

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Kualitas Air Limbah

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air limbah, dalam parameter BOD dan COD cukup tinggi. Untuk mengurangi konsentrasi BOD dan COD tersebut perlu diadakan suatu pengolahan terhadap air limbah sehingga air limbah tidak mencemari lingkungan.

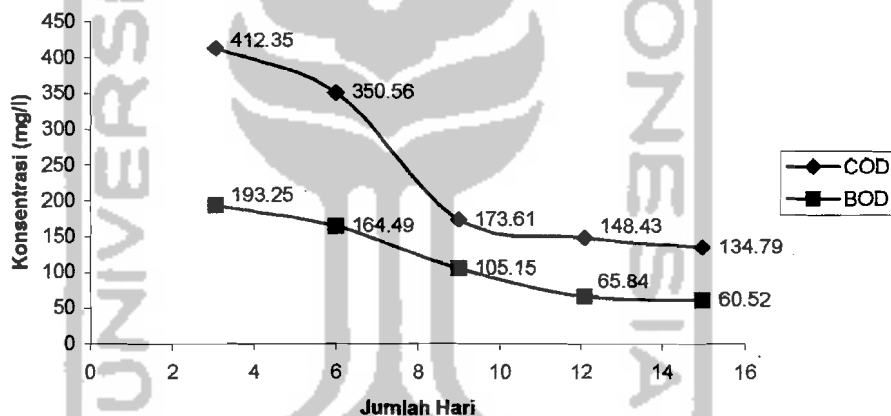
Sebagai langkah awal dari usaha pengolahan air limbah, diadakan suatu percobaan pengolahan menggunakan RBC dengan pemanfaatan Ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai.

Sebelum RBC dioperasikan untuk pengolahan diadakan proses pembibitan dan aklimasi yang berfungsi untuk menumbuhkan dan mengembangkan mikroorganisme yang akan digunakan untuk mengurangi bahan organik yang ada dalam air limbah. Parameter BOD dan COD diperiksa dilaboratorium, sedangkan pemeriksaan suhu dan pH air limbah langsung dilakukan dilapangan. Sebagai parameter pengontrol pada proses pembibitan dan aklimasi didapatkan suhu rata-rata air limbah 27,3 °C dan pH rata-rata 7,5. Pada proses pengolahan didapatkan suhu rata-rata air limbah 27,5 °C dan pH rata-rata 7,3. Hasil pemeriksaan kualitas air limbah dalam parameter BOD dan COD disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 5.1 Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L

Pengambilan/ Pemeriksaan	Tanggal	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
I	13 Maret 2004	412,35	193,25
II	16 Maret 2004	350,56	164,49
III	19 Maret 2004	173,61	105,15
IV	22 Maret 2004	148,43	65,84
V	25 Maret 2004	134,79	60,52

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004



Gambar 5.1. Grafik Penurunan COD dan BOD selama Aklimasi dengan COD = 480.70 mg/L dan BOD = 248.34 mg/L

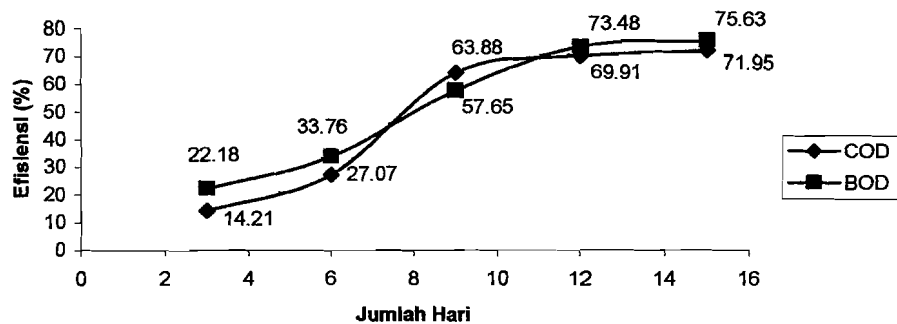
Dari Tabel 5.1. Dapat diketahui bahwa angka BOD menunjukkan penurunan dari hari ke hari. Pada pemeriksaan terakhir dengan BOD 60,52 mg/L dan COD 134,79 mg/L. Jika dibandingkan dengan BOD sebelumnya sebesar 65,84 mg/l dan COD sebelumnya sebesar 148,43 mg/L, hal ini sudah

menunjukkan penurunan yang tidak terlalu berarti. Selisih persentase penurunan dari kedua BOD dan COD tersebut sangat kecil yaitu untuk BOD sebesar $75,63\% - 73,48\% = 2,15\%$ dan COD sebesar $71,95\% - 69,91\% = 2,04\%$. Ini berarti proses aklimasi sudah mendekati titik jenuh sehingga bila proses aklimasi tetap dilanjutkan diperkirakan tidak terlalu memberikan penurunan BOD dan COD yang berarti. Dengan berpijak pada teori bahwa lamanya aklimasi adalah 16 hari, maka pada kondisi aklimasi terakhir dianggap aklimasi sudah tercapai dan proses pengolahan dapat dilaksanakan.

