

# STUDI PENENTUAN LAJU ALIR HIDROLIK (*HYDRAULIC LOADING RATE*) OPTIMUM PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI KARET DENGAN INSTALASI TUMBUHAN

## STUDY OF DETERMINATION OF OPTIMUM HYDRAULIC LOADING RATE IN THE TREATMENT OF CRUMB RUBBER WASTEWATER WITH *Scirpus grossus L.f.*

Budhi Primasari, Andalia Gustari, Suarni Saidi Abuzar  
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

### ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan *constructed wetlands* dengan menggunakan tumbuhan *Scirpus grossus L.f.* (*Mensiang*) untuk menolah limbah cair industri karet, dengan studi kasus PT. Batang Hari Barisan Padang. Parameter pencemar yang dianalisis sesuai dengan Kep MENLH No.51/MENLH/10/1995 dan SK Gubernur No. 660.1-614-1997 tentang buku mutu limbah cair untuk kegiatan industri karet (*BOD*, *COD*, *TSS*, *Amoniak total*, *Nitrogen* dan *pH*). Limbah cair dihasilkan bersifat asam dengan warna kehitam-hitaman dan kandungan organik yang tinggi. Penelitian ini menggunakan reaktor bak segi empat dari bahan fiberglass berukuran 45x45x60 cm, media filter tersusun dari atas ke bawah adalah tumbuhan, tanah, pasir, kerikil halus dan kerikil kasar. Pengujian dengan menggunakan reaktor tanpa tumbuhan juga dilakukan sebagai perbandingan untuk melihat pengaruh tumbuhan terhadap kinerja reaktor secara keseluruhan. Dalam penelitian ini variasi *HLR* (*Hydraulic Loading Rate*) yang digunakan adalah 100 l/m<sup>2</sup>/hari, 200 l/m<sup>2</sup>/hari, 300 l/m<sup>2</sup>/hari, sedangkan variasi konsentrasi influen (*C<sub>in</sub>*) adalah konsentrasi *COD* influen 215 mg/l, 498 mg/l dan 1.092,5 mg/l. Hasil penelitian memajukan efisiensi penyisihan yang tinggi yaitu sebesar 97,94-95,27% untuk *BOD*, *COD* 96,74-88,47%, *TSS* 92,31-80,27%, *Amoniak total* 91,57-83,53%, *Nitrogen total* 92,59-86,15% dan menyebabkan perubahan *pH*. Sedangkan efisiensi penyisihan parameter tanpa menggunakan tumbuhan hanya berkisar 47,45%-65,17%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil *HLR* dan konsentrasi influen (*C<sub>in</sub>*) maka efisiensi penyisihan akan semakin tinggi.

Kata kunci : *Scirpus grossus L.f.*, *HLR*, konsentrasi influen (*C<sub>in</sub>*), reaktor, efisiensi

### ABSTRACT

The application of *constructed wetlands* using *Scirpus grossus L.f.* for treatment of wastewater of crumb rubber industry was studied, the case was wastewater of PT. Batang Hari Barisan. The observed parameter referred to effluent standard for crumb rubber industries, as stated in Kep MENLH No.51/MENLH/10/1995 and SK Gubernur No. 660.1-614-1997 (*BOD*, *COD*, *TSS*, *Amoniak total*, *Nitrogen* dan *pH*). The wastewater was acidic, blackish and had a high organic content. In this study, the 45x45x60 cm fibre glass reactor were used, the filter media were layered from up to bottom, i.e. plant, soil, sand and gravel. The reactor without plant were also investigated as comparison to see the effect of plant to the system performance. The *Hydraulic Loading Rate* was varied, and the applied *HLR* were 100 l/m<sup>2</sup>/day, 200 l/m<sup>2</sup>/day, 300 l/m<sup>2</sup>/day, and the influent concentration were also varied, i.e. *COD* content 215 mg/l, 498 mg/l and 1.092,5 mg/l. The results show high removal efficiencies, 97,94-95,27% for *BOD*, 96,74-88,47% for *COD*, 92,31-80,27% for *TSS*, 91,57-83,53% for *Amoniak total*, 92,59-86,15% for *Nitrogen total* and also neutralised the *pH*. The removal efficiencies for the system without plant were only in the range of 47,45%-65,17%. The results show that the removal efficiencies increased with decreasing of *HLR* and decreasing of influent concentration.

