

STUDI EFEKTIFITAS PENURUNAN KADAR BOD, COD DAN NH₃ PADA LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT DENGAN *ROTATING* *BIOLOGICAL CONTACTOR*

Rini Wahyu Sayekti, Riyanto Haribowo, Yohana Vivit, Agung Prabowo

Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
e-mail : riniws@ub.ac.id, riyanto_haribowo@ub.ac.id

ABSTRAK

Rotating Biological Contactor (RBC) adalah suatu proses pengolahan air limbah secara biologis yang terdiri atas *disc* melingkar yang diputar oleh poros dengan kecepatan tertentu. RBC mempunyai beberapa keuntungan, antara lain mudah dioperasikan, mudah dalam perawatan, tidak membutuhkan banyak lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kemampuan reaktor RBC dalam mengolah limbah cair rumah sakit dengan berbagai variasi. Variasi yang digunakan adalah kecepatan putaran *disc*, yaitu 2 rpm dan 5 rpm serta luas area terendam *disc*, yaitu 40% dan 70%. Sedangkan sampel yang digunakan adalah air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Kepanjen Malang. Parameter yang diteliti adalah BOD, COD, dan NH₃.

Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa variasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan NH₃ adalah dengan kecepatan putaran *disc* 2 rpm dan luas area terendam *disc* 70% dengan input sampel limbah berbeda untuk setiap variasi percobaan. Prosentase penurunan tertinggi adalah 96,681% untuk BOD, 97,373% untuk COD, dan 96,124% untuk NH₃. Kadar BOD, COD dan NH₃ *effluent* memenuhi baku mutu untuk limbah cair rumah sakit sesuai dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999 dan memenuhi baku mutu air limbah golongan III yang digunakan untuk mengairi pertanian sesuai dengan Peraturan Pemerintah Indonesia No. 82 tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Kata kunci : RBC, Penurunan Kadar, BOD, COD, NH₃

ABSTRACT

Rotating Biological Contactor is biological wastewater treatment by using rotated discs which are turned around by axis with the certain speed. RBC have some advantage, for example easy to operated, easy to treatment, and not require a lot of area.

The aim of this research is to determine the effectiveness of the ability of *Rotating Biological Contactor* (RBC) reactor in treating wastewater from hospital with different variation. The variations used are rotating disc, which is 2 rpm and 5 rpm and disc submerged, which is 40% and 70%. While the sample used was the wastewater Kepanjen District General Hospital Malang. Parameter studied are BOD, COD, and NH₃.

The result in this research show that variations which effective to remove BOD, COD, and NH₃ are in rotating disc 2 rpm and disc submerged 70% with wastewater samples is different for each experimental variation. The highest removal efficiency is 96.681% for BOD, 97.373% for COD, and 96.124% for NH₃. The concentration of BOD, COD and NH₃ *effluent* was fill the quality standard of hospital wastewater in accordance with Kep.Gub. No. 61 of 1999 and was fill the quality standard of third class for irrigation in accordance with Indonesian Government No. 82 of 2001 about Water Quality Management and Water Pollution Control.

Keyword : RBC, Decreased Concentration, BOD, COD, NH₃.

1. PENDAHULUAN

Masalah yang sering muncul dalam hal pengelolaan limbah rumah sakit adalah terbatasnya dana yang ada untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta operasinya, khususnya untuk rumah sakit tipe kecil dan menengah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dikembangkan teknologi pengolahan air limbah rumah sakit yang murah, mudah operasinya serta hemat energi, khususnya untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil sampai sedang. Salah satu alternatif pengolahan limbah rumah sakit dapat menjawab permasalahan tersebut adalah *Rotating Biological Contactor* (RBC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penerapan metode pengolahan biologi metode RBC dan pengaruh setiap variasi perlakuan terhadap parameter BOD, COD, dan NH_3 dengan menggunakan sampel limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Keparan sehingga hasil olahan air limbah menggunakan RBC dapat digunakan untuk lahan pertanian.

Diharapkan hasil penelitian yang diperoleh dapat dijadikan bahan pertimbangan dan masukan bagi peneliti maupun pihak rumah sakit dalam pengelolaan limbah cair rumah sakit agar memenuhi baku mutu limbah rumah sakit sesuai dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit dan memenuhi baku mutu air limbah golongan III yang digunakan untuk mengairi pertanian sesuai dengan Peraturan Pemerintah Indonesia No. 82 tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

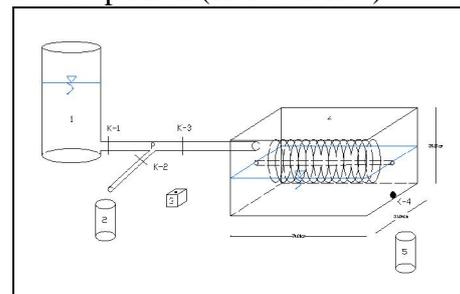
2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air dan Tanah Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Sampel limbah cair yang digunakan dalam penelitian

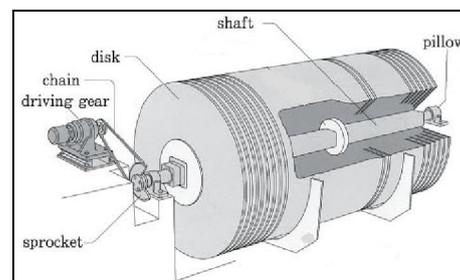
adalah limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah Kanjuruhan Keparan.

