

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN ANALISI DATA

Air buangan tambak mengandung bahan-bahan pencemar yang bersumber dari sisa-sisa pakan, hasil ekskresi metabolit, mikroorganisme, dan residu. Bahan-bahan tersebut pada umumnya dapat mencemari air dilingkungan tambak. Oleh karena itu, setiap kegiatan budidaya udang harus melakukan perbaikan kualitas air buangan tambak agar dapat memenuhi Baku Mutu Efluen.

Penelitian yang dilakukan ini yaitu untuk mengetahui kemampuan penurunan kandungan bahan organik dalam air limbah tambak udang dengan menggunakan tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*). Beberapa parameter yang diuji dalam penelitian kali ini yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), Amonia Terlarut (NH_4OH), dan pH. Nilai Ambang Batas (NAB) parameter limbah cair yang diperbolehkan dan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Baku Mutu Air Limbah Tambak Udang

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	COD	mg/L	125
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	50
3	Amonia Terlarut	mg/L	0,5
4	pH	-	6-9

Sumber : SK Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Pengolahan Ikan dan Udang

4.1 Kemampuan Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) oleh Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan Proses Fitoremediasi

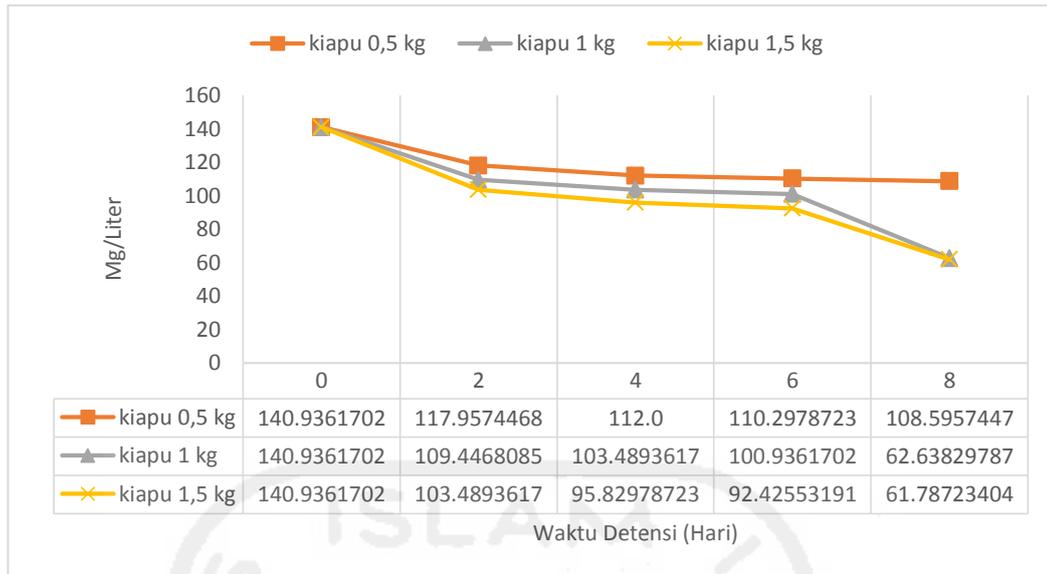
Mekanisme terjadinya penurunan konsentrasi COD dalam air limbah tambak udang *vannamei* dengan proses fitoremediasi oleh tumbuhan Kiapu

(*Pistia Stratiotes*) terjadi karena adanya pertumbuhan mikroorganisme pada zona perakaran. Mikroorganisme ini berperan dalam penguraian bahan-bahan organik.

Pada daerah perakaran tanaman terjadi penyaluran oksigen dari daun yang menyebabkan terbentuknya zona oksigen, hal ini meningkatkan populasi mikro organisme daerah perakaran yang mencapai 10-100 kali lebih banyak, yang membantu penyerapan bahan pencemar dalam air limbah yang diolah (Tresna Dermawan Kunaefi, dkk, 1998).

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah, oleh karena itu diperlukan pengolahan yang tepat dimana dapat mengurangi baik secara kualitas dan kuantitas konsentrasi bahan organik di dalam air (Metcalf and Eddy, 1991).

Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam penelitian ini dilakukan dengan waktu detensi (td) yaitu 8 hari. *Wetland* yang disiapkan memiliki 3 variasi masa tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*) yaitu 0,5 kg, 1,0 kg, dan 1,5 kg. Sampel berdasarkan masing-masing variasi masa diuji setiap 2 hari. Data penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) air limbah tambak udang vannamei akibat proses fitoremediasi oleh tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.3 berikut ini :



Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Gambar 4.1 Hasil Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) Selama Waktu Kontak (8 hari)

Berikut ini adalah data hasil pengujian konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah tambak udang *vannamei* :

Tabel 4.2 Data Hasil Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Waktu Detensi (td) yang Telah Ditentukan Selama 8 Hari

td (Hari)	Konsentrasi COD (mg/L) pada Variasi Massa Tumbuhan		
	0,5 kg	1 kg	1,5 kg
t0	140,93	140,93	140,93
t2	117,95	109,44	103,48
t4	112	103,48	95,83
t6	110,29	100,93	92,42
t8	108,59	62,63	61,78
% Removal	22,95	55,56	56,16

Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terdapat dalam air limbah tambak udang *vannamei*. Persentase removal pada variasi massa tumbuhan kiapu 0,5 kg yaitu 22,95 % , konsentrasi COD awal yaitu 140,93 mg/L menurun pada hari ke-8 menjadi 108,596 mg/L. Penurunan

konsentrasi COD pada variasi massa tumbuhan kiapu 1 kg sebesar 55,56 % , konsentrasi awal COD yaitu 140,93 mg/L menurun pada hari ke-8 menjadi 62,63 mg/L. Sedangkan penurunan konsentrasi COD pada variasi massa tumbuhan kiapu 1,5 kg yaitu sebesar 56,16 % , konsentrasi awal COD yaitu 140,93 mg/L menurun menjadi 61,78 mg/L.

Dari data % removal ketiga variasi massa tersebut, penulis mengambil kesimpulan dapat dilihat bahwa yang paling besar nilai penurunan konsentrasi COD pada limbah tambak udang *vannamei* adalah pada variasi massa tumbuhan kiapu 1,5 kg. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*) yang dikontakkan dengan air limbah tambak udang *vannamei* dapat menurunkan konsentrasi COD semakin besar. Baku Mutu Prameter COD untuk limbah tambak udang sesuai dengan SK Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Pengolahan Ikan dan Udang yaitu 125 mg/L. Maka dapat disimpulkan bahwa tanaman Kiapu (*Pistia Stratiotes*) pada semua variasi massa tumbuhan kiapu dalam penelitian ini berhasil menurunkan konsentrasi COD sampai dibawah baku mutu.

Dalam penelitian ini, selain % removal didapatkan pula nilai penurunan gram COD / gram Tumbuhan. Data penurunan dengan perbandingan massa dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 Data Penurunan COD dengan Perbandingan Massa/Massa (mg COD / g Kiapu)

Volume Limbah (liter)	0,5kg = 500 gram		COD Terserap (mg/l)	1kg = 1000 gram		COD Terserap (mg/l)	1,5kg = 1500 gram		COD Terserap (mg/l)
	Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)	
26,80	140,93	108,59	32,34	140,93	62,63	78,29	140,93	61,78	79,14
Total Massa COD Terserap (mg)	866,91			2098,85			2121,66		
Kemampuan Penurunan COD (mg COD / g Kiapu)	1,73			2,09			1,41		

