

**KINERJA *SEQUENCING BATCH REACTOR* (SBR) AEROB PADA  
AIR BUANGAN PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN  
RASIO WAKTU REAKSI : STABILISASI  
4:4 DAN 6:4 JAM/ JAM  
(PARAMETER UJI: AMONIUM, NITRIT, DAN NITRAT)**

**TUGAS AKHIR**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Stratum-1  
Pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh:

**TRIANA WAHYUNI  
01174003**

Pembimbing:

**DENNY HELARD, MT**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2006**

## ABSTRAK

*Pengolahan biologis untuk mengolah air buangan pabrik minyak kelapa sawit yang telah melalui proses pengolahan pendahuduan diteliti dengan menggunakan sequencing batch reactor aerob. Penelitian dilakukan menggunakan 2 reaktor dengan memvariasikan waktu reaksi : stabilisasi yaitu 4:4 jam/jam dan 6:4 jam/jam. Reaktor dengan volume 5 liter dioperasikan dalam 3 kali running yang masing-masingnya terdiri dari 3 siklus. Panjang siklus untuk rasio waktu reaksi : stabilisasi 4:4 jam/jam adalah 12 jam dan untuk 6:4 jam/jam adalah 14 jam. Parameter yang digunakan adalah  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $N-NO_3^-$ , dan parameter lingkungan (pH, oksigen terlarut, dan temperatur). Konsentrasi amonium pada influen berkisar antara 79,12-154,32 mg/l. Efisiensi penyisihan amonium (nitrifikasi) untuk rasio waktu reaksi:stabilisasi 4:4 jam/jam pada running 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 89,70%, 88,60%, dan 93,05%. Untuk rasio waktu reaksi:stabilisasi 6:4 jam/jam efisiensi penyisihan amonium pada running 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 90,45%, 90,67%, dan 95,09%. Pada penelitian ini terjadi penumpukan nitrat pada setiap siklus, dimana efluen dari kedua reaktor mengandung nitrat dalam konsentrasi antara 13,52-59,43 mg/l untuk reaktor dengan rasio r:s 4:4 jam/jam dan antara 8,9-56,14 mg/l untuk reaktor dengan rasio r:s 6:4 jam/jam. Kondisi reaktor yang tidak memungkinkan terciptanya kondisi anaerob menjadi penyebab tidak berlangsungnya proses denitrifikasi yang berakibat terjadinya penumpukan nitrat. Penyisihan amonium yang tinggi dan dengan pengaturan strategi operasi yang lebih baik menjadikan SBR aerob sebagai alternatif teknologi pengolahan air buangan yang menjanjikan.*

**Kata kunci:** *Sequencing Batch Reactor (SBR) aerob, penyisihan nitrogen, nitrifikasi, denitrifikasi*



# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) merupakan tanaman penghasil minyak nabati terbesar di Indonesia dan juga merupakan komoditi ekspor. Penanaman kelapa sawit di Sumatera Barat khususnya, setiap tahun cenderung meningkat, yang terdapat pada berbagai daerah seperti Kabupaten Agam, Pasaman, Solok, Sawahlunto Sijunjung, dan Kabupaten Limapuluh Kota. Sampai akhir tahun 1996 tercatat luas areal penanaman kelapa sawit 113.569 Ha dengan produksi sebesar 170.080 ton. Perluasan penanaman baru masih banyak diusahakan sesuai dengan izin Gubernur Sumatera Barat untuk kelapa sawit yang memperoleh izin seluas 206.836 Ha.

Semakin besar jumlah industri kelapa sawit, semakin besar jumlah air buangan yang dihasilkan dari proses pengolahan. Limbah pabrik kelapa sawit yang mengandung sejumlah padatan tersuspensi, terlarut, dan mengambang merupakan bahan-bahan organik dengan konsentrasi tinggi (BOD limbah mencapai 25.000 mg/l) (Ginting, 1996). Selain itu kebutuhan air untuk proses ekstraksi minyak kelapa sawit dari tandan buah segar (TBS) sangat besar. Jumlah air yang dibutuhkan rata-rata mencapai 1,5 m<sup>3</sup>/ton TBS yang digiling. Dari jumlah tersebut sekitar 1,2 m<sup>3</sup> diantaranya dikeluarkan sebagai limbah, atau sekitar 2,5 ton limbah/ton produksi minyak jika diperkirakan berdasarkan produksi minyak (Cornelius, 1983).

