Putih Tengah 27, 10510

*E-mail: muhammad.reza.huseini@gmail.com

ABSTRAK Kuantitas air limbah dari kegiatan domestik dan industri dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini pun mengakibatkan intensitas kuantitas produksi lumpur air limbah (Schmid, 2000). Limbah lumpur memiliki kandungan bahan organik tinggi berserta turunannya (amonia nitrogen (NH₄⁺), nitrat, dan nitrit)) dan juga kadar COD dan BOD yang melebihi nilai ambang baku mutu. Solusi yang tepat untuk mengurangi atau mengkonversi bahan organik, COD dan BOD maka diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Anaerobic Granular Sludge–Sequence Batch Reactor (AGS–SBR) merupakan salah satu teknologi pengolahan air limbah secara biologis dan pada pada SBR proses aerasi dan pengendapan dijadikan dalam satu reaktor. AGS–SBR hingga saat ini di percaya mampu menurunkan polutan organik, COD, dan BOD diatas 60%. Proses metanogenesis dalam pertumbuhan mikroorganisme dapat mengoptimisasi produksi biometana dalam air limbah industri. Hidrotermal sekam padi mampu menghasilkan substrat yang berfungsi sebagai media pertumbuhan mikroorganisme dan mampu menyisihkan NH₄⁺. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan sekam padi (SP) dan sekam padi terhidrotermalisasi (SPT) terhadap produksi biometana dari pengolahan air limbah IPAL dengan variasi suhu hidrotermal sekam padi 110oC dan 175oC (SPT110 – SPT 175). Dari hasil percobaan secara umum didapatkan rata rata produksi biometana sebesar 0,0458 dengan kandungan tertinggi 0,219 pada SPT 110 dan rata – rata produksi biometana SPT 175 adalah 0,0483 dengan kandungan tertinggi sebesar 0,223.

Kata Kunci: Biometana, Hidrotermal, IPAL, Organik, SBR

ABSTRACT The quantity of waste water from domestic and industrial activities has increased significantly over the year, equivalent with increasing production of sewage sludge (schmid, 2000). Sewage Sludge high contents of organic and derivatives (Ammonia Nitrogen (NH₄⁺), Nitrate, Nitrite) and also levels of COD and BOD that exceed the quality standard. Anaerobic Granular Sludge – Sequence Batch Reactor (AGS-SBR) is a kind of Waste Water Treatment Plant (WWTP) which combine the biological treatment, aeration and sedimentation process into one reactor. AGS-SBR is able to reduce organic pollutants, COD and BOD above 60%. In cycle process of AGS-SBR is also able to optimize methanogenesis process in the growth of microorganisms to convert biomass (sewage sludge) became biomethane. Hydrothermal of rice husk is able to produce substrate that serves as a growth medium for microorganisms. The addition of rice husk (SP) and hydrothermal rice husks (SPT) can influence the biomethane production from sewage sludge with variation of hydrothermal temperature of rice husk 110oC and 175oC. The results of this study obtained the average of biomethane production is 0,0458 with the highest content is 0,219 on SPT 110 and the average of biomethane production on SPT 175 is 0,0483 with the highest content is 0,223

Keywords : Biomethane, Hydrothermal, Organic, Sequencing Batch Reactor, WWTP

PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau sering disebut sebagai Wastewater Treatment Plant (WWTP) adalah sebuah struktur teknik dan seperangkat peralatan dengan perancangan secara khusus untuk mengolah kembali cairan atau limbah sisa proses agar layak dibuang ke lingkungan sehingga dapat meminimalisir dampak pencemaran terhadap lingkungan. Regulasi pengurangan jumlah air limbah dari kegiatan domestik dan industri serta polutan yang memiliki dampak pencemaran lingkungan terus dijalankan.

Salah satunya Kawasan Industri Pulogadung (KIP), konsep Ecogreen yang diusung serta mewajibkan para pihak di dalamnya untuk berorientasi pada konsep industri bersih dan ramah lingkungan. Meskipun di bawah tata tertib yang ketat, pada kegiatan pengolahan air baik di industri serta domestik masih mengadopsi pengolahan secara biologi dengan intensitas kuantitas produksi lumpur (Schmid, 2000). Ternyata, produksi lumpur dengan jumlah yang signifikan merupakan dampak dari pengolahan air limbah.

Limbah lumpur mengandung bahan organik yang dapat meningkatkan BOD dan COD yang mempengaruhi kualitas air disungai. Selain itu, lumpur tersebut cenderung mengandung logam berat dan senyawa organik yang sulit terurai serta organisme patogen.