Keywords : *Scirpus grossus L.f.*, *HLR*, influent concentration, reaktor, efficiency



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sistem pengolahan limbah secara biologis dengan menggunakan tumbuhan telah banyak dikembangkan di negara-negara maju seperti Jerman, Amerika, Australia, Inggris, China, India dan Spanyol. Negara-negara tersebut menggunakan tumbuhan *Phragmites australis*, *Juncus effuses*, *Schoenoplectus lacustris*, *Scirpus lacustris* dan *Thypha latifolia* (Kurniadie, 1999). Tumbuh yang digunakan merupakan golongan *hydrophyte* yaitu jenis tumbuhan yang hidup pada air yang tergenang, dengan batang yang berongga besar dan akar yang bercabang banyak. Sistem pengolahan tersebut sering juga disebut sebagai konstruksi lahan basah (*constructed wetlands*). Tumbuhan tersebut ditanam pada kolam-kolam, dimana setiap kolam dilengkapi dengan lapisan-lapisan tanah sebagai media filter, sehingga air limbah dengan beban pencemar tinggi diserap oleh sedimen, diuraikan oleh mikroorganisme yang selanjutnya diserap kembali oleh tanaman untuk digunakan lagi sebagai makanan untuk tumbuh sehingga akhirnya substansi dalam air limbah akan membentuk biomassa tanaman, sebagai gas ke atmosfer dan sebagai air yang telah bersih yang memenuhi baku mutu dari pemerintah (Altman & Berendt, 1992). Prinsip dasar sistem pengolah limbah secara biologis ini adalah pada proses respirasi tanaman *hydrophyte* yang mampu mengisap oksigen dari udara melalui daun, batang, akar dan rhizomenya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Jenis tanaman *hydrophyte* mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*) sebagai alat transportasi oksigen dari atmosphere ke bagian perakaran, (Kurniadie, 1999).

Indonesia merupakan negara tropis, dimana berbagai macam tumbuhan golongan *hydrophyte* tumbuh dengan subur sepanjang tahun, salah satunya adalah *Scirpus grossus L.f.* Dalam penelitian ini digunakan *Scirpus grossus L.f.* karena memiliki kesamaan karakteristik dengan tumbuhan yang ada di Jerman (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris* dan *Thypha latifolia*), yaitu batang yang berongga besar dan berbuluh, sehingga diasumsikan mempunyai kemampuan yang besar pula dalam membersihkan limbah dengan kadar organik yang tinggi. Selain itu juga di Indonesia berbagai jenis media tumbuh tersedia dengan melimpah. Kondisi ini sangat memungkinkan untuk mencoba dan mengembangkan sistem pengolahan limbah ini untuk diteliti dengan menggunakan jenis tumbuh-tumbuhan yang tersedia (Kurniadie, 1999).

### Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Meneliti kemampuan jenis tumbuhan *Scirpus grossus L.f.* untuk menurunkan beban pencemar pada limbah cair industri karet remah.
2. Menentukan efisiensi penyisihan parameter pencemar (BOD, COD, TSS,  $\text{NH}_3$  total, Nitrogen total, pH) terhadap variasi laju alir hidrolis (*hydraulic loading rate*) dalam pengolahan limbah cair dengan instalasi tumbuhan *Scirpus grossus L.f.*
3. Menentukan laju alir hidrolis (*hydraulic loading rate*) terbaik dari variasi debit (Q) pengolahan limbah cair industri karet dengan tumbuhan *Scirpus grossus L.f.*

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair industri dengan tumbuhan.



2. Sebagai acuan dalam mendisain unit pengolahan limbah cair.
3. Dapat mengoptimalkan pemanfaatan tumbuhan yang diteliti sehingga mempunyai nilai ekonomi yang cukup baik.

### **Batasan Penelitian**

Batasan penelitian ini adalah:

1. Limbah cair yang digunakan berasal dari limbah cair industri karet.
2. Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Scirpus grossus Lf* (Mensiang).
3. Parameter yang akan diteliti adalah BOD, COD, derajat keasaman (pH), TSS, amoniak total, nitrogen total sesuai Kep MENLH No.51/MENLH/10/1995 dan revisinya (Lampiran B) dan SK Gubernur Sumbar No. 660.1-614-1997 lampiran B tentang baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri karet.
4. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati efisiensi penyisihan parameter pencemar pada limbah cair industri karet terhadap variasi laju alir hidrolis (*hydraulic loading rate*).