Tabel 5.2 Efisiensi Penurunan COD dan BOD selama Proses Aklimasi, dengan BOD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 248,34 mg/L dan COD Air Limbah sebelum Aklimasi sebesar 480,70 mg/L

Pengambilan/ Pemeriksaan	Tanggal	Penurunan COD (%)	Penurunan BOD (%)
I	13 Maret 2004	14,21	22,18
II	16 Maret 2004	27,07	33,76
III	19 Maret 2004	63,88	57,65
IV	22 Maret 2004	69,91	73,48
V	25 Maret 2004	71,95	75,63

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data A. Primer, 2004



Gambar 5.2. Grafik Efisiensi Penurunan COD dan BOD Selama Aklimasi Dengan COD = 480.70 mg/L dan BOD = 248.34 mg/L

Hasil pemeriksaan kualitas air limbah sebelum diolah dengan RBC disajikan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kualitas Air Limbah Domestik IPAL Sewon Bantul Kota Jogjakarta sebelum Diolah

No	Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan
1	BOD	mg/L	235,12
2	COD	mg/L	550,32

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

5.1.2 Tingkat penurunan BOD dan COD air limbah setelah pengolahan dengan unit RBC

Pengolahan air limbah dengan RBC dengan lima variasi luas kontak cakram yang berbeda-beda yaitu ketercelupan 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, dan 10% memberikan hasil yang berbeda-beda pula dalam hal penurunan BOD dan COD.

Hasil pengolahan air limbah dengan RBC dengan beberapa variasi luas kontak berturut-turut disajikan dalam Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3 BOD Air Limbah Setelah Pengolahan

Ulangan	Variasi Luas Kontak Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	55,32	101,20	138,14	190,20	221,50	706,36	141,27
II	49,21	95,64	150,9	193,00	200,91	688,77	137,75
III	30,05	99,11	152,30	191,15	202,99	697,06	139,52
Jumlah	154,48	295,95	460,45	574,35	607,04	2092,37	418,47
Rata-Rata	51,52	98,65	153,48	191,45	202,46		

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

Tabel 5.4 COD Air Limbah setelah Pengolahan

Ulangan	Variasi Luas Kontak Cakram					Jumlah	Rata-Rata
	50%	40%	30%	20%	10%		
I	127,15	134,67	253,40	351,61	399,51	1266,34	253,27
II	129,45	134,51	256,50	350,17	403,62	1274,25	254,85
III	128,16	136,02	259,19	352,12	402,11	1277,6	255,52
Jumlah	384,76	405,02	764,09	1053,09	1205,24	3467,19	693,44
Rata-Rata	128,25	135,06	256,36	351,03	401,74		

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

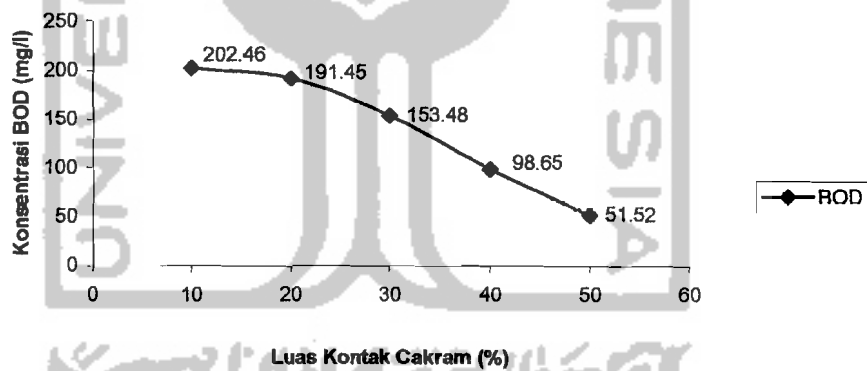
Data-data hasil pengolahan air limbah dengan RBC selanjutnya dikelompokkan lagi untuk lebih memudahkan pemahaman tentang kemampuan RBC dalam menurunkan BOD dan COD air limbah. Data berikut ini merupakan rata-rata nilai BOD dan COD air limbah setelah pengolahan yang disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 BOD dan COD Air Limbah setelah Pengolahan RBC Media Ijuk

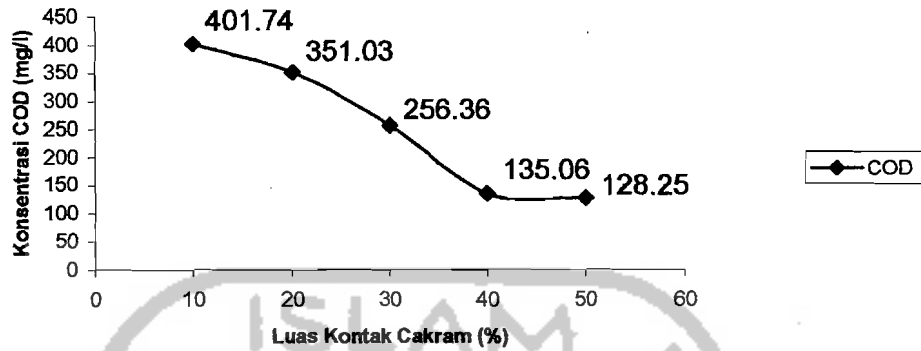
No	Variasi Luas Kontak Cakram (%)	Sebelum Analisa		Hasil Analisa		Keterangan
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	
1	50	235,12	550,32	51,52	128,25	BOD dan COD merupakan nilai rata-rata
2	40	235,12	550,32	98,65	135,06	
3	30	235,12	550,32	153,48	256,36	
4	20	235,12	550,32	191,45	351,03	
5	10	235,12	550,32	202,46	401,74	

