

## Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestik (Grey Water) Dengan Sistem Kontinyu

Reny Norma Pribadi<sup>\*)</sup>, Badrus Zaman<sup>\*\*)</sup>, Purwono<sup>\*\*)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
email : [odcrenny@rocketmail.com](mailto:odcrenny@rocketmail.com)

### Abstrak

Limbah cair domestik mengandung berbagai kandungan organik dan anorganik. Limbah yang langsung dibuang ke lingkungan akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan yang akan membahayakan makhluk hidup. Untuk itu perlu adanya pengolahan terhadap limbah domestik. Penelitian ini merupakan penelitian fitoremediasi menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*.) sebagai salah satu alternatif pengolahan awal untuk pengolahan limbah domestik. Penelitian ini dilakukan dengan sistem kontinyu dengan variasi luas penutupan tumbuhan (0%, 25%, 50%, dan 100%) dan waktu tinggal limbah (3, 6, 9, dan 12 hari). Karakteristik awal limbah domestik pada penelitian ini yaitu COD 247 mg/l, amonia 1,154 mg/NH<sub>3</sub>-N/l, nitrit 10,56 mg/NO<sub>2</sub>-N/l dan nitrat 73,37 mg/NO<sub>3</sub>-N/l. Efisiensi penyisihan COD terjadi pada reaktor ke-5 (luas area penutupan kiambang 100%) tumbuhan yaitu sebesar 79% hingga konsentrasi menjadi 27,7 mg/l. Sedangkan efisiensi penyisihan amonia terjadi pada reaktor ke-4 (luas area penutupan kiambang 75%) sebesar 97% pada hari ke-9 dengan konsentrasi akhir 0,02 mg/l. Efisiensi penyisihan nitrit terjadi pada reaktor ke-1 (luas area penutupan kiambang 0%) sebesar 17% pada hari ke-9 dengan konsentrasi akhir 5,96 mg/NO<sub>2</sub>-N/l. Efisiensi penyisihan nitrat terjadi pada reaktor ke-1 (luas area penutupan kiambang 0%) sebesar 34% pada hari ke-12 dengan konsentrasi akhir 12,6 mg/NO<sub>3</sub>-N/l.

**Kata Kunci:** COD, amonia, nitrit, nitrat, Grey water, Fitoremediasi, Kiambang (*Salvinia molesta*), Kontinyu

### Abstract

**[The wide influence of *Salvinia molesta* closure to the decline of COD, ammonia, nitrite, and nitrate in greywater wastewater with continuous system].** Domestic wastewater contains a variety of organic and inorganic content. Straight discarded to the environment waste will cause a decrease of environmental quality that will harm living things. Thus it is important to do domestic wastewater processing. This research is a phytoremediation research using *Salvinia molesta* plants as one of alternative early treatment for domestic wastewater. This research was conducted with a continuous system with a variety of plant closure area (0%, 25%, 50% and 100%) and the residence time of waste (3, 6, 9, and 12 days). Baseline characteristics of domestic waste at this research that COD 247 mg/l, ammonia 1,154 mg/NH<sub>3</sub>-N/l, nitrite 10,56 mg/NO<sub>2</sub>-N/l and nitrate 73,37 mg/NO<sub>3</sub>-N/l. COD removal efficiency of the reactor occurs at all 5 (area closure *Salvinia molesta* 100%) of plants, namely by 79% to a concentration to 27.7 mg / l. While the removal efficiency of ammonia occurs in the 4th reactor (area closure *Salvinia molesta* 75%) of 97% on day 9 with a final concentration of 0.02 mg/NH<sub>3</sub>-N/l. Nitrite removal efficiency occurred in reactor 1 (area closure *Salvinia molesta* 0%) by 17% on day 9 with a final concentration of 5.96 mg/NO<sub>2</sub>-N/l. Nitrate removal efficiency occurred in reactor 1 (area closure *Salvinia molesta* 0%) by 34% on day 12 with a final concentration 12,6 mg/NO<sub>3</sub>-N/l.

