

**KEMAMPUAN KAYAMBANG (*Salvinia molesta* D.S Mitchell)
DAN ECENG GONDOK (*Eichornis crassipes* (Mart.) Solms)
DALAM MENURUNKAN KADAR NITROGEN LIMBAH CAIR
PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT (PMKS)
PTPN XIII NGABANG KALIMANTAN BARAT**

*(The Ability of Kayambang (*Salvinia molesta* D.S Mitchell) and Eceng Gondok (*Eichornis crassipes* (Mart.) Solms) to decrease the nitrogen degree of liquid waste from PTPN XIII Palm Oil Factory in Ngabang-West Kalimantan*

Agus Sri Mulyono¹⁾ dan Dessy Sudilawati²⁾

¹⁾ BARISTAND Industri Pontianak, Jl. Budi Utomo 41 Pontianak

²⁾ F-MIPA Universitas Tanjungpura, Program Studi Biologi, Pontianak
agusrima@yahoo.co.id

ABSTRACT. *The wastewater effluent of Ngabang Palm Oil Industry in one of several industrial waste, that contains high organic substances. One of them is nitrogen (N-total). Waste water treatment of palm oil industry used ponding system today, and one of solution to treat that wastewater effluent is using aquatic weeds as biofilter action. Water hyacinth (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) and water fern (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) known as aquatic weeds that capable to decrease in a large amount the organic and inorganic substances. The aim of this research is to study the capacity of water hyacinth and water fern in decreasing nitrogen compounds (N-total, ammonia, nitrate, nitrite, N-organic) in wastewater effluent palm oil industry based on variation of treatment and the difference of exposure time. This research was carried out in green house and Biology Laboratory of Biology Progame Study, Mathematic and Science Faculty of Tanjungpura University and Testing Laboratory of Institute for Industrial Research And Standardization Pontianak, from July 1st – October 31th, 2006. This experiment was designed in Completely Randomized Factorial Design with three treatments and three replication times. The collected data analyzed by Anava Test and Least Significance Difference (LSD) test (Gazperz, 1994). The result show that the treatment with combination of water hyacinth and water fern were able to decrease the N-total (92,64 %); ammonia (96,47 %); and nitrite (90,14 %).*

Keywords: *anorganic, nitrogen, organic, palm oil waste water, water fern (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell), water hyacinth (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms)*

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nilai jual tinggi, karena dapat menghasilkan minyak. Minyak kelapa sawit memiliki keunggulan dibanding minyak dari tanaman lain yaitu

memiliki kadar kolesterol rendah. Keunggulan ini menyebabkan perkebunan kelapa sawit terus berkembang di beberapa negara, termasuk Indonesia. Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat saat ini cukup pesat,

begitu pula industri pengolahannya yang berupa minyak kelapa sawit mentah (CPO atau *Crude Palm Oil*) dan minyak inti sawit (PKO atau *Palm Kernel Oil*). Limbah hasil pengolahan kelapa sawit tersebut mempunyai nilai guna, seperti bungkil inti sawit, serat perasan buah, tandan buah kosong, solid, dan lumpur sawit.

Karakteristik limbah cair kelapa sawit ditunjukkan dengan masih tingginya kandungan bahan organik seperti kandungan unsur nitrogen. Kandungan nitrogen dalam air limbah tersebut akan menyusun senyawa nitrat, nitrit, amoniak, yang selanjutnya terurai dalam badan perairan penerima. Masih tingginya senyawa tersebut di dalam limbah, apabila pengolahan untuk menurunkan senyawa tersebut tidak dilakukan secara efektif, maka akan menurunkan kualitas air setempat, dan bahkan menimbulkan pencemaran. Sistem pengolahan limbah minyak sawit yang dilakukan di Kalimantan Barat pada umumnya masih menggunakan sistem ponding/kolam pengendapan, yang membutuhkan lokasi yang luas dan terbuka.