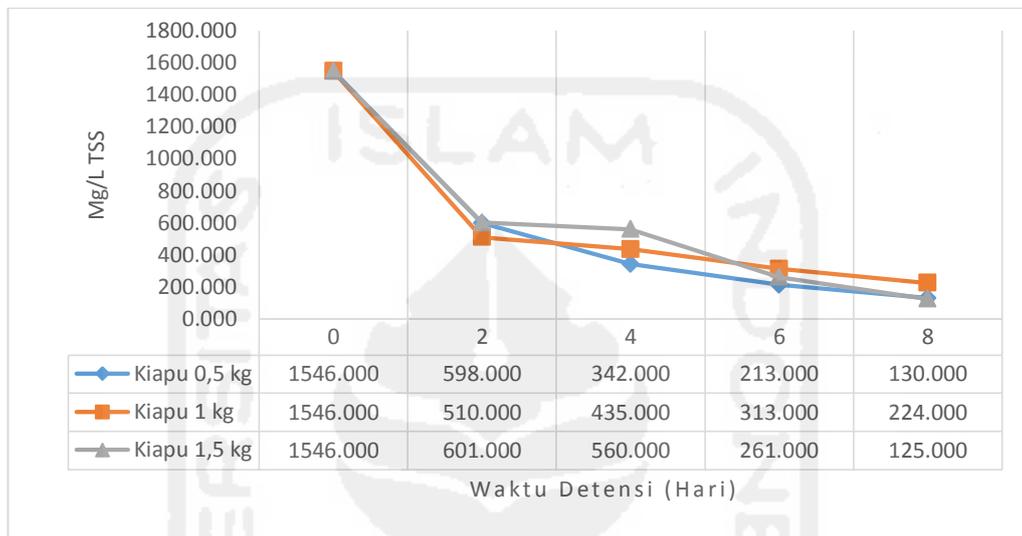
Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Dari data hasil pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) dapat dianalisis kemampuan penurunan konsentrasi COD oleh tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan perbandingan massa yaitu mg COD / g tumbuhan kiapu. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan penurunan COD pada variasi massa tumbuhan kiapu 0,5 kg yaitu 1,73 mg COD / g Kiapu. Pada variasi massa 1 kg kemampuan penurunan COD adalah 2,09 mg COD / g Kiapu. Sedangkan pada variasi massa 1,5 kg kemampuan penurunan COD yaitu 1,41 mg COD / g Kiapu. Dari data tersebut menunjukkan adanya perbedaan kemampuan tumbuhan Kiapu dengan variasi massa yang berbeda. Jika digunakan data % removal maka dapat dilihat bahwa yang terbesar penurunannya terjadi pada variasi massa terbesar yaitu 1,5 kg tumbuhan kiapu. Akan tetapi jika menggunakan data penurunan mg COD / g Tumbuhan Kiapu. Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa kemampuan tumbuhan kiapu tiap gramnya berbeda pada masing-masing variasi massa. Pada variasi massa 1,5 kg kiapu menunjukkan kemampuan tiap gram tumbuhan yang sangat sedikit dibandingkan dengan variasi massa lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi fisik tumbuhan pada saat proses fitoremediasi dalam *wetland*. Akan tetapi jika dilihat secara keseluruhan kemampuan tumbuhan kiapu pada variasi massa 1,5 kg dengan menggunakan data % removal persentase removalnya paling besar dibandingkan dengan variasi massa lainnya. Hal ini dikarenakan adanya proses biologis penurunan konsentrasi yang terjadi lebih besar dengan variasi massa yang lebih besar.

4.2 Kemampuan Penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) oleh Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan Proses Fitoremediasi

Menurut Husin (1983) kandungan residu tersuspensi dalam limbah secara umum akan menurun karena faktor pengendapan yang dipengaruhi adanya gaya gravitasi. Sedangkan tumbuhan pada proses fitoremediasi akan menangkap padatan tersuspensi dalam air limbah melalui system perakarannya.

Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) dalam penelitian ini dilakukan dengan waktu detensi (td) yaitu 8 hari. *Wetland* yang disiapkan memiliki 3 variasi massa tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*) yaitu 0,5 kg, 1,0 kg, dan 1,5 kg Sampel berdasarkan masing-masing variasi masa diuji setiap 2 hari. Data penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) air limbah tambak udang vannamei akibat proses fitoremediasi oleh tumbuhan kiapu (*pistia stratiotes*) dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.3 berikut ini :



Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Gambar 4.2 Hasil Uji *Total Suspended Solid* (TSS) Selama Waktu Penelitian (8 Hari)

Berikut ini adalah data hasil pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) pada sampel air limbah tambak udang *vannamei* :

Tabel 4.4 Data Hasil Uji *Total Suspended Solid* (TSS) pada Waktu Detensi (td) yang Telah Ditentukan Selama 8 Hari

t (Hari)	Konsentrasi TSS (mg/L) pada Variasi Massa Tumbuhan		
	0,5 kg	1 kg	1,5 kg
t0	1546	1546	1546
t2	598	510	601
t4	342	435	560
t6	213	313	261
t8	130	224	125
% Removal	91,59	85,51	91,91

Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Selama waktu td (8 hari) konsentrasi TSS (mg/L) limbah tambak udang *vannamei* pada kolam fitoremediasi dengan tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) mengalami penurunan. Ketiga variasi massa tumbuhan menunjukkan penurunan yang jauh antar konsentrasi pada waktu t0 dan konsentrasi pada waktu t8. Konsentrasi awal TSS limbah tambak udang *vannamei* pada waktu t0 yaitu 1546 mg/L. Pada waktu t8 variasi massa tumbuhan 0,5 kg konsentrasi TSS menurun hingga 130 mg/L dengan % removal yaitu 91,59 %. Pada waktu t8 variasi massa tumbuhan 1 kg konsentrasi TSS menurun hingga 224 mg/L dengan % removal yaitu 85,51 %. Sedangkan pada waktu t8 variasi massa 1,5 kg konsentrasi TSS menurun hingga 125 mg/L dengan % removal 91,91 %.