### **METODOLOGI**

#### **Perancangan Reaktor**

Dalam penelitian ini konstruksi reaktor terdiri dari :

1. Bak penampung influen, berguna untuk menampung limbah cair yang akan diolah
2. Bak tempat media, berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pengolahan limbah yang tersusun atas media filter dan dilengkapi dengan tumbuhan. Penelitian ini menggunakan reaktor bak berbentuk segi empat yang terbuat dari bahan fiberglass dengan ukuran 45 x 45 x 60 cm. Reaktor yang digunakan sebanyak 3 buah karena dalam penelitian ini melakukan variasi 3 *HLR* yaitu 100, 200, 300 l/m<sup>2</sup>/hari.
3. Pipa inlet, Pengumpul, outlet, drain.

#### **Media Filter**

1. Tumbuhan yang digunakan adalah *Scirpus grossus Lf* dengan ukuran 50 cm  
Tumbuhan *Scirpus grossus Lf* dapat dilihat pada gambar 1.



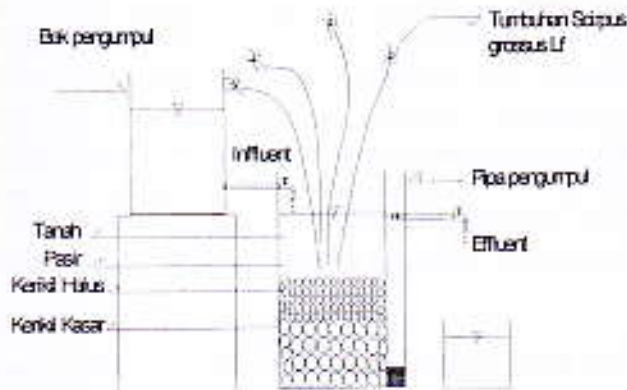
Gambar 1. Foto *Scirpus grossus Lf*.

2. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah organik yang kaya akan unsur-unsur hara. Tebal lapisan tanah yang digunakan adalah 5 cm.

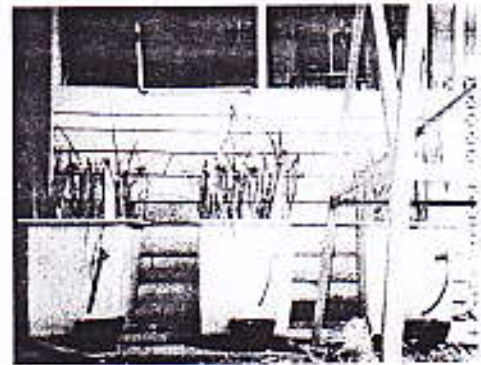
- Pasir yang digunakan berasal dari sungai dengan ukuran digunakan adalah 0-2 mm., sedangkan tebalnya adalah 15cm
- Kerikil halus dan kasar, diameter kerikil kasar yang digunakan adalah 1-2 cm, sedangkan kerikil halus 2-5 mm. Tebal lapisan masing-masing kerikil adalah 7,5 cm.

### Pemasangan Reaktor

Reaktor dipasang dengan susunan media pendukung reaktor dari atas ke bawah sebagai berikut; lapisan tanah, pasir, kerikil halus dan kerikil kasar, skema reaktor dapat dilihat pada gambar 2, dan reaktor terpasang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Diagram Reaktor



Gambar 3. Foto Tampak Depan Reaktor

### Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mengetahui waktu detensi, dan untuk mengetahui keadaan *steady* reaktor. Selain itu juga dilakukan pengolahan tanpa menggunakan tumbuhan untuk melihat kemampuan tumbuhan *Scirpus grossus Lf* dalam mereduksi parameter pencemar limbah cair industri karet.

### Percobaan Pengkondisian dengan Memvariasikan Konsentrasi Influen

Percobaan ini dilakukan untuk pengkondisian yaitu untuk membiasakan reaktor menerima limbah. Percobaan dilakukan dengan cara mengalirkan limbah dari konsentrasi rendah terlebih dahulu. Percobaan ini dilakukan agar tumbuhan tidak *shock* menerima limbah.

### Percobaan dengan Variasi Debit Aliran (Q)

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 3 buah reaktor, dimana pada setiap reaktor dilakukan variasi laju pembebanan hidrolis (*hydraulic loading rate*) berbeda. *HLR* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100, 200 dan 300 l/m<sup>2</sup>hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Limbah Cair Industri Karet

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis laboratorium terhadap limbah cair industri karet. Limbah cair tersebut bersifat asam dengan pH sebesar 5,6. Sifat asam ini karena pemakaian asam asetat atau asam formiat untuk proses penggumpalan lateks (Gapkindo, 1994).