**Keywords:** COD, ammonia, nitrite, nitrate, Grey water, Phytoremediation, *Salvinia molesta*, Continuous

## PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibukota provinsi Jawa Tengah, yang mengalami pertumbuhan yang cukup pesat termasuk pertumbuhan penduduk. Menurut Bappeda Kota Semarang (2014), jumlah penduduk kota Semarang sebesar 1.572.105 jiwa dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2013 sebesar 0,83%. Dengan keadaan seperti itu, memungkinkan untuk volume limbah domestik di kota Semarang semakin bertambah. Volume limbah rumah tangga meningkat 5 juta m<sup>3</sup> per tahun dengan peningkatan kandungan rata-rata 50% (Haryanto, 1999 dalam Guntur 2008).

Menurut Sugiharto (1987), air limbah domestik dapat berpengaruh buruk terhadap berbagai hal, karena dapat berperan sebagai media pembawa penyakit, dapat menimbulkan kerusakan pada bahan bangunan dan tanaman, dapat merusak kestabilan kehidupan dalam air seperti ikan dan binatang peliharaan lainnya. Karakteristik limbah domestik menurut Sumarno, 2002 salah satunya yaitu COD dan nitrogen. Apabila nilai BOD dan COD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut. Penurunan oksigen terlarut ini menyebabkan ekosistem di dalam badan air juga ikut menurun. Menurut Winata *et al.* (2000) nitrogen dalam air dapat berada dalam berbagai bentuk yaitu nitrit, nitrat, amonia atau N yang terikat oleh bahan organik atau anorganik. Keberadaan nitrit dalam jumlah tertentu dapat membahayakan kesehatan karena dapat bereaksi dengan haemoglobin dalam darah, hingga darah tidak dapat mengangkut oksigen lagi. Sedangkan nitrat pada konsentrasi tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan ganggang yang tak terbatas, sehingga air kekurangan oksigen terlarut yang bisa menyebabkan kematian ikan.

Pada berbagai tempat di tanah air, limbah cair domestik belum terjangkau oleh teknologi pengolahan limbah. Selain biaya yang mahal dan penerapan yang sulit, masih kuatnya pemikiran dan anggapan sebagian besar masyarakat bahwa pembuangan limbah rumah tangga secara langsung ke lingkungan tidak akan menimbulkan dampak yang serius. Dalam kondisi demikian, diperlukan suatu sistem pengolahan limbah rumah tangga (Yusuf, 2008). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standar air yang baik.

Salah satu upaya untuk menyisihkan pencemar dalam air adalah dengan teknik fitoremediasi. Teknik fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (Chussetijowati, 2010). Selain sederhana, teknik ini bisa digunakan dalam skala rumah tangga. Jadi, diharapkan dalam rumah tangga dapat mengolah limbahnya sendiri untuk mengurangi beban limbah dalam badan air.

Kiambang merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam meremediasi limbah organik maupun anorganik karena memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi dan pertumbuhan yang sangat cepat (Mcfarland *et al.* 2004). Selain sebagai fitoremediator limbah organik tanaman kiambang juga

dapat digunakan sebagai fitoremediator limbah anorganik. Pemilihan *Salvinia molesta* sebagai tumbuhan fitoremediator pada didasarkan pada pertimbangan bahwa *Savinia molesta* mampu tumbuh pada nutrisi yang rendah (Room dan Julien, 1995 dalam Sandy 2010). Tanaman ini memiliki tingkat untuk berkembang biak dalam waktu kurang dari tiga hari. Kiambang cocok hidup di daerah tropis, subtropis atau daerah dengan temperatur baik di daerah tenang seperti kolam, danau, sungai aliran tenang atau kanal (McFarland *et al*, 2004). Dalam penelitiannya (Devina, 2010) kiambang dapat menyisihkan ammonia sebesar 31,68%, nitrat sebesar 36,29%, fosfat sebesar 76,38% dan COD sebesar 83% dengan menggunakan limbah tahu. Daru (2007) menambahkan bahwa kiambang mempunyai efisiensi yang cukup besar dalam menurunkan limbah cair laundry sebesar 84,38%.

