PENYISIHAN ORGANIK MELALUI DUA TAHAP PENGOLAHAN DENGAN MODIFIKASI ABR DAN *CONSTRUCTED WETLAND* PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA

Ashila Rieska Munazah, Prayatni Soewondo

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha no.10, Bandung

E-mail: ashila.rieska@gmail.com, prayatnisoe@yahoo.com

Abstrak

Industri rumah pemotongan hewan (RPH) ayam dan industri tahu saat ini merupakan salah satu jenis industri rumah tangga yang memiliki limbah cair dengan kandungan organik tinggi. Oleh karena itu dikembangkan suatu alternatif pengolahan biologi dengan menggunakan dua tangki pengolahan yaitu modifikasi *anaerobic baffle reactor* (ABR) dan *constructed wetland* yang murah, tepat guna, dan mudah dioperasikan. Beban pengolahan *wetland* bergantung pada hasil effluen ABR sebagai pengolahan pendahuluan. ABR ini merupakan modifikasi dari tangki septik konvensional, dengan adanya penambahan 3 sekat dan media filter tempurung kelapa. ABR dioperasikan dengan variasi waktu detensi hidrolik 3 dan 5 hari serta variasi konsentrasi COD influen sebesar 4000, 5000 dan 6000 mg/L. Efisiensi penyisihan COD optimum 86,52% terdapat pada ABR 2 dengan waktu tinggal 5 hari. *Wetland* merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol dengan menggunakan proses alami yang melibatkan tanaman *wetland*, tanah dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah. *Wetland* dengan aliran *horizontal subsurface flow* ini telah mengalami modifikasi dengan penggunaan sekat vertikal pada reaktor. *Wetland* dioperasikan dengan variasi waktu detensi 5 dan 7 hari, tanaman yang digunakan *Scirpuss grossus* dan *Sagittaria lancifolia*. Efisiensi penyisihan COD optimum 96,33% terdapat pada *Sagittaria lancifolia* dengan waktu tinggal 7 hari.

Abstract

An alternative of biological process using two stage treatment modification of ABR and constructed wetland. *Home industry poultry slaughtering houses and tofu industry are contributor of high organic content in sewage. Therefore needed an alternative of biological process using two stage treatment modification of Anaerobic Baffle Reactor (ABR) and constructed wetland which are cheap, appropriate and simple operation. Wetland organic loading rate is depend on ABR effluent as a primary treatment. This ABR is a modification of a conventional septic tank, by addition of 3 baffles and coconut shell filter media. ABR operated with Hydraulic Retention Time(HRT) 3 and 5 days, and COD influent concentration 4000, 5000 and 6000 mg/L. Optimum COD removal efficiency 86,52% resulted by ABR 2 with HRT 5 days. Constructed wetland is a planned treatment which is designed and built by using natural process which involve wetland vegetation, soil, and microorganisms to treat wastewater. Modified wetland with horizontal subsurface flow including vertical baffle in reactor. Wetland operated with HRT 5 and 7 days, using Scirpuss grossus dan Sagittaria lancifolia. Optimum COD removal efficiency 96,53% resulted by Sagittaria lancifolia with HRT 7 days.*

Keywords : Anaerobic Baffle Reactor, Constructed Wetland, influent COD concentration, hydraulic detention time

1. Pendahuluan

Perkembangan industri rumah pemotongan hewan (RPH) dan industri tahu saat ini sangat pesat. Industri tersebut biasanya langsung membuang limbah cair yang mereka hasilkan ke badan air penerima. Kurangnya penanganan terhadap limbah cair yang dihasilkan dari industri kecil RPH dan pabrik tahu yang mengandung organik tinggi ini dapat mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi pengolahan limbah yang tepat yaitu dengan menggunakan reaktor anaerobik bersekat dan menggunakan *constructed wetland*. Pemilihan alternatif ini dengan pertimbangan teknologi ini sederhana, sangat hemat energi, tidak membutuhkan sumber daya manusia yang berpendidikan tinggi dan dapat memberikan nilai ekonomis sehingga cocok diaplikasikan pada industri kecil.

