

**KAJIAN EFEKTIFITAS PENGGUNAAN TANAMAN ECENG GONDOK
(*Eichornia crassipes*) DALAM MENURUNKAN BEBAN PENCEMAR
AIR LIMBAH INDUSTRI GULA TEBU**

**[The effectiveness of *Eichornia crassipes* in lowering sugarcane industry
wastewater load]**

Udin Hasanudin¹⁾, Erdi Suroso¹⁾ dan Hartono²⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

ABSTRACT

Sugarcane industries produce wastewater with high levels of pollution load. Wastewater pollutant load can be lowered by treating wastewater in the WWTP. Wastewater treatment process using Biological conventional system still has the disadvantage of increasing the pH of the waste water at a given time. It causes algae blooming. Algae population levels increases due to nutrients in wastewater. To prevent algae from blooming, nutrient concentration in the waste water should be reduced. This study was aimed to measure the effectiveness of Waterhyacinth in lowering pollutant load of sugar cane industrial wastewater. The method used was to plant Waterhyacinth in aeration pond number 2 of WWTP and then taking samples at four locations and consists of point I (inlet pond aeration 2), point A (before the water hyacinth plant), point B (after the water hyacinth plant), the point C (waste pond outlet monitor). Parameters measured included pH, TSS, COD, NH₄, and NO₃. The result showed the wastewater treatment system using water hyacinth plant reduced the pollutant load sugar cane industrial wastewater at the rate of 0,000858%/m² day, 0,010997%/m² day, 0,008691%/m² day, 0,005936%/m² day, and 0,015016%/m² day, respectively. These conditions indicate planting hyacinth was effective in lowering the level of industrial wastewater pollutant load of sugar cane.

Keywords: algae bloom, sugarcane industry wastewater, waterhyacinth

Diterima : 4 Juni 2013
Disetujui : 28 Juni 2013

Korespondensi Penulis :
udinha@unila.ac.id

PENDAHULUAN

Industri gula tebu menghasilkan air limbah dengan tingkat beban pencemaran yang tinggi. Proses penanganan air limbah industri gula tebu yang sering dilakukan adalah proses penyerapan menggunakan zeolit, pengendapan menggunakan tawas, perlakuan menggunakan ozon (O₃), dan proses aerasi. Metode pengelolaan air limbah industri gula tebu tersebut telah terbukti dapat mereduksi senyawa

organik, bau, warna dan menurunkan nilai COD dan BOD. Masalah yang sering muncul dari pengolahan air limbah industri gula tebu adalah meningkatnya nilai pH air limbah industri gula tebu tersebut. Nilai pH pada air limbah naik disebabkan karena adanya kelebihan aerasi dan akibat *algae bloom* (Hasanudin, 2007). *Algae bloom* pada air limbah industri gula tebu disebabkan oleh adanya kelebihan nutrisi pada air limbah tersebut, sehingga diperlukan tanaman

untuk mengurangi nutrisi pada air limbah industri gula tebu tersebut. Salah satu tanaman yang dapat digunakan adalah tanaman eceng gondok.

Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tanaman air yang dapat tumbuh dengan cepat di daerah tropis. Tanaman eceng gondok mampu menyerap berbagai zat yang terkandung di dalam air, baik terlarut maupun tersuspensi (Orth, 1989). Laju penurunan bahan organik dalam air limbah industri gula tebu akibat penanaman eceng gondok belum diketahui secara pasti. Hal tersebut yang mendasari diperlukannya perhitungan kinerja tanaman eceng gondok dalam menurunkan beban pencemar air limbah industri gula tebu.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah air limbah industri gula tebu di Provinsi Lampung, reagen COD, larutan NaOH, larutan Hydrazine Sulfat, larutan Sulfanilamide, larutan CuSO₄, larutan Phenol-alkohol, larutan Nitroprussida, larutan Alkali sitrat, larutan sodium hypochlorite, dan aquades. Peralatan yang akan digunakan adalah pH meter jenis HM-20P, tabung sentrifus, Spectrofotometer, water bath, pipet mikro, oven, cawan porselen, dan Erlenmeyer.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Pengambilan sampel dilakukan di kolam Aerasi 2 di IPAL industri gula tebu di Provinsi Lampung, dan diambil pada 4 titik pengambilan yaitu titik I (inlet kolam aerasi 2), titik A (sebelum tanaman eceng gondok), titik B (setelah tanaman eceng gondok), titik C (outlet kolam limbah monitor). Pengambilan sampel dilakukan

setiap satu minggu sekali selama 5 Minggu. Pengukuran parameter dilakukan terhadap nilai pH (DKK-TOA Corporation, 2004), TSS (APHA, 1998), COD (HACH, 2004), NH₄ (HACH, 2004), dan NO₃ (HACH, 2004). Perhitungan efektivitas eceng gondok (EEG) sebagai berikut:

$$EEG = \frac{\bar{X}}{A \times T}$$

Keterangan:

