PENINGKATAN KUALITAS LIMBAH CAIR KARET DENGAN SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*)

Ima Khosid Fadilah dan Sugeng Prijono
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang 65145

Malang, 9 Februari 2017
Menyetujui
Dosen Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU)

Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol x No x: xxx-xxx 2017

PENINGKATAN KUALITAS LIMBAH CAIR KARET DENGAN SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*)

Ima Khosid Fadilah dan Sugeng Prijono
Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang 65145

Abstract

The parameters of waste liquid rubber are pH, BOD, COD, TSS, N-total and ammonia. Therefore, to decrease it use a constructed wetland system with kayu apu. The purpose of this research is to determine the time and the effective medium to improve waste liquid rubber quality with a constructed wetland system by using kayu apu. This study use a completely randomized design with 5 treatments and 3 repetitions: (1) control, (2) gravel+kayu apu, (3) sand+kayu apu, (4) gravel+sand + kayu apu, and (5) kayu apu. The result of research constructed wetland system, by using kayu apu as able to reduce waste liquid rubber on the 5th day of observation for the parameter N-total and ammonia, while the BOD, COD and TSS at day 20. The constructed wetland system with kayu apu is able to improve the quality of waste liquid rubber, especially at a pH level 6.0 to 7.7. Media treatment D (gravel+sand) were able to decrease the BOD (76.7%), COD (48.5%), N-total (96.22%), and ammonia (95.45%), where as treatment E (kayu apu) as capable to reduce TSS (62.7%) and the mean weight of wet plant increases up to 39%.
Keywords: *Constructed, Kayu apu, Rubber, Waste, Wetland*

Pendahuluan

Karet merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peranan penting di Indonesia. Pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2014 produksi karet yang ada di Indonesia adalah 9402,88 ton. Jumlah produksi yang dihasilkan oleh setiap perkebunan baik milik rakyat, pemerintah maupun milik swasta, maka Indonesia mampu mengekspor karet dalam kondisi kering (Badan Pusat Statistika, 2015). PT. Perusahaan Perkebunan Kalibnedo merupakan salah satu perkebunan yang bergerak dibidang industri karet. Pengolahan karet cair dalam satu hari mencapai 3 ton dengan limbah cair yang dihasilkan sekitar 60-100 m^3. Limbah cair dihasilkan oleh air bekas cucian latek dan pembersihan alat-alat produksi. Hasil analisis limbah cair karet dari PT. Perusahaan Perkebunan Kalibendo diperoleh hasil bahwa pada parameter kualitas limbah karet yaitu pH (6,5), BOD (68,65 mg/L), COD (116,0 mg/L), TSS (54,4 mg/L), N-total (28,9 mg/L) dan amoniak (22,1 mg/L), sedangkan menurut Peraturan Gubernur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu kualitas air untuk kegiatan industri karet kadar yang diperbolehkan adalah pH (6,0-9,0), BOD (110 mg/L), COD (200 mg/L), TSS (100 mg/L), N-total (25 mg/L) dan amoniak (10 mg/L). Berdasarkan hasil tersebut maka kandungan N-total dan amoniak (NH_3) belum sesuai baku mutu kualitas limbah.

Sistem Lahan Basah Buatan *(Constructed Wetland)* merupakan suatu sistem yang berperan dalam proses pengolahan limbah yang meniru dari aplikasi dari proses penjernihan air yang berada di lahan basah atau di rawa (*Wetlands*), dimana tumbuhan air (*Hydrophyta*) yang berada di sekitar rawa memiliki peranan penting dalam proses penjernihan air limbah yang terbuang secara alamiah (*self purification*) (Suprihatin, 2014). Tumbuhan air yang biasaya dimanfaatkan dalam menurubkan limbah berbahaya adalah kayu apu (*Pistia stratiotes*). Tanaman kayu apu menurut Krismawati dan Ahdia (2013) mampu dalam mereduksi N-total pada limbah POME sebesar 30,78%. Menurut Hernayanti dan Proklamasiningsih (2004) menyatakan bahwa tanaman kayu apu dapat berperan sebagai bahan untuk fitoremidiasi pada limbah cair batik untuk meningkatkan kualitas airnya yang ditandai dengan adanya penurunan Cu 91,5%, BOD 64,26%, TSS 93,4%, kekeruhan 50,87%, pH juga mengalami kenaikan 36,1% dan DO 300%. Sehingga hal inilah yang mendasari peneliti untuk menggunakan sistem *constructed wetland* dengan kayu apu (*Pistia stratiotes*) sebagai tanaman yang mampu meningkatkan kualitas limbah cair karet.

Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol x No x: xxx-xxx 2017

Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2016 di Rumah Kaca Jurusan Biologi Fakultas Sainstek, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang. Analisis kualitas limbah cair karet di Laboratorium Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Unoversitas Brawijaya Malang, Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang dan di Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I, Malang.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan (kontrol, kerikil+kayu apu, pasir+kayu apu, kerikil+pasir+kayu apu, dan kayu apu).

Pembuatan Bak Reaktor

Bak reaktor menggunakan ukuran diameter 20 cm dan 40 cm. Kerikil dan pasir diisikan dengan ketebalan 5 cm dari permukaan bak sedangkan kombinasi kerikil+pasir masing-masing ketebalannya 2,5 cm. Bak reaktor dilengkapi dengan keran sebagai alat untuk membuka dan menutupnya air pada saat pengambilan sampel uji.

Aklimatisasi Tanaman Kayu Apu

Tanaman kayu apu diaklimatisai selama 7 hari sebelum dimasukkan dalam bak reaktor hal ini dimasudkan agar tanaman mampu hidup dan bertahan dilingkungan yang baru. Masing-masing perlakuan nantinya akan diberikan 100 g kayu apu.

Pengolahan Limbah oleh Bak Reaktor

Pengoprasian dari reaktor dilakukan selama 20 hari dengan waktu tinggal pengambilan sampel selama 5 hari. Pada masing-masing perlakuan akan diisikan air limbah sebanyak 10 liter.

Pengambilan dan Pengujian Sampel

Pengambilan sampel untuk diuji dilakukan dengan menggunakan metode sampel grab atau metode pengambilan sampel yang dilakukan pada satu waktu. Pengambilan sampel uji dilakukan pada hari ke 5, 10, 15, dan 20 hari, kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk diuji. Pada hari terakhir pengamatan dilakukan penimbangan berat basah tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*).

Parameter Pengamatan

Variabel	Metode	Waktu
BOD (*Biochemical Oxygen Demand)*	Winkler	0 dan 20 hari
COD (*Chemical Oxygen Demand)*	Spektrofotometri	0 dan 20 hari
pH	Elektrometri	0, 5, 10, 15 dan 20 hari
TSS (*Total Suspended Solid*)	Gravimetri	0 dan 20 hari
Amoniak (NH_3)	Phenat	0, 5, 10, 15 dan 20 hari
Nitrogen Total	Kjeldahl	0, 5, 10, 15 dan 20 hari
Berat Basah (BB)	-	0 dan 20 hari

Kadar BOD (*Biologycal Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), N-total dan amoniak (NH_3) selanjutnya akan dilakukan perhitungan efisiensi dengan menggunakan persamaan:

$$E = \frac{C0-C1}{C0} \; x \; 100\%$$

dimana:

E = efisiensi (100%)

C_0 = konsentrasi awal (mg/l)

C_1 = konsentrasi akhir (mg/l)

Analisis Data

Data yang sudah diperoleh dilakukan analisis dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan aplikasi pengolah data DSTAAT dan uji ANOVA dengan taraf nyata (F = 5%) untuk melihat pengaruh antar perlakuan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5% untuk melihat perbedaan yang terlihat antar.perlakuan

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Limbah Cair Karet

Limbah karet yang diambil untuk penelitian ini adalah limbah karet yang berada di Perkebunan Kalibendo, Banyuwangi. Karakteristik dari limbah cair karet setelah dari pengolahan dan sebelum dibuang ke lingkungan adalah berwarna putih kekeruhan dan berbau asam.

Tabel 1. Analisis Dasar Limbah Cair Karet

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standar Baku Mutu* (Maksimum)
1	pH (H_2O)	-	6,5	6,0-9,0
2	BOD	mg/L	68,65	100
3	COD	mg/L	116,0	200
4	TSS	mg/L	54,4	100
5	Nitrat	mg/L	3,387	-
6	Nitrit	mg/L	0,041	-
7	Nitogen	mg/L	**28,90**	25
8	Amoniak	mg/L	**22,10**	10

*) Standar Baku Mutu Sesuai dengan : Per. Gub. No. 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Kualitas Air untuk Limbah Cair Karet.

pH H_2O

pH menunjukkan nilai yang berbeda setiap waktu pengamatan 5, 10, 15 dan 20 hari. pH dapat dipengaruhi oleh kondisi suatu lingkungan yang mendukung untuk nilai pH asam ataupun basa.