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) atau dikenal juga dengan *Anaerobic Baffled Septic Tank* (ABST) adalah salah satu reaktor hasil modifikasi *septic tank* dengan penambahan sekat-sekat [1]. ABR merupakan bioreaktor anaerob yang memiliki kompartemen-kompartemen yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal. ABR mampu mengolah berbagai macam jenis influen. Umumnya sebuah ABR terdiri dari kompartemen-kompartemen yang tersusun seri.

ABR menggabungkan proses-proses sedimentasi dengan penguraian lumpur secara parsial dalam kompartemen yang sama, walaupun pada dasarnya hanya merupakan suatu kolam sedimentasi tanpa bagian-bagian yang bergerak atau penambahan bahan-bahan kimia. Proses yang terjadi di dalam ruang pertama ABR adalah proses pengendapan dan pada ruang-ruang berikutnya terjadi proses penguraian akibat air limbah kontak dengan mikroorganisme.

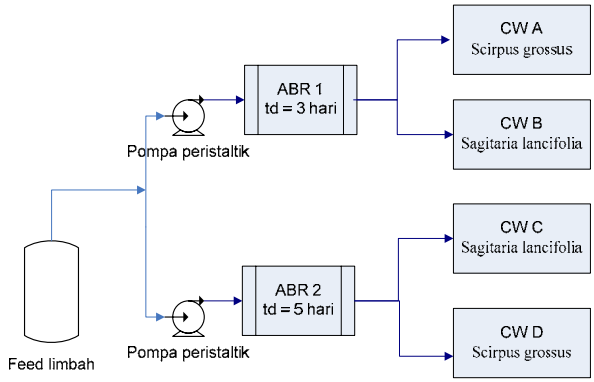
Constructed Wetland adalah sebuah daerah yang dirancang dan dibuat oleh manusia, yang terdiri dari media, vegetasi, kehidupan satwa dan air menyerupai lahan basah alami yang dipergunakan dan dimanfaatkan bagi kepentingan manusia [2]. Pada penelitian ini menggunakan *wetland horizontal subsurface flow* dengan rekayasa aliran yaitu menggunakan sekat. Terdiri dari kolam yang berisi bahan inert yang telah ditentukan dengan tujuan dapat terjadinya hidrolik konduktivitas (biasanya digunakan kerikil dan pasir). Air mengalir secara horizontal pada basin dan selalu berada di bawah permukaan media. Agar air dapat mengalir maka dasar basin harus memiliki slope sekitar 1%. Tanaman berfungsi untuk membantu mempercepat proses yaitu dengan memberikan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan populasi mikroba pada ryzosphere serta dapat mentransfer oksigen hingga ke akar dan ke lapisan tanah sehingga terbentuk pergantian aerobik (anoksik dan zona anaerob) yang dapat mengakibatkan pertumbuhan mikroba yang berbeda dan dapat menghilangkan sebagian besar patogen.

Tujuan penelitian ini :

a. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi COD, dan waktu detensi terhadap kinerja *anaerobic baffled reactor* dalam pengolahan senyawa organik limbah cair RPH dan industri tahu.
b. Mengetahui pengaruh variasi waktu detensi, beban pengolahan, dan jenis tanaman *(Sagittaria lancifolia* dan *Scirpus grossus)* yang digunakan terhadap kinerja *constructed wetland* dalam pengolahan limbah cair RPH dan industri tahu
c. Mengetahui kinetika *constructed wetland* dalam mengolah limbah

2. Metoda Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW) dalam mengolah air limbah dari Rumah Pemotongan Hewan dan industri tahu. Lokasi penelitian adalah Laboratorium Penelitian Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan ITB. Dengan rangakaian sistem pengolahan dan sistematika penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1 berikut ini.



Gambar 1. Rangkaian sistem pengolahan

Seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 maka feed limbah dengan konsentrasi influen (4000-6000 mg/L COD) memasuki ABR 1 (HRT = 3 hari) atau ABR 2 (HRT = 5 hari). Kemudian effluen dari ABR 1 menjadi influen bagi CW A dan CW B (HRT = 5 hari) sementara effluent dari ABR 2 menjadi effluen bagi CW C dan CW D (HRT = 7 hari).

