

# KAJIAN HUBUNGAN KONSENTRASI AMMONIA DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA ANAEROB

Nur Indradewi O.<sup>1)</sup> Hery Purnobasuki<sup>2)</sup>, Eko Prasetyo K.<sup>3)</sup>, Arya Zulfikar P.<sup>4)</sup>, Indah Purnamasari<sup>5)</sup>, Mega Rosita<sup>6)</sup>  
<sup>13456)</sup>Ilmu dan Teknologi Lingkungan, Universitas Airlangga  
<sup>2)</sup>Biologi, Universitas Airlangga  
<sup>\*)</sup>E-mail: nur\_i\_d\_o@yahoo.com

## Abstrak

Amonia adalah inhibitor dari proses anaerobik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi ammonia terhadap penyisihan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Penelitian ini mengkaji air limbah sintetik dengan konsentrasi ammonia 2500 mg/l dan 5000 mg/l. Volume air limbah sintetik dalam reaktor anaerobic adalah 10 liter. Waktu operasi reaktor adalah 16 hari. Pada air limbah dengan konsentrasi ammonia 2500 mg/l, di hari ke-0 nilai COD sebesar 3816,96 mg/l dan setelah hari ke-16 nilai COD turun menjadi 1023,97 mg/l. Pada air limbah dengan konsentrasi 5000 mg/l, di hari ke-0 nilai COD sebesar 3453,44 mg/l dan setelah hari ke-16 nilai COD turun menjadi 833,467 mg/l. Berdasarkan data tersebut, efisiensi penyisihan COD pada konsentrasi 2500 mg/l adalah 73,17% dan pada konsentrasi 5000 mg/l adalah 75,86%.

**Kata kunci:** Amonia, Anaerob, Penyisihan COD

## Abstract

*Ammonia is inhibitor in anaerobic process. This study aims to determine the effect of ammonia concentration on anaerobic Chemical Oxygen Demand (COD) removal. This study observed a synthetic wastewater with ammonia concentration 2500 mg/l and 5000 mg/l. A synthetic waste water volume in the anaerobic reactor was 10 liters. The operational reactor time was 16 days. At ammonia concentration of 2500 mg/l, COD levels at 0 day was 3816.96 mg/l and COD levels decreased to 1023.97 mg/l after 16 days. For ammonia concentration of 5000 mg/l, COD levels at 0 day was 3453.44 mg / l and COD levels decreased 833,467 mg/l after 16 days. Based on these data, COD removal efficiency at a concentration of 2500 mg/l at 73.17% and a concentration of 5000 mg/l at 75.86%.*

**Key words:** Ammonia, Anaerob, COD removal

## 1. PENDAHULUAN

Pengolahan limbah secara anaerobik adalah pengolahan limbah secara biologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik dalam air limbah dengan kondisi sedikit atau tidak terdapat oksigen (Indriyati, 2005). Bahan organik dalam air limbah dapat diukur dengan oksidasi kimia menggunakan potassium dikromat disebut *Chemical Oxygen Demand* (COD). COD didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk oksidasi sempurna bahan organik dalam air limbah. Pengolahan limbah secara anaerobik memiliki beberapa faktor yang dapat menghambat mikroorganisme mendegradasi bahan organik. Salah satu dari faktor penghambat adalah ammonia pada konsentrasi tertentu. Konsentrasi ammonia dalam pengolahan secara anaerob dapat menjadi nutrisi bagi mikroorganisme tetapi dapat menjadi racun bagi mikroorganisme. Mikroorganisme pada penelitian ini berperan sebagai agen pendegradasi bahan organik yang diukur dengan parameter COD.