EEG : Efektifitas eceng gondok (%/m².hari)

$\bar{X}$: Rata-rata persentase penurunan di setiap parameter (pH, TSS, COD, NH₄, NO₃).

A : Luas area tanaman eceng gondok (m²)

WTH : Waktu tinggal hidrolik air limbah (hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Keasaman (pH)

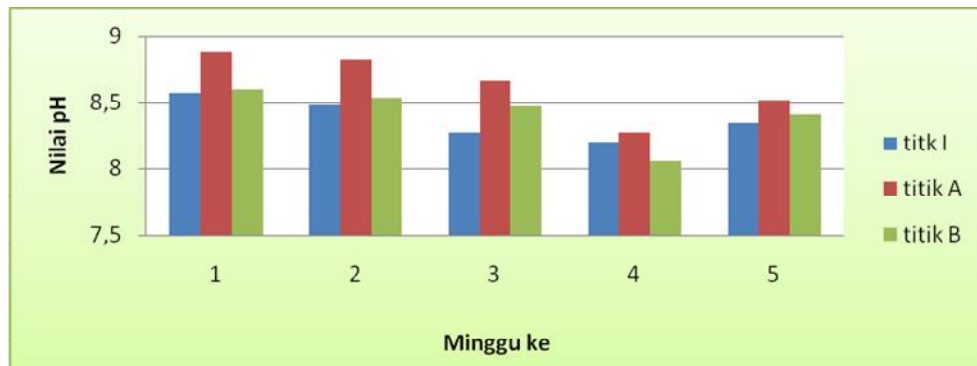
Derajat keasaman mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik di dalam air limbah. Hasil pengukuran nilai pH air limbah gula tebu disajikan pada Tabel 1. Hasil pengamatan Tabel 1 menunjukkan nilai pH pada titik I berkisar 8,20-8,57, titik A berkisar 8,27-8,88, titik B berkisar 8,05-8,60, dan titik C berkisar 8,25-8,90. Nilai pH air limbah gula tebu di kolam aerasi 2 cenderung bersifat basa namun termasuk kisaran nilai pH yang masih memenuhi standar baku mutu air untuk lingkungan. Batas toleransi nilai pH berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 05 tahun 2010 yang ditoleransi yaitu 6-9. Perlakuan penanaman eceng gondok pada kolam aerasi 2, dilakukan pada area antara titik A dan titik B. Hasil pengamatan nilai pH air limbah gula tebu

pada kolam aerasi 2 di titik I (Inlet), A (sebelum perlakuan) dan titik B (setelah

perlakuan) selama lima minggu dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Data pengamatan pH air limbah industri gula tebu

Titik	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	Minggu ke 5	Rata-rata
I (inlet aerasi 2)	8,57	8,48	8,27	8,20	8,35	8,37
A (sebelum perlakuan)	8,88	8,82	8,66	8,27	8,52	8,63
B (setelah perlakuan)	8,60	8,54	8,47	8,05	8,41	8,41
C (outlet IPAL)		8,90	8,85	8,25	8,76	8,69
Penurunan (A-B)	0,28	0,28	0,19	0,22	0,11	0,22
Persentase penurunan	3,15%	3,17%	2,19%	2,66%	1,29%	2,49%
Luas tanaman eceng gondok (m ²)	2161,22	2138,85	2281,17	2303,85	2020,41	2181,10
Waktu tinggal air limbah (hari)	1,32	1,31	1,39	1,41	1,24	1,33
Efektifitas Eceng Gondok (%/m ² hari)	0,001104	0,001131	0,000691	0,000819	0,000515	0,000858