Tabel 1. Sistematika penelitian

ABR	*Constructed Wetland*	Konsentrasi Influen (mg/L COD)	HRT	
			ABR	CW
ABR 1	CW A & CW B	4000	3	5
		5000	3	5
		6000	3	5
ABR 2	CW C & CW D	4000	5	7
		5000	5	7
		6000	5	7

Reaktor ABR terbuat dari bahan fiberglass berbentuk kotak persegi panjang dengan panjang 40 cm, lebar 18 cm, tinggi 25 cm dan kedalaman 22 cm. Total volume cairan di setiap reaktor 15,8 liter. Sistem inlet dan outlet menggunakan selang silikon dimana influen yang masuk dipompakan dengan menggunakan pompa peristaltik. Dalam percobaan ini digunakan dua unit reaktor dengan tiga penyekat dan penambahan media filter berupa batok kelapa.

Constructed wetland dibagi menjadi tiga kompartemen yang terdiri dari zona inlet, zona pengolahan dan zona outlet. Pada reaktor A dan D panjang zona inlet dan outlet adalah 0,1 m serta panjang zona pengolahan adalah 0,32 m, sedangkan pada reaktor B dan C panjang zona inlet dan outlet adalah 0,2 m, serta panjang zona pengolahan adalah 0,32 m. Antara zona inlet-zona pengolahan-zona oulet diberi sekat berlubang dengan diameter lubang 0,5 cm. Zona inlet dan outlet diisi dengan kerikil yang memiliki ukuran seragam dengan diameter 2 cm. Zona pengolahan diisi dengan media tanah, pasir, kerikil, dan tanaman.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik limbah industri tahu dan rumah potong hewan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik limbah industri tahu dan RPH dalam penelitian

Parameter	Limbah Tahu	Limbah RPH	Satuan	Kelas (*)			Baku Mutu (**)
				Lemah	Sedang	Kuat	
Temperatur	23,5 – 25	23,7-25,2	^{o}C	-	-	-	-
pH	4,63 – 5,15	6,64 – 7,05	-	-	-	-	6 – 9
COD	6136 – 8782,8	10400 – 10809,6	mg/L	250	500	1000	200
BOD	3630 – 3650	2500 – 3740	mg/L	110	220	400	100
NTK	50,4 – 202,48	44,8 – 214,36	mg/L	20	40	85	25
Phospat	0,15– 1,72	0,381 – 5,38	mg/L	4	8	15	-
TSS	8935 – 13824	3930 – 5053	mg/L	350	720	1200	100

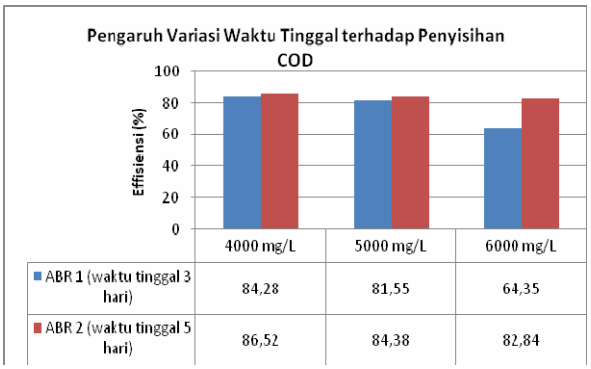
Sumber: *) Metcalf and Eddy [4]; (**)Peraturan Menteri Lingkungan Hidup [6]

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat konsentrasi COD dan BOD limbah RPH maupun limbah tahu berkisar antara 6136 – 10809,6 mg/L dan 2500 – 3740 mg/L, sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam kelas limbah kuat. Sedangkan apabila dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku, baik nilai COD dan BOD sangat jauh melampaui baku mutu yaitu 200 mg/L untuk COD dan 100 mg/L untuk BOD. Sehingga diperlukan pengolahan dengan dua tahap yaitu dengan anaerob baffle reactor dan constructed wetland sebelum dibuang ke badan air.