Dijumpainya tanaman air seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) di beberapa kolam pengendapan tersebut, memperlihatkan bahwa tanaman tersebut mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dengan perairan dengan kandungan bahan organik tinggi. Pertumbuhan yang tidak terkendali dari eceng gondok dan kayambang di kolam pengolahan tersebut menempatkan kedua tanaman ini dikenal sebagai gulma air. Namun demikian apabila pertumbuhannya dapat dikendalikan maka dapat dipergunakan sebagai agen pembersih dan penyerap bahan organik dalam limbah untuk pertumbuhannya sehingga kandungan bahan organik dalam perairan yang bersangkutan menjadi berkurang. Pemilihan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) sebagai tanaman uji, di samping pertumbuhannya yang adaptif terhadap bahan organik

tinggi seperti limbah minyak sawit, juga telah diketahui sebagai tanaman yang direkomendasikan sebagai biofilter dalam pengolahan limbah pada berbagai hasil penelitian.

Beberapa hasil penelitian terhadap eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dalam perannya sebagai agen biofilter, diantaranya mampu menurunkan kandungan bahan organik (Biological Oxygen Demand/BOD dan Chemical Oxygen Demand/COD), dan mampu merubah sifat fisik kimia pada limbah cair pabrik pupuk urea dan asam formiat (Hartati, 1994; Hayati, 2004). Di samping itu, eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) juga mampu sebagai agen biologi dalam pengolahan limbah cair rumah pemotongan hewan (Suardana, 2003). Tingginya mekanisme adaptasi tanaman tersebut, menyebabkan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dipergunakan sebagai indikator kualitas air limbah di sistem pengolahan limbah industri di Rembang, Pasuruan (Mangkoedihardjo, 2002).

Kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) merupakan makrofita akuatik yang mengapung di perairan dengan sistem perakaran yang tidak melekat pada sedimen, dan mempunyai pengaruh positif terhadap proses filtrasi biologi (biofilter). Kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) mempunyai siklus hidup 7 sampai 10 hari dan pada kisaran tersebut tanaman ini mampu melakukan regenerasi menjadi anakan baru (Mitchell, 1979 dalam Jacono, 2003).

Kecepatan regenerasi ini selanjutnya menempatkan kayambang banyak dipergunakan sebagai agen dalam pengolahan limbah cair. Nilai kompetitif filter biologi dibandingkan filter fisik antara lain mampu menghilangkan kelebihan nutrisi dari limbah kotoran ikan, pemupukan dan penguraian bahan organik (Masser, 1999).

Nutrisi terlarut khususnya nitrogen (N) berperan penting dalam laju pertumbuhan kayambang (*Salvinia molesta*

D.S. Mitchell) dan eceng gondok, (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dan akan mengalami penurunan laju pertumbuhan dengan kondisi nitrogen yang berlebihan dan terbatas (Room and Thomas, 1986a; 1986b dalam Mc Farland *et al.*, 2004).

Dilatar belakang oleh hal tersebut di atas, maka penelitian terhadap tanaman air tersebut di atas dilakukan dengan menggunakan substrat dan jenis limbah yang berbeda. Pada umumnya sistem pengolahan limbah cair di pabrik minyak sawit masih menggunakan kolam pengendapan. Hasil analisa terhadap limbah yang telah diolah dengan menggunakan metode tersebut, ternyata masih belum sesuai dengan baku mutu limbah seperti dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP. 51/MENLH/10/1995 Lampiran B.IV, khususnya untuk kandungan nitrogen dalam limbahnya.

Kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) mempunyai kemampuan menyerap nitrogen sehingga dapat diterapkan dalam sistem pengendalian dan pengolahan limbah cair pabrik minyak sawit sebagai agen biofilter. Beberapa permasalahan yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini, antara lain bagaimana kemampuan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dalam menurunkan kandungan nitrogen limbah cair pabrik minyak sawit.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) dalam menurunkan kandungan nitrogen (N-total, amoniak, nitrat, nitrit dan nitrogen organik) pada limbah cair pabrik minyak sawit. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi mengenai aspek biologi tanaman air sebagai agen biofilter limbah dalam upaya pengendalian dan pengolahan limbah industri minyak sawit.