Bahkan, biaya untuk pengolahan lumpur ini mencapai lebih dari 50% dari total biaya pengolahan air limbah. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mengurangi biaya dalam pengolahan lumpur. Salah satu solusi dalam pengolahan lumpur adalah dengan menggunakan Anaerobic Granular Sludge–Sequence Batch Reactor (AGS–SBR).

SBR adalah Teknologi pengolahan limbah cair dengan menggunakan mikroorganisme secara anaerob dalam kondisi tersuspensi yang dapat menghasilkan biogas yang kaya akan metana. Dasar pengoperasian SBR adalah pengisian dan pengosongan reaktor. Pada waktu yang direncanakan,

limbah cair dialirkan secara batch, mixed liquor dibiarkan mengendap dan supernatan dialirkan keluar reaktor. Pada SBR proses ekualisasi, aerasi dan sedimentasi terjadi di reaktor yang sama, berbeda dengan pengolahan lumpur secara konvensional (Taty dan Afrah, 2017).

Namun, limbah lumpur memiliki kandungan bahan organik amoniak nitrogen (NH_4^+) yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada proses metanogenesis untuk menghasilkan gas metana. Salah satu cara untuk mengoptimalkan produksi biogas adalah dengan penambahan silika dari sekam padi untuk mengoptimalkan penyerapan kandungan nitrogen dan amoniak tersebut.

Sekam padi adalah kulit buah padi berupa lapisan keras yang meliputi kariopsis, terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. mencatat jumlah sekam yang dihasilkan di Indonesia dapat mencapai 13,2 juta ton per tahun, dedak antara 8- 12% dan beras giling antara 50-63,5% dari bobot awal gabah (BPPP, 2008). Sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25-30% lignin, 15-20% silika, dan kadar air 9,02% (Irvan dkk, 2013)

Selain itu hasil dari pengolahan lumpur dengan AGS-SBR dan pengoptimalan dari sekam padi juga dapat menghasilkan endapan material baru untuk yaitu pupuk yang kaya akan nutrisi baik berupa cairan maupun padatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Alat

Gambaran dari alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut. Alat yang digunakan merupakan alat berkelanjutan yang dibuat oleh laboratorium Universitas Muhammadiyah Jakarta untuk melengkapi pembelajaran limbah cair.



Gambar 1. Alat Peneletian AGS – SBR

Terdiri atas bagian-bagian sederhana yang terbuat dari bejana ataupun kolom berbahan plastik yang dapat ditemukan disekitar. Fungsinya menyerupai kolom sedimentasi, biologi serta aerasi.

Bahan

a. Lumpur Aktif

Lumpur aktif yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari IPAL yang terdapat di daerah Pulogadung Jakarta Timur.

b. Sekam Padi

Sekam padi yang digunakan untuk penelitian ini diperoleh dari penggilingan padi yang terdapat di daerah Bekasi.

Metode Penelitian

a. Analisis karakteristik awal

Untuk mengetahui komposisi senyawa organik dan nutrien yang terkandung dalam sampel lumpur.

b. Proses Sequencing Batch Reactor (SBR)

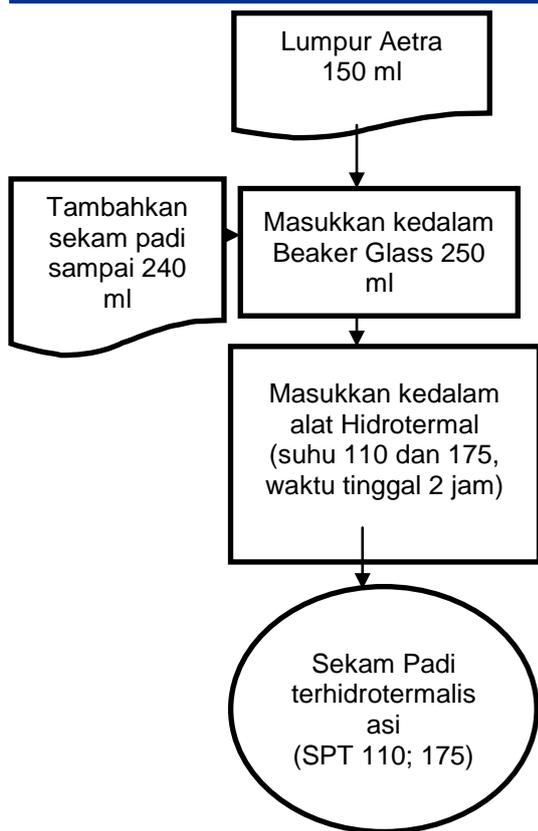
1. Penelitian utama ini akan dilakukan dengan menggunakan sistem SBR.
2. Penelitian ini menggunakan lumpur dari Industri Pengolahan Air Limbah (IPAL) didaerah Pulogadung Jakarta Timur sebagai sumber mikroorganisme yang akan membantu pembentukan lumpur aktif dan media.
3. Kemudian lumpur Aetra diambil masing-masing sebanyak 40 ml dan 100 ml untuk diuji pH.
4. Hidrotermalisasi sekam padi dengan lumpur Aetra sebanyak 150 ml dan ditambahkan sekam padi sampai volume 240 ml selama 2 jam dengan variasi suhu 110°C dan 175°C.