Menurut Rajagopal (2013), ammonia yang memiliki konsentrasi sebesar 50-200 mg/l bersifat penunjang bagi mikroorganisme, konsentrasi 200-1000 mg/l tidak memberikan pengaruh terhadap mikroorganisme, konsentrasi 1500-3000 mg/l bersifat inhibitor atau penghambat kinerja mikroorganisme pada pH tertentu, dan konsentrasi >3000 mg/l bersifat racun bagi mikroorganisme. Konsentrasi ammonia yang terdapat pada air limbah berpengaruh terhadap kemampuan mikroorganisme mendegradasi bahan organik air limbah, sehingga konsentrasi ammonia mempengaruhi penyisihan COD air limbah yang dilakukan oleh mikroorganisme. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi ammonia menghambat kemampuan degradasi bahan organik dalam reaktor yang diukur dengan parameter COD. Pada penelitian ini, konsentrasi ammonia dalam air limbah dikondisikan sebesar 2500 mg/l dan 5000 mg/l. Penelitian dilakukan selama 16 hari dan pengukuran parameter dilakukan setiap 4 hari sekali. Parameter pada

penelitian ini adalah konsentrasi COD, pH, dan suhu.

## 2. METODE

Reaktor anaerobik yang digunakan pada penelitian ini dengan sistem batch. Reaktor memiliki kapasitas 12L. Air limbah yang digunakan merupakan air limbah sintetik yang memiliki konsentrasi ammonia 2500 mg/l dan 5000 mg/l masing-masing dengan volume 10L. Terdapat 2 reaktor yang digunakan, yaitu reaktor yang berisi air limbah dengan konsentrasi ammonia 2500 mg/l yang disebut sebagai reaktor 1 dan reaktor yang berisi air limbah dengan konsentrasi ammonia 5000 mg/l yang disebut reaktor 2. Komposisi air limbah sintetik terdiri dari susu instan, glukosa,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgSO}_4$  dan *sludge* dari rumah pemotongan hewan (Purnobasuki, *et al.*, 2014). Reaktor dioperasikan selama 16 hari. Parameter yang diukur setiap 4 hari sekali adalah Konsentrasi COD menggunakan metode bikromat mengacu pada Metoda Penelitian Air (Anonim, 2005), pH, dan suhu.

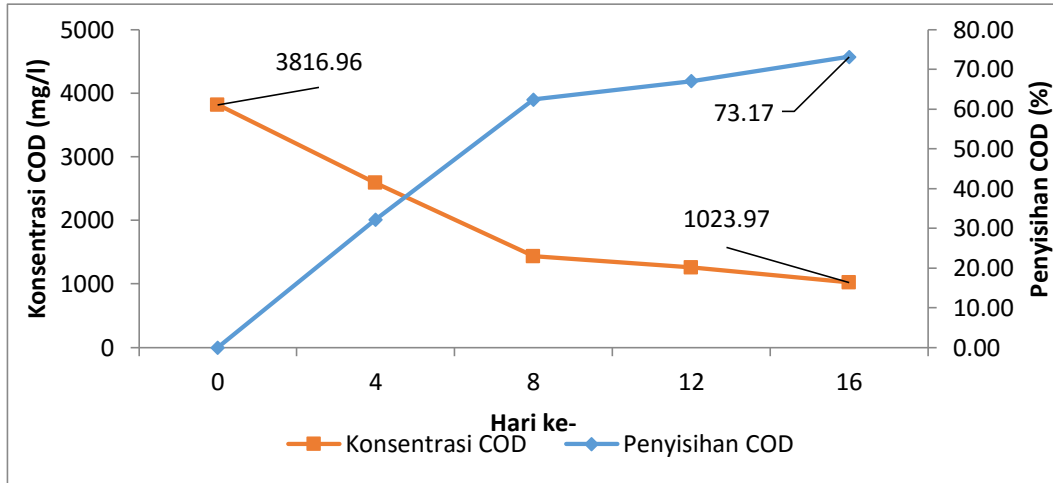
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengolahan limbah yang digunakan adalah pengolahan secara anaerob untuk menyisihkan konsentrasi COD yang terdapat pada limbah. Proses anaerob dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah pH, temperatur, waktu tinggal hidrolis, alkalinitas, dan senyawa inhibitor (Indriyati, 2007). Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap proses anaerob adalah adanya senyawa inhibitor (Chen *et al.*, 2008).