Sumber : Analisa Laboratorium Yayasan Dian Desa dan Data Primer, 2004

Hubungan antara luas kontak cakram dengan penurunan BOD dan COD dapat pula disajikan dalam bentuk grafik, sehingga secara visual dapat dipahami pengaruh ketercelupan cakram terhadap penurunan BOD dan COD.



Gambar 5.3. Grafik Luas Kontak Cakram (%) terhadap Konsentrasi BOD Efluent Rata-rata (mg/L)



Gambar 5.4. Grafik Luas Kontak Cakram (%) terhadap Konsentrasi COD Efluent Rata-Rata (mg/L)

5.1.3 Efisiensi Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan

Hasil pengolahan air limbah dengan RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, yang dipengaruhi oleh lima variasi luas kontak cakram menghasilkan efisiensi penurunan seperti yang disajikan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Efisiensi Penurunan BOD dan COD

Parameter	Luas Kontak Cakram (%)	Sebelum Pengolahan (Influent)	Setelah Pengolahan (Effluent)	Efisiensi (%)
BOD (mg/L)	50	235,12	51,52	78,08
	40	235,12	98,65	58,04
	30	235,12	153,48	34,72
	20	235,12	191,45	18,72
	10	235,12	202,46	13,89
COD (mg/L)	50	550,32	128,25	76,64
	40	550,32	135,06	75,45
	30	550,32	256,36	53,42
	20	550,32	351,03	36,21
	10	550,32	401,74	26,99

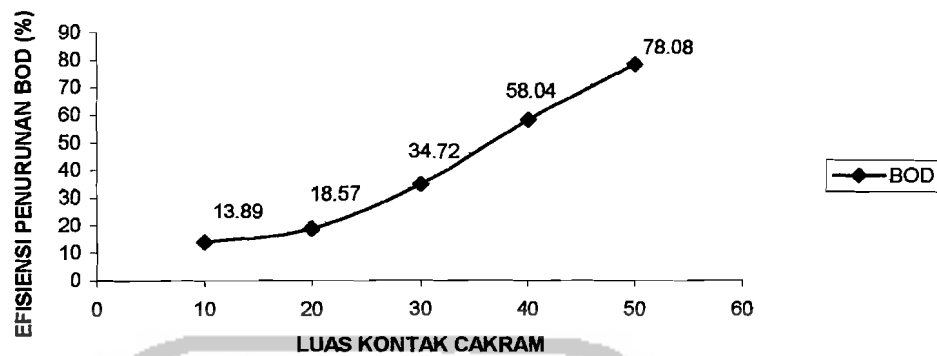
Sumber : Data Primer, 2004

Keterangan : Efisiensi penurunan dihitung berdasarkan rumus di bawah ini, dengan konsentrasi (C) dalam BOD dan COD

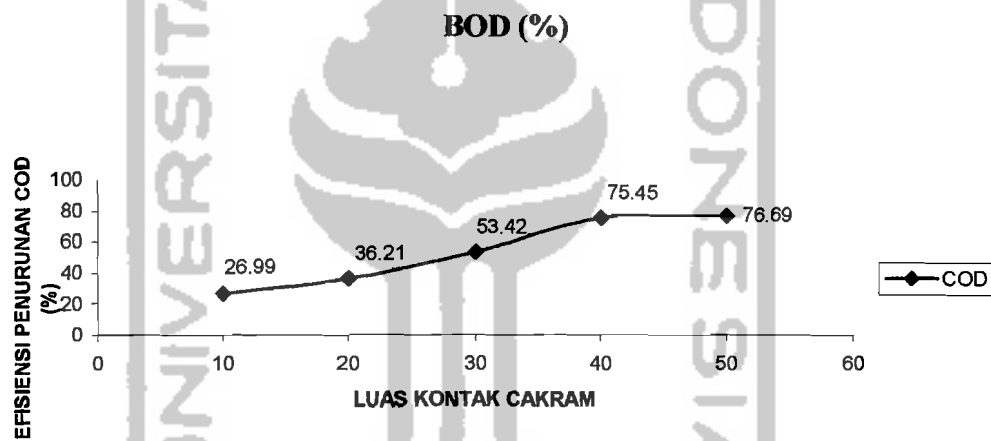
$$\text{Efisiensi Penurunan BOD (\%)} = \frac{\text{BOD influent} - \text{BOD effluent}}{\text{BOD influent}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Penurunan COD (\%)} = \frac{\text{COD influent} - \text{COD effluent}}{\text{COD influent}} \times 100\%$$

Berdasarkan tabel 5.6, dapat dibuat grafik hubungan antara luas kontak cakram dengan efisiensi BOD dan COD sebagai berikut :



Gambar 5.5. Grafik Luas Kontak Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan



Gambar 5.6. Grafik Luas Kontak Cakram Terhadap Efisiensi Penurunan

COD (%)

5.2 Pembahasan

RBC dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, mampu menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah yang dinyatakan dalam parameter BOD dan COD.