Tabel 2. pH Limbah Cair Karet selama 20 Hari Pengamatan

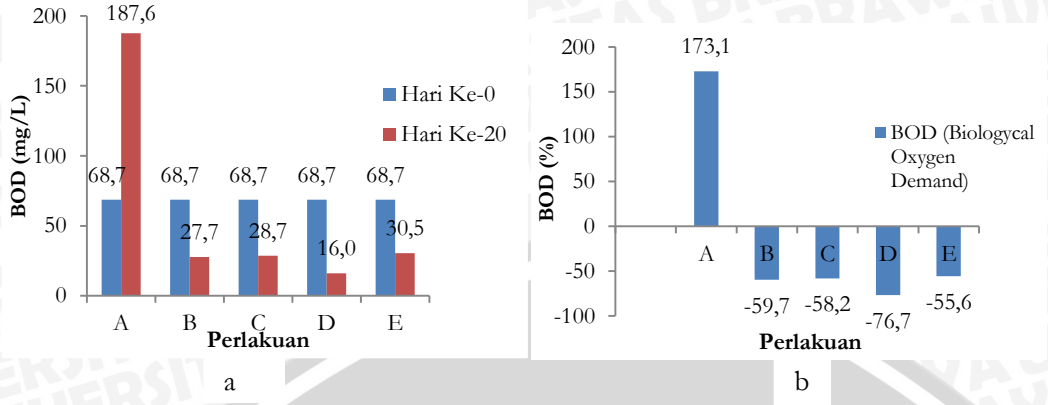
Perlakuan	Waktu Pengamatan Hari Ke-			
	5	10	15	20
A	6,5	6,7 b	7,7 c	7,6 c
B	6,5	5,8 a	6,6 a	6,4 b
C	6,7	6,7 b	7,1 b	7,3 c
D	6,7	6,7 b	7,3 bc	7,2 c
E	6,6	6,6 b	6,2 a	5,4 a
BNT 5%	-	0,33	0,52	0,64

Nilai pH limbah cair dari kelima perlakuan dalam kondisi pH agak masam sampai netral merupakan pH yang masih memungkinkan adanya kehidupan di dalam air berjalan dengan baik dan proses fotosintesis tanaman air juga berjalan dengan baik (Ginting, 2007). Apabila dilihat secara keseluruhan pH tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dengan pH berkisar 6,5-7,7, dan pH terendah pada perlakuan E dengan pH berkisar 5,4-6,6. Hal ini didukung dengan pernyataan Yuningsih *et al.* (2014) pH perairan terbuka lebih tinggi dibandingkan dengan pH perairan tertutup tanaman eceng gondok dengan nilai pH masing-masing 5,8 dan 5,2.

BOD (*Biologycal Oxygen Demand*)

BOD merupakan oksigen yang terlarut dalam air dan diperlukan oleh mikroorganisme dalam air untuk proses dekomposisi bahan organik.. Kadar BOD Selama 20 hari terjadi penurunan terendah pada perlakuan D yaitu 16,0 mg/L dibandingkan dengan perlakuan A dengan hasil tertinggi yaitu 187,6 mg/L. Hal tersebut disebabkan oleh semakin rendahnya kandungan BOD di dalam air maka kualitas limbah cair karet menjadi meningkat. Sedangkan, pada efisiensi penggunaan media menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan mengalami penurunan, kecuali perlakuan

kontrol (A) mengalami peningkatan kadar BOD sebesar 173,1 %. Penurunan tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu sebesar 76,6%.



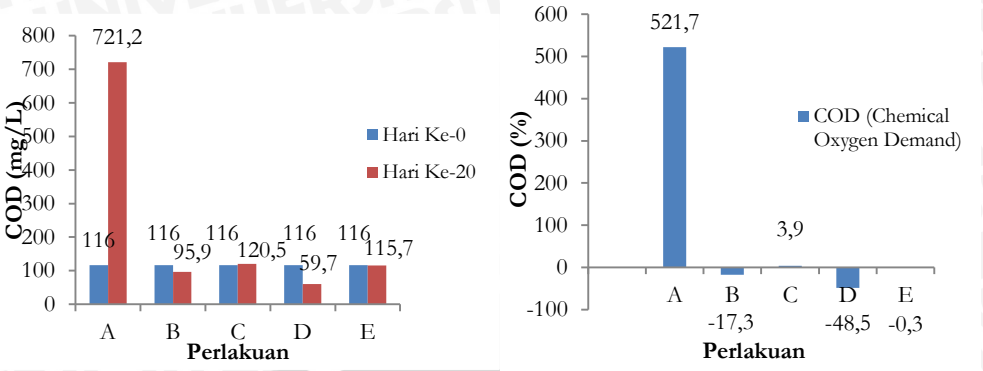
Keterangan:A(kontrol);B(limbah+kerikil+tanaman);C(limbah+pasir+tanaman);D(limbah+kerikil+pasir+tanaman); E(limbah+tanaman)