Konstruksi RBC sebagai pengolah air limbah dibuat dalam skala laboratorium terdiri dari (Gambar 1 dan Gambar 2):

1. Tangki penampung air limbah
2. Tangki penampung *influent*
3. *Driving gear* sebagai sistem penggerak RBC dengan kecepatan putaran 2-5 rpm.
4. Reaktor RBC skala laboratorium terbuat dari fiberglass, dengan dimensi panjang 70 cm, lebar 30 cm dan tinggi 35 cm. Diameter *disk* 20 cm dan tebal disk 0,3 mm.
5. Tangki penampung *effluent*
6. *Shaft* (as) sebagai tempat menyusun *disc* terbuat dari baja bulat dengan panjang 90 cm diameter 16 mm.
7. *Pillow* (bantalan) digunakan untuk menopang semua berat dari seluruh RBC
8. Pipa PVC (P)
9. Kran air (K-2 dan K-4)
10. Stop Kran (K-1 dan K-3)



Gambar 1. Sketsa peralatan utama RBC



Gambar 2. Detail reaktor RBC

Penelitian ini merupakan uji coba kemampuan reaktor RBC untuk mendapatkan penurunan yang tinggi dalam mengolah limbah cair rumah sakit. Berdasarkan penelitian pendahuluan

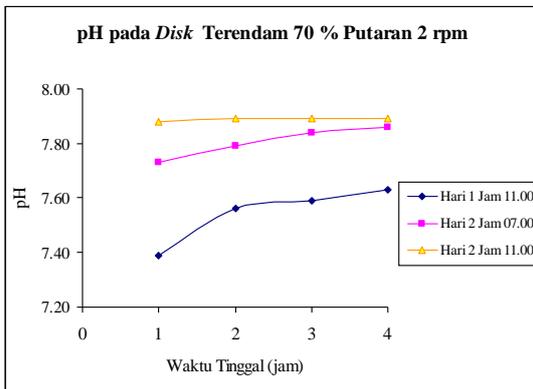
(Indriasari, RR. 2008), maka pengujian reaktor RBC diberi 2 perlakuan.

1. Kecepatan putaran *disc* terdiri dari 2 rpm dan 5 rpm
2. Luas area terendam terdiri dari *disc* terendam 70 % dan *disc* terendam 40 %

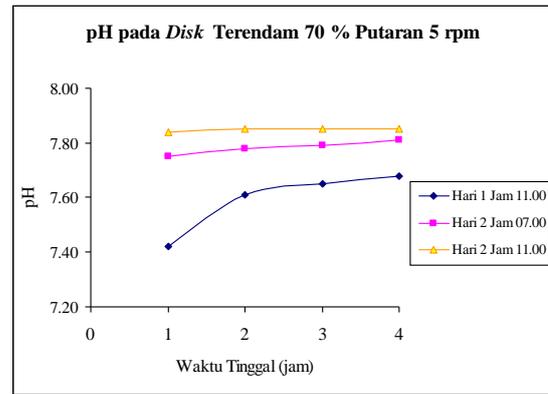
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Lingkungan Selama Penelitian Parameter pH

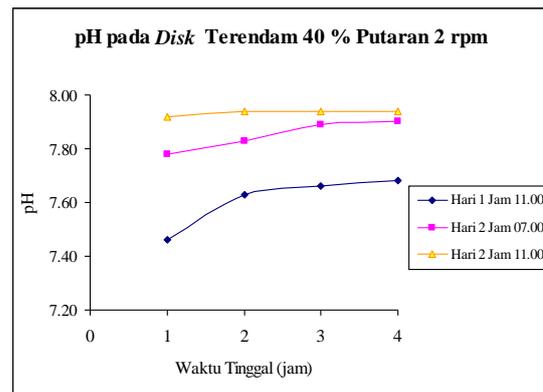
Untuk mengetahui perubahan pH dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pHmeter pada reaktor RBC yang menunjukkan nilai berkisar antara pH 7,25 – 7,94 seperti terlihat pada Gambar 3 - Gambar 6. Parameter pH lingkungan media sangat mempengaruhi proses pengolahan limbah secara biologis, kisarannya antara 6,5 – 8,5. Nilai pH yang terlalu tinggi (> 8,5) akan menghambat aktivitas mikroorganismesedangkan nilai pH di bawah 6,5 akan mengakibatkan pertumbuhan jamur dan terjadi persaingan dengan bakteri dalam metabolisme materi organik.