Air limbah yang digunakan sebagai bahan baku pengolahan adalah air limbah yang merupakan hasil proses keluaran dari limbah rumah tangga yang mengandung bahan organik dan deterjen serta industri kecil yang ada disekitar kota Yogyakarta dan kabupaten Bantul seperti : industri batik dan pencelupan, serta industri makanan tahu dan tempe yang kesemuaan itu ditampung dalam satu tempat pengolahan berupa IPAL. Kandungan bahan baku pengolahan dalam penelitian ini lebih diarahkan pada pengolahan air limbah yang mengandung zat-zat organik. Dengan demikian pada percobaan air limbah dengan RBC ini tidak perlu dilakukan pra pengolahan untuk menurunkan kandungan bahan-bahan kimia seperti deterjen dan zat-zat kimia yang dihasilkan dari industri kecil tersebut.

Pemisahan padatan, berupa sisa-sisa potongan kayu, ranting-ranting pohon, dan plastik bahan makanan, yang kebetulan ada dalam air limbah dilakukan dengan menggunakan sistem screen yaitu berupa jeruji-jeruji besi yang dipasang secara vertikal dalam satu kesatuan, sehingga beban pengolahan dalam unit RBC dapat dikurangi.

Dalam penelitian ini digunakan unit RBC satu tahap dengan variasi luas kontak cakram 50%, 40%, 30%, 20%, dan 10%. Sebelum pengolahan air limbah dilakukan, terlebih dahulu dilakukan proses aklimasi selama 16 hari. Aklimasi dilakukan dengan debit 0,6 l/menit, kecepatan putaran cakram 5 rpm, dan pada posisi luas kontak cakram 50% dengan harapan semua permukaan cakram ditumbuhi oleh mikroorganisme yang menempel. Setelah proses aklimasi selesai barulah dilakukan percobaan pengolahan dengan debit 0,6 l/menit dan kecepatan putaran cakram 5 rpm.

Pengolahan pertama dilakukan pada posisi luas kontak cakram 50% kemudian berturut-turut dilanjutkan dengan pengolahan pada posisi luas kontak cakram 40%, 30%, 20%, dan 10%. Urutan pengolahan seperti ini dipilih agar mikroorganisme yang menempel pada cakram dengan variasi luas kontak yang lebih besar dapat bertahan hidup.

Effluent hasil pengolahan dari masing-masing variasi perlakuan di ambil tepat setelah 90 menit, terhitung mulai dari air limbah yang dialirkan pada tiap-tiap waktu 0 (nol) menit. Jadi, waktu tinggal hidrolis dari masing-masing variasi perlakuan adalah 90 menit. Setiap kali satu variasi pengolahan selesai, pengoperasian RBC diistirahatkan selama beberapa menit (5 menit) guna memindahkan posisi cakram ke variasi luas kontak yang lain (berikutnya). Effluent yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah, dari masing-masing perlakuan, ditampung dengan ember (sebanyak 3 liter) kemudian didiamkan selama beberapa menit agar terjadi pengendapan biofilm yang terlepas dan juga sisa-sisa zat-zat organik lainnya. Setelah itu effluent dimasukkan kedalam 3 buah botol dengan volume masing-masing 500 ml. Endapan yang ada dalam effluent diusahakan tidak terbawa masuk kedalam botol yaitu dengan cara menuangkan effluent secara pelan-pelan dan hati-hati kedalam botol sample dan diusahakan tidak menimbulkan gelembung udara. Dari masing-masing variasi perlakuan diambil sampel effluent dengan jumlah dan volume yang sama (3 x 500 ml) untuk keperluan analisa laboratorium.

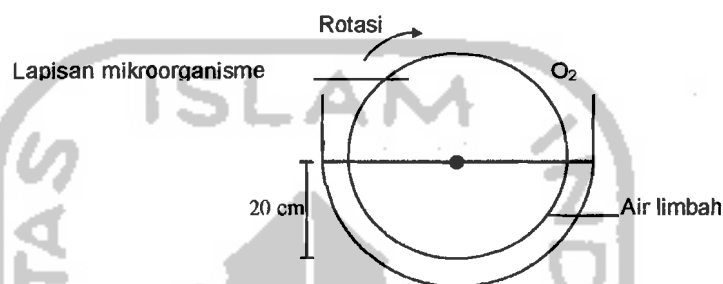
Dari percobaan tersebut, berdasarkan analisa laboratorium, didapatkan BOD air limbah setelah perlakuan (effluent) paling rendah dihasilkan oleh RBC