Gambar 1. (a) BOD (*Biologycal Oxygen Demand*) limbah cair karet setelah 20 hari dan (b) Penurunan BOD (*Biologycal Oxygen Demand*) pada sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*)

Lama waktu tinggal pada limbah menyebabkan akar tanaman kayu apu dapat mengikat atau menyaring bahan organik maupun anorganik yang terdapat di dalam limbah sehingga memudahkan mikroorganisme perombak dalam melakukan aktivitas pendegradasiannya (Mustaniroh *et al*., 2010). Perlakuan A mengalami kenaikan hal ini disebabkan oleh tidak adanya media yang dapat menyaring bahan organik maupun anorganik yang larut di dalam air, sedangkan perlakuan D (kerikil+pasir) merupakan perlakuan yang mampu menurunkan BOD tertinggi. Penurunan BOD disebabkan oleh menurunnnya kandungan bahan organik dalam air limbah. Kadar BOD menurun dipengaruhi oleh adanya tanaman maupun media filtrasi yaitu pasir dan juga kerikil yang dipergunakan. Seperti yang diungkapkan oleh Khiatuddin (2003) bahwa kerikil mampu menyerap polutan BOD 55-96 mg/L dan pasir mampu menyerap sebesar 96 mg/L. Selain itu, penurunan disebabkan oleh tanaman kayu apu mensuplai oksigen hasil dari fotosintesis ke dalam limbah dan menyerap hasil dekomposisi bahan organik (Fachrurozi *et al*., 2010).

COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Kebutuhan oksigen secara kimiawi atau yang lebih dikenal dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh bahan organik (yang terurai dan sukar terurai) secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat. COD dalam limbah cair karet setelah 20 hari mengalami penurunan jika dibandingkan dengan perlakuan A (Gambar 2). Kadar COD tertinggi adalah perlakuan A (kontrol) yaitu dengan kadar COD sebesar 721,2 mg/L dan kadar terendah adalah pada perlakuan D yaitu dengan kadar COD sebesar 59,7 mg/L. Efisiensi penggunaan media menyebabkan penurunan COD pada masing-masing penggunaan media akan tetapi pada kontrol mengalami kenaikan COD, hal ini terlihat dari warna dari air limbah yang berwarna hijau dan berbau tidak enak. Adanya media mampu menurunkan COD hingga 48,5% pada media kerikil+pasir dan pada kontrol mengalami kenaikan COD hingga 521,7%.



a b

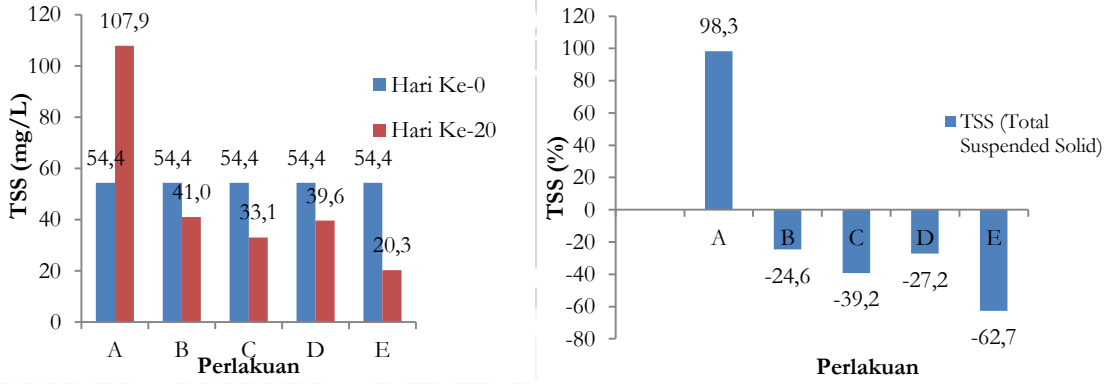
Keterangan: A= kontrol; B= limbah + kerikil + tanaman; C= limbah + pasir + tanaman; D= limbah + kerikil + pasir + tanaman; E= limbah + tanaman