5. Masukkan hasil hidrotermal sekam padi kedalam reaktor yang telah berisi lumpur Aetra, ambil sampel sebanyak 40 ml kemudian di centrifuge selama 1 jam dan di uji analisa parameter.
6. Lakukan aerasi selama 8,5 jam pada lumpur Aetra dalam keadaan tertutup, setelah itu di ambil sampel sebanyak 40 ml dan 100 ml kemudian di centrifuge selama 1 jam dan di uji analisa parameter.
7. Reaktor di sedimentasi selama 1 jam lalu ambil sampel sebanyak 40 ml dan 100 ml kemudian disentrifuge selama 1 jam dan di uji analisa parameter.
8. Lakukan dekantasi pada reaktor selama 15 menit lalu ambil sampel sebanyak 40 ml dan 100 ml kemudian di centrifuge selama 1 jam dan diuji analisa parameter.

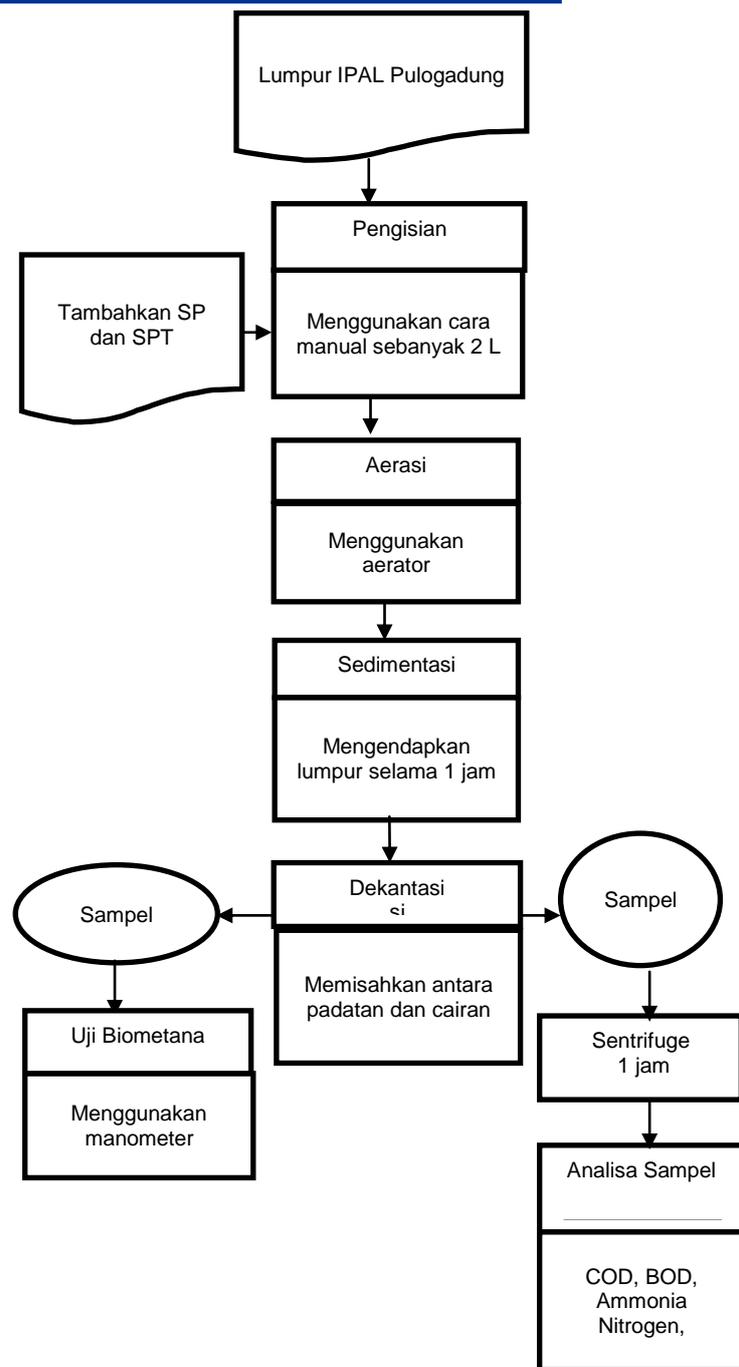
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Menurut Sriniketan dkk 2008, SBR aerob mampu digunakan untuk mendegradasi bahan organik air limbah yang dalam prosesnya dapat menghasilkan gas metana. Penambahan sekam padi pada tahap pengisian bahan baku dipercaya dapat meningkatkan efek degradasi *lignoselullose biomass* dengan terdegradasinya bahan organik yang terkonversi menjadi biometana (Leilei *et al* 2015). Pada tahap pengisian Sebelum dilakukan penambahan sekam padi pada tahap pengisian tersebut, maka dilakukan hidrotermalisasi sekam padi terlebih dahulu. Hidrotermal merupakan metode pertumbuhan ukuran kristal yang disebabkan karena pemanasan material oleh uap air. Terjadi pertumbuhan kristal pada proses hidrotermal yaitu pada baja bertekanan tinggi yang disebut dengan autoclave,