Gambar 1. Nilai pH air limbah industri gula tebu di titik I, A dan B

Gambar 1 menunjukkan nilai pH di titik I ke titik A mengalami kenaikan. Perubahan pH terjadi karena air limbah tidak mengalami perlakuan penanaman eceng gondok, sehingga pada area tersebut alga sangat mudah berfotosintesis dan berkembang biak dengan memanfaatkan nutrisi pada air limbah industri gula tebu. Populasi alga yang tinggi pada kolam aerasi 2 mengakibatkan tingginya kebutuhan karbondioksida dalam air limbah,

akibatnya konsentrasi karbondioksida pada air limbah akan berkurang. Jika karbondioksida menurun maka ion H⁺ pada air limbah juga menurun. Hal tersebut sesuai dengan reaksi kimia berikut: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ (Hasanudin, 2007). Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan data pengamatan nilai pH di titik A ke titik B menunjukkan terjadinya penurunan nilai pH dari titik A ke titik B. Nilai pH air limbah gula tebu menurun disebabkan

proses fotosintesis yang dilakukan oleh alga dapat dikurangi, sehingga konsentrasi karbondioksida pada air limbah industri gula tebu tidak berkurang..

Penurunan nilai pH air limbah industri gula tebu berkisar 0,19-0,28 dengan rata-rata penurunan sebesar 2,49%. Luas rata-rata area tanaman eceng gondok yang ditanam dalam kolam aerasi 2 sebesar 2181.1 m². Berdasarkan data di atas tanaman eceng gondok terbukti mampu menurunkan pH rata-rata sebesar 0,00114%/m² tanaman eceng gondok. Pada minggu pertama penurunan nilai pH sebesar 3,15%, minggu kedua 3,17%, minggu ketiga 2,19%, minggu

keempat 2,66%, dan minggu kelima 1,79%. Besarnya penurunan nilai pH air limbah industri gula tebu berbeda-beda di tiap minggu pengamatannya, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi aktivitas mikroorganisme, aerasi, kadar DO, dan lingkungan (Orth, 1989).

Total Suspended Solid (TSS)

Total padatan tersuspensi terdiri dari komponen terendapkan, bahan melayang dan komponen tersuspensi koloid. Total padatan tersuspensi mengandung bahan anorganik dan bahan organik. Hasil pengukuran nilai TSS air limbah gula tebu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengamatan TSS dalam mg/L air limbah gula tebu

Titik	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	Minggu ke 5	Rata-rata
I (inlet aerasi 2)	98,00	163,00	108,00	99,00	80,00	109,60
A (sebelum perlakuan)	94,00	137,00	135,00	141,30	108,00	123,06
B (setelah perlakuan)	89,00	89,00	85,00	41,00	96,00	80,00
C (outlet IPAL)		98,00	84,00	41,00	82,50	76,38
Penurunan (A-B)	5,00	48,00	50,00	100,30	12,00	43,06
Persentase penurunan	5,32%	35,04%	37,04%	70,98%	11,11%	31,90%
Luas tanaman eceng gondok (m ²)	2161,22	2138,85	2281,17	2303,85	2020,41	2181,1
Waktu tinggal air limbah (hari)	1,32	1,31	1,39	1,41	1,24	1,33
Efektifitas Eceng Gondok (%/m ² hari)	0,001865	0,012506	0,011681	0,021851	0,004435	0,010997

Hasil pengamatan Tabel 2 menunjukkan nilai TSS pada titik I berkisar 80,00-163,00 mg/L, titik A berkisar 94,00-141,30 mg/L, titik B berkisar 41-96 mg/L, dan titik C berkisar 41,00-98,00 mg/L. Nilai TSS air limbah industri gula tebu di kolam aerasi 2 masih tinggi dan belum memenuhi standar baku mutu air limbah untuk lingkungan. Batas toleransi nilai TSS berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 05 tahun 2010 yang ditoleransi