Tabel 1. Kualitas Limbah Cair Industri Karet

Parameter	Konsentrasi Limbah Cair	
	Hasil Produksi (mg/l)	Baku mutu (mg/l)
BOD	539,79	60
COD	1092,5	200
TSS	1019	100
Amoniak total	10,7	5
Nitrogen total	43,67	10
pH	5,6	6-9

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2004

Perbandingan BOD/COD adalah 0,5, nilai ini  $\geq 0,5$  yang menunjukkan bahwa limbah ini cocok diolah dengan menggunakan pengolahan biologis. Nilai BOD cukup tinggi yaitu sebesar 539,79 mg/l dan COD sebesar 1.092,5 mg/l. Tingginya nilai BOD dan COD menunjukkan suatu indikasi bahwa limbah cair tersebut mempunyai kandungan senyawa organik, seperti protein, karbohidrat, lipid dan garam-garam organik (Gapkindo, 1994). Untuk semua parameter limbah cair industri yang diteliti melewati batas baku mutu yang ditetapkan oleh Kep. MENLH No.51/MENLH/10/1995 dan revisinya (Lampiran B) dan SK Gubernur No. 660.1-614-1997 Lampiran B tentang baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri karet.

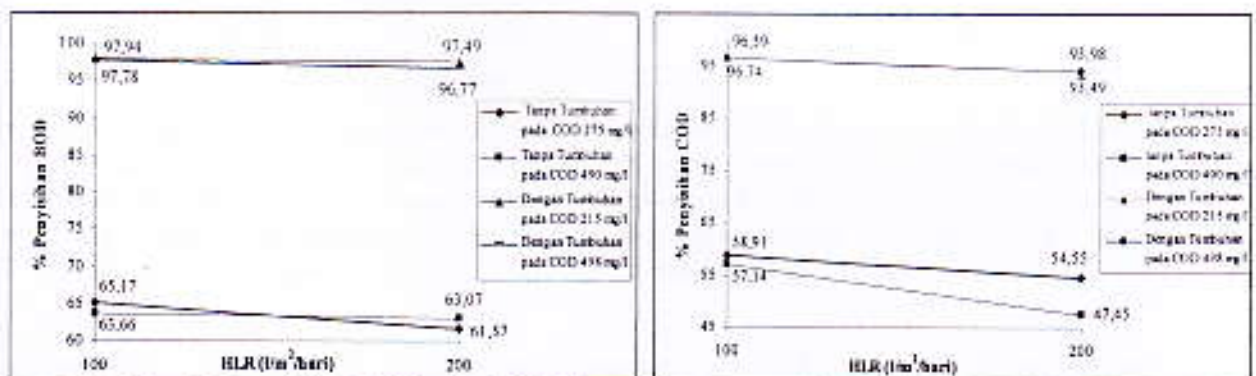
#### Percobaan Tanpa Tumbuhan

Pada tabel 2 terlihat bahwa tumbuhan tidak terlalu berpengaruh terhadap penetralan pH, karena yang berpengaruh dalam perubahan pH adalah tanah, sesuai dengan *buffering capacity* yang dimiliki tanah.

Tabel 2. pH Influen dan Efluen Tanpa dan Dengan Menggunakan Tumbuhan

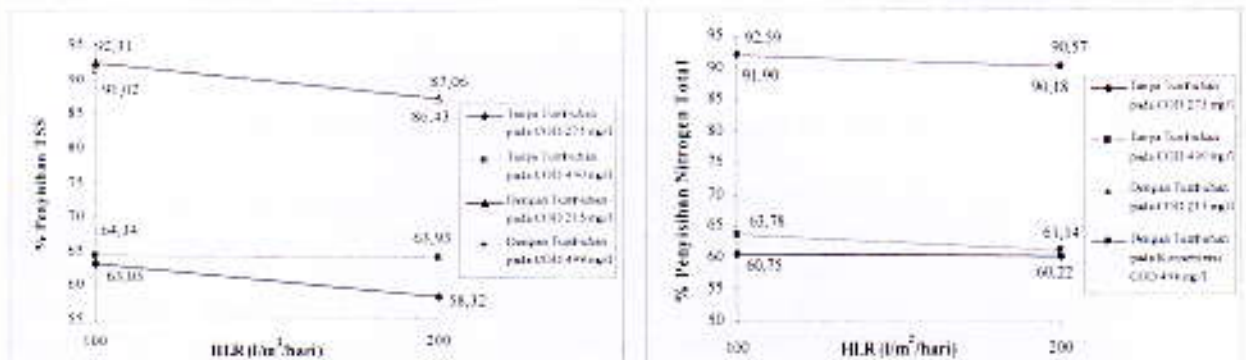
Konsentrasi OD (mg/l)	pH in	HLR (l/m <sup>2</sup> /hari)	pH efluen	
			Tanpa tumbuhan	Dengan tumbuhan
275	6,25	100	6,6	7,74
		200	6,65	7,55
490	6,35	100	6,93	7,54
		200	6,75	7,29