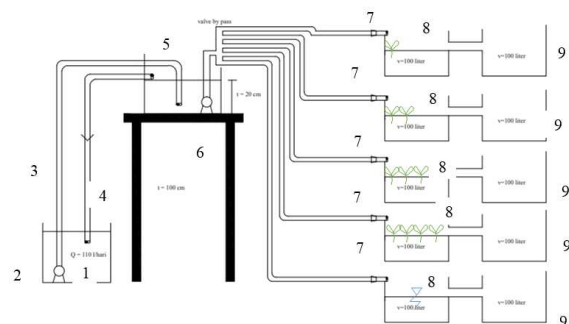
Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan kiambang dalam menyisihkan kadar COD, ammonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair domestik (*grey water*), menganalisa pengaruh luas penutupan area tanam di dalam sistem kontinyu pada penyisihan COD, ammonia, nitrit dan nitrat limbah cair domestik (*grey water*) menggunakan tumbuhan kiambang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UNDIP selama 12 hari. Tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) didapat dari area persawahan di kawasan TNI Ambarawa yang kemudian di aklimatisasi selama  $\pm 7$  hari agar akar bersih dan tumbuhan siap digunakan. Sampel limbah domestik

diambil dari beberapa titik tempat kos-kosandi Ngesrep, Semarang.

Reaktor kontinyu yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor untuk skala laboratorium. Reaktor kontinyu terdiri dari bak penampung air limbah, pompa, bak influent, pipa influent – effluent, pengatur debit (*reducer*) dan bak inti. Diameter bak inti dibuat dengan selang pipaber diameter 1cm dengan volume bak sebesar 135 Liter. Bak inti yang digunakan adalah kontainer yang beredar di pasaran berbentuk persegi panjang. Untuk variasi pada percobaan kontinyu, akan dibuat 5 variasi luasan tumbuhan yang menutupi bak inti, yaitu seluas 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% berdasarkan Nazilatus (2003) yang dapat menyisihkan COD sebanyak 52%. Gambar rencana reaktor dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Reaktor Fitoremediasi**

Keterangan:

1. Pompa
2. Bak Limbah (kapasitas 250 Liter)
3. Pipa Influent (diameter 2,54)
4. Pipa Peluap (diameter 5,08)
5. Bak Influent (kapasitas 50 liter)
6. Pipa menuju Bak Inti (diameter 1cm)
7. Reducer
8. Bak Inti (kapasitas 135 liter)
9. Bak Penampung Akhir (kapasitas 30 liter)

Pengujian parameter COD, amonia, nitrit dan nitrat dilakukan setiap 3 hari sekali. Juga dilakukan pengukuran pH dan suhu reaktor setiap harinya.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan transpirasi dengan cara mengukur volume reaktor setiap harinya. Parameter lingkungan juga diukur meliputi temperatur udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya pada setiap harinya.

Data konsentrasi COD, amonia, nitrit dan nitrat kemudian dianalisis menggunakan SPSS 16.0 untuk mengetahui pengaruh luasan area tanam tanaman kiambang terhadap penyisihan konsentrasi COD, amonia, nitrit dan nitrat. Uji yang dilakukan meliputi uji normalitas, uji korelasi dan uji regresi.