Gambar 2. Diagram Alir Hidrotermal Sekam Padi



Gambar 3. Diagram Alir Proses SBR

dengan menggunakan media cairan terpanaskan yang mudah menguap karena suhu tertentu dalam wadah tertutup sehingga terjadi peningkatan tekanan (Suparman 2010).

Proses hidrotermal dilakukan dengan memasukkan air limbah ke dalam Beaker glass sebanyak 150 ml, lalu tambahkan sekam padi sebanyak 12 gram dan diaduk hingga tercampur merata lalu masukkan kedalam alat reaktor hidrotermal dengan variasi suhu 110°C, 140°C, dan 175°C

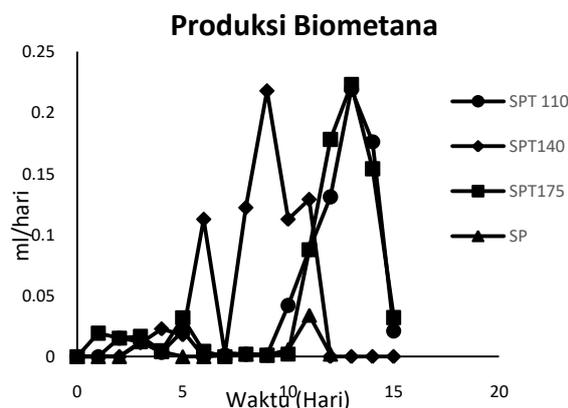
untuk mensubstrat sekam padi. Sekam padi adalah bahan baku yang cukup banyak digunakan dalam uji coba teknologi hidrotermal dikarenakan mengandung kurang lebih 39% selulosa dan 27,5% hemiselulosa. Kedua bahan ini sangat sukar untuk proses fermentasi langsung menjadi biogas (Chandra dkk, 2012).

Pembahasan

Karakteristik awal

Analisis karakteristik awal air limbah dilakukan pada influen. Dari hasil analisis awal diketahui bahwa rasio BOD : COD (14,45 : 97,8) yang terkandung di dalam air limbah IPAL Pulogadung adalah sebesar 0,148. Dari perbandingan rasio tersebut diketahui bahwa air limbah IPAL yang digunakan pada penelitian ini dapat di olah secara biologis.