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2004



Gambar 4. Penyisihan BOD dan COD dengan Konsentrasi COD 200-500 mg/l

Gambar 4 menunjukkan bahwa penyisihan BOD dengan menggunakan tumbuhan menghasilkan persentase penyisihan yang tinggi yaitu 97,94%-96,77%, sedangkan reaktor tanpa menggunakan tumbuhan hanya menghasilkan persentase penyisihan sebesar 61,57%-63,66%. Persentase penyisihan yang tinggi pada reaktor yang menggunakan tumbuhan yaitu sebesar 93,49%-96,59% juga berlaku untuk penyisihan COD. Reaktor yang tidak menggunakan tumbuhan persentase penyisihan yang diperoleh hanya sebesar 47,45-58,91%.



Gambar 5. Penyisihan TSS dan Nitrogen Total pada Konsentrasi COD 200-500 mg/l

Gambar 5 menunjukkan bahwa penyisihan TSS dengan reaktor tanpa tumbuhan sebesar 58,32%-63,93%, sedangkan reaktor yang menggunakan tumbuhan mencapai 86,43%-93,31%. Persentase penyisihan nitrogen total pada reaktor yang menggunakan tumbuhan yaitu 90,18-92,59% dan 60,22-63,78 pada reaktor tanpa tumbuhan. Secara keseluruhan, pengolahan dengan menggunakan tumbuhan menghasilkan efisiensi pengolahan yang lebih baik daripada pengolahan tanpa tumbuhan.

### Penetralkan pH

Hasil analisis laboratorium terhadap pH dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi pH pada 3 Variasi Konsentrasi Influen ( $C_{in}$ ) dan HLR

HLR	COD 215 mg/l		COD 498 mg/l		COD 1092,5 mg/l	
	pH <sub>in</sub>	pH <sub>ef</sub>	pH <sub>in</sub>	pH <sub>ef</sub>	pH <sub>in</sub>	pH <sub>ef</sub>
100 l/m <sup>2</sup> /hari		7,74		7,54		6,65
200 l/m <sup>2</sup> /hari	6,92	7,55	6,74	7,29	5,60	6,35
300 l/m <sup>2</sup> /hari		7,36		7,13		6,05

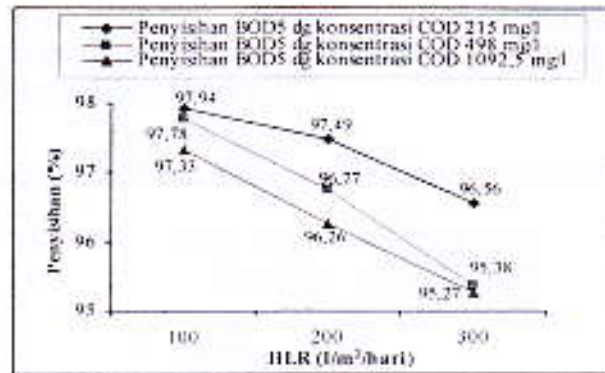
Sumber : Hasil analisa laboratorium, 2004

Terlihat bahwa untuk semua variasi HLR dan konsentrasi efluen, terjadi peningkatan pH, yang mendekati pH netral. Perubahan pH dari kondisi asam ke kondisi netral disebabkan adanya lapisan tanah pada reaktor *wetlands*. Tanah dapat menetralkan pH karena adanya kemampuan tanah untuk menahan kation-kation basa seperti, Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> dan kation asam seperti H<sup>+</sup> dan Al<sup>3+</sup> (Hardjowigeno, 1993).

