**STUDI PENGARUH DEBIT TERHADAP PENURUNAN AMONIA-NITROGEN DAN COD DALAM AIR LINDI MELALUI PROSES ANAEROB-AEROB MENGGUNAKAN MEDIA TERLEKAT**

Ashanur Jenni, Badrus Zaman, ST, MT, Ganjar Samudro,ST, MT

**Abstrak**

Concentration of nitrogen which over in waste water can caused decreased of dissolved nitogen consentration, sparked the growth of algae in the waters and be toxic to organism. One of nitrogen elimination using biological treatment is trough anaerobic-aerobic process. Research was conducted with variation of discharge for 2 mg/l, 6 mg/l, 8 mg/l and residence time variation is used to process is 24 hours, 8 hours and 3 hours. Anaerobic and aerobic process are 8 hours, 3 hours and 1 hour. The results showed that the discharge affects the process of ammonia-nitrogen and COD elimination, where the amount of discharge is inversely proportional to the concentration of ammonia-nitrogen and COD produced. Research results also showed COD concentration can be decline until 11% - 35% and ammonia-nitrogen removal efficiency by 13% - 98%.

***Keyword : COD, ammonia, anaerobic-aerobic process***

1. **Pendahuluan**

**1.1 Latar Belakang**

Leachate (air lindi) dapat meresap ke dalam tanah. Peresapan cairan air lindi ke dalam tanah akan menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah secara langsung. Jika air lindi masuk kedalam badan air dengan kandungan organik yang tinggi maka akan mengurangi kandungan oksigen didalam air. Mikroorganisme dan biota air yang tergantung dengan keberadaan oksigen akan mati. Air lindi tidak diperbolehkan langsung dibuang ke badan air, karena kandengan substansi organik yang pekat.

 Pada TPA yang masih beroperasi, BOD lindi dapat mencapai 2.000-30.000mg/l, COD antara 3.000-60.000 mg/l, dan TOC antara 1.500-20.000 mg/l, dengan pH antara 4,5-7,5 (Martono,1996), sedangkan amonia sebesar 200-4000 mg N/L dan miskin akan senyawa-senyawa organik biodegradable (Geens et.al., 2000 *dalam* Mpenyana *et.al* , 2008). Konsentrasi ammonia-nitrogen yang tinggi (>10 mg N/L) dapat menimbulkan masalah di lingkungan perairan akan menimbulkan eutrofikasi dan penurunan oksigen terlarut.

* 1. **Tujuan**

Tujuan dari penelitian pengolahan air lindi dari TPA menggunakan reaktor aerob - anaerob untuk mengetahui seberapa besar pengaruh reaktor anaerob-aerob dalam mengolah air lindi dan mengetahui seberapa besar kandungan kimia COD dan amonia yang terdapat pada air lindi

1. **Tinjauan Pustaka**

**2.1 Lindi**

Masalah utama sampah salah satunya adalah adanya lindi sampah. Dalam aplikasi penimbunan sampah ke dalam tanah ada kemungkinan terjadi pencemaran sumber air minum oleh lindi (Damanhuri, 1996). Lindi (*Leachate)* adalah cairan hasil dari dekomposisi sampah yang melarutkan dan mensuspensikan material organik di dalamnya (Tchobanoglous, 1993).

Menurut Dedhar,1985, Mpenyana et.al 2008, Qasim 1994 *dalam* Blauvelt, 2009 pembuangan air lindi ke badan air akan menimbulkan berbagai masalah seperti keracunan organisme perairan, kontaminasi sumber air baku, bioakumulasi logam-logam berat, warna, dan bau. Salah satu komponen dalam air lindi yang memberikan dampak merugikan adalah amonia dan bentuk oksidasinya berupa nitrat (NO3-). Konsentrasi amonia-nitrogen yang tinggi (> 10mg N/L) dapat meracuni organisme perairan, menurunkan kadar oksigen terlarut di dalam air melalui oksidasi amonia, dan berpotensi terjadinya eutrofikasi sebagai akibat akumulasi nitrat. Pembuangan air lindi ke tanah juga dapat menimbulkan kontaminasi nitrat.