Pada proses anaerob sendiri, terutama pada saat asidogenesis, terdapat proses perombakan senyawa protein yang memberikan hasil samping berupa senyawa amonia. Senyawa ammonia merupakan salah satu senyawa inhibitor proses anaerob ketika mencapai konsentrasi tertentu. Pada penelitian ini, konsentrasi ammonia pada air limbah dalam reaktor dikondisikan sebesar 2500 mg/l dan 5000 mg/l. Pada masing-masing reaktor

tersebut, dilakukan pemantauan konsentrasi COD dalam air limbah setiap 4 hari 1 kali selama 16 hari. Hasil penelitian dapat dilihat pada pembahasan berikut.

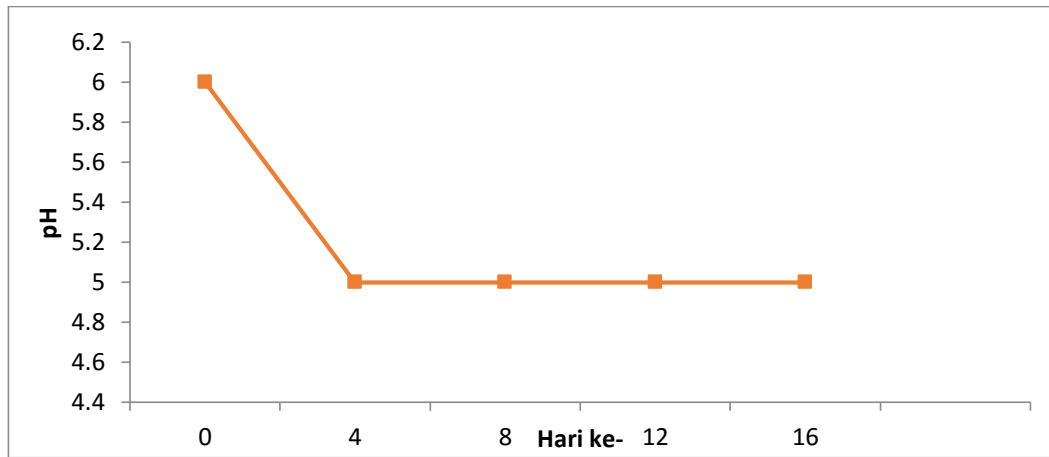
**Penyisihan Konsentrasi COD pada Air Limbah Dengan Konsentrasi Ammonia 2500 mg/l**