### Penyisihan BOD<sub>5</sub>

Penyisihan BOD dapat terlihat pada gambar 6. HLR yang diberikan sangat berpengaruh terhadap persentase penyisihan yang dihasilkan untuk tiga variasi konsentrasi. Pada HLR 100 l/m<sup>2</sup>/hari dengan konsentrasi COD influen 215 mg/l



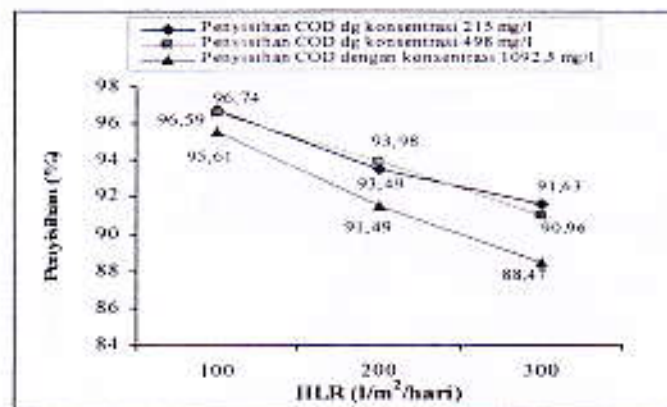


Gambar 6. Grafik Penyisihan BOD<sub>5</sub> dengan 3 Variasi HLR

diperoleh persentase penyisihan sebesar 97,94% dan pada HLR 300 l/m<sup>2</sup>/hari dengan konsentrasi yang sama diperoleh persentase penyisihan sebesar 96,56%. Hal ini disebabkan pada HLR yang rendah waktu tinggal akan menjadi lebih lama sehingga proses-proses biologis didalam reaktor seperti filtrasi, adsorpsi, nitrifikasi dan denitrifikasi akan berlangsung secara perlahan dan lebih sempurna, begitu sebaliknya. Menurut Kurnadie (1999), konsentrasi BOD<sub>5</sub> diturunkan melalui proses oksidasi dan reduksi (*fermentasi anaerobik*). Tingginya persentase penyisihan BOD disebabkan karena terjadinya kerjasama yang baik antara tanaman, mikroorganisme dan lapisan-lapisan tanah yang menjalankan fungsinya masing-masing dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Negara Jerman dengan limbah cair efluen oli dari tanki petroleum diperoleh persentase penyisihan BOD sebesar 97% dan 80% untuk limbah cair *leachate* sisa kombusi. Sedangkan hasil penelitian Geller (1995) dalam jurnal Kurnadie (1999), diperoleh persentase penyisihan BOD sebesar 99% dengan menggunakan limbah cair rumah tangga.

### Penyisihan COD

Hasil analisis influen dan efluen COD tergambar pada gambar 7.



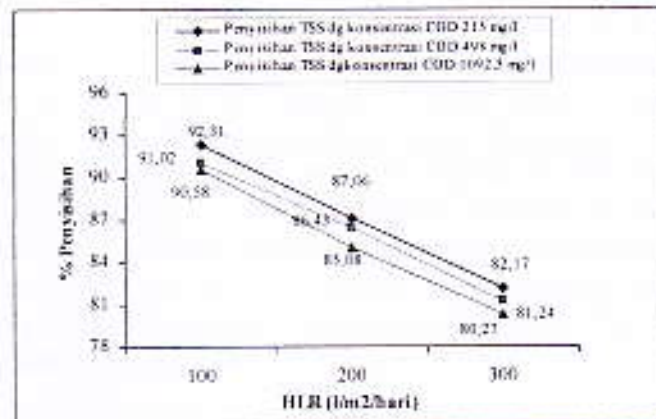
Gambar 7. Grafik Penyisihan COD dengan 3 Variasi HLR

Pada gambar 7 terlihat bahwa persentase penyisihan COD tertinggi terjadi pada HLR 100 l/m<sup>2</sup>/hari yaitu sebesar 96,74%, sedangkan HLR 300 l/m<sup>2</sup>/hari persentase penyisihan COD sebesar 91,63% untuk konsentrasi COD influen 215 mg/l. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal pada HLR 100 l/m<sup>2</sup>/hari lebih lama sehingga semua proses dalam reaktor juga akan lebih lama dan berjalan dengan lebih sempurna.

Persentase penyisihan COD yang diperoleh dari Negara Jerman adalah 90% untuk limbah cair tumpahan minyak & oli dari kapal dan 86% dari limbah cair effluen oli dari tanki petroleum (Altman & Berendt, 1992).

### Penyisihan TSS

Penyisihan parameter TSS dapat dilihat lebih jelas pada gambar 8.