Gambar 2. (a) COD (*Chemical Oxygen Demand*) limbah cair karet setelah 20 hari, (b) Penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*)

Penurunan COD juga dikarenakan suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif. Waktu kontak yang lebih lama antara air limbah dengan beberapa perlakuan dapat memberikan kesempatan bagi oragnisme anaerob untuk melakukan degradasi. Metabolisme organisme aerob inilah akan menghasilkan senyawa-senyawa yang mudah untuk diserap tanaman kayu apu seperti posphat, nitrit dan CO_2 (Krismawati dan Ahdia, 2013). Sedangkan penggunaan media memberikan pengaruh dalam menurunkan COD, penurunan tertinggi terdapat pada perlakuan D (kerikil+pasir) dengan kadar penurunan 48,5%, penurunan ini disebabkan adanya media kerikil yang dikombinasikan dengan pasir sebagai penyaring (filtrasi) sehingga limbah cair karet yang dihasilkan jernih. Kerikil memiliki kemampuan dalam menyerap kadar polutan hingga 55-96 mg/L dan pasir 96 mg/L (Khiatuddin, 2003). Selain itu, COD yang menurun disebabkan oleh bahan organik yang ada di dalam air akan didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh dan menempel pada akar tanaman (Pinton, 2001).

TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan salah satu parameter limbah cair karet apabila dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pencemaran, yaitu air berwarna keruh sehingga sinar matahari sulit untuk menembus ke dalam air.



a b

Keterangan: A= kontrol; B= limbah + kerikil + tanaman; C= limbah + pasir + tanaman; D= limbah + kerikil + pasir + tanaman; E= limbah + tanaman

Gambar 3. (a) TSS (*Total Suspended Solid*) limbah cair karet setelah 20 hari,(b) Penurunan TSS (*Total Suspended Solid*) pada sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*)

Kadar TSS tertinggi adalah perlakuan A (kontrol) yaitu dengan kadar TSS sebesar 107,9 mg/L dan kadar terendah adalah pada perlakuan E yaitu dengan kadar TSS sebesar 20,3 mg/L. Penggunaan media pada sistem *constructed wetland* berpengaruh pada penurunan kadar TSS kecuali pada perlakuan A (kontrol). Penurunan kadar tertinggi pada perlakuan E sebesar 62,7%, sedangkan pada perlakuan kontrol mengalami kenaikan yaitu 98,3%. Penurunan kadar TSS selama waktu 20 hari ini mengakibatkan adanya pengendapan atau sedimentasi yang dipengaruhi oleh adanya gaya tarik bumi (gravitasi) sehingga semakin lama waktu tinggal maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama (Abdulghani *et al*., 2014). TSS yang turun disebabkan oleh tanaman kayu apu yang memiliki akar yang banyak dan lebih halus yang dapat menjadi tempat untuk menempelnya koloid yang melayang-layang di atas air. Semakin banyak akar serabut yang ada pada tanaman kayu apu maka semakin banyak koloid yang menempel pada akar-akar tanaman kayu apu (Fachrurozi *et al*., 2010).

N-total

Hasil N-Total selama 20 hari menunjukkan hasil yang beragam. N-total menunjukkan perubahan yang signifikan selama pengolahan limbah berlangsung.

Tabel 3. N-total selama 20 hari pengamatan

Perlakuan	Waktu Pengamatan Hari Ke-			
	5	10	15	20
A	1,411 b	1,197 d	1,220 b	1,155 b
B	1,134 a	1,072 b	1,078 a	1,106 a
C	1,227 a	1,054 a	1,186 b	1,126 ab
D	1,185 a	1,054 a	1,198 b	1,093 a
E	1,113 a	1,092 c	1,178 b	1,230 c
BNT 5%	0,12	0,05	0,07	0,03

Keterangan:A(kontrol);B(limbah+kerikil+tanaman);C(limbah+pasir+tanaman);D(limbah+kerikil+pasir+tanaman); E(limbah+tanaman). Angka yang bernotasi sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT pada taraf 5%

Hasil N-total pada setiap pengamatan cenderung menurun. Penurunan N-total terjadi secara signifikan pada 5 hari yaitu dari 28,90 mg/L. Akan tetapi pada pengamatan selanjutnya tidak terlalu signifikan dalam penurunan maupun kenaikannya**.** Penurunan yang signifikan diindikasikan adanya pengaruh lingkungan yaitu suhu lingkungan yang tinggi sehingga Nitrogen menguap. Selain menguap Nitrogen didegradasi oleh mikroorganisme dalam air (nitrifikasi dan dentrifikasi) serta diserap oleh tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*). Nitrogen yang didegradasi oleh mikroorganisme melalui proses nitrifikasi yaitu mengubah amoniak menjadi nitrit selanjutnya nitrit akan dirubah menjadi nitrat dengan proses anaerob. Pengubahan di dalam kedua proses ini melibatkan dua genus bakteri yakni bakteri yaitu Nitrosomonas untuk mengoksidasi amoniak dan nitrobacter untuk mengoksidasi nitrit (Prayitno dan Sholeh, 2014).