2. BAHAN DAN METODE

Alat yang dipergunakan antara lain pH meter, penangas, termometer, labu ukur, labu Kjeldahl, Erlenmeyer, cuvet, destilator, oven, mikroskop, UV-Visible Spectrophotometer (UV-1601 dan UV-160IPC). Selanjutnya bahan yang digunakan adalah limbah cair minyak sawit yang diambil dari inlet kolam fakultatif, tanaman uji kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms); asam sulfat, larutan amonium klorida, air suling, larutan asam borat, larutan natrium hidroksida, larutan nessler, NaCl, asam sulfanilat, larutan naptil etilen diamin dihidroklorida (NEDA), asam salisilat, asam sulfat salisilat, natrium tiosulfat, indicator *conway*, *brom cresol green*, ethanol.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial menurut Gasperz (1994). Faktor yang dicobakan adalah R-0 (sebagai kontrol); R-1 (perlakuan dengan kayambang); R-2 (perlakuan dengan eceng gondok); R-3 (perlakuan kombinasi kayambang dan eceng gondok). Waktu pemaparan yang diujikan menggunakan 3 taraf faktor yaitu 4, 8 dan 12 hari. Analisis data menggunakan Anava dan Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada tingkat kepercayaan 5% (Gaspersz, 1994). Penelitian dilaksanakan di rumah kaca laboratorium biologi F-MIPA selama ± 4 bulan. Analisa amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitrogen total dan nitrogen organik menggunakan metode spektroskopi dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Riset dan Standardisasi Industri Pontianak.

Data utama yang diambil penurunan kandungan NH_3 ; NO_2 ; dan NO_3 ; N-organik; N-total limbah cair minyak sawit pada media uji dan N-total jaringan untuk setiap perlakuan yang dicobakan serta waktu tinggal limbah. Data pendukung yaitu suhu lingkungan, suhu media uji, pH media uji, oksigen terlarut, berat basah tanaman uji, deskripsi anatomi jaringan tanaman uji.

Pada tahap pertama penelitian, kayambang dan eceng gondok diambil di lingkungan alamnya, diperkirakan mempunyai umur dan morfologi yang sama; dilakukan aklimatisasi selama 24 jam; eceng gondok dipilih dengan bobot dan jumlah daun yang sama, sedangkan kayambang diambil berdasarkan panjang dan lebar daun yang seragam.

Selanjutnya media uji ditempatkan dalam 30 ember yang telah diisi dengan limbah bervolume 10 liter. Setiap ember diperlakukan dengan 400 gram tanaman dengan perbandingan 400 gr kayambang untuk R-1; 400 gr eceng gondok untuk R-2; dan 200 gr kayambang dan 200 gr eceng gondok untuk R-3. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12 dengan menimbang berat basah kayambang dan eceng gondok.

Pada interval pengamatan tersebut dilakukan pengukuran sifat fisik kimia media uji yang meliputi suhu udara rumah kaca dengan merujuk SNI 06-2413-1991; derajat keasaman merujuk SNI 06-6989.11-2004; oksigen terlarut merujuk APHA 4500-OB : 1998; ammoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) merujuk SNI 06-2479-1991; nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) merujuk SNI 06-6989.09-2004; nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) merujuk SNI 06-2480-1991; kandungan N-organik merujuk SNI 06-2748-1991; kandungan N-total jaringan tanaman merujuk pada SNI 19-6428-1998.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) menurun sejalan dengan menurunnya kandungan N-total, amoniak, nitrat, nitrit dan N-organik dan lamanya waktu pemaparan. Persen (%) penurunan parameter uji tersebut terhadap paparan limbah cair minyak sawit pada beberapa taraf perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Persen penurunan N-organik limbah pada perlakuan R-1 sebesar 94,72% terjadi pada waktu tinggal 12 hari. N-organik tidak dapat diserap langsung oleh kayambang, tetapi terlebih dahulu diubah

bentuknya menjadi senyawa nitrogen seperti amoniak, nitrit dan nitrat dengan bantuan mikroorganisme. Persen penurunan N-organik yang paling rendah pada waktu tinggal 12 hari dapat disebabkan oleh adanya penambahan bahan organik dalam media uji yang bersumber dari kayambang yang mati.