Anaerob Baffle Reactor. Dalam penelitian ini digunakan dua unit reaktor dengan tiga penyekat dan penambahan media filter berupa batok kelapa. Dengan perbedaan beban influen 4000, 5000 dan 6000 mg/L COD juga perbedaan waktu tinggal pada ABR 1 selama 3 hari sementara pada ABR 2 dengan waktu tinggal 5 hari. Proses penyisihan yang terjadi di dalam kompartemen ABR adalah proses pengendapan dan pada ruang-ruang berikutnya terjadi proses penguraian biologis akibat air limbah kontak dengan

mikroorganisme. Pengaruh variasi waktu tinggal dan beban influen terhadap penyisihan COD pada ABR ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.

Gambar 2 menunjukkan semakin lama waktu tinggal akan meningkatkan efisiensi penyisihan yang terjadi. Semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan biomassa maka proses degradasi parameter-parameter pencemar organik dapat berlangsung lebih lama sehingga kinerja rektor akan semakin baik dan konsentrasi effluent yang dihasilkan juga semakin rendah.



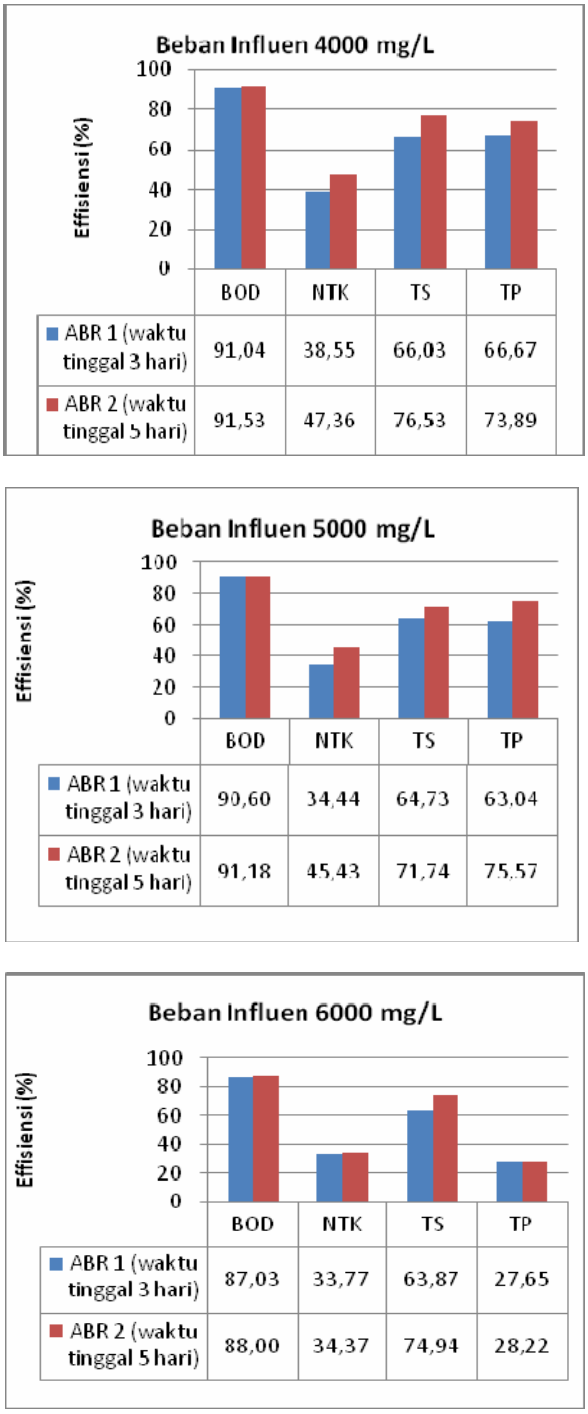
Gambar 2. Pengaruh variasi waktu tinggal dan beban influen terhadap penyisihan COD pada ABR

Sementara semakin besar konsentrasi COD pada influen akan semakin kecil pula efisiensi penyisihan yang terjadi (Mathiot *et al*., 1992; Borja *et al*., 1994 dalam [5]). Semakin besar pembebanan organik influen maka semakin besar pula bahan organik tidak terlarut yang terkandung, sehingga menghasilkan bahan organik terlarut resisten yang meningkatkan konsentrasi COD effluen.