Amoniak (NH_3)

Amoniak yang ada dalam limbah mulai mengalami penurunan selama 20 hari pengamatan setelah dilakukan perlakuan. Hasil amoniak (NH_3) selama 20 hari menunjukkan hasil yang beragam.

Tabel 4. Amoniak (NH_3) selama 20 hari pengamatan

Perlakuan	Waktu Pengamatan Hari Ke-			
	5	10	15	20
A	1,564 d	1,283 b	1,372 c	1,484 c
B	1,107 a	1,029 a	1,072 ab	1,057 a
C	1,435 c	1,089 a	1,140 b	1,065 a
D	1,243 b	1,057 a	1,004 a	1,005 a
E	1,130 a	1,052 a	1,029 ab	1,189 b
BNT 5%	0,10	0,12	0,12	0,11

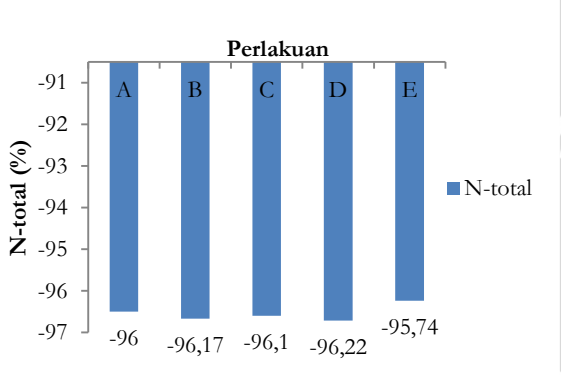
Keterangan:A(kontrol);B(limbah+kerikil+tanaman);C(limbah+pasir+tanaman);D(limbah+kerikil+pasir+tanaman); E(limbah+tanaman). Angka yang bernotasi sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT pada taraf 5%

Pada pengamatan hari ke-5, dengan amoniak tertinggi pada perlakuan A sebagai kontrol yaitu 1,564 mg/L, sedangkan amoniak terendah rata-rata 1,118 mg/L. Penurunan amoniak yang signifikan dari kadar awal 22,1 mg/L akan tetapi pengamatan selanjutnya tidak terlalu signifikan penurunannya, penurunan ini diindikasikan amoniak (NH_3) mengalami penguapan dikarenakan senyawa amoniak merupakan senyawa yang mudah menguap di udara. Penurunan amoniak ini diakibatkan oleh adanya perombakan senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri pengurai pada saat terjadi proses amonifikasi, nitrifikasi, denitrifikasi, sedimentasi, penyaringan dan penyerapan ion amonium ke dalam sedimen organik maupun anorganik (Liehr, 2000).

Pengaruh Media pada Penurunan N-total dan Amoniak (NH_3)

N-total

Kadar N-total menunjukkan terjadi penurunan pada masing-masing perlakuan. Penurunan tertinggi terdapat pada perlakuan D dengan media kerikil+pasir yaitu sebesar 96,22%, sedangkan penurunan terendah terdapat pada perlakuan A (kontrol) yaitu sebesar 96%.



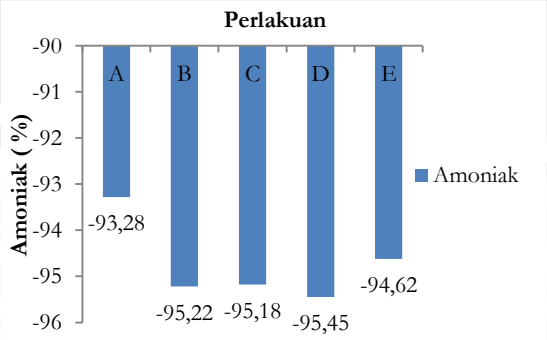
Keterangan: A= kontrol; B= limbah + kerikil + tanaman; C= limbah + pasir + tanaman; D= limbah + kerikil + pasir + tanaman; E= limbah + tanaman