Dengan beban yang demikian besar, limbah cair minyak kelapa sawit akan menjadi sumber pencemar potensial bagi lingkungan. Jumlah limbah cair yang besar dengan kandungan organik dan nutrien tinggi yang bersifat asam, bila dibuang ke badan air tanpa pengolahan lebih dahulu akan menurunkan kualitas perairan yang secara tidak langsung akan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu nutrien yaitu senyawa nitrogen merupakan parameter pencemar utama yang terdapat pada air buangan pabrik minyak kelapa sawit sehingga pengolahannya memerlukan penelitian khusus.



Beberapa pabrik minyak sawit, mengolah limbah cair tersebut terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Metode yang umum digunakan adalah metode pengolahan biologis yang berlangsung di beberapa kolam besar dan luas. Dengan sistem ini, konsentrasi bahan organik dalam limbah dapat diturunkan dengan efisiensi cukup tinggi (60-70%). Walaupun begitu, karena air buangan industri kelapa sawit diidentifikasi dengan kandungan organik tinggi dimana menurut Ma et al., (1982) dan Sa'id E.G, (1996) mengandung 20.000-29.000 mg/l *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan 48.000 mg/l *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada *raw wastewater* yang meskipun telah melalui 5-8 kali tangki penangkap minyak dan dilanjutkan dengan 8-12 pengolahan dengan kolam biologis yang luas, masih belum mampu memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

Salah satu alternatif yang bisa diterapkan untuk mengolah limbah kelapa sawit yang telah melalui proses pengolahan fisis dan pendahuluan adalah sistem biologis *Sequencing Batch Reactor* (SBR). Sistem SBR bisa dilakukan secara aerob dan anaerob. Pada penelitian ini yang akan digunakan adalah SBR aerob. Proses aerob dipilih karena proses ini bisa digunakan untuk menyisahkan bahan organik terlarut dengan konsentrasi 50-4000 mg COD/l yang sesuai dengan karakteristik limbah kelapa sawit yang telah mengalami proses pengolahan pendahuluan. Selain itu proses aerob juga memiliki kelebihan yaitu tidak menimbulkan bau, waktu detensi singkat, dan efisiensi penggunaan ruang yang tinggi.

SBR merupakan suatu proses yang bersifat siklus dan beroperasi pada persaingan antara siklus dari reaksi yang terjadi dalam reaktor. Siklus SBR akan terdiri dari lima fase yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*react/batch*), pengendapan (*settle*), pengurasan (*draw*), dan stabilisasi (*idle*). Semua tahapan proses tersebut berlangsung dalam suatu reaktor sehingga memudahkan pengelolaannya (Ketchum et al., 1985). Rangkaian proses akan dikontrol dengan waktu untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan.

Penelitian dengan menggunakan proses SBR telah banyak dilakukan dan dikembangkan. Mauro et al., (2002) meneliti kemampuan SBR untuk menyisahkan nitrogen dan COD dari air buangan peternakan unggas dengan