Dari data tersebut dapat diketahui nilai penurunan TSS terbesar terjadi pada variasi massa tumbuhan 0,5 kg yaitu sebesar 91,59% dari konsentrasi TSS awal. Maka dapat disimpulkan bahwa variasi massa tumbuhan kiapu yang digunakan tidak berpengaruh pada tinggi rendahnya penurunan konsentrasi TSS pada limbah tambak udang *vannamei* yang diolah. Hal ini dikarenakan pada parameter TSS adanya faktor fisik seperti grafitasi dan faktor pergerakan air yang berbeda yang mempengaruhi proses pengendapan, meskipun akar pada tumbuhan kiapu (*Pistia Stratiotes*) juga memiliki kemampuan dalam mengikat padatan tersuspensi dalam air limbah tambak udang *vannamei* yang diolah.

Jika dibandingkan dengan Baku Mutu SK Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Pengolahan Ikan dan Udang untuk parameter TSS yaitu 50 mg/L. Maka ketiga variasi massa tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) selama waktu t (8 hari) belum berhasil menurunkan konsentrasi TSS sampai dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Agar dapat menurunkan konsentrasi TSS sampai dibawah baku mutu yang telah ditentukan maka diperlukan penambahan waktu detensi (td) untuk meremoval konsentrasi TSS dalam air limbah tambak udang.

Dalam penelitian ini, selain % removal didapatkan pula nilai penurunan mg TSS / g Tumbuhan Kiapu. Data penurunan dengan perbandingan massa dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini :

**Tabel 4.5 Data Penurunan TSS dengan Perbandingan Massa/Massa
(mg TSS / g Kiapu)**

Volume Limbah (liter)	0,5kg = 500 gram		Penurunan TSS (mg/l)	1kg = 1000 gram		Penurunan TSS (mg/l)	1,5kg = 1500 gram		Penurunan TSS (mg/l)
	Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)	
26,8	1546	130	1416	1546	224	1322	1546	125	1421
Total Massa TSS Terserap (mg)	37957,29			35437,53			38091,32		
Kemampuan Penurunan TSS (mg TSS / g Kiapu)	75,91			35,43			25,39		

Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Dari data hasil pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) dapat dianalisis kemampuan penurunan konsentrasi TSS oleh tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan perbandingan massa yaitu mg TSS / g tumbuhan kiapu. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan penurunan TSS pada variasi massa tumbuhan kiapu 0,5 kg yaitu 75,91 mg TSS / g Kiapu. Pada variasi massa 1 kg kemampuan penurunan TSS adalah 35,43 mg TSS / g Kiapu. Sedangkan pada variasi massa 1,5 kg kemampuan penurunan TSS yaitu 25,39 mg TSS / g Kiapu. Kemampuan tumbuhan Kiapu dalam menurunkan konsentrasi TSS dalam air limbah tambak udang sangat dipengaruhi oleh faktor fisik yang terjadi dalam *wetland*. Dari data penurunan konsentrasi massa TSS per massa tumbuhan kiapu diketahui bahwa yang tertinggi terjadi pada variasi massa tumbuhan 0,5 kg. Hal ini dapat terjadi karena sistem perakaran tumbuhan kiapu pada variasi massa 0,5 kg lebih banyak memiliki peluang untuk menangkap padatan tersuspensi yang ada dalam air limbah tambak udang.