pada variasi luas kontak cakram 50%. BOD sebelum perlakuan (influen) sebesar 235,12 mg/L dan setelah perlakuan sebesar 51,52 mg/L dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 78,08%. Proses pengolahan pada variasi luas kontak cakram 50% ini merupakan proses pengolahan yang menghasilkan efisiensi penurunan tertinggi. Pengolahan pada variasi luas kontak 40% menghasilkan BOD efluen sebesar 98,65 mg/L dengan efisiensi penurunan 58,04%, tidak terpaat jauh dari efisiensi penurunan BOD pada variasi luas kontak cakram 50%. Pengolahan pada variasi luas kontak 30% menghasilkan BOD effluent sebesar 153,48 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 34,72%. Pengolahan pada variasi luas kontak 20% menghasilkan BOD efluen sebesar 191,45 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 18,57%. Pengolahan pada variasi luas kontak 10 % menghasilkan BOD efluen sebesar 202,46 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 13,89%.

Pengolahan air limbah pada variasi luas kontak 50% dengan COD influen sebesar 550,32 mg/L menghasilkan COD efluen sebesar 128,25 mg/L sehingga didapatkan efisiensi penurunan COD tertinggi 76,64%. Pengolahan pada variasi luas kontak 40%, 30%, 20%, dan 10% berturut-turut menghasilkan cfluen COD sebesar 135,06 mg/L, 256,36 mg/L, 351,03 mg/L, dan 401,74 mg/L dengan efisiensi penurunan COD berturut-turut 75,45%, 53,42%, 36,21%, dan 26,99%. Efisiensi penurunan COD pada variasi luas kontak cakram 50% juga tidak terpaat jauh dari efisiensi pada variasi luas kontak cakram 40%.

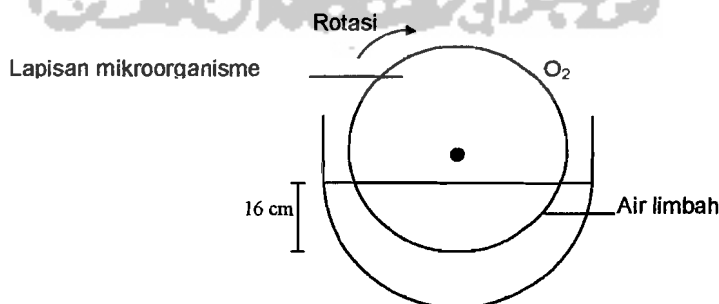
Efisiensi penurunan BOD pada variasi luas kontak 50% merupakan efisiensi tertinggi. Hal ini dapat dijelaskan, bahwa luas bagian cakram yang

tercelup dalam air limbah dengan bagian cakram yang tidak tercelup (terpapar di udara) seimbang. Ketercelupan cakram 50% dalam perputarannya, akan membawa air limbah (zat organik) relatif lebih banyak dan kemudian zat organik yang terbawa oleh cakram diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada cakram pada saat 50% bagian cakram terpapar di udara.



Gambar 5.1 Luas Kontak Cakram 50%

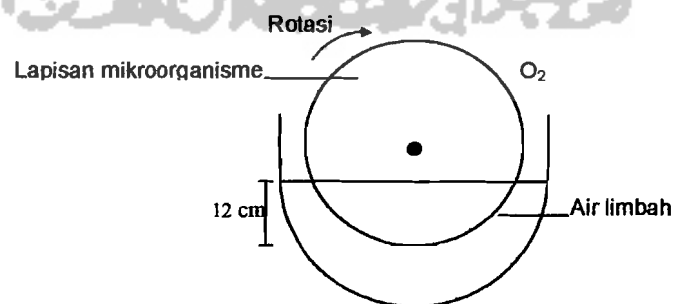
Jika dibandingkan dengan proses pengolahan pada luas kontak cakram 50%, proses pengolahan pada luas kontak 40%, menghasilkan efisiensi penurunan BOD dan COD sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya bagian (luas) cakram yang tidak berkontak dengan air limbah (Gambar 5.2., lingkaran kecil yang tidak di arsir) sehingga zat organik yang menempel pada cakram dan yang berkontak dengan udara juga lebih sedikit walaupun bagian cakram yang terpapar di udara relatif lebih luas.



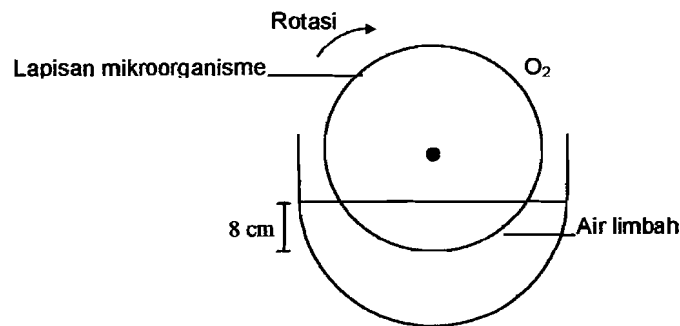
Gambar 5.2 Luas Kontak Cakram 40%

Selisih efisiensi penurunan BOD dan COD yang kecil antara luas kontak cakram 50% dan 40% kemungkinan disebabkan adanya air limbah yang merembes pada bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah yang merembes pada bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah sedangkan pada bagian tersebut masih terdapat biomassa (mikroorganisme) yang masih aktif atau hidup.