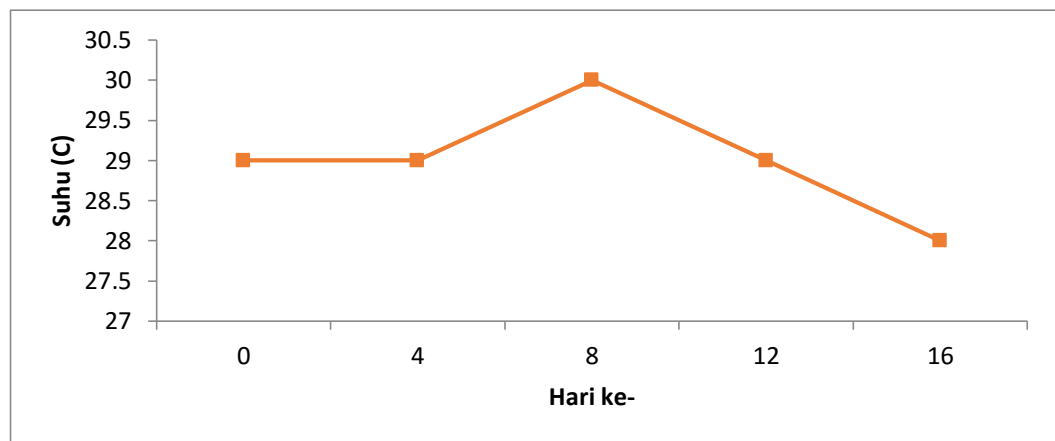
Gambar 1. Penyisihan COD pada Reaktor 1

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa konsentrasi awal COD pada air limbah dengan konsentrai ammonia 2500 mg/l adalah sebesar 3816,96 mg/l. Selama 16 hari penelitian, konsentrasi COD terus mengalami penurunan hingga mampu menyisihkan sebesar 73,17%, yaitu menjadi 1023,97 mg/l. Penyisihan COD yang terjadi akibat adanya aktivitas mikroorganismen anaerob dalam air limbah yang berasal dari rumah pemotongan hewan. Mikroorganismen tersebut dapat mendegradasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah secara optimal hingga mencapai penyisihan sebesar 73,17%. Hasil yang sama juga terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.* (2015). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kim *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa reaktor anaerobik berisi limbah dengan konsentrasi ammonia tinggi dengan penambahan mikroorganismen dari rumah pemotongan hewan mampu menyisihkan COD pada air limbah sebesar ± 62% pada hari ke-15. Pada reaktor 1, konsentrasi ammonia air limbah adalah 2500 mg/l. Menurut Rajagopal (2013), ammonia pada konsentrasi ini dapat menjadi penghambat proses pertumbuhan mikroorganismen anaerobik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, konsentrasi ammonia sebesar 2500 mg/l masih

belum menjadi inhibitor terhadap aktivitas mikroorganismen dalam mendegradasi COD pada air limbah. Kemampuan penyisihan ini juga dipengaruhi oleh kondisi reaktor seperti pH dan suhu. Data pH untuk reaktor air limbah dengan konsentrasi ammonia 2500 mg/l berkisar antara 5 dan 6 seperti terlihat pada Gambar 2. Pada hari ke-0 pH air limbah adalah 6 dan pada hari ke-16 pH air limbah adalah 5. Nilai pH ini dikatakan asam, sehingga proses yang terjadi di dalam reaktor hingga hari ke-16 berada pada tahapan asidogenesis. Sedangkan suhu air limbah dalam reaktor selama 16 hari penelitian cenderung stabil seperti yang terlihat pada Gambar 3. Reaktor 2 berisi air limbah dengan konsentrasu ammonia sebesar 5000 mg/l. Pada penelitian sebelumnya dikatakan bahwa ammonia pada konsentrasi ini dapat menjadi inhibitor pada proses anaerob. Sheng *et al.*, (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi ammonia terhadap proses anaerobik, dan hasilnya menyatakan bahwa konsentrasi ammonia di atas 3780 mg/l dapat menjadi inhibitor pada proses metanogenesis. Begitu juga menurut Liu & Sung (2002), konsentrasi ammonia dapat menjadi inhibitor pada proses metanogenesis apabila telah melebihi 4000 mg/l.