**2.2 Prinsip Pengolahan Air Lmbah dengan Sistem Biakan Melekat**

Suatu sistem biofilm yang terdiri dari media penyangga/ media biofilter, lapisan biofilm yang melekat pada media, lapisan air limbah, dan lapisan udara yang terletak diluar. Senyawa polutan yang ada dalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD dan COD), amonia, phospor, dan lainnya akan terdifusi kedalam lapisan atau film biologis yang melekat dalam permukaan media. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen terlarut didalam air libah senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada didalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa. Jika lapisan mikrobiologis cukup tebal, maka pada bagian luar lapisan mikrobiologis akan berada dalam kondisi aerobik sedangkan pada bagian dalam biofilm berada dalam kondisi anaerobik. Pada kondisi anaerobik akan terbentuk gas H2S. Yang terbentuk akan diubah menjadi sulfat oleh bakteri sulfat yang ada sidalam biofilm. Selain itu pada zona aerobik amonia-nitrogen akan diubah menjadi nitrit dan nitrat dan salanjutnya pada zona anaerobik nitrat yang terbentuk mengalami proses denitrifikasi menjadi gas nitrogen. Oleh karena didalam sistem biofilm terjadi kondisi anaerobik-aerobik pada saat beramaan maka dengan sistem tersebut proses penghingan senyawa amonia-nitrogen menjadi lebih mudah.

Dalam pengolahan air limbah, proses biofilm mempunyai beberapa kemampuan antara lain dapat mengubah amonia menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat dan akhirnya menjadi gas nitrogen, menghilangkan senyawa polutan organik, mengilangkan kelebihan nitrogen dan gas inert lainnya, mengilangkan kekeruhandan menjernihkan air,serta dapat menghilangkan bermacam - macam senyawa organik. Pada umumnya proses biofilm digunakan untuk mengubah dan mengilangkan polutan oganik dan senyawa amonia (Said, 2002).

1. **Metode Penelitian**

**3.1 Metode dan Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental-laboratoris. Air lindi yang digunakan berasal dari TPA Jatibarang, Semarang.

* 1. **Variabel Penelitian**

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini :

1. variabel bebas adalah waktu tinggal dan debit.
2. variabel terikat adalah parameter yang akan dianalisa, yaitu nilai penyisihan kosentrasi amonia-nitrogen dan COD air lindi.
3. variabel kontrol adalah ketinggian media bioball dan suhu air limbah.
	1. **Alat dan Bahan**

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini berupa : reaktor uji, media bakteri (*bioball*), pompa air, saringan, gelas beker, pipet, botol sampel, spektrofotometer. Sedangkan bahan yang akan digunakan berupa : Air lindi dan aquadest.

**3.4 Tahapan Penelitian**

 Penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.

**3.4.1 Pelaksanaan Penelitian**

Adapun prosedur untuk melakukan penelitian yaitu:

1. Mengisi bak influent dengan Air lindi sebanyak 9 liter.
2. Memvariasikan waktu tinggal.

Reaktor anaerob yang digunakan mempunyai volume 3 liter. Volume reaktor aerob adalah 1 liter. Waktu tinggal air limbah dalam reaktor ini selama 24 jam, 8 jam, dan 3 jam untuk reaktor anaerob dan variasi waktu tinggal 8 jam, 3 jam, dan 1 jam untuk aerob, dengan debit 2 ml/menit, 6 ml/menit, dan 18 ml/menit.

1. Melakukan uji konsentrasi amonia-nitrogen dan COD pada effluen hasil pengolahan.

reaktor ditampilkan dalam gambar 3.2.