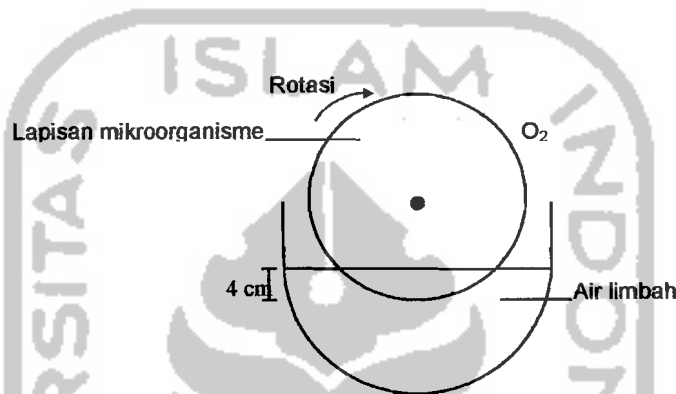
Proses pengolahan selanjutnya yaitu pada variasi luas kontak cakram 30%, 20%, dan 10% efisiensi penurunan BOD dan COD-nya berturut-turut semakin kecil. Hampir sama dengan proses pengolahan pada variasi luas kontak cakram 40%, luas bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah pada proses pengolahan tersebut (variasi luas kontak 30%, 20%, dan 10%) berturut-turut semakin luas. Dengan kondisi semakin luasnya bagian cakram yang tidak berkontak dengan air limbah sangat memungkinkan semakin banyak biomassa (mikroorganisme) yang mati (berkurang) karena kekurangan bahan makanan (nutrien). Semakin kecil persentase luas kontak cakram maka semakin sedikit pula zat organik yang menempel pada permukaan cakram sehingga penurunan kandungan zat organik dalam limbah relatif semakin rendah.



Gambar 5.3 Luas Kontak Cakram 30%



Gambar 5.4 Luas Kontak Cakram 20%



Gambar 5.5 Luas Kontak Cakram 10%

Parameter COD merupakan salah satu indikator tercemarnya air oleh zat organik maupun organik. Penurunan COD air limbah setelah pengolahan dengan RBC selain disebabkan oleh oksidasi secara kimia terhadap zat organik juga sangat dipengaruhi oleh oksidasi secara biokimia dimana bahan organik telah mengalami perombakan oleh bakteri aerob menjadi gas metan, CO_2 , dan gas-gas bio lainnya. Dalam suatu air limbah COD selalu tinggi dari BOD, perbedaan ini disebabkan oleh banyak faktor seperti adanya bahan kimia yang tahan terhadap terhadap oksidasi secara biokimia tetapi tidak tahan terhadap oksidasi secara kimia.

Luas kontak cakram dengan zat organik yang ada dalam air limbah dinyatakan dengan rumus :

$$A = 2 N\pi (r_0^2 - r_u^2)$$

Keterangan :

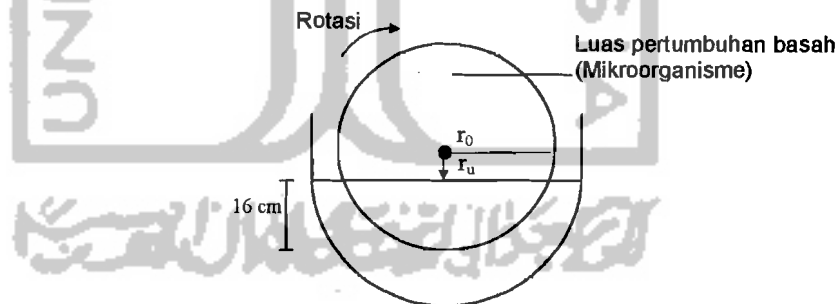
A : Luas basah total (luas pertumbuhan basah)

N : Jumlah cakram

r_0 : jari-jari lingkaran

r_u : Jari-jari lingkaran yang tidak tercelup (Benefield and Randall, 1980)

Jadi, dari masing-masing variasi luas kontak cakram akan memberikan luas basah yang berbeda-beda sehingga jumlah jumlah bahan organik yang menempel pada luas basah cakram yang juga berkontak dengan udara akan berbeda pula. Kondisi ini akan mempengaruhi penurunan BOD, seperti hasil penurunan BOD yang dihasilkan dari percobaan.



Gambar 5.6. Luas Pertumbuhan Basah

Sebagai contoh, luas basah total cakram pada variasi luas kontak 40% dengan tinggi kontak 16 cm adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$r_o : 20 \text{ cm}$$

$$r_u : 20 \text{ cm} - 16 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

N : 9 buah

$$A : 2 N \pi (r_o^2 - r_u^2)$$

$$A : 2 \times 9 \times 3,14 (20^2 - 4^2) \text{ cm}^2$$

$$: 21703,68 \text{ cm}^2 = 2,17 \text{ m}^2$$

Dengan perhitungan yang sama akan didapat luas basah total dari masing-masing variasi luas kontak cakram (lampiran II). Tabel 5.7. memuat hubungan persentase luas kontak cakram dengan luas basah cakram serta pengaruhnya terhadap efisiensi penurunan BOD dan COD air limbah domestik kota Yogyakarta. BOD air limbah sebelum pengolahan sebesar 235,12 mg/L dan COD sebesar 550,35 mg/L.