Tabel 1. Rerata Persen (%) penurunan Kandungan N-total, Amoniak, Nitrat, Nitrit dan N-organik.

Perlakuan	Waktu Tinggal (hari)	N-Total (%)	Amoniak (%)	Nitrit (%)	N-Organik (%)
R-0	0	-	-	-	-
	4	95,74	97,29	85,91	97,37
	8	92,75	95,18	74,65	95,31
	12	90,97	95,87	74,65	96,25
R-1	0	-	-	-	-
	4	92,26	96,38	72,29	96,60
	8	92,96	96,94	36,15	96,24
	12	91,7	95,34	83,07	94,72
R-2	0	-	-	-	-
	4	90,75	96,34	68,07	96,21
	8	90,29	94,84	53,52	95,62
	12	92,12	95,59	88,27	94,75
R-3	0	-	-	-	-
	4	91,12	96,65	89,67	95,03
	8	92,55	97,08	66,66	96,23
	12	92,64	96,47	90,14	96,34

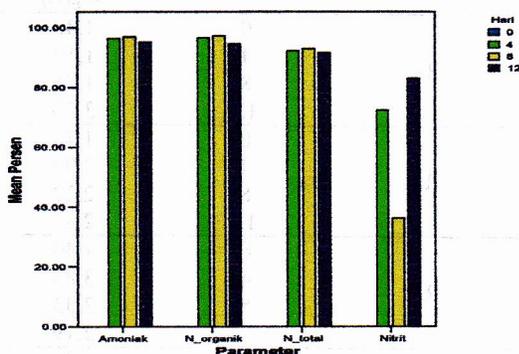
Keterangan : R-0 (Kontrol); R-1 (kayambang); R-2 (eceng gondok); R-3 (kombinasi kayambang dan eceng gondok)

Tabel 2. Kandungan Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dalam Media Uji Selama Penelitian

Perlakuan	Waktu Tinggal Limbah (hari)	Kandungan Nitrat (mg/L)
R-0	0	1,40
	4	1,10
	8	1,71
	12	3,57
R-1	0	1,40
	4	2,92
	8	2,22
	12	2,35
R-2	0	1,40
	4	3,83
	8	3,33
	12	2,19
R-3	0	1,40
	4	3,38
	8	2,77
	12	2,71

Persen penurunan amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) semakin rendah dengan makin bertambahnya waktu tinggal limbah. Penurunan amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) pada perlakuan kayambang sebesar 95,34%, terjadi pada waktu tinggal limbah 12 hari. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya tanaman kayambang yang mati, sehingga penyerapan hanya aktif dilakukan oleh regenerasi anaknya. Terlihat bahwa persen penurunan amoniak lebih tinggi dibandingkan dengan N-organik.

Persen penurunan nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dalam limbah cair sebesar 83,09% terjadi pada waktu tinggal limbah 12 hari. Penurunan kandungan nitrit disebabkan oleh waktu tinggal limbah 12 hari sudah terlihat anakan kayambang yang telah mampu menyerap nitrit untuk pertumbuhannya dibandingkan nitrat (Walstad, 2006). Kandungan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dalam limbah tidak ditunjukkan dalam persen (%), penurunan, karena kandungan nitrat pada waktu tinggal limbah 4, 8, dan 12 hari masih melebihi kandungan nitrat pada waktu tinggal limbah 0 hari. Persen penurunan kandungan N-total limbah cair pada perlakuan kayambang, sebesar 91,72%, terjadi pada waktu tinggal limbah 12 hari. Rendahnya persentase penurunan N-total dapat dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan amoniak, nitrit, nitrat dan N-organik yang dipergunakan kayambang dan mikroorganisme yang ada dalam air limbah. Histogram persen penurunan kadar amoniak N-organik, N-total dan nitrit terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Histogram Persen Penurunan Kadar Amoniak, N-Organik, N-Total, Nitrit Limbah Cair Minyak Sawit pada Perlakuan Kayambang (R-1)

Menurut Campbell (1999), larutan dengan konsentrasi hipertonik akan masuk melewati membran dari larutan yang hipotonis. Oleh sebab itu, air akan bergerak dari jaringan tanaman uji yang bersifat hipotonis ke media uji yang bersifat hipertonis, sehingga tanaman uji menjadi layu karena kekurangan air.