Bak Influen (V=10 L)

Bak Equalisasi (V=1L)

Reaktor Aerob

Reaktor Anaerob

Jumlah bioball = 85 buah

Jumlah bioball = 25

1. **Analisa Data dan Pembahasan**
	1. **Karakteristik Air Lindi**

Karakteristik air lindi dilakukan dengan mengambil sampel air lindi dari TPA Jatibarang, Semarang. Hasil uji karakteristik awal air lindi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Hasil Uji Karakteristik Awal Air Lindi**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Parameter** | **Satuan** | **Hasil Pengujian** |
| 1. | COD | mg/l | 1.467 |
| 2. | Amoniak-nitrogen | mg/l | 56,38 |
| 3. | Suhu | oC | 25 |
| 4. | pH  | - | 8,29 |

 Dari hasil pengujian air lindi tersebut, dapat diketahui bahwa parameter COD dan Amonia-nitrogen memiliki kosentrasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lindi yang dapat mengurangi konsentrasi COD dan amonia-nitrogen sehingga tidak mencemari lingkungan.

* 1. **Tahap Proses Penelitian**

Pada tahap proses penelitian dengan debit sebesar 2 ml/menit, 6 ml/menit dan 8 ml/menit dengan waktu 24 jam, 8 jam dan 3 jam untuk reaktor anaerob, sedangkan untuk reaktor aerob dengan waktu 8 jam, 3 jam dan 1 jam. Hasil uji pada debit 2 ml/menit dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2. Hasil uji debit 2 ml/menit**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reaktor** | **Jam ke** | **NH3-N****(mg/l)** | **NH3-N** | **COD** **(mg/l)** | **COD** |
|
| Influent (2 ml/menit) | 56,38 | 0% | 1467 | 0% |
| **Anaerob** | 12 | 37,45 | 34% | 1250 | 15% |
| 24 | 20,58 | 64% | 1208 | 18% |
| **Aerob** | 28 | 10,29 | 82% | 1133 | 23% |
| 32 | 8,64 | 85% | 1067 | 27% |

Berdasarkan kinerjanya, reaktor anaerob-aerob mampu menurunkan konsentrasi amonia-nitrogen dengan baik dimana pada reaktor anaerob dengan waktu tinggal 24 jam efisiensi telah mencapai 64% dengan penurunan konsentrasi dari 56,38 mg/l menjadi 20,58 mg/l atau berkurang sebesar 18,93 mg/l. Pada pengolahan selanjutnya pada reaktor aerob juga mampu menurunkan konsentrasi amonia-nitrogen yang telah diolah di reaktor anaerob. Penurunan pada 4 jam pertama mencapai 10,29 mg/l dan kemampuan pengolahan menurun sehingga pada waktu 8 jam hanya menurunkan konsentrasi 1, 65 mg/l. Penurunan secara keseluruhan dapat didilihat pada gambar 4.1 berikut :

Anaerob

Aerob

**Gambar 4.1. Grafik penurunan amonia-nitrogen pada debit 2 ml/menit**

Reaktor anaerob-aerob ternyata juga mampu untuk mengolah COD. Hal ini terlihat dari kemampuan menurunkan COD hingga 27 % dari konsentrasi awal. Hasil penurunan konsentrasi COD tersebut dapat dilihat pada grafik 4.2 berikut :

Aerob

Anaerob

**Gambar 4.2. Grafik penurunan COD dengan debit 2 ml/menit**

Pada grafik di atas terlihat bahwa penurunan dari waktu ke waktu relatif stabil. Jumlah konsentrasi COD yang diturunkan dalam reaktor sebesar 400 mg/l.

 Berdasarkan hasil uji pada debit 6 ml/menit hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.3. Hasil uji debit 6 ml/menit**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reaktor** | **Menit ke-** | **NH3-N****(mg/l)** | **NH3-N** | **COD** **(mg/l)** | **COD** |
|
| Influent (6 ml/menit) | 38,27 | 0% | 1467 | 0% |
| **Anaerob** | 240 | 33,33 | 13% | 1150 | 22% |
| 480 | 17,70 | 54% | 1033 | 30% |
| **Aerob** | 570 | 2,47 | 94% | 992 | 32% |
| 660 | 0,82 | 98% | 950 | 35% |

Pada peningkatan debit dari 2 ml/menit menjadi 6 ml/menit menyebabkan waktu tinggal di masing masing reaktor menjadi 8 jam untuk reaktor anaerob dan 3 jam untuk reaktor aerob. Konsentrasi amonia-nitrogen mencapai 98% tetapi dengan konsentrasi awal yang relatif rendah sebesar 38,27 mg/l. Hal ini dapat dilihat pada grafik berikut :