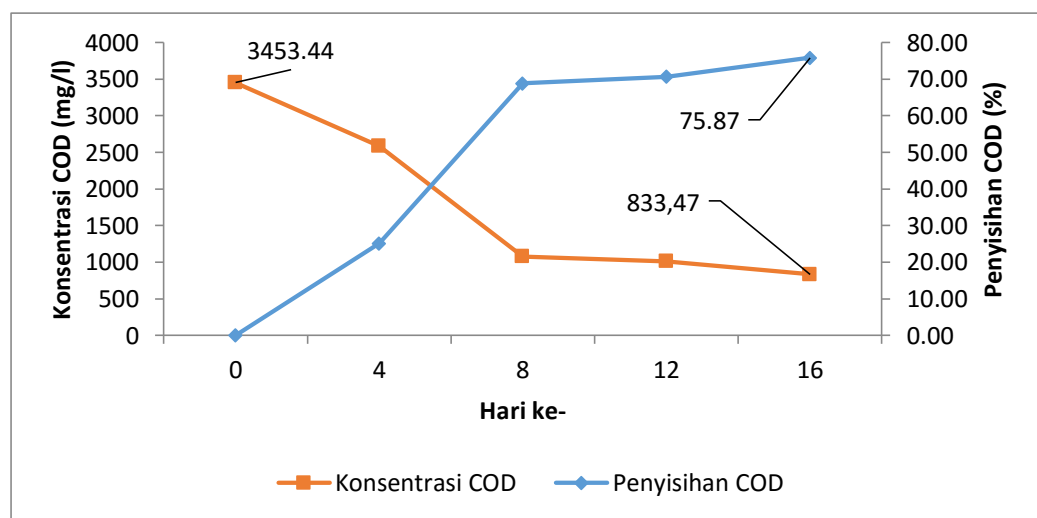


Gambar 2. Kondisi pH pada Reaktor 1



Gambar 3. Kondisi suhu pada Reaktor 1

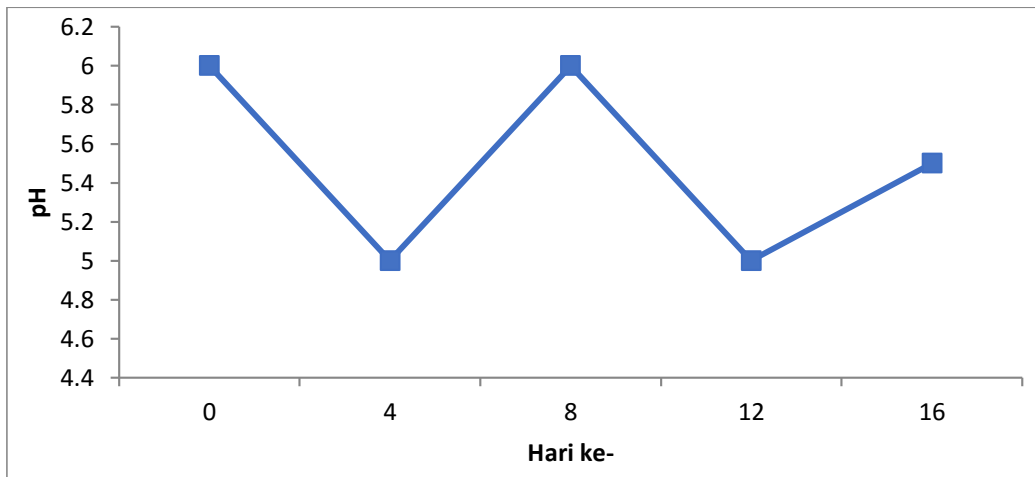
**Penyisihan Konsentrasi COD pada Air Limbah Dengan Konsentrasi Ammonia 5000 mg/l**