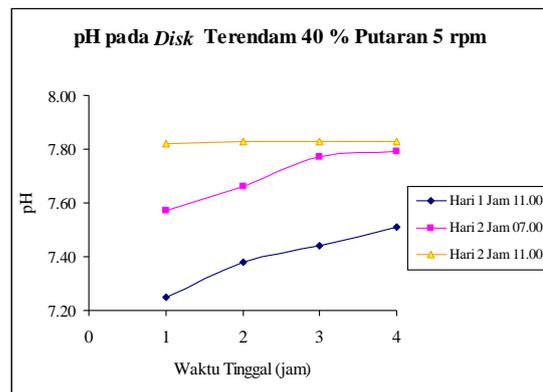
Gambar 3. Pengamatan pH Reaktor RBC dengan variasi *disc* terendam 70 % dan putaran 2 rpm



Gambar 4. Variasi *disc* terendam 70 % dan putaran 5 rpm



Gambar 5. Variasi *disc* terendam 40 % dan putaran 2 rpm

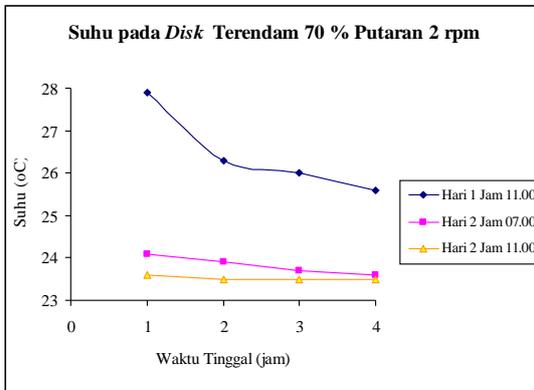


Gambar 6. Variasi *disc* terendam 40 % dan putaran 5 rpm

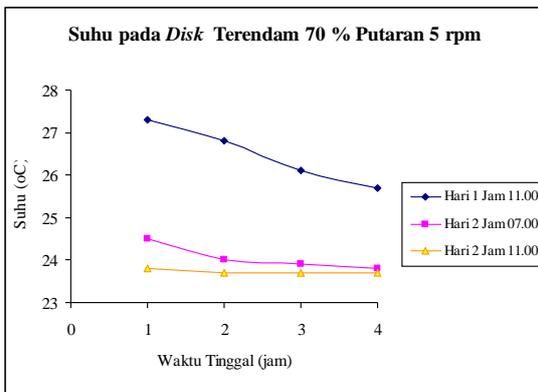
Parameter Suhu

Suhu air limbah pada reaktor RBC senantiasa menunjukkan angka yang berkisar antara 23,5°C - 28 °C seperti ditunjukkan Gambar 7 - Gambar 10. Hal ini menunjukkan mikroorganismes mesofilik mendominasi proses penguraian zat pencemar pada reaktor

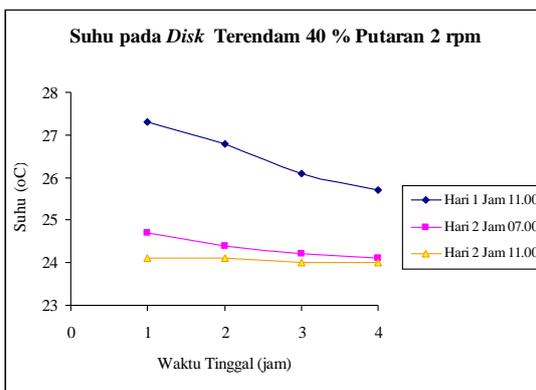
RBC. Sistem RBC relatif sensitif terhadap perubahan suhu. Suhu optimal untuk proses RBC berkisar antara 15°C - 40°C. Temperatur yang tinggi akan merusak proses dengan mencegah aktifitas enzim dalam sel. Peningkatan temperatur dapat menyebabkan penurunan efisiensi pengolahan.



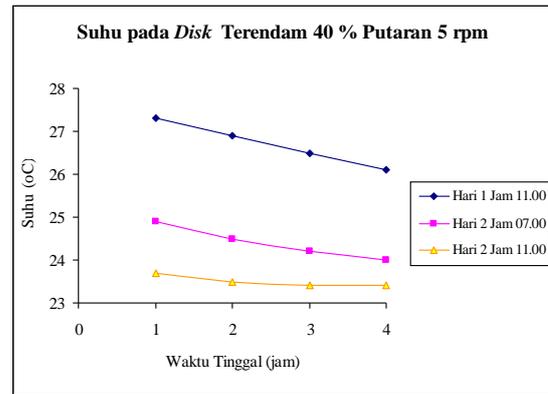
Gambar 7. Pengamatan suhu Reaktor RBC dengan variasi *disc* terendam 70 % dan putaran 2 rpm