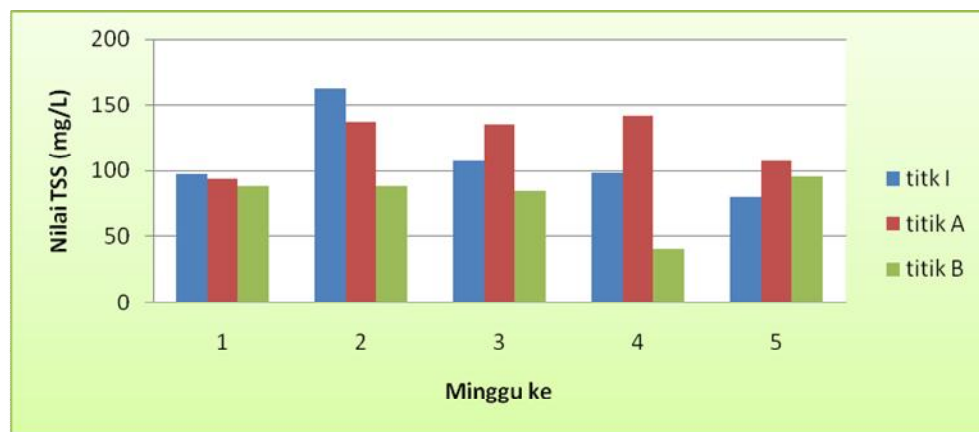
yaitu 50 mg/L. Hasil pengamatan nilai TSS air limbah gula tebu pada kolam aerasi 2 di titik I (inlet), A (sebelum perlakuan) dan titik B (setelah perlakuan) selama lima minggu dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil pengamatan selama lima minggu pada kolam aerasi 2, terjadi penurunan nilai TSS dari titik A ke titik B. Kondisi tersebut menunjukkan tanaman eceng gondok dapat menurunkan nilai TSS air limbah industri

gula tebu dengan cara menyerap bahan organik yang terkandung dalam air limbah tersebut. Penurunan nilai TSS air limbah industri gula tebu tersebut relatif besar, yaitu rata-rata sebesar 31,90%. Luas rata-rata area tanaman eceng gondok yang ditanam dalam kolam aerasi 2 sebesar 2181.1 m² dengan rata-rata waktu tinggal hidrolis air limbah di area penanaman eceng gondok selama 1,33 hari. Berdasarkan data di atas tanaman eceng gondok terbukti mampu menurunkan TSS rata-rata sebesar 0,010997%/m² hari. Hal tersebut menunjukkan tanaman eceng gondok sangat efektif dalam menyerap bahan-bahan organik yang terkandung dalam air

limbah gula tebu. Bahan organik yang terserap oleh tanaman eceng gondok dipergunakan untuk pertumbuhan tanaman eceng gondok tersebut.

Nilai TSS kolam monitor berkisar antara 41,00-98,00 mg/L. Nilai TSS kolam monitor pada bagian outletnya (titik C) tersebut turun jika dibandingkan dengan titik B, namun penurunannya kecil yaitu sebesar 1,8%. Hal tersebut disebabkan antara titik B ke titik C, air limbah melalui kolam stabilisasi dan kolam monitor yang tidak mendapatkan perlakuan eceng gondok. Bahan organik yang masih terkandung dalam air limbah dimanfaatkan oleh alga untuk tumbuh dan berkembang biak.



Gambar 2. Nilai TSS air limbah industri gula tebu di titik I, A dan B

Chemical Oxygen Demand (COD)

Nilai COD menunjukkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia menjadi CO₂ dan H₂O. Nilai COD mencerminkan kandungan bahan organik air limbah termasuk bahan organik yang tidak dapat diuraikan secara biologi (Mahida, 1993). Hasil pengukuran nilai COD air limbah industri gula tebu disajikan Tabel 3.

Hasil pengamatan Tabel 3 menunjukkan nilai nilai COD pada titik I berkisar 50,5-138,5 mg/L, titik A berkisar 45,50-141,30 mg/L, titik B berkisar 45,00-99,10 mg/L, dan titik C berkisar 27,70-100,20 mg/L. Hasil pengamatan nilai COD air limbah gula tebu pada kolam aerasi 2 di titik I (inlet), A (sebelum perlakuan) dan titik B (setelah perlakuan) selama lima minggu dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Data pengamatan COD dalam mg/L air limbah industri gula tebu

Titik	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	Minggu ke 5	Rata-rata
I (inlet aerasi 2)	50,50	53,90	91,70	138,50	116,60	90,24
A (sebelum perlakuan)	71,50	45,50	57,20	141,30	107,80	84,66
B (setelah perlakuan)	45,50	45,00	38,10	99,10	80,50	61,64
C (outlet IPAL)		27,70	73,80	100,20	52,30	63,95
Penurunan (A-B)	26,00	0,50	19,10	42,20	27,30	23,02
Persentase penurunan	36,36%	1,10%	33,39%	29,87%	25,32%	25,21%
Luas tanaman eceng gondok (m ²)	2161,22	2138,85	2281,17	2303,85	2020,41	2181,10
Waktu tinggal air limbah (hari)	1,32	1,31	1,39	1,41	1,24	1,33
Efektifitas Eceng Gondok (%/m ² hari)	0,012745	0,000393	0,010530	0,009195	0,010107	0,008691