Menurut Dwidjoseputro (1986), kelayuan yang terus menerus terjadi, menyebabkan kematian bagi tanaman uji dan akhirnya tanaman uji akan jatuh dalam media uji. Hal ini menyebabkan berat basah kayambang selama penelitian 0 sampai 12 hari, menurun sebesar 200 gram, sehingga kandungan N-total jaringan tanaman uji hanya 0,59%.

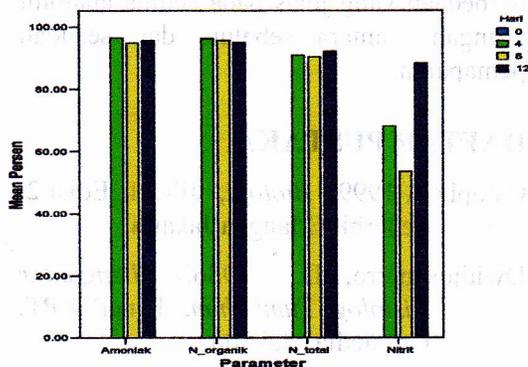
Kemampuan kayambang dalam menyerap amoniak, nitrit, nitrat, didukung oleh struktur filii-fili akar, yang membantu penyerapan amoniak, nitrat, dan nitrit dalam air limbah (Foster, 1974). Dinyatakan oleh Mc Farland *et al* (2004), trikoma berfungsi dalam mengikat udara dan menolak masuknya air, karena berstruktur menyerupai beludru yang membantu daun mengapung. Posisi daun yang kontak langsung dengan limbah cair menyebabkan sebagian permukaan daun kayambang tertutupi oleh lapisan minyak, sehingga menghambat proses fotosintesis dan transpirasi. Proses transpirasi sangat berpengaruh terhadap laju penyerapan amoniak, nitrat dan nitrit.

Perlakuan terhadap eceng gondok (R-2) mampu menurunkan persenyawaan nitrogen sebesar 94,75%, yang merupakan persen penurunan paling rendah pada waktu tinggal 12 hari. Hal ini disebabkan oleh penambahan bahan organik dari eceng gondok yang mati selanjutnya bercampur dengan media uji. Matinya tanaman uji tersebut disebabkan oleh kekurangan air akibat transpirasi yang berlebihan, sedangkan kadar air limbah sedikit. Di samping itu, disebabkan pula oleh difisiensi nitrogen, karena eceng gondok tidak mampu mengubah nitrat menjadi gugus amino (NH_2), meskipun kandungan nitrat dalam air limbah tinggi (Dwidjoseputro, 1986).

Persen penurunan kandungan amoniak (NH_3) sebesar 95,59% terjadi

pada waktu tinggal limbah 12 hari. Pada waktu tinggal limbah 8 hari, persen (%) penurunan amoniak relatif rendah, yaitu 94,84%. Peningkatan kandungan amoniak dapat disebabkan oleh proses amonifikasi, yang merubah nitrogen organik menjadi amoniak oleh mikroorganisme (Kurosu, 2001).

Persen penurunan kandungan nitrit limbah cair sebesar 88,27% terjadi pada waktu tinggal limbah 12 hari, dan merupakan persen penurunan tertinggi dibandingkan waktu tinggal limbah lainnya. Kandungan nitrat limbah cair pada eceng gondok, dari 1,40 mg/L pada waktu tinggal limbah 0 hari menjadi 2,19 mg/L pada waktu tinggal limbah 12 hari. Namun pada waktu tinggal limbah 4 hari terjadi penurunan kandungan nitrat hingga waktu tinggal limbah 12 hari. Hal tersebut memperlihatkan bahwa dalam pertumbuhannya eceng gondok membutuhkan nitrat. Selanjutnya, histogram persen kadar N-organik, amoniak, nitrit dan N-total ditunjukkan pada Gambar 2.