Gambar 8. Variasi *disc* terendam 70 % dan putaran 5 rpm



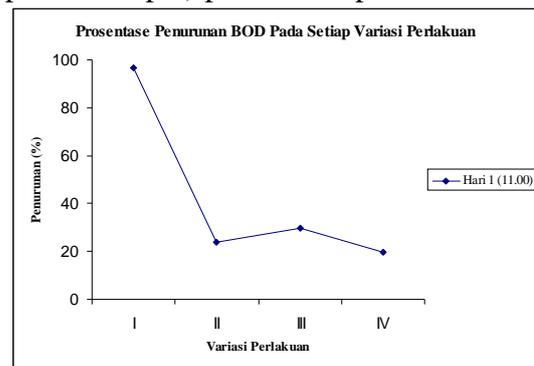
Gambar 9. Variasi *disc* terendam 40 % dan putaran 2 rpm



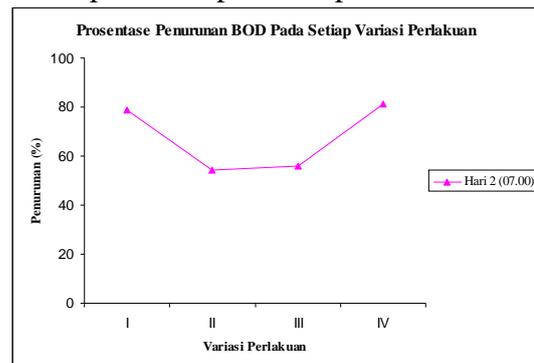
Gambar 10. Variasi *disc* terendam 40 % dan putaran 5 rpm

3.2 Penurunan Kadar Parameter BOD

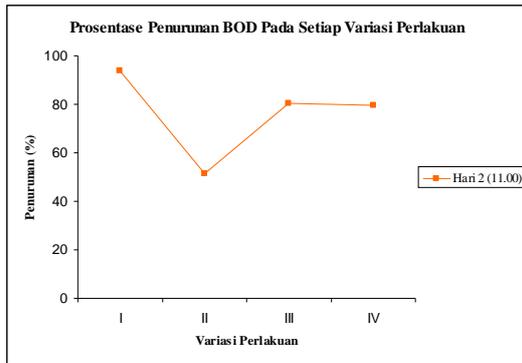
Berdasarkan Gambar 11 - Gambar 13 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar BOD dan konsentrasi *effluent* memenuhi baku mutu untuk limbah rumah sakit sesuai dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999. Prosentase penurunan terbesar 96,681% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm) pada hari 1 pukul 11.00.



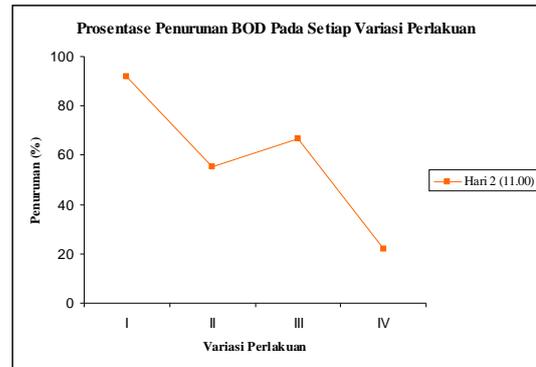
Gambar 11. Prosentase penurunan BOD pada setiap variasi perlakuan



Gambar 12. Prosentase penurunan BOD pada setiap variasi perlakuan



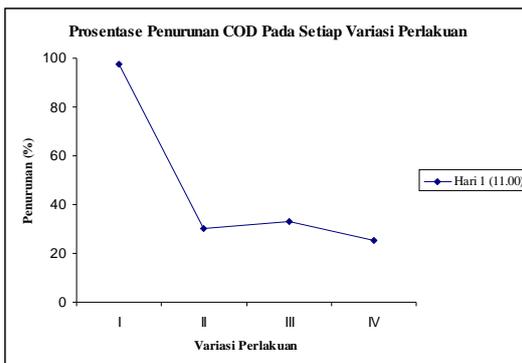
Gambar 13. Prosentase penurunan BOD pada setiap variasi perlakuan



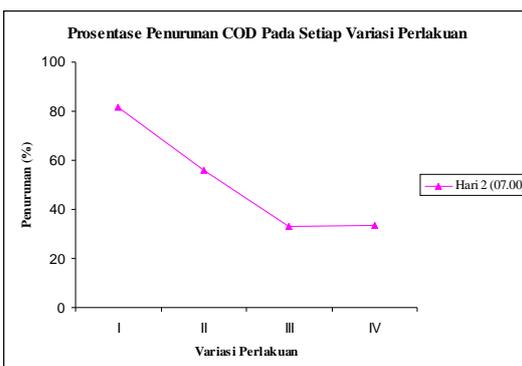
Gambar 16. Prosentase penurunan COD pada setiap variasi perlakuan

COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan Gambar 14 - Gambar 16 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar COD dan konsentrasi *effluent* memenuhi baku mutu untuk limbah rumah sakit sesuai dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999. Prosentase penurunan terbesar 97,373% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm) pada hari 1 pukul 11.00.