Gambar 3 menunjukkan semakin lama waktu tinggal akan meningkatkan efisiensi penyisihan yang terjadi. Sementara semakin tinggi beban influen maka efisiensi penyisihan akan menurun. Untuk mengetahui proses biologi dekomposisi anaerob yang terjadi pada ABR dilakukan pengambilan sampel TAV pada tiap kompartemen. Hasil konsentrasi asam volatil tiap kompartemen dtunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

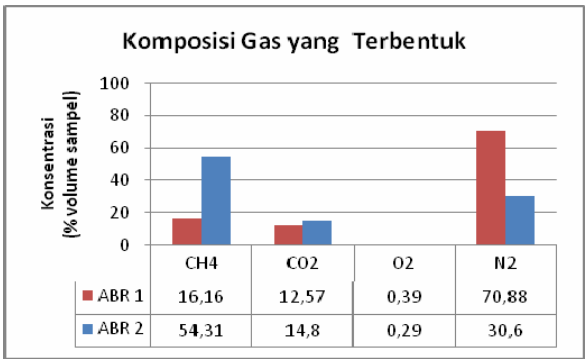
Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa konsentrasi asam volatil tertinggi terdapat pada kompartemen kedua, sedangkan yang terendah terdapat pada kompartemen empat. Pada kompartemen satu material-material organik kompleks belum banyak yang dikonversi menjadi asam-asam volatil sederhana berantai pendek. Sedangkan pada kompartemen dua dihasilkan konsentrasi total asam volatil terbanyak, proses pembentukan asam atau disebut juga *asidogenesis* (Akunna dan Clark, 2000 dalam [3]).

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai total asam volatile (TAV) pada kolom tersisihkan negatif. Hal ini berarti selama terjadi proses penyisihan asam-asam volatile yang lebih kecil daripada pembentukan TAV. Jumlah TAV yang terbentuk pada ABR 1 lebih besar daripada ABR 2 hal ini menunjukkan semakin besar organik loading pada influen semakin besar TAV yang terbentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menyisihkan kandungan organik yang terdapat pada air limbah industri tahu dan RPH. Sehingga produk gas bukan merupakan tujuan utama dari penelitian ini melainkan hanya merupakan data tambahan yang diperoleh. Perbandingan komposisi gas yang terbentuk pada ABR ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan variasi waktu tinggal dan beban influen terhadap penyisihan organik

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa pada masing-masing reaktor ABR terbentuk gas metan (CH_4) dengan konsentrasi yang cukup tinggi, yang merupakan salah satu tanda tercapainya proses pengolahan secara anaerob.



Gambar 4. Perbandingan komposisi gas yang terbentuk pada ABR

Constructed wetland. Pada penelitian ini menggunakan *constructed wetland horizontal subsurface flow* dengan rekayasa aliran yaitu menggunakan sekat. Terdapat empat buah reaktor *constructed wetland* (CW) dimana CW A dan CW B mengolah effluent dari ABR 1 dengan waktu tinggal 5 hari sedangkan CW C dan CW D mengolah effluent dari ABR 2 dengan waktu tinggal 7 hari. CW A dan CW D menggunakan tanaman *Scirpus grossus* sementara CW B dan CW C menggunakan tanaman *Sagittaria lancifolia*.