Gambar 3. Nilai COD air limbah industri gula tebu di titik I, A dan B

Hasil Pengukuran selama lima minggu pada kolam aerasi 2, terjadi penurunan nilai COD dari titik A ke titik B. Nilai COD air limbah gula tebu pada titik inlet kolam aerasi 2 (titik I) masih tinggi, namun bervariasi disetiap minggu pengukurannya. Perbedaan tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan, kondisi pabrik, dan kinerja dari IPAL tersebut. Pada minggu ke 4 nilai COD air limbah tersebut cukup tinggi yaitu mencapai 141,30 mg/L, kondisi tersebut disebabkan adanya peningkatan beban cemaran air limbah melalui *dewatering bagas*.

Penurunan rata-rata nilai COD air limbah industri gula tebu akibat

penanaman eceng gondok tersebut sebesar 25,21%. Luas rata-rata area tanaman eceng gondok yang ditanam dalam kolam aerasi 2 sebesar 2181.1 m², dengan rata-rata waktu tinggal hidrolis air limbah di area penanaman eceng gondok selama 1,33 hari. Berdasarkan data di atas eceng gondok terbukti mampu menurunkan COD rata-rata sebesar 0,008691%/m² hari. Penurunan nilai COD pada air limbah industri gula tebu tersebut menunjukkan tanaman eceng gondok sangat efektif dalam menyerap bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah industri gula tebu. Kondisi tersebut sesuai dari pengamatan sebelumnya yang menunjukan

adanya penurunan pH dan TSS akibat adanya penanaman pada titik A ke titik B.

Nilai COD kolam monitor berkisar antara 27,70-100,30 mg/L. Nilai COD kolam monitor pada bagian outletnya (titik C) tersebut turun jika di bandingkan dengan titik B, namun penurunannya relatif kecil yaitu sebesar 3,11%. Hal tersebut disebabkan antara titik B ke titik C, air limbah melalui kolam stabilisasi dan kolam monitor yang tidak mendapatkan perlakuan tanaman eceng gondok. Bahan organik yang masih terkandung dalam air limbah dimanfaatkan oleh alga untuk tumbuh dan berkembangbiak, sehingga kandungan

bahan organik pada air limbah menurun (Othman, dan Lim, 2006). Perbedaan ratio penurunan nilai COD antara titik A ke titik B dengan titik B ke titik C menunjukkan penanaman eceng gondok pada air limbah industri gula tebu berpengaruh positif terhadap kualitas air limbah yang dihasilkan.

Amonia (NH_4^+)

Amonia adalah salah satu bentuk nitrogen di perairan dan merupakan nutrient yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Hasil pengukuran nilai NH_4^+ air limbah gula tebu disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data pengamatan NH_4^+ dalam mg/L air limbah industri gula tebu

Titik	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	Minggu ke 5	Rata-rata
I (inlet aerasi 2)	0,046	0,056	0,452	0,922	0,872	0,460
A (sebelum perlakuan)	0,096	0,106	0,081	0,554	0,059	0,179
B (setelah perlakuan)	0,086	0,088	0,061	0,375	0,058	0,134
C (outlet IPAL)		0,122	0,103	0,036	0,53	0,198
Penurunan (A-B)	0,01	0,018	0,02	0,179	0,001	0,046
Persentase penurunan	10,42%	16,98%	24,69%	32,31%	0,0169%	17,22%
Luas tanaman eceng gondok (m^2)	2161,22	2138,85	2281,17	2303,85	2020,41	2181,10
Waktu tinggal air limbah (hari)	1,32	1,31	1,39	1,41	1,24	1,33
Efektifitas Eceng Gondok (m^2/hari)	0,003653	0,006060	0,007676	0,009946	0,000007	0,005936

Hasil pengamatan Tabel 4 menunjukkan nilai nilai NH_4^+ pada titik I berkisar 0,046-0,922 mg/L, titik A berkisar 0,081-0,554 mg/L, titik B berkisar 0,058-0,375 mg/L, dan titik C berkisar 0,036-122 mg/L. Nilai NH_4^+ air limbah gula pada titik inlet kolam aerasi 2 (titik I) masih tinggi, namun bervariasi setiap minggu pengukurannya. Nilai NH_4^+ yang berbeda tersebut menunjukkan

beban cemaran yang terkandung dalam air limbah berbeda-beda pula. Perbedaan tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan, kondisi pabrik, dan kinerja dari IPAL tersebut. Hasil pengukuran nilai NH_4^+ air limbah industri gula tebu pada kolam aerasi 2 di titik I (inlet), A (sebelum perlakuan) dan titik B (setelah perlakuan) selama lima minggu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai NH_4 air limbah industri gula di titik I, A dan B