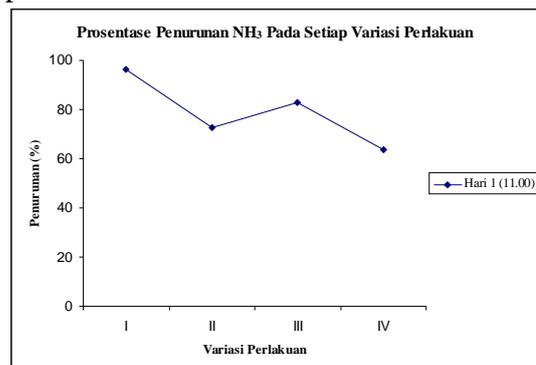
Gambar 14. Prosentase penurunan COD pada setiap variasi perlakuan



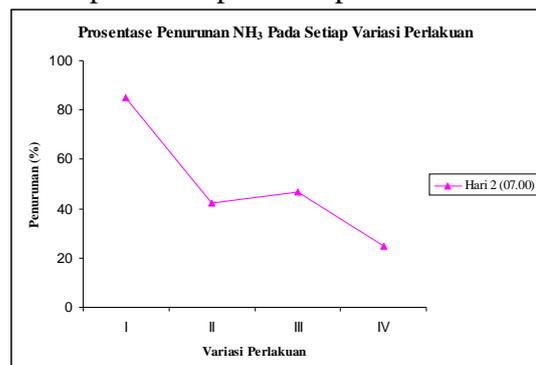
Gambar 15. Prosentase penurunan COD pada setiap variasi perlakuan

NH₃

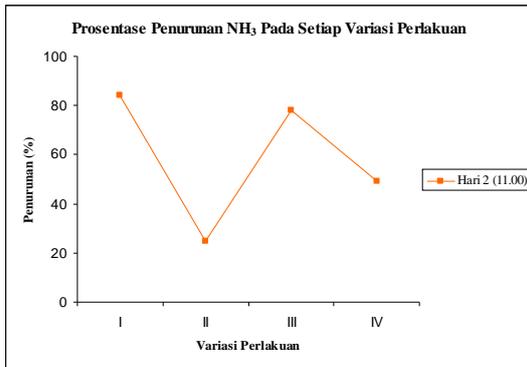
Berdasarkan Gambar 17 - Gambar 19 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar NH₃ dan konsentrasi *effluent* memenuhi baku mutu untuk limbah rumah sakit sesuai dengan dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999. Prosentase penurunan terbesar 96,124% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm) pada hari 1 pukul 11.00.



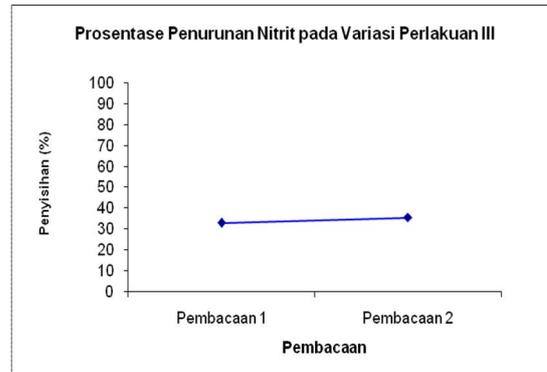
Gambar 17. Prosentase penurunan NH₃ pada setiap variasi perlakuan



Gambar 18. Prosentase penurunan NH₃ pada setiap variasi perlakuan



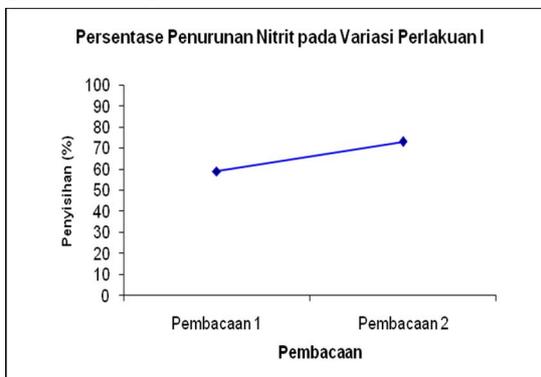
Gambar 19. Prosentase penurunan NH₃ pada setiap variasi perlakuan