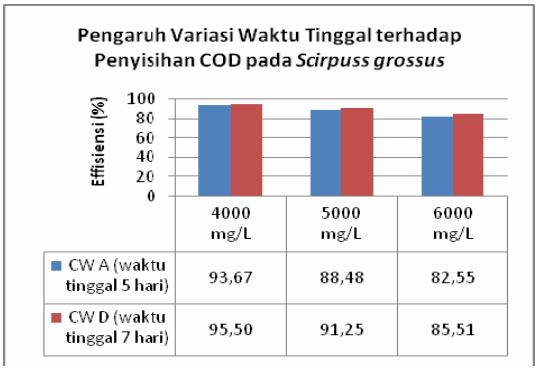
Tabel 3. Konsentrasi asam volatil tiap kompartemen

Kompartemen	ABR 1				ABR 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
variasi 1	390	645	585	575	185	465	410	345
variasi 2	415	665	625	610	210	480	420	380
variasi 3	435	680	650	645	235	505	435	420

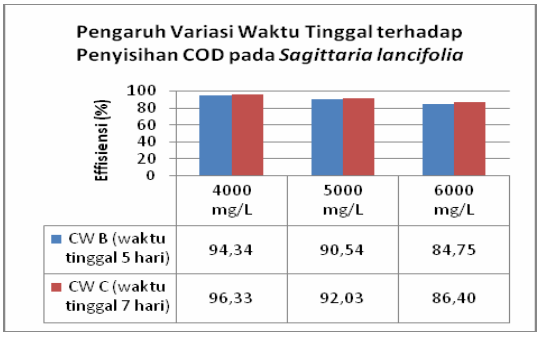
Mekanisme penyisihan pada *constructed wetland* adalah filtrasi dan sedimentasi oleh media tanah, juga penyisihan biologis oleh mikroorganisme yang terdapat pada tanah dan akar tanaman. Perbandingan penyisihan COD dengan variasi waktu detensi dan beban pengolahan pada *Scirpus grossus* dan *Sagittaria lancifolia* Gambar 5.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa konsentrasi COD sangat mempengaruhi besarnya efisiensi pengolahan. Semakin besar konsentrasi COD pada influen akan semakin kecil pula efisiensi penyisihan yang terjadi baik pada tanaman *Scirpus grossus* maupun *Sagittaria lancifolia*. Hal ini dapat terjadi karena proses secara biologi baik oleh mikroorganisme maupun tanaman telah mencapai titik optimum sehingga pada beban pengolahan yang lebih tinggi zat-zat pencemar tidak dapat lebih banyak tersisihkan.

Pada kompartemen tiga dan keempat sudah mulai terjadi proses pembentukan gas metan (*metanogenesis*). Profil TAV menunjukkan bahwa kompartemen ABR memisahkan proses asidogenesis dan methanogenesis secara longitudinal sepanjang reaktor dimana aktifitas asidogenesis menghasilkan konsentrasi TAV terbanyak pada kompartemen 2. Dilakukan perhitungan neraca massa pada ABR 1 dan ABR 2 untuk mengetahui perubahan nilai TAV yang terjadi tiap variasi influen dan waktu tinggal yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.



(a)



(b)

Gambar 5. Perbandingan penyisihan COD dengan variasi waktu detensi dan beban

Tabel 4. Neraca massa ABR 1 pengolahan pada *Scirpus grossus* dan *Sagittaria lancifolia*

	Influen (mg/L COD)			Effluen (mg/L COD)			Tersisihkan (mg/L COD)		
	Total	TAV	non TAV	Total	TAV	non TAV	Total	TAV	non TAV
variasi 1	4697,40	416,13	4281,27	738,50	613,53	124,98	3958,90	-197,40	4156,30
variasi 2	4987,90	442,81	4545,10	1041,20	650,87	390,33	3946,70	-208,07	4154,77
variasi 3	5569,10	464,15	5104,96	1985,50	688,22	1297,29	3583,60	-224,07	3807,67
rata-rata	5084,80	441,03	4643,77	1255,07	650,87	604,20	3829,73	-209,84	4039,58

Tabel 5. Neraca massa ABR 2

	Influen (mg/L COD)			Effluen (mg/L COD)			Tersisihkan (mg/L COD)		
	Total	TAV	non TAV	Total	TAV	non TAV	Total	TAV	non TAV
variasi 1	4310,00	197,40	4112,61	581,10	368,12	212,99	3728,90	-170,72	3899,62
variasi 2	5769,70	224,07	5545,63	968,50	405,46	563,04	4801,20	-181,39	4982,59
variasi 3	5908,10	250,75	5657,36	963,70	448,14	515,56	4944,40	-197,40	5141,80
rata-rata	5329,27	224,07	5105,20	837,77	407,24	430,53	4491,50	-183,17	4674,67