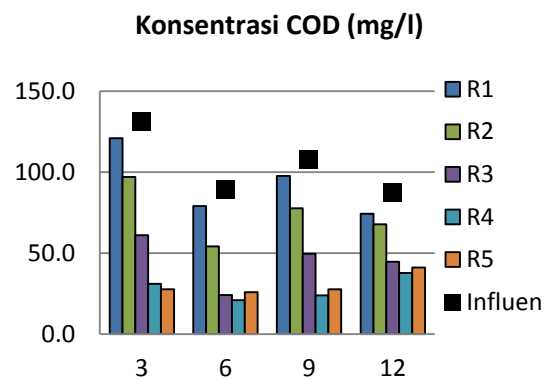
## HASIL DAN PEMBAHASAN COD

Penurunan terjadi disemua reaktor dan penyisihan terbesar terdapat pada hari ke-3. Penyisihan konsentrasi COD tertinggi terdapat pada reaktor 4 atau dengan luas penutupan area tanam kiambang 75% (Gambar 2). Perbedaan besaran penyisihan COD ini dikarenakan konsentrasi influent setiap 3 hari berbeda-beda. Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan memiliki peran dalam penyisihan konsentrasi COD.

Penurunan konsentrasi ini terjadi karena sebelumnya tumbuhan diaklimatisasi terlebih dahulu dengan tujuan aklimatisasi adalah agar akar tumbuhan bersih dan maksimal dalam menyerap ion-ion. Penurunan COD juga dapat dikarenakan alam mempunyai kemampuan untuk membersihkan pencemar yang berlangsung secara alami dalam badan air, atau yang biasa disebut dengan *self purification*. Selain karena aktivitas mikroorganisme, penurunan COD dapat disebabkan karena proses rhizodegradasi. Proses yang terjadi dalam rhizodegradasi adalah penguraian kontaminan dalam tanah oleh aktivitas mikroba (Mangkoedihardjo

dan Samudro, 2010). Akar menghasilkan eksudat yang akan meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme.

Setelah proses rhizodegradasi, proses selanjutnya yang menyebabkan konsentrasi COD menjadi turun adalah fitovolatilisasi. Fitovolatilisasi adalah proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap tumbuhan. Semua zat mempunyai tekanan uap dengan tingkat berbeda, yang menentukan banyak sedikitnya tingkat fitovolatilisasi (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010). Selain dikarenakan hal diatas, konsentrasi COD juga dipengaruhi oleh pH. pH reaktor selama 12 hari mempunyai rentang 6,59 – 8,48. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7 - 8,5 (Effendi, 2003).



**Gambar 2. Konsentrasi COD**

Semakin banyak jumlah tumbuhan, akan semakin besar pula penyisihan konsentrasi COD. Namun, pada penelitian ini pada reaktor 4 yang menyisihkan paling tinggi COD. Hal ini dikarenakan pendistribusian tumbuhan yang tidak sama. Sehingga semakin hari tumbuhan pada reaktor 5 semakin tua. Pada reaktor 1 atau dengan luas penutupan area tanam 0% juga mengalami penurunan. Hal ini membuktikan tentang *self purification*.

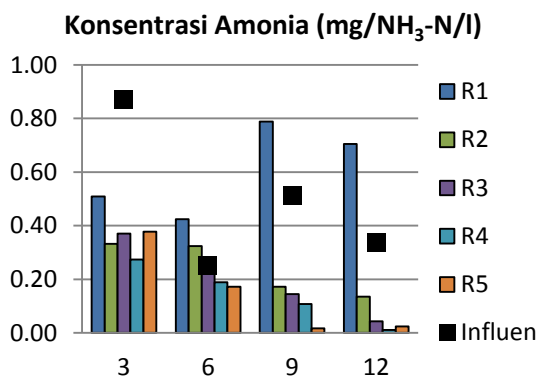
Kesimpulan dari analisis statistik penelitian ini yaitu terdapat pengaruh luas

area tanam tumbuhan kiambang terhadap penyisihan COD.

### Amonia

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa penyisihan terbanyak terdapat pada reaktor 4 atau reaktor dengan luas penutupan 75% tumbuhan kiambang. Hal ini membuktikan bahwa luasan penutupan tumbuhan kiambang mempengaruhi dalam menyisihkan amonia. Penyisihan paling tinggi terdapat pada 3 hari pertama.