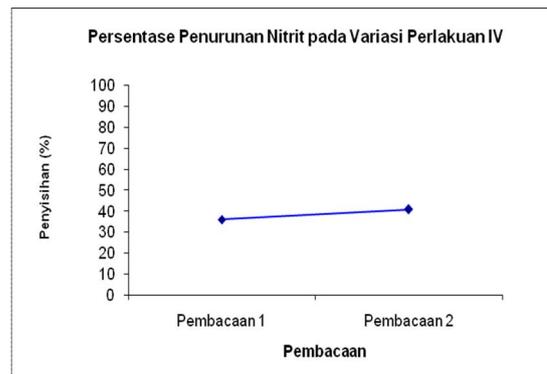
Gambar 22. Prosentase penurunan Nitrit pada variasi III

Nitrit

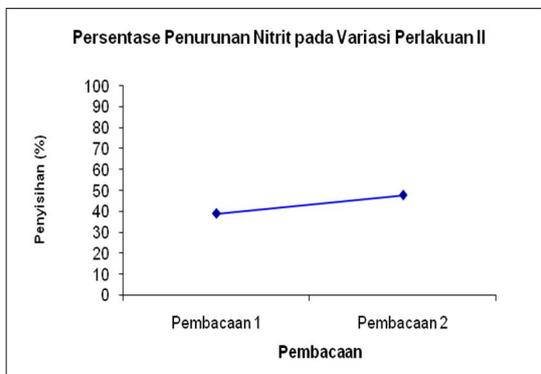
Berdasarkan Gambar 20 - Gambar 23 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar Nitrit. Prosentase penurunan terbesar 73,077% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm).



Gambar 20. Prosentase penurunan Nitrit pada variasi I



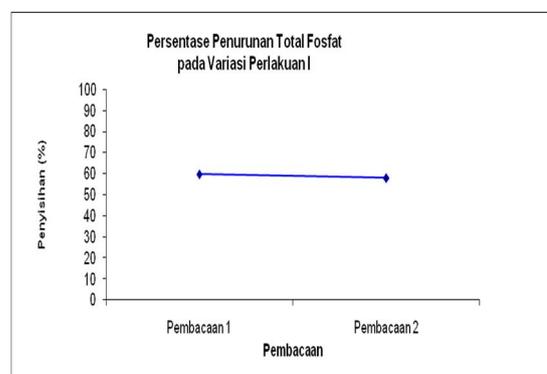
Gambar 23. Prosentase penurunan Nitrit pada variasi IV



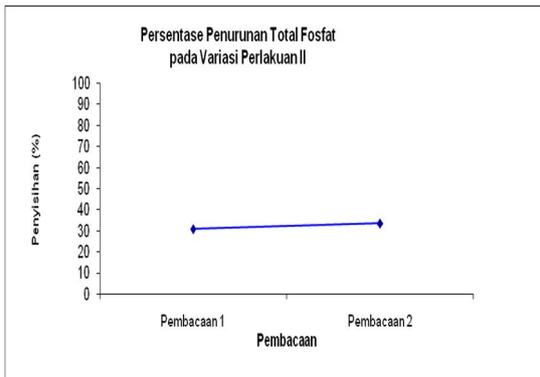
Gambar 21. Prosentase penurunan Nitrit pada variasi II

Total Fosfat

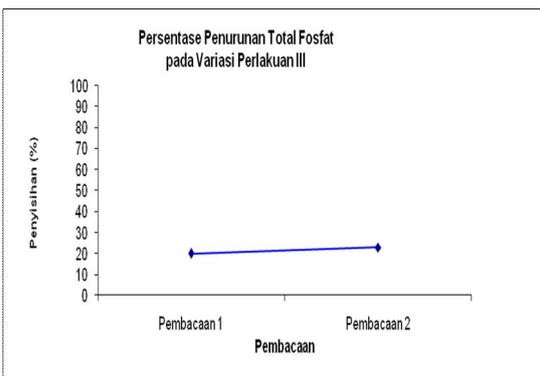
Berdasarkan Gambar 24 - Gambar 27 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar Total Fosfat. Prosentase penurunan terbesar 59,589% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm).



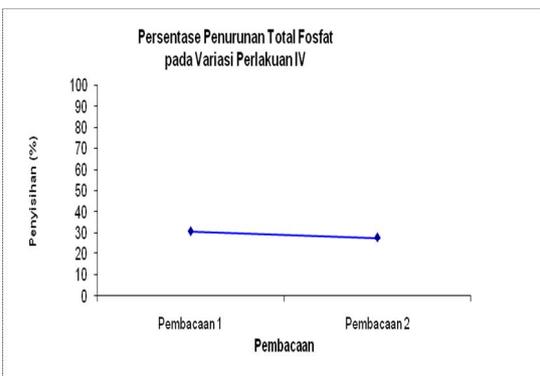
Gambar 24. Prosentase penurunan Total Fosfat pada variasi I