Tanaman air menyerap bahan pencemar dari air limbah untuk menjadi biomassa yang dapat bernilai ekonomis tergantung jenis tanamannya. Pada daerah akar terjadi degradasi materi organik secara aerob dan anaerob. Selama limbah cair melewati *rizosfer* dari tanaman, materi organik akan terdekomposisi akibat aktivitas mikroba, nitrogen akan terdenitrifikasi jika tersedia materi organik yang cukup, phospat akan teradsorpsi oleh media dan tanaman.

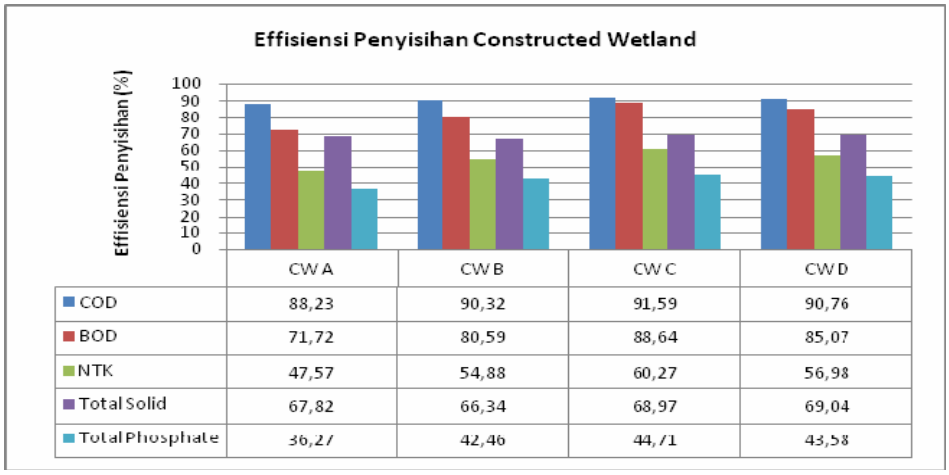
Terdapat perbedaan rata-rata efisiensi penyisihan organik pada *constructed wetland* yang menggunakan tanaman *Scirpus grossus* dan *Sagittaria lancifolia* ditunjukkan pada Gambar 6 berikut ini.

Dari Gambar 6 dapat kita lihat bahwa *Sagittaria lancifolia* memiliki efisiensi penyisihan pencemar lebih tinggi dibandingkan dengan *Scirpus grossus* baik untuk waktu detensi 7 hari maupun 5 hari.

Akar yang panjang memungkinkan *Sagittaria lancifolia* menjangkau area yang lebih dalam dan luas sehingga dapat lebih banyak menyerap nutrien seperti senyawa organik, phospat dan nitrogen dalam tanah serta mentransfer oksigen ke dalam dasar media dan memungkinkan mikroorganisme tumbuh di sekitar perakaran sehingga oksidasi zat organik berlangsung lebih cepat.

Perbandingan loading organik, nilai K_T dan K_S berdasarkan tipe tanaman, jenis reaktor yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 6. Nilai K_T dipengaruhi oleh suhu air yang diolah, konsentrasi influen dan efluen pada *constructed wetland*. Dimana kedua faktor tersebut juga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti media dan mikroba yang berperan dalam penyisihan pencemar. Semakin kecil nilai K_T maka luas permukaan yang dibutuhkan semakin besar.

Faktor yang mempengaruhi nilai K_S *(hydraulic conductivity)* yaitu debit, slope, dan luas penampang *constructed wetland*. Nilai K_S pada desain suatu *constructed wetland* menunjukkan kecepatan aliran limbah pada media yang digunakan. Pada desain *constructed wetland* dibutuhkan nilai *hydraulic conductivity* yang tidak terlalu besar. Jika digunakan *hydraulic conductivity* yang besar maka waktu kontak limbah dengan media hanya sebentar sehingga tingkat penyisihan polutan akan rendah.