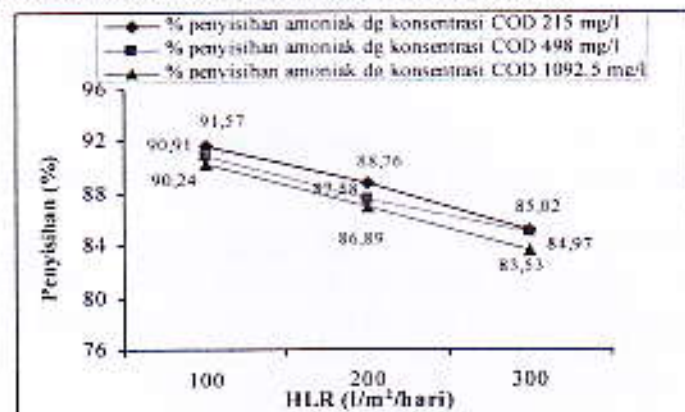


Gambar 8. Grafik Penyisihan TSS dengan 3 Variasi HLR

Semakin kecil *HLR* maka persentase penyisihan TSS akan semakin tinggi dan sebaliknya, hal ini terlihat pada gambar 12 diatas. Pada *HLR*  $100 l/m^2/hari$  persentase penyisihan TSS sebesar 92,31% sedangkan untuk *HLR*  $300 l/m^2/hari$  persentase penyisihan mengalami penurunan menjadi sebesar 82,17. Menurut Bruhn (1995) dalam Salmariza & Sofyan (1999), air limbah mengalir melalui lapisan tanah dan dalam waktu yang sama terjadi pembersihan secara mekanis, biologis oleh akar tanaman, substrat tanah dan mikroorganisme. Pada lapisan pasir, kerikil halus dan kasar akan terjadi proses filtrasi, sehingga air limbah dengan kandungan TSS akan disaring oleh media filter.

### Penyisihan Amoniak Total

Data penyisihan amoniak total dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Penyisihan Amoniak Total dengan 3 Variasi HLR

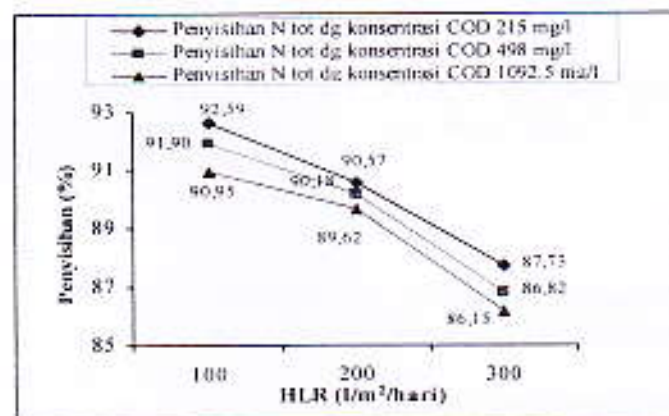
Semakin kecil *HLR* maka semakin tinggi persentase penyisihan, persentase penyisihan amoniak total berlangsung baik pada *HLR*  $100 l/m^2/hari$  yaitu berkisar 90,24-91,57%. Menurut hasil penelitian di Giessen Jerman dalam Kurniadie (1999), persentase



penyisihan Amoniak total ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) sebesar 80-96%. Menurut Kurniadie (1999), amoniak total ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) dioksidasi oleh bakteri *autotrop* yang tumbuh disekitar *rhizosphere* menjadi nitrit dan kemudian nitrat yang akhirnya pada kondisi *anaerobik* dirubah oleh bakteri *fakutatif anaerobik* yang berada dalam tanah menjadi  $\text{N}_2$ .

### Penyisihan Nitrogen Total

Pada gambar 10 terlihat persentase penurunan yang tinggi pada *HLR* 100  $\text{l/m}^2/\text{hari}$  dan konsentrasi COD influen 215  $\text{mg/l}$  yaitu sebesar 92,59%, sedangkan untuk *HLR* 300  $\text{l/m}^2/\text{hari}$  dengan konsentrasi COD influen 1.092,5  $\text{mg/l}$  diperoleh persentase penyisihan sebesar 86,15%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Geller (1995), *constructed wetlands* dapat menyisihkan nitrogen sebesar 71-97% dan 30-80% untuk hasil penelitian yang dilakukan di Giessen Jerman. Terjadinya daerah *rhizosphere* yang bersifat aerob memungkinkan aktifitas berbagai bakteri pengurai bahan organik pencemar dan unsur hara pencemar (nitrogen dan phosphor) meningkat. Proses penguraian ammonia menjadi nitrat (nitrifikasi) juga meningkat. Proses ini terjadi terus menerus sepanjang tahun tanpa berhenti (Kurniadie, 1999).