Gambar 25. Prosentase penurunan Total Fosfat pada variasi II



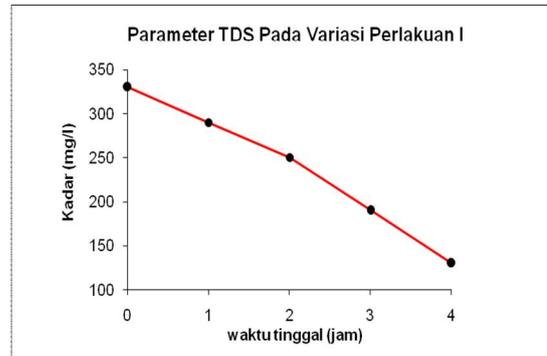
Gambar 26. Prosentase penurunan Total Fosfat pada variasi III



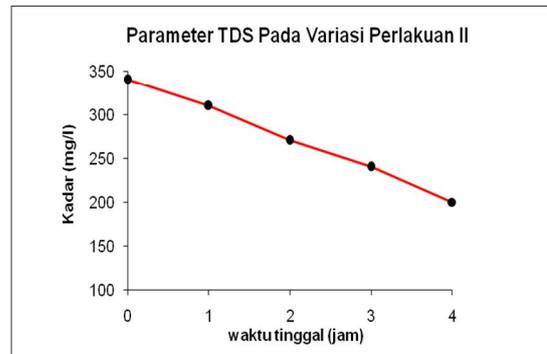
Gambar 27. Prosentase penurunan Total Fosfat pada variasi IV

TDS

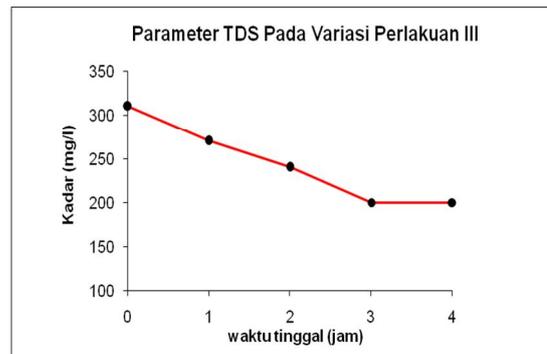
Berdasarkan Gambar 28 - Gambar 31 terlihat bahwa secara umum setiap variasi perlakuan mampu menurunkan kadar TDS. Prosentase penurunan terbesar 60,606% pada variasi perlakuan I (*disc* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm).



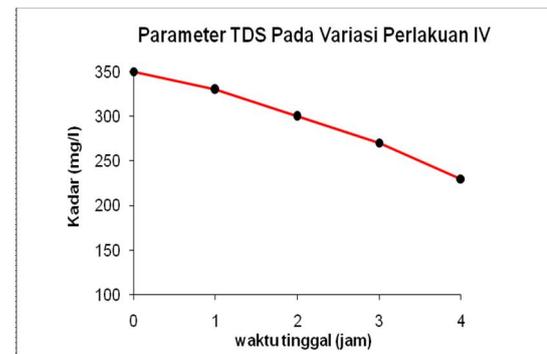
Gambar 28. Prosentase penurunan TDS pada variasi I



Gambar 29. Prosentase penurunan TDS pada variasi II



Gambar 30. Prosentase penurunan TDS pada variasi III



Gambar 31. Prosentase penurunan TDS pada variasi IV

3.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemampuan Menurunkan Kadar Parameter

Pengaruh Kecepatan Putaran

Tabel 1 menunjukkan kecepatan putaran 2 rpm memberikan prosentase penurunan yang lebih besar daripada kecepatan putaran 5 rpm. Hal ini menunjukkan dalam penelitian untuk model *Rotating Biological Contactor* ini lebih efektif menggunakan kecepatan putaran 2 rpm. Hal ini dikarenakan apabila kecepatan putaran lebih besar (5 rpm) proses pembentukan lapisan mikroorganisme pada permukaan media RBC akan menjadi kurang optimal karena waktu kontak antara biofilm dengan air limbah maupun udara kurang.

Tabel 1. Rekapitulasi Prosentase Penurunan Parameter dengan Berbagai Variasi

Parameter	Hari (jam)	Penurunan (%)			
		Disc Terendam 70%		Disc Terendam 40%	
		2 rpm	5 rpm	2 rpm	5 rpm
BOD	1 (11.00)	96.681	23.862	29.744	19.685
	2 (07.00)	78.682	54.337	55.793	81.162
	2 (11.00)	93.921	51.276	80.488	79.659
	Rerata	89.761	43.158	55.341	60.169
COD	1 (11.00)	97.373	30.173	33.125	25.443
	2 (07.00)	81.571	55.746	33.176	33.366
	2 (11.00)	91.861	55.347	66.506	21.900
	Rerata	90.268	47.089	44.269	26.903
NH ₃	1 (11.00)	96.124	72.727	82.857	63.871
	2 (07.00)	84.818	42.105	46.667	25.000
	2 (11.00)	84.158	25.000	78.095	49.038
	Rerata	88.367	46.611	69.206	45.970