Produksi Biometana



Gambar 4. Grafik Produksi Biometana

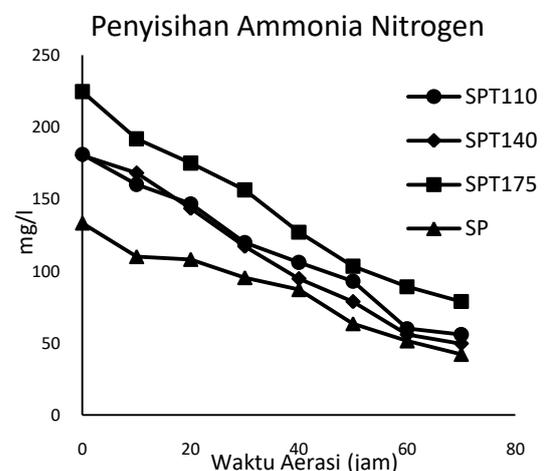
SBR dioperasikan setelah menyelesaikan HRT 7,5 jam dengan siklus 10. kemudian reaktor di aerisikan untuk mengolah air limbah serta penambahan sekam padi (SP) dan sekam padi terhidrotermalisasi selama 2 minggu untuk dapat memproduksi gas metan. Secara umum, rata-rata produksi gas metan dari reaktor ini cenderung kecil yakni sebesar 0,0049 ml/hari dengan produksi tertinggi 0,034 ml/hari untuk penambahan sekam padi, sedangkan untuk sekam padi terhidrotermalisasi (SPT) sebesar 0,0458 ml/hari dengan produksi tertinggi 0,219 ml/hari.

Menurut Zakarya dkk (2008), Asam lemak volatil yang terkandung sangat erat korelasinya dengan pH substrat serta dalam aktivitasnya metanogenesis dapat meningkat kembali dengan kisaran pH 7-8. Dan, pH air limbah aetra di influen, dalam SBR dan di efluen hanya berkisar antara 4-5 sehingga kurang mendukung adanya peningkatan kembali aktivitas metanogenesis tersebut.

Penurunan Ammonia Nitrogen

Pembentukan biometana terjadi dengan adanya pengaruh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik berupa mikroorganisme (Mahajoeno et al, 2008).

Pertumbuhan mikroorganisme dalam siklusnya membutuhkan nutrisi substrat (sumber karbon dan nitrogen) dan suasana pH yang stabil (Wati dkk, 2011). Kandungan ammonia nitrogen merepresentasikan nutrisi yaitu nitrogen. Nitrogen dibutuhkan sebagai pembentuk sel dari mikroorganisme tersebut. Kandungan nitrogen dalam substrat sangat penting, apabila kandungannya sedikit maka akan menyebabkan proses metagenosis berjalan lambat.



Gambar 5. Grafik Penyisihan Ammonia Nitrogen (NH_4^+)

Terlihat dari Gambar 5 pada penambahan sekam padi baik tak terhidrotermal maupun Terhidrotermalisasi SPT 110 - SPT 175 meningkatkan kandungan nitrogen awal dari limbah lumpur primer ammonia nitrogen (dalam hal ini adalah kandungan ammonia nitrogen), peningkatan inilah yang

mempengaruhi adanya aktivitas produksi biometana. Walaupun di effluen siklus awal kandungan ammonia nitrogen dalam penambahan SP dan SPT 110 - SPT 175 mengalami peningkatan, namun biogas dalam hal ini biometana belum dihasilkan pada Gambar 4 Grafik Produksi Biometana. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Yani dan Darwis, 1990) dimana apabila kandungan nitrogen dalam substrat terlalu banyak dibandingkan dengan C (yang terwakili dalam kandungan COD), maka pertumbuhan mikroorganisme akan terhambat.

Disamping itu, agar bakteri metanogenik mampu tumbuh dan berkembang dengan baik diperlukan penambahan buffer untuk meningkatkan alkalinitasnya, hal ini dikarenakan pH mengalami masa yang sama untuk semua penambahan SPT 110 dan SPT 175 diawal 6 siklus pH yang berkisar antara 6,5 – 6,8, namun mengalami penurunan sampai kisaran 5,5 – 6 disiklus akhir.

pH yang rendah mampu menyebabkan mikroorganisme pembentuk biometana yaitu bakteri metanogenesis berada dalam kondisi inaktif (Vicenta et al, 1984). Oleh karena itu perlu digunakan NH_4HCO_3 yang juga berfungsi sebagai buffer untuk meningkatkan alkalinitas selama proses berlangsung.