Tabel 5.7. Pengaruh Luas Basah Cakram Terhadap Penurunan BOD dan COD Air Limbah Setelah Pengolahan Dengan RBC Media Ijuk

Luas Kontak Cakram (%)	Luas Basah (m ²)	Setelah Perlakuan		Efisiensi Penurunan (%)	
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	BOD	COD
50	2,26	51,52	128,25	78,08	76,64
40	2,17	98,65	135,06	58,04	75,45
30	1,89	153,48	256,36	34,72	53,42
20	1,44	191,45	351,03	18,72	36,21
10	0,81	202,46	401,74	13,89	26,99

Sumber : Data Primer, 2004

Luas kontak cakram akan mempengaruhi luas basah cakram selama perputarannya. Semakin besar luas basah semakin banyak zat organik yang dapat menempel pada permukaan cakram sehingga semakin banyak pula zat organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme dengan bantuan oksigen bebas selama sebagian cakram terpapar di udara. Secara teoritis hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan rumus $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$. Semakin kecil r_u maka A besar.

Rumus $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$ merupakan bagian dari rumus :

$$Q (S_0 - S_e) = PA \frac{S_e}{K_s + S_e} ; \text{sehingga}$$

$$A = \frac{Q(S_0 - S_e)}{P \frac{S_e}{K_s + S_e}}$$

Dapat dilihat bahwa A berbanding terbalik terhadap S_e sehingga A semakin besar (diperbesar) bila diinginkan S_e semakin kecil. Dengan mengatur keterkontakannya (mengubah-ubah r_u sampai menuju 0, titik pusat lingkaran) bisa didapatkan A yang lebih besar. Berarti dengan mengatur luas kontak cakram sampai permukaan air limbah mendekati titik pusat cakram akan didapatkan luas basah maksimal.

Untuk membuktikan bahwa luas basah cakram (A) mempengaruhi penurunan BOD (S_e) dapat dilihat pada contoh soal berikut (Benefield, 1980)

Diketahui :

Q : 0,1 MGD

So : 250 mg/L

P : 2500 mg/ft².d

K_s : 100 mg/L

S_e : 15 mg/L

Ditanya : Hitunglah A ?

Penyelesaian :

$$Q(S_0 - S_e) = PA \frac{S_e}{K_s + S_e}$$

$$A = \frac{Q(S_0 - S_e)}{P \frac{S_e}{K_s + S_e}}$$

$$A = \frac{(100.000 \text{ gal/d})(3,78 \text{ l/gal})(250 - 15) \text{ mg/l}}{(2500 \text{ mg/ft}^2 \cdot \text{d}) \left(\frac{15}{100 + 15} \right) \text{ mg/l}} = 272,401 \text{ ft}^2$$

Jika diinginkan BOD (S_e) lebih rendah, misalnya $S_e = 10$ mg/L, maka diperlukan :

$$A = \frac{(100.000 \text{ gal/d})(3,78 \text{ l/gal})(250 - 15) \text{ mg/l}}{(2500 \text{ mg/ft}^2 \cdot \text{d}) \left(\frac{10}{100 + 10} \right) \text{ mg/l}} = 399,168 \text{ ft}^2$$

Dari contoh soal diatas dapat dipahami bahwa $A : 2 N \pi (r_0^2 - r_u^2)$ mempengaruhi penurunan BOD (S_e) dimana besar A maka BOD (S_e) dimana kecil. Hubungan A dan S_e dinyatakan sebagai hubungan berbanding terbalik.

Demikianlah dapat dijelaskan bahwa variasi luas kontak cakram, selama proses pengolahan air limbah, mempengaruhi besarnya penurunan BOD dan COD. Penjelasan dengan tabel dapat dilihat pada tabel 5.3 sampai dengan tabel 5.7 dan penjelasan dengan grafik 5.1. sampai dengan 5.6. serta gambar 5.1 sampai dengan 5.6

Efisiensi penurunan tertinggi untuk BOD sebesar 78,08% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 50% dan efisiensi penurunan terendah BOD sebesar 13,89% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 10%. Efisiensi penurunan tertinggi untuk COD sebesar 76,64% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 50% dan efisiensi penurunan terendah untuk COD sebesar 26,99% didapatkan dari variasi luas kontak cakram 10%.

Setelah mengalami pengolahan dengan RBC, dengan ijuk sebagai media pertumbuhan mikroorganisme pengurai, dapat menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah domestik IPAL Sewon, Bantul.

Konsep ketercelupan cakram adalah terendahnya sebagian cakram disc yang berkontak dengan air limbah, dengan posisi pusat sumbu cakram yang menetap, sehingga mempengaruhi besarnya efisiensi penurunan kandungan bahan organik air limbah yang diolah (Annonim, 2004).