Gambar 4. Penurunan N-total pada sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*)

Penurunan nitrogen total yang terdapat di dalam sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) tersebut dipengaruhi oleh adanya interaksi yang terjadi antara tanaman dengan limbah. Hal ini dikarenakan tanaman dapat menyerap nitrogen yang ada di dalam limbah dapat diserap secara langsung oleh tanaman melalui akar-akar tanaman kayu apu.dalam bentuk amonium nitrat ($NH4^+$) yang sebelumnya adalah bentuk amoniak (NH_3) dari proses amonifikasi (Marsidi, 2002). Faktor lain yang mempengaruhi penurunan adalah dari faktor lingkungan seperti pH, temperatur, salinitas, dan jenis tanaman (Faulwetter, 2009).

Amoniak (NH_3)

Pengolahan limbah cair karet dengan sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) mampu menurunkan amoniak (NH_3). Penurunan tertinggi pada perlakuan D yang memiliki tingkat presentase 95,45%. Sedangkan penurunan terendah adalah pada perlakuan A yaitu 93,28%.



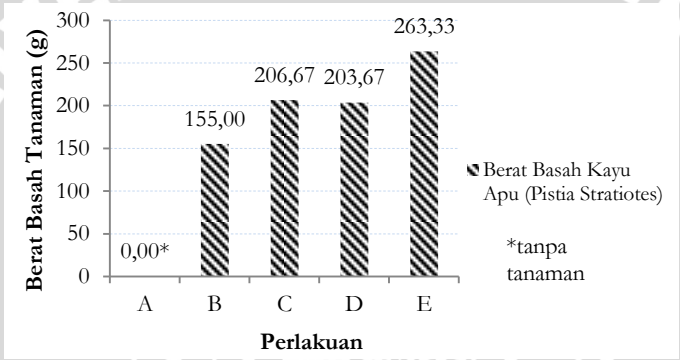
Keterangan: A= kontrol; B= limbah + kerikil + tanaman; C= limbah + pasir + tanaman; D= limbah + kerikil + pasir + tanaman; E= limbah + tanaman

Gambar 4. Penurunan amoniak (NH_3) pada sistem *constructed wetland* dengan tanaman kayu apu

Sistem *constructed wetland* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu media dan tanaman. Penelitian ini menggunakan media kerikil dan pasir dikarenakan fungsinya dalam mengurangi kadar polutan yang tinggi, yaitu mencapai 98% (Khiatuddin, 2003). Tanaman sendiri dimaksudkan untuk menyerap amoniak (NH_3) yang ada di dalam limbah cair karet. Tanaman yang digunakan adalah tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) karena tanaman ini mempunyai perakaran yang cukup panjang hingga 80 cm (Ramey, 2001). Oleh karena itu, penggunaan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) ini dimaksudkan sebagai tempat untuk pelekatan mikroorganisme dan menyediakan oksigen melalui akar-akar tanaman (*rhizosfer*) sehingga mendukung tumbuhnya bakteri aerob (Wood, 1995 *dalam* Tangahu dan Warmadewanthi, 2001).

Berat Basah Tanaman

Berat tanaman merupakan salah satu indikator yang sering digunakan dalam menggambarkan pertumbuhan tanaman. Tanaman kayu apu rata-rata mengalami pertambahan berat basah tanaman dari berat awal. Pada perlakuan E mengalami kenaikan tertinggi yakni 263,33 g dibandingkan dengan perlakuan B, C dan D. Rerata berat masing-masing adalah 155 g, 206,67 g dan 203,67 g, jika dipersentasekan pertambahan berat tanaman secara berurutan masing-masing adalah 19%, 25%, 25% dan 32%



Keterangan: A = kontrol; B = limbah + kerikil + tanaman; C = limbah + pasir + tanaman; D = limbah + kerikil + pasir + tanaman; E = limbah + tanaman

Gambar 9. Berat Basah Tanaman Kayu Apu

Peningkatan berat basah tanaman dipengaruhi adanya akar-akar tanaman yang mampu menyerap bahan organik karena mengandung nutrisi dan disimpan dalam jaringan vaskular untuk proses metabolisme dan perbanyakan sel (Indah *et al*., 2004). Selain itu, berat basah tanaman juga dipengaruhi oleh jumlah air limbah yang ada, jika kondisi air terbatas maka akan mempengaruhi fotosintesis tanaman.