Aerob

Anaerob

**Gambar 4.4. Grafik penurunan amonia-nitrogen dengan debit 6 ml/menit**

Kondisi ini juga terjadi pada penurunan konsentrasi COD dimana presentase penurunan sebesar 35% meskipun dengan konsentrasi awal yang lebih rendah. Selain itu penurunan yang terjadi juga relatif stabil seperti pada grafik berikut :

Aerob

Anaerob

**Gambar 4.5. Grafik penurunan COD dengan debit 6 ml/menit**

Pada peningkatan debit umpan menjadi 18 ml/menit menyebabkan waktu tinggalnya menjadi 3 jam untuk reaktor anaerob dan 1 jam untuk reaktor aerob sehingga waktu tinggal total dalam reaktor anaerob-aerob menjadi 4 jam. Hasil yang diperoleh dapat ditampilkan sebagai berikut :

**Tabel 4.5. Hasil uji debit 18 ml/menit**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Reaktor** | **Menit****ke-** | **NH3-N****(mg/l)** | **NH3-N** | **COD** **(mg/l)** | **COD** |
|
| Influent (18 ml/menit) | 30,45  | 0% | 1467 | 0% |
| **Anaerob** | 90 | 22,63  | 26% | 1308 | 11% |
| 180 | 10,70  | 65% | 1208 | 18% |
| **Aerob** | 210 | 4,94  | 84% | 1142 | 22% |
| 240 | 1,65  | 95% | 1117 | 24% |

Hasil penurunan tersebut dapat digambarkan dengan grafik berikut:

Aerob

Anaerob

**Gambar 4.7. Grafik penurunan amonia-nitrogen dengan 18 ml/menit**

Berdasarkan grafik penurunan NH3-N tersebut terlihat bahwa tren penurunan yang terjadi sangat tajam sehingga hal ini menunjukkan bahwa dengan peningkatan debit hingga 18 ml/menit reaktor masih dapat mengolah NH3-N dalam air lindi dengan cukup baik.

Sedangkan kemampuan reaktor terhadap COD dapat digambarkan dengan grafik berikut :

Aerob

Anaerob

**Gambar 4.8. Grafik penurunan konsentrasi COD dengan debit 18 ml/menit**

Dapat disimpulkan bahwa pengolahan dengan proses aerob jauh lebih tinggi dari proses anaerob untuk parameter COD. Sedangkan untuk parameter NH3-Npengolahan dengan proses anaerob jauh lebih tinggi dari proses aerob. Selain itu, berdasarkan tabel di atas kosentrasi awal untuk amonia nitrogen berkisar antara 30-57 mg/l sehingga dapapat dikatakan bahwa air lindi yang dihasilkan TPA Jati Barang berasal dari proses sampah yang realtif masih muda atau dibawah 10 tahun (Tengrui, *et.al*, 2007). Hasil penurunan COD dari reaktor anaerob-aerob ini masih melampaui baku mutu air tetapi sudah cukup baik untuk efisiensi yang diturunkan.

## 4.3 Analisis Data Biofilter

 Untuk mengetahui pengaruh antara debit terhadap efisensi penurunan COD efluen secara kuantitatif maka dilakukan uji statistik dengan menggunakan *software* SPSS 16.0

* + 1. **Uji Korelasi Biofilter Anaerob**

Hasil uji korelasi antara debit dengan amonia-nitrogen dan COD dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Hasil Uji Korelasi dengan debit 2 ml/menit**

| **Correlations** |
| --- |
|  |  | Amonia\_nitrogen | COD |
| Debit | Pearson Correlation | -.996\*\* | -.970\*\* |
| Sig. (2-tailed) | .000 | .006 |
| N | 5 | 5 |
| \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). |  |

**Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi dengan debit 6 ml/menit**

| **Correlations** |
| --- |
|  |  | Amonia\_nitrogen | COD |
| Debit | Pearson Correlation | -.958\* | -.967\*\* |
| Sig. (2-tailed) | .010 | .007 |
| N | 5 | 5 |
| \*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). |  |
| \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). |  |

**Tabel 4.8 Hasil Uji Korelasi dengan debit 18 ml/menit**

| **Correlations** |
| --- |
|  |  | Amonia\_Nitrogen | COD |
| Debit | Pearson Correlation | -.993\*\* | -.995\*\* |
| Sig. (2-tailed) | .001 | .000 |
| N | 5 | 5 |
| \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). |  |  |

Hasil uji korelasi Pearson menyatakan bahwa angka korelasi untuk debit 2 ml/menit dengan amonia-nitrogen dan COD sebesar -0.996 dan -0.970, untuk debit 6 ml/menit dengan amonia-nitrogen dan COD sebesar -0.958 dan -0.967, dan untuk debit 18 ml/menit dengan amonia-nitrogen dan COD sebesar -0.993 dan -0.995. Dilihat dari angka korelasi pada hasil uji untuk setiap debitnya dapat dikatakan bahwa pengaruh debit berbanding terbalik terhadap nilai amonia-nitrogen dan COD. Angka probabilitas < 0,05 pada setiap hasil uji dengan debit yang berbeda maka Ho ditolak yang berarti terdapat hubungan antara debit terhadap nilai amonia-nitrogen dan COD. Selain itu, variasi debit yang paling baik yaitu dengan debi 18 ml/menit hal ini dilihat dari nilai signifikan atau angka probabilitas yang paling kecil dibandingkan dengan variasi debit yang lain sebesar 0,001 untuk amonia-nitrogen dan 0,000 untuk COD.

**5. Kesimpulan Dan Saran**

**5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan :

1. Kandungan amonia-nitrogen dalam air lindi dari TPA Jatibarang berkisar 30-57 mg/l yang menunjukkan air lindi tersebut berasal dari proses sampah yang masih muda (<10 tahun)
2. Konsentrasi amonia-nitrogen pada setiap debit yang berbeda tidak melebihi baku mutu air, tetapi untuk kosentrasi COD melebihi baku mutu air. Hasil penurunan COD dari reaktor anaerob-aerob ini masih melampaui baku mutu air tetapi sudah cukup baik untuk efisiensi yang diturunkan.
3. Debit yang paling optimal berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah sebesar 18 ml/menit dilihat dari nilai.

**5.2. Saran**

Perlunya penelitian untuk mengetahui kondisi yang lebih optimal dengan variasi yang lebih banyak sehingga pada akhirnya mampu untuk diaplikasikan di lapangan.

**Daftar Pustaka**

Alaerts, G. dan S.S Santika. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya. 309 hal.

APHA. 1989. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 17th ed. APHA. AWWA. WPCF. Washington D.C. 1527 p

Barus, T.A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi. FMIPA. USU. Medan. 164 hal.

Boyd, C.E.1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. International Center of Agriculture Experiment Center. Auburn. University Alabama.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 254 hal.

Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 190 hal.

Hariyadi, S. 2001. Teknik Sampling Kualitas Air, Makalah Pendidikan dan Latihan Teknis Sampling Kelautan Angkatan I. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Pemerintah Propinsi DKI Jakarta. Jakarta.

Hariyadi, S. I.N.N. Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. Limnologi. Penuntun Praktikum dan Metode Analisa Kualitas Air. Laboratorium Limnologi. FPIK. IPB. Bogor.

Metcalf dan Eddy. 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. McGraw-Hill, Inc. New York. Nemerow, N.L. dan A. Dasgupta. 1991. Industrial and Hazardous Waste Treatment. Van Nostrand-Reinhold, New York. 743 p.

Pescod, M.B. 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries. Enironmental Engineering Division. Asian Institute Technology. Bangkok. 59 p.

Pohland, F.G. dan S.R. Harper. 1985. Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills. U.S. Environmental Protection Agency. Ohio. 165 p.

Wardoyo, S.T. H. 1975. Pengelolaan Kualitas Air. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi. IPB. Bogor.