Dalam perairan, presentase amonia bebas akan meningkat seiring peningkatan pH dan temperatur. Pada pH tinggi, amonia terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Sebaliknya jika pH rendah, nilai amonia akan lebih sedikit. Sedangkan temperatur, semakin tinggi temperatur akan semakin banyak pula nilai amonia dalam perairan. Sebaliknya semakin menurun temperatur, semakin besar jumlah amonia yang akan terionisasi menjadi amonium (Effendi, 2003).



Gambar 3. Konsentrasi Amonia

Kadar amonia dalam perairan yang telah ada sebelumnya dan terbentuk karena proses amonifikasi, jumlahnya dapat berkurang melalui proses oksidasi menjadi nitrit yang telah dilakukan oleh bakteri autotropik (Widayat, Suprihatin, dan Herlambang, 2010). Proses berubahnya amonia menjadi nitrit disebut nitritasi, yang merupakan salah satu dari proses nitrifikasi

(Said dan Tresnawaty, 2001). Selain karena nitrifikasi, nilai amonia dapat berkurang melalui proses asimilasi, yaitu perubahan amonium menjadi N-organik.

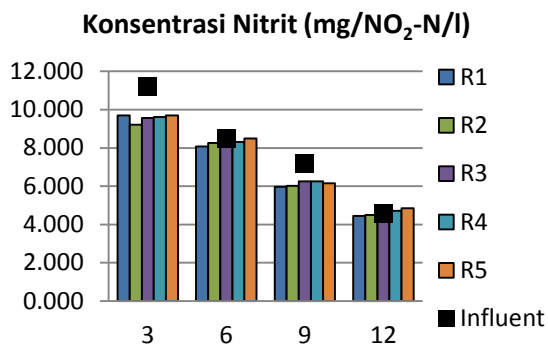
pH reaktor selama 12 hari mempunyai rentang 6,59 – 8,48. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7 - 8,5 (Effendi, 2003). Menurut Said dan Tresnawaty (2001) dalam Hibban (2016) pH optimum untuk bakteri nitrosomonas berkisar 7,5 – 8.5.

Aktivitas mikroorganisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Akan tetapi, proses dekomposisi biasanya terjadi pada kondisi udara yang hangat. Suhu dalam reaktor mempunyai rentang 19,9 – 24,3. Hal ini masih dalam rentang kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan yaitu sebesar 20°C – 30°C (Effendi, 2003).

Pada hari ke-6 reaktor 1 dan reaktor 2 mengalami kenaikan nilai amonia. Hal ini disebabkan karena banyaknya nitrat yang diserap oleh akar tanaman untuk pertumbuhan tanaman Kiambang lalu diubah menjadi amonia (amonifikasi). Setelah itu pada hari ke 9 dan 12 nilai amonia kembali menurun, hal ini karena aktivitas absorpsi amonia oleh kiambang untuk metabolisme tanaman. Selain itu juga, nilai pH di hari-9 dan 12 mengalami penurunan. Pada reaktor 1 di hari 9 dan 12 mengalami kenaikan karena disebabkan pH dalam reaktor tersebut semakin meningkat. Penyisihan konsentrasi amonia juga dapat dipengaruhi oleh proses rhizodegradasi dan fitovolatilisasi. Kesimpulan dari analisis statistik penelitian ini yaitu terdapat pengaruh luas area tanam tumbuhan kiambang terhadap penyisihan amonia.

## Nitrit

Keberadaan nitrit dalam perairan menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah. Di dalam perairan alami, nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit, lebih sedikit daripada nitrat, karena bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen. Dari Gambar 4. penyisihan nitrit, konsentrasi nitrit fluktuatif selama 12 hari. Penurunan terjadi di semua reaktor dan penyisihan tertinggi terdapat pada hari ke-3.