Hasil pengamatan selama lima minggu pada kolam aerasi 2, terjadi penurunan nilai NH_4^+ dari titik A ke titik B. Kondisi tersebut menunjukkan tanaman eceng gondok dapat menurunkan NH_4^+ air limbah industri gula tebu dengan cara menyerap bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Rata-rata penurunan kandungan amonia pada air limbah industri gula tebu dari sebelum perlakuan eceng gondok adalah sebesar 17,22%. Amonia pada kolam aerasi 2 menurun disebabkan amonia diserap oleh tanaman eceng gondok.

Penurunan nilai NH_4^+ air limbah industri gula akibat penanaman eceng gondok tersebut sebesar 17,22%. Luas rata-rata area tanaman eceng gondok yang ditanam dalam kolam aerasi 2 sebesar 2181.1 m^2 , dengan rata-rata waktu tinggal hidrolik air limbah di area penanaman eceng gondok selama 1,33 hari. Berdasarkan data tersebut eceng gondok terbukti mampu menurunkan

nilai NH_4 rata-rata sebesar 0,005936%/m² hari. Adanya penurunan konsentrasi amonia setelah perlakuan penanaman eceng gondok menunjukkan tumbuhan eceng gondok tersebut mampu menurunkan konsentrasi amonia dalam air limbah industri gula tebu melalui penyerapan akar tumbuhan tersebut (Kirkagac dan Demi, 2004).

Nitrat (NO_3)

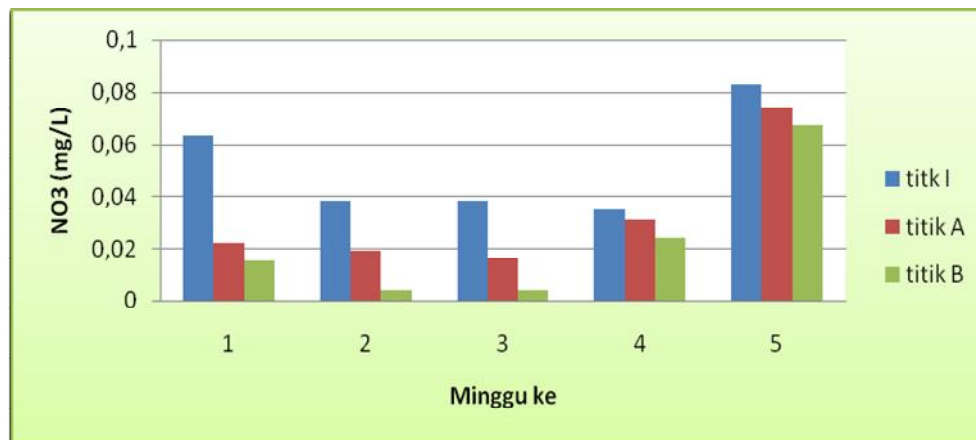
Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Semua bentuk nitrogen dapat ditemui pada berbagai jenis lingkungan karena sifatnya yang mudah dioksidasi atau direduksi oleh berbagai proses lingkungan (Alaerts, dan Santika, 1987). Hasil Pengukuran nitrat pada air limbah di kolam aerasi 2 terdapat pada (Tabel 5).

Tabel 5. Data pengamatan NO_3 dalam mg/L air limbah industri gula tebu

Titik	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4	Minggu ke 5	Rata- rata
I (inlet aerasi 2)	0,063	0,038	0,038	0,035	0,083	0,051
A (sebelum perlakuan)	0,022	0,019	0,016	0,031	0,074	0,032
B (setelah perlakuan)	0,015	0,004	0,004	0,024	0,067	0,023
C (outlet IPAL)		0,003	0,007	0,023	0,022	0,014
Penurunan (A-B)	0,007	0,015	0,012	0,007	0,007	0,010
Persentase penurunan	31,82%	78,95%	75,00%	22,58%	9,49%	43,56%
Luas tanaman eceng gondok (m^2)	2161,22	2138,85	2281,17	2303,85	2020,41	2181,10
Waktu tinggal air limbah (hari)	1,32	1,31	1,39	1,41	1,24	1,33
Efektifitas Eceng Gondok ($\text{\%/m}^2$ hari)	0,011154	0,028177	0,023653	0,006951	0,003788	0,015016