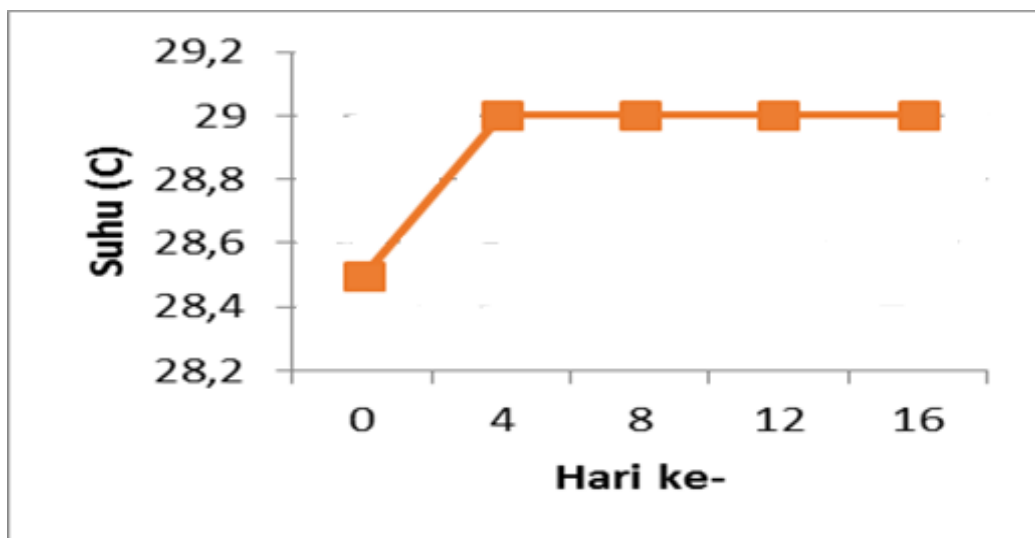
Gambar 4. Penyisihan COD pada Reaktor 2

Peristiwa terhambatnya proses metanogenesis dapat ditandai dengan semakin tinggi konsentrasi COD dalam air limbah, yang diakibatkan terakumulasinya asam lemak bebas hasil proses asidogenesis yang tidak terkonversi menjadi biogas karena terhambatnya proses metanogenesis. Pada penelitian ini, konsentrasi COD pada air limbah dapat disisihkan meskipun konsentrasi ammonia dalam reaktor mencapai 5000 mg/l. Pada Gambar 4, konsentrasi awal COD pada air limbah sebesar 3453,44 mg/l. Konsentrasi COD pada air limbah di dalam reaktor mengalami penurunan hingga pada hari ke-16. Konsentrasi COD dapat disisihkan sebesar 75,87% atau menjadi 833,47 mg/l. Besarnya persentase

penyisihan pada reaktor 1 dan 2 tidak berbeda jauh. Hal ini disebabkan karena kemampuan agen pendegradasi COD pada kedua reaktor adalah sama. Agen pendegradasi COD pada air limbah di dalam reaktor adalah mikroorganisme anaerob yang berasal dari rumah pemotongan hewan, baik pada reaktor 1 maupun reaktor 2. Mikroorganisme tersebut diambil dari *sludge* rumah pemotongan hewan. Mikroorganisme tersebut mampu menyisihkan bahan organik dalam limbah secara anaerobik hingga 85% (Ortner *et al.*, 2014). Pada konsentrasi ammonia di dalam air limbah tinggi, mikroorganisme tersebut masih mampu mendegradasi bahan organik pada air limbah hingga terjadi penyisihan konsentrasi COD.



Gambar 5. Kondisi pH pada Reaktor 2



Gambar 6. Kondisi suhu pada Reaktor 2

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan di atas, dapat diketahui bahwa konsentrasi ammonia dapat mempengaruhi kemampuan penyisihan COD pada reaktor anaerobik. Pada ammonia konsentrasi 2500 mg/l hari ke 0 kadar COD sebesar 3816,96 mg/l dan pada hari ke 16 kadar COD sebesar 1023,97 mg/l. Untuk ammonia konsentrasi 5000 mg/l, hari ke 0 kadar COD sebesar 3453,44 mg/l dan pada hari ke 16 kadar COD sebesar 833,467 mg/l.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. *Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater*. American Public Health Association.
- Chen Y., Cheng J. J., dan Creamer K. S. 2008. *Inhibition of Anaerobic Digestion Process: A Review*. *Bioresource Technology* 99, hal. 4044-4064.
- Indriyati. 2005. *Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam*. JAI, 1(3), hal. 340-343.
- Indriyati. 2007. Unjuk Kerja Reaktor Anaerob Lekat Diam Terendam Dengan Media Penyangga Potongan Bambu. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 8(3), hal. 217-222.
- Kim, T., An, J., Jang, J. K., Chang, I. S. 2015. *Coupling of Anaerobic digester and microbial fuel cell for COD removal and ammonia recovery*. *Bioresource Technology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.06.009>.
- Liu, T., & Sung, S. 2002. *Ammonia inhibition on thermophilic aceticlastic methanogens*. *Water science and technology*, 45(10), hal. 113-120.
- Ortner, M., Leitzinger, K., Skupien, S., Bochmann, G., Fuchs, W. 2014. *Efficient Anaerobic Mono-digestion of N-rich slaughterhouse waste: Influence of Ammonia, temperature and trace elements* *Bioresource Technology* 174, hal. 222-232.
- Purnobasuki, H., Oktavetri, N. I., Kuncoro, E. P., Asmara, A. A., Rafsanjani, S. I. 2014. *Ammonia and organic compound removal from dairy milk simulation wastewater by coconut shell (Cocos nucifera)*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(12), hal. 619-624.
- Rajagopal R., Masse D.I., dan Singh G. 2013. *A Critical Review On Inhibition of Anaerobic Digestion Process by Excess Ammonia*. *Bioresource Technology* 143, hal. 632-641.
- Sheng, K., Chen, X., Pan, J., Kloss, R., Wei, Y. 2013. *Effect of ammonia and nitrate on biogas production from food waste via anaerobic digestion*. *Biosystem Engineering* 116, hal. 205-212