# BAB V

## SIMPULAN DAN SARAN

---

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

- SBR aerob yang digunakan pada penelitian ini dapat diandalkan dalam mengolah air buangan pabrik minyak kelapa sawit yang telah melalui proses pengolahan pendahuluan.
- Rasio waktu reaksi : stabilisasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi penyisihan nitrogen dalam pengolahan air buangan pabrik minyak kelapa sawit. Untuk masing-masing rasio waktu reaksi:stabilisasi diperoleh efisiensi penyisihan amonium sebagai berikut:
  - Rasio waktu reaksi:stabilisasi 4:4 jam/jam efisiensi penyisihan amonium pada *running* 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 89,70%, 88,60%, dan 93,05%.
  - Rasio waktu reaksi:stabilisasi 6:4 jam/jam efisiensi penyisihan amonium pada *running* 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 90,45%, 90,67%, dan 95,09%.
- Penyisihan nitrogen terutama amonium dapat terjadi melalui proses asimilasi dan oksidasi yang dilakukan bakteri. Pada penelitian ini oksidasi amonium paling banyak terjadi pada rasio waktu reaksi:stabilisasi 6:4 jam/jam yaitu rata-rata sebesar 92,07% pada setiap *running*nya.
- Penyisihan amonium menjadi nitrat hanyalah proses konversi. Untuk menyisihkan nitrogen secara kompleks nitrat harus direduksi menjadi gas nitrogen. Pada penelitian ini terjadi penumpukan nitrat pada setiap siklus, dimana efluen dari kedua reaktor mengandung nitrat dalam konsentrasi antara 13,52-59,43 mg/l untuk reaktor rasio r:s 4:4 jam/jam dan antara 8,9-56,14 mg/l untuk reaktor dengan rasio r:s 6:4 jam/jam. Kondisi reaktor yang tidak memungkinkan terciptanya kondisi anaerob menjadi penyebab tidak



## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abreu, Luis H., Saribel Estrada. 2002. *Sequencing Batch Reactor: An Efficient Alternative to Wastewater Treatment*. Water Research.
- Alleman, J.E. and Irvine, R.L. 1984. *Storage-Induced Denitrification Using Sequencing Batch Reactor Operation*. Water Research, Vol. 14, pp. 1483-1488.
- Andreottola, G., Bortone, G., and Tilche, A. . 1996. *Experimental Validation of A Simulation and Design Model for Nitrogen Removal in Sequencing Batch Reactors*. Water Science and Technology, Vol. 35, pp. 113-120.
- Anonim. 2001. *Data-data PT AMP Plantation*. Pasaman.
- Arora, M.L., Barth, E.F., Umphres, M.B. 1985. *Technology Evaluation of Sequencing Batch Reactors*. Journal WPCF, Vol. 57, hal 867-875.
- Benfield, L.D, and Randall, C.W. 1980. *Biological Process Design for Wastewater Treatment*. USA: Prentice Hall Inc.
- Bernet, N et al. 2000. *Combined Anaerobic-Aerobic SBR for the Treatment of Piggery Wastewater*. Water Research, Vol.34, No.2, hal.611-619.
- Bitton. Gabriel. 1994. *Wastewater Microbiology*. Singapore: John Willey&Sons.
- Bortone, G., Gemelli, S., Rambaldi, A., and Tilche. 1992. *A Nitrification, Denitrification, and Biological Phosphate Removal in Sequencing Batch Reactors Treating Piggery Wastewater*. Water Science and Technology, Vol. 26, hal 977-985.
- Cornelius, J.A. 1983. *Processing of Palm Oil Fruit and Its Product*. Tropical Product Institute: London Overseas Development Administration.
- Culp, R.L., Wesner, G.M and Culp, G.L. 1978. *Advanced Wastewater Treatment, 2nd ed*. New York: Von Nostrand Reinhold Company.
- Darmayanti, L. 2002. *Kinetika Pengolahan Air Buangan Rumah Potong Hewan Pada Sequencing Batch Reactor Aerob dengan Parameter Rasio Waktu Pengisian terhadap Waktu Reaksi*. Tesis Magister. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB.
- Eckenfelder, W.Wesley. 1989. *Industrial Water Pollution Control*. Singapore: Mc.Graw Hill.
- Eckenfelder, W. Wesley and Musterman, L Jack. 1995. *Activated sludge Treatment Of Industrial Wastewater*. Singapore:McGraw-Hill Companies, Inc.
- Efendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Jakarta:Kanisius.
- Faisal. 1994. *Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Berpenyekat Anaerobik*. Tesis Magister. Bandung:Teknik Kimia ITB.