Hasil pengamatan Tabel 5 menunjukkan nilai NO_3 pada titik I berkisar 0,035-0,083 mg/L, titik A berkisar 0,019-0,074 mg/L, titik B berkisar 0,004-0,067 mg/L, dan titik C berkisar 0,003-0,023 mg/L. Nilai NO_3 air limbah gula pada titik inlet kolam aerasi 2 (titik I) masih tinggi, namun bervariasi setiap minggu pengukurannya. Nilai NO_3 yang berbeda tersebut menunjukkan

beban cemaran yang terkandung dalam air limbah berbeda-beda pula. Perbedaan tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan, kondisi pabrik, dan kinerja dari IPAL tersebut. Hasil pengukuran nilai NO_3 air limbah industri gula tebu pada kolam aerasi 2 di titik I (inlet), A (sebelum perlakuan) dan titik B (setelah perlakuan) selama lima minggu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai NO_3 air limbah industri gula tebu di titik I, A dan B

Hasil pengamatan selama lima minggu pada kolam aerasi 2 terjadi penurunan nilai NO_3 dari titik A ke titik B. Nitrat juga mengalami penurunan di

titik I ke titik A. Akan tetapi penurunan nilai NO_3 antara titik A ke titik B lebih besar dibandingkan dengan penurunan di titik I ke titik A. Penurunan nitrat pada

air limbah disebabkan adanya penyerapan nitrat oleh tanaman eceng gondok. Pada titik A ke titik B terdapat tanaman eceng gondok sehingga penurunannya lebih besar, karena tanaman eceng gondok lebih banyak menyerap nitrat. Sedangkan pada titik I ke titik B penurunannya lebih kecil, karena nitrat hanya diserap oleh alga. Pada minggu ke 5 nilai NO_3 air limbah tersebut lebih tinggi dari pengamatan sebelumnya, kondisi tersebut disebabkan adanya peningkatan beban cemaran air limbah melalui *dewatering bagasse*.

Rata-rata penurunan kandungan nitrat pada air limbah industri gula tebu dari sebelum perlakuan eceng gondok adalah sebesar 46,18%. Luas rata-rata area tanaman eceng gondok yang ditanam dalam kolam aerasi 2 sebesar 2181.1 m², dengan rata-rata waktu tinggal hidrolis air limbah di area penanaman eceng gondok selama 1,33 hari. Berdasarkan data tersebut eceng gondok terbukti mampu menurunkan NO_3 rata-rata sebesar 0,015016%/m² hari. Penurunan kandungan nitrat pada kolam aerasi 2 tersebut disebabkan nitrat yang terkandung dalam air limbah diserap oleh tanaman eceng gondok.

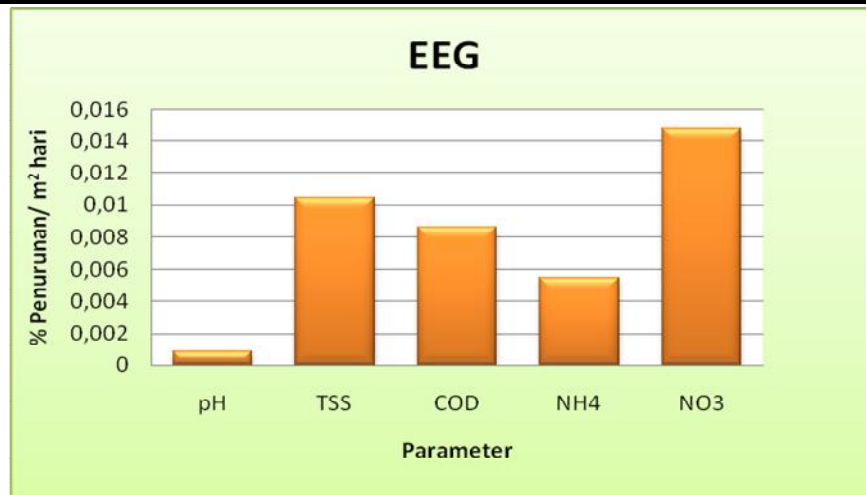
Efektivitas Eceng Gondok (EEG)