**Gambar 4. Konsentrasi Nitrit**

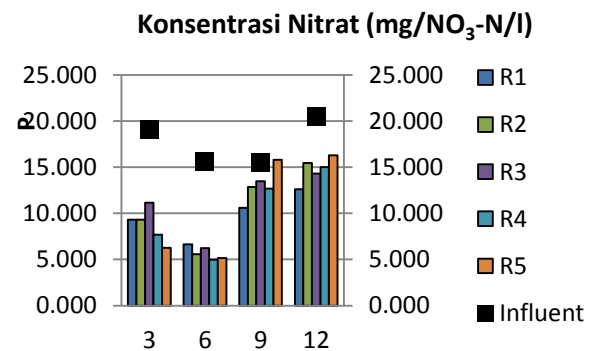
Kehadiran nitrit dipengaruhi oleh proses asimilasi nitrat – amonia, fiksasi, nitrifikasi maupun denitrifikasi.

Penyisihan terbanyak terdapat pada reaktor 1 (reaktor dengan luas penutupan 0%). Hal ini menunjukkan bahwa luas penutupan tumbuhan kiambang tidak berpengaruh nyata dalam penyisihan nitrit.

## Nitrat

Nitrat merupakan senyawa penting karena dalam bentuk nitrat lebih mudah diserap oleh tanaman air dan digunakan dalam fotosintesis. Apabila dibandingkan dengan senyawa yang lain, nitrat tersedia dalam jumlah yang paling banyak dan sumber nitrat berasal dari difusi udara dan

oksidasi nitrit. Selain itu, nitrat mewakili produk akhir dan pengoksidasian zat yang bersifat senyawa nitrogen sehingga jumlah nitrat menunjukkan lajunya pembersihan menuju oksidasi lengkap (Mahida, 1986 dalam Sandriati, 2010).



**Gambar 5. Konsentrasi Nitrat**

Dari Gambar 5. penyisihan nitrat, konsentrasi nitrat fluktuatif selama 12 hari. Penurunan terjadi di semua reaktor dan penyisihan terbesar terdapat pada hari ke-3. Perbedaan besaran penyisihan amonia ini dikarenakan konsentrasi influent setiap 3 hari berbeda-beda. Penurunan konsentrasi ini terjadi karena sebelumnya tumbuhan diaklimatisasi terlebih dahulu dengan tujuan aklimatisasi adalah agar akar tumbuhan bersih dan maksimal dalam menyerap ion-ion.

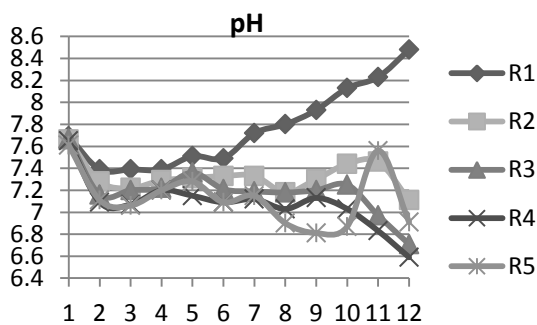
Penyisihan terbanyak terdapat pada reaktor 1 (reaktor dengan luas penutupan 0%). Hal ini menunjukkan bahwa luas penutupan tumbuhan kiambang tidak berpengaruh nyata dalam penyisihan nitrat.

## pH Reaktor

Kondisi pH limbah cair domestik di sebagian reaktor berangsur semakin menurun selama 12 hari penelitian kecuali pada R1. pH limbah cair domestik pada R1, R2, R3, R4, dan R5 selama 12 hari menjadi 8,48; 7,11; 6,71; 6,59; dan 6,91.



Nilai pH yang semakin kecil pada reaktor uji seiring dengan bertumbuhnya tumbuhan kiambang disebabkan karena keberadaan eksudat tumbuhan. Eksudat yang dikeluarkan tumbuhan mengandung diantaranya asam organik, asam amino dan asam lemak (Mangkoedihardjo, 2006). Selain itu menurunnya pH juga diakibatkan oleh proses respirasi. Proses respirasi oleh tumbuhan akan meningkatkan jumlah karbon dioksida, sehingga pH perairan menurun (Wetzel, 1983 dalam Izzati, 2008)