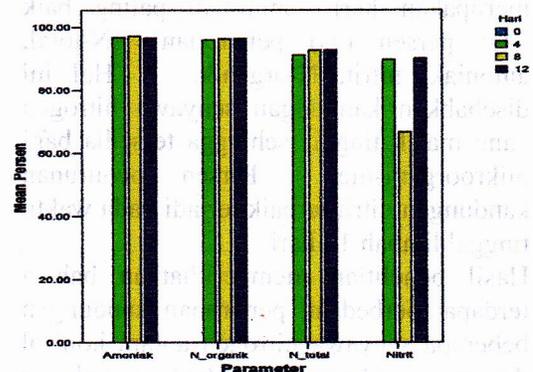


Gambar 2. Histogram Persen Penurunan Kadar Amoniak, N-Organik, N-Total, Nitrit Limbah Cair Minyak Sawit pada Perlakuan Eceng Gondok (R-2) Selama Penelitian.

Perlakuan kombinasi kayambang dan eceng gondok (R-3) memberikan persen penurunan senyawa nitrogen paling besar, yaitu mencapai 96,34% yang terjadi pada waktu tinggal limbah selama 12 hari. Persen penurunan N-organik dengan waktu tinggal 12 hari merupakan persen penurunan yang paling besar.

Persen penurunan amoniak mencapai 96,47% selama 12 hari pemaparan dan merupakan persen penurunan paling besar.

Kayambang dengan siklus hidupnya yang pendek, akan mengalami kematian lebih cepat dibandingkan eceng gondok, dan selanjutnya akan menjadi bahan organik dalam media uji bagi eceng gondok dan mikroorganismedalam limbah cair. Prosen penurunan kandungan nitrit memperlihatkan penurunan yang paling besar, yaitu 90,14% dalam waktu pemaparan 12 hari. Kandungan nitrat pada waktu tinggal 0 hari sebesar 1,40 mg/L menjadi 2,71 mg/L pada waktu tinggal limbah 12 hari. Persen penurunan N-total terbesar terjadi pada waktu pemaparan 12 hari dengan penurunan mencapai 92,64%. Histogram persen penurunan kandungan N-organik, amoniak, nitrit dan N-total terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Persen (%) Penurunan Kadar Amoniak, N-Organik, N-Total, Nitrit Limbah Cair Minyak Sawit pada Perlakuan Kombinasi Kayambang dan Eceng Gondok (R-3)

Penyerapan amoniak disebabkan oleh kemampuan tanaman uji dalam menyerap amoniak lewat akar melalui proses reduksi oleh *nitrat reduktase* (NR), yang aktifitasnya dipengaruhi oleh enzim penghancur protein yaitu proteinase (Salisbury dan Ross, 1995). Amoniak berubah menjadi asam amino di akar, kemudian disimpan di daun dalam bentuk protein. Menurut Walstad (2006), tanaman air lebih cepat menyerap

amoniak, namun pada saat amoniak tidak ada maka tanaman air mulai menyerap senyawa nitrogen seperti nitrat dan nitrit.

Hasil analisa ragam memperlihatkan bahwa pemberian tanaman uji berpengaruh nyata terhadap persen penurunan kandungan N-total, dan interaksi waktu tinggal limbah dan perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap persen penurunankandungan N-total. Hasil analisa ragam juga memperlihatkan bahwa waktu tinggal berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kandungan amoniak, nitrit, N-organik dan N-total.

Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT), memperlihatkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh pada persen penurunan kandungan N-total, sedangkan waktu tinggal limbah memberikan pengaruh nyata terhadap persen penurunan kandungan amoniak, nitrit, N-organik dan N-total. Waktu tinggal limbah 4 hari merupakan hari penurunan paling baik bagi persen (%) penurunan N-total, amoniak, nitrit, N-organik. Hal ini disebabkan kandungan senyawa nitrogen yang masih tinggi sehingga tersedia bagi mikroorganisme. Persen penurunan kandungan nitrit terbaik terjadi pada waktu tinggal limbah 12 hari.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan penurunan kandungan beberapa senyawa nitrogen antara kontrol dengan perlakuan. Perbedaan terbesar penurunan kandungan N-total terjadi pada beda kontrol (R-0) dengan perlakuan kombinasi kayambang dan eceng gondok (R-3), yaitu sebesar 1,197 mg/L pada hari ke-12; beda penurunan kandungan amoniak terbesar terjadi antara kontrol (R-0) dengan perlakuan kombinasi (R-3) sebesar 0,63 mg/L pada hari ke-8; dan beda penurunan kandungan nitrit terjadi antara kontrol (R-0) dengan perlakuan kombinasi (R-3) sebesar 0,110 mg/L pada hari ke-12.