Gambar 10. Grafik Penyisihan Nitrogen Total dengan 3 Variasi HLR

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Limbah cair industri karet bersifat asam (pH 5,6) dan berwarna kehitam-hitaman. Semua Parameter limbah cair tersebut telah melebihi baku mutu yang ditetapkan pemerintah.
2. Reaktor dengan menggunakan tumbuhan *Scirpus grossus L.f* (mensiang) menghasilkan penyisihan parameter pencemar yang lebih tinggi dibandingkan reaktor tanpa menggunakan tumbuhan *Scirpus grossus L.f* (mensiang).
3. Reaktor dengan menggunakan tumbuhan *Scirpus grossus L.f* (mensiang) ini dapat menyisihkan parameter pencemar BOD, COD, TSS, Amoniak total dan Nitrogen total berturut-turut sebesar 95,27-97,94%, 88,47-96,74%, 80,27-92,31%, 83,53-91,57% dan 86,14-92,59%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa pengolahan limbah cair industri karet remah dengan menggunakan instalasi tumbuhan *Scirpus grossus L.f* (mensiang) dapat menyisihkan parameter pencemar dengan baik yaitu sekitar 80,27-97,94%.



4. Variasi *HLR* mempengaruhi persentase penyisihan parameter pencemar. Semakin rendah *HLR* maka semakin besar persentase penyisihan yang diperoleh.
5. Dari variasi *HLR* dan konsentrasi influen ( $C_{in}$ ) yang dilakukan, *HLR* optimum yang diperoleh adalah  $100 \text{ l/m}^2/\text{hari}$  sedangkan konsentrasi influen ( $C_{in}$ ) optimum adalah konsentrasi COD influen  $215 \text{ mg/l}$ .

#### Saran

1. Melakukan penelitian lanjutan terhadap reaktor *constructed wetlands* dengan melakukan variasi jumlah tumbuhan, komposisi media filter dan jenis media filter yang digunakan.
2. Melanjutkan penelitian dengan melihat siklus N yang terjadi pada *constructed wetlands*.
3. Disarankan kepada peneliti berikutnya untuk menggunakan jumlah variasi yang lebih banyak, agar data yang didapatkan lebih mudah untuk dianalisis
4. Untuk mendapatkan hasil pengolahan yang memenuhi baku mutu, maka disarankan menggunakan bak pengendap awal untuk mengurangi kandungan TSS yang tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana Rutin Unand Tahun 2004 dengan Kontrak No. 050/J/16/PL/Dik/IV-2004

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Altman, B.R., und Schulz-Berendt V., *Planzenklaranlage zur Reinigung Ölhaltiger Abwasser aus Einem mineralölkörper*, Im DGMK Forschungsbericht 453, Hamburg, Jerman, 1992
2. Eka Rini DP, Studi Pengolahan Limbah Cair Dengan Menggunakan Tumbuhan Mensiang (*Scirpus grossus L. f*) Studi Kasus: Limbah Cair Hotel Bumi Minang Padang, Padang, 2004
3. Gapkindo, *Pedoman Umum Pengelolaan Industri Karet Remah*, 1994
4. Hardjowigeno, Sarwono, Dr. Ir., MSc. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*, Edisi Pertama, Akademia Pressindo, Jakarta, 1993
5. Kurniadie, D., **Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Tumbuhan Air (Constructed Wetland for Wastewater Treatment)**, [http://makalahs.com/buletin/dokumen/23/11998\\_aniladani.html](http://makalahs.com/buletin/dokumen/23/11998_aniladani.html), 1999
6. Luederitz, V., Eckert, E., Lange-Weber, L., Lange, A., Gersberg, R.M., **Nutrients Removal Efficiency and Resource Economics of Vertical Flow and Horizontal Flow Constructed Wetlands**, *Ecological Engineering*, Vol 18 (157-171), Germany, 2001
7. Sasse, L., *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)*, Bremen Overseas Research and Development Association, Germany, 1998
8. Salmariza, Sy., dan Sofyan, **Alternatif Lain Pengolahan Limbah Cair dengan Menggunakan Tumbuh-tumbuhan (Planzenklaranlage)**, *Jurnal Penelitian Litbang Industri Padang*, 2001
9. Sot, F., Garc, M., De Lu, E and E.B, **Role of Scirpus Lacustris in Bacterial and Nutrient Removal from Wastewater**, *Water Science and Technology*, Vol 40. No 3 (241-239) IWA Publishing, 1999