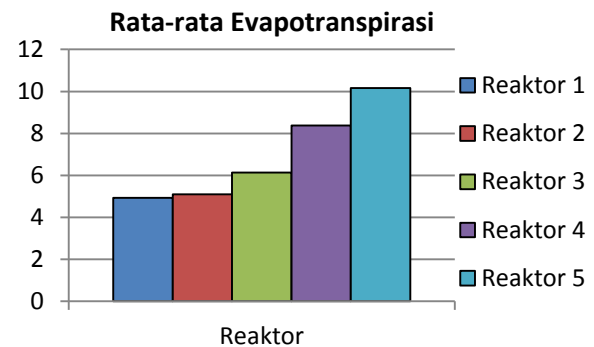
**Gambar 6. pH Reaktor**

Kenaikan pH pada R1 disebabkan oleh meningkatnya kandungan amonia dalam limbah. Meningkatnya kandungan amoniamentunjukkan besarnya kandungan bahan organik yang terurai karena sebagian besar keberadaan amonia dihasilkan dari proses pembusukan bahan organik oleh mikroorganisme (Yuni, Lestari, dan Yelmida, 2014).

### Evapotranspirasi

Proses evapotranspirasi ditandai dengan kehilangan air yang disebabkan oleh penguapan / evaporasi dari kelembaban tanah dan transpirasi oleh tumbuhan. Ada 3 faktor yang mendukung kecepatan evapotranspirasi yaitu (1) faktor iklim mikro, mencakup radiasi netto, suhu, kelembaban dan angin, (2) faktor tanaman, mencakup jenis tanaman, derajat penutupannya, struktur tanaman, stadia perkembangan sampai masak, keteraturan

dan banyaknya stomata, mekanisme menutup dan membukanya stomata, (3) faktor tanah, mencakup kondisi tanah, aerasi tanah, potensial air tanah dan kecepatan air tanah bergerak ke akar tanaman (Racmaulin dan Mangkoedihardjo, 2013). Adapun data penurunan evapotranspirasi dapat dilihat pada Gambar 7. dibawah ini:



**Gambar 6. Rata-Rata Evapotranspirasi**

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan

1. Rata-rata efisiensi penyisihan konsentrasi COD terjadi pada reaktor 4 (luas area penutupan kiambang 75%) yaitu sebesar 72,5%. Rata-rata efisiensi penyisihan konsentrasi amonia terjadi pada reaktor 5 (luas area penutupan kiambang 100%) yaitu sebesar 73,5%. Sedangkan nitrit dan nitrat rata-rata efisiensi penyisihan terjadi pada reaktor 1 (luas area penutupan kiambang 0%) yaitu sebesar 10,75% dan 51,25%
2. Terdapat pengaruh luasan area tanam tumbuhan kiambang terhadap penyisihan COD dan amonia. Sedangkan untuk nitrit dan nitrat, tidak terdapat pengaruh luasan area tanam tumbuhan kiambang..

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk sesering mungkin mengontrol debit pada reaktor.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan Pompa harus disesuaikan dengan kebutuhan.
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mendistribusikan tumbuhan kiambang secara merata.
4. Reaktor harus sering di *maintenance* agar tidak menyumbat selang di reaktor