Ketercelupan cakram dapat terjadi antara 50%-10% yaitu cakram disc yang dicelupkan dengan persentase jarak yang ditentukan melalui muka air limbah yang diturunkan berdasarkan persentase jarak sehingga didapat variasi effluent dari ketercelupan cakram tersebut.

Adapun uraian konsep dari *Attached Growth Treatment* adalah bahan-bahan organik yang ada dalam air limbah diuraikan oleh mikroorganisme pada media filter. Bahan organik sebagai substrat yang terlarut dalam air limbah diadsorpsi ke dalam biofilm atau lapisan berlendir. Pada bagian luar lapisan biofilm, bahan organik diuraikan mikroorganisme aerobik. Pertumbuhan mikroorganisme akan mempertebal lapisan biofilm. Oksigen yang terdifusi dapat

di konsumsi sebelum biofilm mencapai ketebalan maksimum. Pada saat mencapai ketebalan penuh maka oksigen tidak dapat mencapai penetrasi penuh, sehingga pada bagian dalam atau pada permukaan media akan berada pada kondisi anareobik.

Pada saat lapisan biofilm mengalami penambahan ketebalan, bahan organik yang diadsorb dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang berada dipermukaan media. Dengan kata lain tidak tersedia bahan organik untuk sel karbon pada bagian permukaan media, sehingga organisme sekitar permukaan media mengalami fase *endogenous* (kematian). Pada akhirnya mikroorganisme sebagai biofilm tersebut akan lepas dari media. Cairan yang masuk akan turut melepas/mencuci dan mendorong biofilm keluar. Setelah itu lapisan biofilm baru akan segera tumbuh. Fenomena lepasnya beban hidrolis dari media disebut *sloughing* dan hal ini fungsi dari beban organik dan beban hidrolis pada *Rotating Biological Contactors* tersebut. Beban hidrolis memberikan kecepatan daya gerus biofilm, sedangkan beban organik memberikan kontribusi pada laju metabolisme dalam biofilm (Bowo Djoko Marsono, 1993)

Selain variasi luas kontak cakram, kemampuan RBC, diketahui dalam menurunkan kandungan zat organik dalam air limbah dapat ditingkatkan dengan menggunakan unit RBC dua tahap atau lebih yang tersusun dalam suatu rangkaian untuk mencapai penurunan BOD yang lebih besar dibandingkan dengan pengolahan RBC satu tahap.

Untuk keadaan vessel yang terbuka pengaruhnya adalah: secara estetika lingkungan tidak sedap dipandang, dikarenakan adanya lapisan biofilm yang

menebal, oleh karena itu dibuat tutup tidak penuh hal ini bertujuan untuk penetrasi sinar matahari yang membantu proses kinerja bakteri yang membutuhkan sumber energi dari matahari. Untuk biota bakteri pengganggu yaitu : bakteri *bigiota* pengaruhnya terhadap kinerja bakteri tidak terlalu riskan, dikarenakan adanya keunikan berbagai macam bakteri yang ada pada biofilm tersebut atau sering disebut *mikroorganisme diversyti*.

5.3. Bentuk Media Contaktor Yang Digunakan

Bentuk yang digunakan dalam desain dan penelitian ini ada dua macam. Uraian mengenai kedua bentuk media tersebut selama proses pembibitan dan aklimasi adalah sebagai berikut :

1. Mattress Type

Ijuk dianyam sedemikian hingga berbentuk matras (keset) dengan kerangka penopang terbuat dari pelek sepeda yang dilapisi oleh stainless stell, hal ini bertujuan agar jalinan dari pelek stainless contactor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

Bentuk ini efisien, karena memberikan *Surface Area* yang besar dan karena tiap cakram relatif tipis maka stage number untuk panjang poros yang sama lebih banyak. Dengan demikian mikroorganime menjadi lebih seragam hingga secara keseluruhan menghasilkan performance yang baik. Tetapi untuk BOD load yang tinggi bentuk ini mempunyai masalah dengan terlampau banyaknya mikroorganime yang tumbuh dan membentuk slime hingga menutup permukaan matras. Hal ini akan

menurunkan secara drastis *surface area* hingga efisiensi dari sistem ini juga menurun drastis (blocking).

Sehingga dalam waktu singkat (kira-kira 3 bulan) harus dilakukan pembersihan sarana pengolahan limbah, hal ini merupakan pekerjaan yang menjengkelkan.

dari kawat stainless steel hal ini bertujuan agar jalinan dari kontaktor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

2. Squirrel Tail Type

Ijuk dianyam dalam bentuk tali memanjang sebagai sumbu dengan bagian tangential hingga berbentuk ekor bajing dimana sebagai sumbu jalinan terbuat dari kawat stainless steel yang bertujuan agar jalinan dari kontaktor tersebut tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh limbah.

Keuntungan dari bentuk 2 ini adalah tidak terjadi blocking mikroorganisme hingga cocok untuk diterapkan bagi pengolahan limbah dengan BOD yang tinggi. Tetapi kerugiannya adalah untuk mencapai *surface area* yang sama dibutuhkan poros yang kira-kira 20 % lebih panjang dibanding bentuk matras.