Kesimpulan

1. Penambahan sekam padi terhidrotermalisasi meningkatkan nutrisi substrat dalam limbah lumpur primer IPAL Pulogadung, dalam hal ini peningkatan kadar COD dan ammonia – nitrogen pada influen di tahap pengisian reaktor SBR
2. Pengaruh temperatur hidrotermal berbanding lurus dengan kadar kenaikan substrat nutrisi. Hal ini dikarenakan pemanasan secara hidrotermal dapat mendegradasi hard nutrisi menjadi soft nutrisi suhu tertentu dalam tekanan yang dijaga tetap (hidrotermal) (Lei Hei, 2015)
3. Sekam Padi dan Sekam Padi Terhidrotermalisasi, secara representatif dapat menghasilkan penambahan biometana dalam siklus reaktor SBR. Dimana penambahan

SPT ini meningkatkan media substrat nutrisi C dan N, sehingga bakteri metanogenik dapat memanfaatkannya untuk pemecahan konversi menjadi Biometana. Secara umum, rata-rata produksi gas metan dari reaktor ini cenderung kecil yakni sebesar 0,0049 ml/hari dengan produksi tertinggi 0,034 ml/hari untuk penambahan sekam padi, sedangkan untuk sekam padi terhidrotermalisasi (SPT) sebesar 0,0458 ml/hari dengan produksi tertinggi 0,219 ml/hari.

4. Hasil sisa pengolahan siklus dengan penambahan SPT dapat dimanfaatkan sebagai pupuk nutrisi, namun hal ini baru diuji secara organoleptik dengan menumbuhkannya padi dan kacang – kacang seperti gambar berikut:



Saran

Dari kesimpulan diatas, didapatkan saran yang dapat dijadikan sebagai referensi serta rujukan untuk melakukan penelitian dimasa yang akan mendatang baik untuk pribadi ataupun penelitian yang lain :

1. Dibutuhkan parameter pengukuran rasio C/N agar tetap seimbang karena penting untuk mengetahui kebutuhan nutrisi mikroorganisme agar dapat melakukan metabolisme yang baik.
2. Diharapkan penutup reaktor SBR rapat agar tidak terjadi kebocoran melalui resapan celah kecil, sehingga kadar biometana dapat terdeteksi secara maksimal.
3. Perlu adanya pengujian pembuatan transduser tahan tekanan 2-4 bar pada reaktor SBR tertutup agar akumulasi kuantitati biometana dapat terambil secara menyeluruh.

4. Diharapkan untuk menguji koloni mikroorganisme dalam hal ini mikroba metanogen dalam lumpur primer IPAL Pulogadung baik pada influen, efluen atau pada saat penambahan SPT.
5. Referensi pengujian zat organik (limbah organik) terhidrotermal sudah banyak untuk pemanfaatna puput bernutrisi dengan perbandingan komposisi tertentu. Namun hasil olahan akhir siklus limbah organik terhidrotermal setelah pengolahan SBR belum ada, sehingga perlu adanya pengujian unsurhara dan komposting setelah hasil akhir pengolahan secara SBR.
6. Perlu adanya pengujian Nitrat dan Nitrit untuk menjustifikasi proses nitrifikasi dan denitrifikasi untuk melakukan pengolahan biometana lebih lanjut apakah biometana atau bionitrogen.
7. Perlu melakukan penelitian lebih lanjut mengenai hasil dari sisa pengolahan SBR yang digunakan sebagai pupuk bernutrisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, Taty dan Afrah Zhafirah. (2017). *Pengolahan Lindi Pios Menggunakan Sequencing Batch Reactor (SBR) pada Perbandingan F/M Rendah*. Surabaya: Institut Teknologi Adhitama
- Affifah, Haque. (2017). *Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem Lumpur Aktif Model SBR Skala Laboratorium*. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Chandra, H. Takeuchi, T. Hasegawa. (2012). *Hydrothermal pretreatment of rice straw biomass: A potential and promising method for enhanced methane production*, *Applied Energy*, Vol 9
- Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T., Komarneni, S. (2005). *ZSM-5 zeolites/porous carbon composite: Conventional-and microwave-hydrothermal synthesis from carbonized rice husk*. *Microp or Mesopor. Mat.*,
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta
- Leilei H et al. (2015). *Energy Recovery from Rice Straw though Hydrothermal Pretreatment and Subsequent Biomethane Production*. University of Tsukuba
- Metcalf and Eddy. (2003). *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse., 4th*, Mc Graw-Hill, Boston.
- Prasetyoko, D., (2001). *Pengoptimuman Sintesis Zeolit Beta dari pada Silika Abu Sekam Padi Pencirian dan Tindak Balas Pemangkinan Friedel Crafts*. Tesis. Malaysia : University Teknologi Malaysia
- Suparman. (2010). *Sintesis Silikon Karbida (SiC) dari Silika Sekam Padi dan Karbon Kayu dengan Metode Reaksi Fasa Padat*. Tesis. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Schmid M., et al. (2000). *Molecular evidence for genus level diversity of bacteria capable of catalyzing anaerobic ammonium oxidation*. *Syst. Appl.*