Gambar 6. Perbandingan penyisihan organik pada *Scirpus grossus* dan *Sagittaria lancifolia*

Tabel 6. Perbandingan kemampuan penyisihan, nilai K_T dan K_S

Reaktor	C_{S0} (mg/L COD)	α_{ABR} (%)	α_{WR} (%)	Tipe tanaman	K_T (day^{-1})	K_S ($m^3/m^2/day$)	OL ($kg/m^2/day$)
ABR_1 + CW	400 and 600	68 – 85[a)]	68 - 85	*Sagittaria lancifolia*	0,34 – 0,52	10,29 – 20,57	0,0057 – 0,0276
ABR_2+ CW			76 - 84	*Sagittaria lancifolia*	0,31 – 0,43	10,29 – 20,57	0,0067 – 0,0407
ABR1 + CW	3000 and 4000	90 – 92[b)]	96-98	*Sagittaria lancifolia*	0,34 – 0,57	1,41 – 2,12	0,0047 – 0,0080
ABR2+ CW			91-98	*Scirpus grossus*	0,52 – 0,69	1,41 – 2,11	0,0121 – 0,0167
ABR1+ CW A & CW D	**4000, 5000 and 6000**	**64 - 86**	**88-91**	***Scirpus grossus***	**0,27-0,55**	**1,41 – 2,12**	**0,0077 – 0,0347**
ABR1+ CW B & CW C			**90-96**	***Sagittaria lancifolia***	**0,28 – 0,57**	**1,41 – 2,12**	**0,0076 – 0,0373**

4. Kesimpulan

Sistem ini yang terdiri dari ABR dan *constructed wetland* mampu menangani penyisihan organik pada influen 4000-6000 mg/L COD. Efisiensi penyisihan COD optimum terdapat pada ABR 2 dengan waktu tinggal 5 hari sebesar 86,52% pada influen 4000 mg/L COD. Tanaman yang lebih efisien menyisihkan organik adalah Sagitaria lancifolia dengan effisiensi penyisihan mencapai 96,33% pada waktu detensi 7 hari dengan beban influen ABR 4000 mg/L COD. Koefisien kinetika untuk *Sagitaria lancifolia* adalah K_T 0,28-0,57 /hari; Ks = 1,41-2,12 m^3/m^2/hari dan loading organiknya 0,0076-0,0373 kg/m^2/hari

DAFTAR ACUAN

[1] Bachman, A.V.I., Bread *and* McCarty, P.L., Performance Characteristic of the Anaerobic Baffle Reactor, Water Research, vol. 19 no.1, 1985

[2] Hammer, Constructed Wetland for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial

and Agricultural, Chelsea : Lewis Publisher, 1989.

[3] Krishna, G.V.T. Gopala et al., Treatment of low-strength soluble wastewater using an anaerobic baffled reactor (ABR), Journal of Environmental Management xx, 2007.

[4] Metcalf *and* Eddy, Wastewater Engineering 4rd edition, Mc-Graw Hill, 1991

[5] Nachaiyasit S. *et al*., The effect of shock loads on the performance of an anaerobic baffled reactor (ABR). 1. Step changes in feed concentration at constant retention time, 2003

[6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 26 tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan, 2006.

[7] Sasse, Ludwig, *DEWATS* Wastewater Treatment Technology : DEWATS-BORDA, 1998.

[8] Soewondo, P. dan Ashila Rieska, The Application of Constructed Wetland to Treat Wastewater from Tofu Industry and Slaughtering Houses, International Seminar SURED, 2008

[9] Wahidah dan P. Soewondo, Pengaruh Variasi Baffel, Jumlah Baffel dan Waktu Detensi Terhadap Kinerja Anaerobik Baffel Reactor Dalam Pengolahan Limbah Domestik, Seminar S-2 Teknik Lingkungan ITB, Oktober 2004

[10] Wang, J., Y. Huang, X. Zhao, Performance and Characteristics of an Anaerobic Baffle Reactor3, Bioresource Technology vol 93, 2004