4. KESIMPULAN

Dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan terlihat bahwa waktu tinggal limbah berpengaruh terhadap penurunan kandungan nitrogen total, amoniak, nitrat,

nitrit, dan nitrogen organik. Perlakuan kombinasi kayambang (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) mampu menurunkan kandungan nitrogen total paling besar yang mencapai 92,64%; untuk amoniak sebesar 96,47%; nitrit sebesar 90,14%; pada waktu tinggal limbah 12 hari dibandingkan dengan perlakuan tunggal eceng gondok dan kayambang.

Kadar nitrogen yang mencapai nilai di bawah baku mutu terlihat pada perlakuan limbah 12 hari pemaparan dengan perlakuan kombinasi, yaitu untuk kandungan N-total berada di bawah baku mutu (50 mg/L) sebesar 5,293 mg/L; kandungan amoniak berada di bawah baku mutu (5,0 mg/L) sebesar 1,170 mg/L; kandungan nitrit berada di bawah baku mutu (3,0 mg/L) sebesar 0,07 mg/L.

Struktur jaringan akar, stolon dan tangkai eceng gondok memperlihatkan perbedaan antara sebelum dan sesudah dipaparkan pada media limbah, sedangkan pada kayambang tidak memperlihatkan perbedaan yang jelas pada semua anatomi jaringan antara sebelum dan sesudah pemaparan.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, 1999, *Biologi*, Jilid 1, Edisi 2, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1986. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Penerbit PT. Gramedia, Jakarta.
- Foster, A.S., dan Ernes M.G. 1974. *Comparative Morphology of Vascular Plants*. Second Edition. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Penerbit Armico. Bandung.
- Hartati, S. 1994. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart.) Solms) dan Kayambang (Salvinia molesta D.S. Mitchell) Sebagai Biofilter Dalam Menurunkan BOD-5 dan COD*

- Limbah Cair Pabrik Tahu.* Universitas Jenderal Soedirman. Fakultas Biologi. Purwokerto.
- Hayati, N. 2004. *Kemampuan Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart.) Solms) dan Kayambang (Salvinia molesta D.S. Mitchell) Dalam Mengubah Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Pupuk Urea dan Asam Formiat.* Departemen Biologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Jacono, 2003. *Salvinia molesta* D.S. Mitchell. U.S. Geological Survey <salvinia.er.usgs.gov/html/identification.html>
- Kurosu, O. 2001. *Nitrogen Removal From Wastewater In Microalgal-Bacterial Treatment Ponds.* [http://ist.socrates.berkeley.edu/es196/project/2001 final/kurosu.pdf](http://ist.socrates.berkeley.edu/es196/project/2001%20final/kurosu.pdf).
- Mangkoedihardjo, S. 2002. *Water Hyacinth Leaves Indicated Wastewater Quality.* Jurnal Biosains. Vol. 7. no. 1. p. 10-13.
- Mc Farland, D. G., L. S. Nelson, M. J. Grodowitz, R. M. Smart dan C. S. Owens. 2004. *Salvinia molesta D. S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States : A Riview of Spesies Ecology and Approaches to Management,* Engineer Research and Development Centre, Washington.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan. Alih Bahasa Diah R. Lukman dan Sumaryono,* Penerbit ITB Bandung.
- Suardana, I. W. 2003. *Penggunaan Eceng Gondok Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan,* Jurnal Veteran Vol 4 (3) 2003.
- Masser, M.P. 1999. *Water Gardens.* SRAC Publication No. 435.
- Walstad, D. 2006. *Tanaman Dan Biologikan Filter.* Aquabotanic. Com