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, M. Toha, dkk. 2007. *Metode Penelitian*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB (IPB Press). Bogor.
- Bapeeda. 2014. Semarang Dalam Angka 2013
- Chussetijowati J, et al. 2010. *Fitoremediasi Radionuklida <sup>134</sup>Cs Dalam Tanah Menggunakan Tanaman Bayam (Amaranthus sp.)*. Prosiding Seminar Nasional ke-16 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir. ITS. Surabaya.
- Fardiaz, S., 1992. *Polutan Air dan Polusi Udara*. Fakultas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Hefni Effendi. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hibban Muhammad. 2016. Skripsi. *Studi Penurunan Konsentrasi Amonia dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Biofilter Aerobmedia Tubular Plastik pada Awal Pengolahan*. Universitas Diponegoro
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, Rustam, 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi, Yogyakarta.
- Krizia, Katarina. . Skripsi. *Uji Removal BOD dan COD Limbah Cair Tahu dengan Fitoremediasi Sistem Batch Menggunakan Tumbuhan Cootail (Ceratophyllum demersum)*. Institut Teknologi Surabaya
- Kumar De. 1987. *Environmental Chemistry*. Willey Eastern Limited. New Delhi.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta : CV. Rajawali.
- Mangkoehardjo, S. dan Samudro, G. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mara Duncan (1976). *Sewage Treatment in Hot Climate*. Jhon Willey and Sons. London.
- McFarland D.G. 2004. *Salvinia Molesta D.S Mitcell (Giant Salvinia) in the United States: A Review of Species Ecology and Approaches to Management*. U.S Army Engineer Research and Development Center. Washington.
- Notohadiprawiro, T., 2006. *Pola Kebijakan Pemanfaatan Sumberdaya Lahan Basah, Rawa dan Pantai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.



- Nursyamsi, D. 2009. *Pengaruh Kalium dan Varietas Jagung terhadap Eksudat Asam Organik dari Akar, Serapan N, P dan K Tanaman dan Produksi Brangkas Jagung (Zea mays L.)* J.Agron.Indonesia 37(2) : 107 – 104.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Permatasari, Anngit Ospar. 2016. Skripsi. *Kemampuan Tumbuhan Lidi Air (Thypha Angustifolia L.) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Tahu dengan Sistem Fitoremediasi.* Universitas Diponegoro
- Priyatno. 2012. *Mandiri Belajar Analisis Data Dengan SPSS.* Yogyakarta : Mediakom.
- Retno, Daru Probo. 2011. Skripsi. *Studi Analisis Fitoremediasi Efisiensi Penurunan Konsentrasi Phospat Limbah Cair Dengan Kiambang (Salvia molesta) Studi Kasus: Industri Kecil Rumah Tangga.* Universitas Diponegoro
- Said, N. I. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta : Tinjauan Permasalahan, Strategi, dan Teknologi Pengolahan.* Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
- Salafiyah, Nazilatus. 2003. Skripsi. *Pengaruh Lama Tanam dan Luas Penutupan Azolla microphylla terhadap Kualitas Kimia dan Fisika Limbah Cair Laundry.* Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Sandrianti Devina. 2010. Skripsi. *Kajian Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart) Solms) dan Kiambang (Salvinia Molesta) Untuk Menurunkan Nutrient pada Limbah Cair Tahu.* Institut Teknologi Bandung.
- Sastrawijaya, T. 2000. *Pencemaran Lingkungan* . Rineka Cipta. Bandung.
- Schnoor, J. 1997. *Phytoremediation.* Iowa City : The University of Iowa.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah.* Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sumarno. 2000. *Degradasi Lingkungan.* Hand Out Kuliah. Magister Ilmu Lingkungan, UNDIP. Semarang. Dalam Tesis Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk Di Sekitar Sungai Tuk Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya (Studi Kasus Kelurahan Sampangan dan Benda Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang).
- Tcobanoglous, George and F.L Burton. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.* 4th Ed. McGraw-Hill. Inc. New York
- Widayat, W., Suprihatin, & Herlambang, A. 2010. *Penyisihan Amoniak Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Air Baku PDAM-IPA Bojong Renged Dengan Proses Biofiltrasi Menggunakan Media Plastik Tipe Sarang Tawon.* Jurnal Air Indonesia, VI, 64-76.
- Winata, I. N. A, et. al. 2000. *Perbandingan Kandungan P dan N Total dalam Air Sungai di Lingkungan*



*Perkebunan dan Persawahan.*

Jurnal ILMU DASAR, Vol. 1

No.I. Universitas Jember. Jember.

Yusuf, G. 2001. Tesis. *Proses Bioremediasi Limbah Rumah Tangga dalam Skala Kecil dengan Kemampuan Tanaman Air pada Sistem Simulasi*. Institut Pertanian Bogor.