Efektivitas Eceng Gondok (EEG) merupakan kemampuan rata-rata tanaman eceng gondok dalam menurunkan beban pencemar air limbah industri gula tebu. Besar persentase penurunan dari tiap parameter/m² tanaman eceng gondok/hari dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil pengamatan menunjukkan penurunan pH rata-rata sebesar 0,000858%/m² hari, TSS rata-rata sebesar

0,010997%/m² hari, COD rata-rata sebesar 0,008691%/m² hari, NH_4 rata-rata sebesar 0,005936%/m² hari, dan NO_3 rata-rata sebesar 0,015016%/m² hari. Pujiati (2010) dalam penelitiannya tentang sistem kolam dan *constructed wetland* menggunakan tanaman eceng gondok, nilai pH perlakuan berkisar 7,35-8,00 nilai SS berkisar 0,20-0,40 mg/L dengan rata-rata reduksi 55,36%, COD berkisar 10,00-90,00 mg/L dengan rata-rata reduksi 70%, NH_4 dan NO_3 memiliki rata-rata reduksi 8,35%. Jika dibandingkan dengan penelitian Pujiati (2010) maka reduksi beban pencemar air limbah industri gula tebu pada penelitian ini lebih rendah. Hal tersebut disebabkan pada penelitian Pujiati (2010) menggunakan *constructed wetland* yang memiliki kedalaman 60 cm. Kedalaman *constructed wetland* tersebut jauh lebih dangkal jika dibandingkan dengan penelitian ini yang memiliki kedalaman air limbah 150 cm, sehingga akar eceng gondok pada *constructed wetland* lebih banyak kontak dengan air limbah.

Kolam aerasi 2 memiliki kedalaman 1,8 m dengan kedalaman air limbah 1,5 m, sedangkan akar eceng gondok hanya berkisar 30 cm, sehingga air limbah industri gula tebu yang melalui kolam aerasi 2 tidak semuanya kontak langsung dengan akar tanaman eceng gondok. Untuk meningkatkan keefektifan tanaman eceng gondok dalam menurunkan beban pencemar air limbah industri gula tebu, diperlukan perbaikan kolam aerasi 2. Desain kolam seharusnya lebih dangkal agar semua air limbah dapat kontak langsung dengan tanaman eceng gondok.



Gambar 6. Efektivitas Eceng Gondok (EEG)

KESIMPULAN

1. Tanaman eceng gondok mampu menurunkan beban pencemaran air limbah industri gula tebu di setiap parameter pengukuran. Besarnya penurunan beban pencemar dari setiap parameter adalah pH 2,49%, TSS 31,9%, COD 25,21%, NH₄ 17,22%, dan NO₃ 52,09%.
2. Efektifitas tananam eceng gondok dalam menurunkan beban pencemar pada setiap parameter adalah 0,000858%/m² hari, TSS rata-rata sebesar 0,010977%/m² hari, COD rata-rata sebesar 0,008691%/m² hari, NH₄ rata-rata sebesar 0,005936%/m² hari, dan NO₃ rata-rata sebesar 0,015016%/m² hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan S.S, Santika,. 1987. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya. 309 hal.
- Anonim. 2004. G Series pH Meter HM-30 G/506/606. Instruction Manual DKK-TOA Corporation. Japan. 165.
- APHA. 1998. Standard Methods For Examination Of Waste Water 20th Edition. American Public. Health Association 1015. Fifteenth Street, NW, Washington, DC. 20005-2605. PP: 2-57-2-58.
- HACH Company. 2004. DR/4000 Spectrophotometer Models 48000 and 481000 User Manual 08/04 3rd Edition. HACH Company World Headquarters. Colorado. 115 .
- Hasanudin, U. 2007. Evaluasi kinerja instalasi pengolahan air limbah (IPAL) PT. Gunung Madu Plantations. Kerja sama Fak. Pertanian Unila dengan PT. Gunung Madu Plantations.
- Kirkagac, M., and N. Demi. 2004. The effect of grass carp on aquatic plants, plankton, and benthos in ponds. *J. Aquat. Plant Manage.* 42: 32-39.
- Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Penerbit Raja Grafindo Persada. Jakarta. 543 hal.
- Orth, H. 1989. Kolam Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Membersihkan Air Limbah Industri dalam Owe Neis. 1989. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Othman, M.S. and E.C. Lim. 2006. Eutrophic condition at Tasik Chini Pahang. *Sains Malaysiana*. 35(2): 29-34.
- Pujiyati, Sri. 2010. Stabilitas kombinasi sistem kolam dan constructed wetland pada pengolahan limbah cair industri gula. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.