Parameter	Penurunan			
	Disk Terendam 70%		Disk Terendam 40%	
	2 rpm	5 rpm	2 rpm	5 rpm
Nitrit	59.140	39.080	36.082	32.877
	73.077	47.887	40.909	35.484
Rerata	66.108	43.484	38.496	34.180
Total Fosfat	59.589	30.838	30.864	20.228
	57.959	33.557	27.670	23.145
Rerata	58.774	32.198	29.267	21.687
TDS	330	340	310	350
	130	200	200	230
Rerata	60.606	41.176	35.484	34.286

Pengaruh Luas Area Terendam

Tabel 1 menunjukkan pengaruh luas area terendam 70% memberikan prosentase penurunan yang lebih besar daripada luas area terendam 40%. Hal ini menunjukkan dalam penelitian untuk model *Rotating Biological Contactor* ini lebih efektif menggunakan luas area terendam 70%. Hal ini dikarenakan apabila semakin besar luas area yang tercelup (70%) maka pembentukan lapisan mikroorganisme pada permukaan media RBC akan menjadi optimal karena memberikan luas kontak dengan air limbah yang lebih besar juga. Udara dari permukaan *disc* dibawa ke dalam air untuk menguraikan air limbah dan memfasilitasi proses aerobik. Selain itu, terjadi penurunan tekanan di media dan di poros karena sebagian besar dari permukaan dari RBC berada di dalam air.

Kemampuan Menurunkan Kadar Parameter

Pengaruh perlakuan yang mampu menurunkan parameter BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat, dan TDS tertinggi adalah *disk* terendam 70% dengan kecepatan putaran 2 rpm dengan prosentase penurunan rerata 89,761% untuk BOD, 90,268% untuk COD, 98,367 % untuk NH₃, 66,108% untuk Nitrit, 58,774% untuk Total Fosfat, dan 60,606% untuk TDS

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. RBC (*Rotating Biological Contactor*) mampu menurunkan kadar BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat, dan TDS pada setiap variasi perlakuan.
2. Pengaruh kecepatan putaran 2 rpm memberikan prosentase penurunan parameter BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat, dan TDS yang lebih besar daripada kecepatan putaran 5 rpm.

3. Pengaruh luas area terendam 70% memberikan prosentase penurunan parameter BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat, dan TDS yang lebih besar daripada luas area terendam 40%.
4. Kadar BOD, COD dan NH₃ effluent pada setiap variasi perlakuan memenuhi baku mutu untuk limbah rumah sakit sesuai dengan Kep.Gub. No. 61 Tahun 1999
5. Kadar BOD, COD, NH₃, Nitrit, Total Fosfat, dan TDS effluent pada setiap variasi perlakuan memenuhi baku mutu air limbah golongan III yang digunakan untuk mengairi pertanaman sesuai dengan Peraturan Pemerintah Indonesia No. 82 tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air sehingga air limbah tersebut setelah diolah menggunakan RBC masih aman untuk lahan pertanian.

Adapun saran yang dapat diberikan diharapkan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan input sampel yang sama untuk berbagai variasi serta menambahkan variasi bentuk *disc* yang bergelombang atau bentuk sarang tawon dan menambahkan jumlah stage untuk memperoleh sistem pengolahan limbah cair rumah sakit yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alaerts, G dan Santika, SS. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
2. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. 2001. *Bab 7 Pengolahan Air Limbah dengan Proses Reaktor Biologis Putar (RBC)*. www.kelair.bppt.go.id/Publika [si/BukuUjiPerform/BAB7.pdf](http://www.kelair.bppt.go.id/Publika/si/BukuUjiPerform/BAB7.pdf). (diakses 25 April 2010).
3. Grady, Leslie dan Lim, Henry C. 1980. *Biological Wastewater Treatment*. New York: Marcel Dekter Inc
4. Indriasari, RR. 2008. *Pengolahan Air Limbah Efluen Septic Tank Rumah Susun Menggunakan Rotating Biological Contactor (RBC) Skala Laboratorium*. <http://digilib.its.ac.id>. (diakses 25 April 2010)
5. Metcalf and Eddy. 2003. *Waste Water Engineering Second Edition*. New York: Mc Graw-Hill Company.
6. Meutia, A & Suryono, T. 2001. *A Combined Rotating Biological Contactor-Biofilter System To Treat Wastewater of Cosmetic Manufacturer*. Puslitbang Limnologi-LIPI, Indonesia.
7. Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
8. Sukarnoputri, Megawati. 2001. *Peraturan Pemerintah Indonesia No. 82 tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
9. Utomo, Imam. 1999. *Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur No. 61 Tahun 1999 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit di Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur*. Surabaya: Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur.
10. Zulkifli dan Meutia, A. 2001. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Rotating Biological Contactor (RBC) Pada Skala Laboratorium*. Jurnal LIMNOTEK. VIII (1): 21-34.