Kesimpulan

Waktu inkubasi 5 hari sesuai untuk menurunkan amoniak (NH_3) dan N-total, sedangkan waktu inkubasi 20 hari mampu menurunkan BOD, COD dan TSS serta pH limbah cair karet dalam kondisi agak asam ataupun basa sehingga meningkatkan kualitas limbah cair karet. Penggunaan sistem *constructed wetland* menggunakan media kerikil+pasir (perlakuan D) efektif dalam meningkatkan kualitas limbah cair karet melalui penurunan kadar BOD (76,7%), COD (48,5%), N-total (96,22%) serta amoniak (95,45%) dan tanaman kayu apu (perlakuan E) mampu menurunkan kadar TSS (62,7%)serta meningkatkan berat basah tanaman sampai dengan 39%.

Daftar Pustaka

Abdulghani, H., M. Izzati dan Sudarno, 2014. Kemampuan Tumbuhan *Typha Angustifolia* Dalam Sistem Subsurface Flow Constructed Weatland Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk (Studi Kasus Limbah Cair Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Jawa Barat. *BIOMA,* 16 (1) :90-101.

Badan Pusat Statistika. 2015. Produksi Tanaman Perkebunan Indonesia. (Online). https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/839. Diakses pada 28 Januari 2017.

Fachrurozi, M., L.B. Utami., dan D. Suryani. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa Pistia strtiotes L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Kleno Sleman Yogyakarta. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 4 (1) : 1-75.

Faulwetter, J.L., Gagnon, V., Sumberg, C. 2009. Microbial Processes Influencing Performance of Treatment Wetlands: A review. Ecological Enginering. 35 : 987-1004.

Ginting, P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung : Yrama Widya.

Hernayanti dan E. Proklamasiningsih. 2004. Fitoremidiasi Limbah Cair Batik Menggunakan Kayu apu (*Pistia statiotes L.*) Sebagai Upaya Memperbaiki Kulaitas Air. *Pembangunan Perdesaan,* 4 (3).

Indah, L.S., B. Hendrarto., dan P. Soedarsono. 2014. Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia* sp.), Kangkung Air (*Ipomea* sp.), dan Kayu Apu (*Pistia* sp.) Dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium). Diponegoro Journal of Maquares. 3 (1) : 1-6

Khiatuddin, M., 2003. Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Buatan. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.

Krismawati, R., dan R. Ahdia. 2013. Pengolahan Efluen Pond Fakultatif Anaerobik IPAL Industri Kelapa Sawit Secara Fakultatif Anaerobik-Fitoremidiasi Sebagai Pre-Treatment Media Tumbuh Algae. Teknologi Kimia dan Industri. 2 (2) : 286-294.

Liehr, S.K. 2000. Constructed Wetlands Treatment of High Nitrogen Landfill Leachte. Water Environment Research Foundation. Alexandria. Virginia.

Marsidi, R dan A. Herlambang. 2002. Proses Nitrifikasi dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Amoniakk Konsentrasi Tinggi. Teknologi Lingkungan. 3 (3):195-209.

Mustaniroh, S. A., Wignyanto, dan B. Endi. 2009. Efektifitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik Limbah Cair Penyamakan Kulit menggunakan Tanaman Kayu Apu Sebagai Biofilter. Teknologi Pertanian. 10 (1) : 1-12.

Peraturan Gubernur Jawa Timur. 2013. Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Nomor 72. Gubernur Jawa Timur.

Pinton. 2001. The Rhizhosphere Biochemistry and Organik Substances at The Soil-Plant Interface. New York : Marcel Dekker, Inc.

Prayitno dan M. Sholeh. 2014. Pengurangan Nitrogen Pada Limbah Cair Terolah Indudtri Penyamakan Kulit Menggunakan Sistem Wetland Buatan. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik. 30 (2) : 79-88.

Ramey, V., 2001. Water Lettuce. *Florida,* 5 (8): 4-17.

Suprihatin, H., 2014. Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem. *Dinamika Lingkungan Indonesia,* 1: (80-87).

Tangahu, B.V . dan I.D.A.A.Warmadewanthi. 2001. Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland. Jurnal Purifikasi. ITS-Surabaya. 2 (3).

Wood, A. 1995. Construted Wetland in Polution Control : Fundamentals to Their Understanding. Wet Sci Tech. 32 (3) : 21-29.

Yuningsih, H.D., P. Soedarsono., dan S. Anggoro. 2014. Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan Pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka dan Keramba Jaring Apung Di Rawa Pening, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. UNDIP Jurnal Maquares. 3 (1) : 37-43.