4.3 Kemampuan Penurunan Amonia Terlarut (NH₄OH) oleh Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan Proses Fitoremediasi

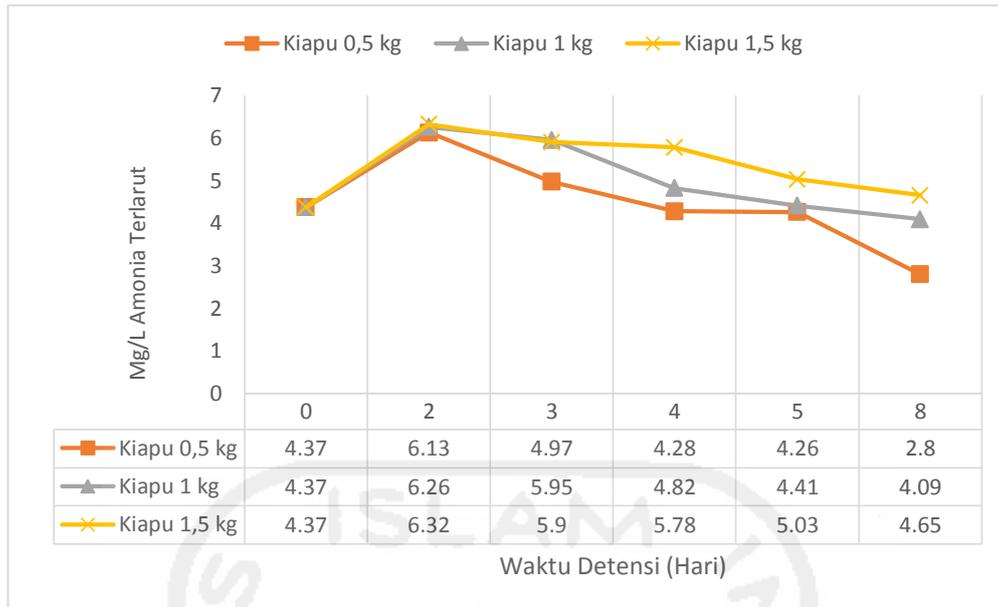
Penurunan senyawa nitrogen disebabkan karena kemampuan tanaman dalam menyerap senyawa-senyawa tersebut sebagai unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Hani, 2006). Menurut Izzati (2010), menyatakan bahwa salah satu nutrisi yang diperlukan untuk proses fotosintesis adalah nitrogen. Tumbuhan akuatik mengambil nitrogen dalam bentuk amoniak maupun nitrat. Jenis tumbuhan tertentu dapat mengoksidasi nitrat menjadi nitrit kemudian diserap sebagai sumber nitrogen, nitrogen tersebut digunakan oleh tumbuhan untuk membentuk protein dan enzim yang merupakan bahan penting untuk melaksanakan proses fisiologis melalui proses metabolisme.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kemampuan tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) untuk menurunkan konsentrasi amonia terlarut (NH₄OH) dalam air limbah tambak udang *vannamei*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Amonia Terlarut (NH₄OH) secara Spektrofotometri

t (Hari)	Konsentrasi Amonia Terlarut (mg/L) pada Variasi Massa Tumbuhan		
	0,5 kg	1 kg	1,5 kg
t0	4,37	4,37	4,37
t2	6,13	6,26	6,32
t3	4,97	5,95	5,90
t4	4,28	4,82	5,78
t5	4,26	4,41	5,03
t8	2,80	4,09	4,65
% Removal	35,93	6,41	-6,41

Sumber : Hasil Pengujian, 2016



Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Gambar 4.3 Hasil Uji Amonia Terlarut Selama Waktu Penelitian

Dari hasil pengujian amonia terlarut (NH_4OH) pada masing-masing variasi tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) yaitu 0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg diketahui bahwa konsentrasi awal amonia terlarut (NH_4OH) adalah 4,37 mg/L. Kemudian pada waktu t₂ (2 hari) konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) mengalami peningkatan pada masing-masing variasi massa tumbuhan yaitu variasi massa 0,5 kg meningkat sebesar 6,13 mg/L, variasi massa 1 kg meningkat menjadi 6,26 mg/L, dan variasi massa 1,5 kg meningkat menjadi 6,32 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa tumbuhan Kiapu maka akan menambah konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH). Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) sudah mengandung N di dalam tumbuhan tersebut sehingga ketika dimasukkan ke dalam air limbah akan meningkatkan konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH). Akan tetapi karena kemampuan dari tumbuhan kiapu untuk menyerap senyawa nitrogen sebagai unsur hara untuk pertumbuhannya maka pada waktu detensi berikutnya berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) semakin menurun hingga waktu t₈ (8 hari).

Pada variasi massa tumbuhan 0,5 kg konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) menurun hingga 2,8 mg/L dengan % removal yaitu 35,93 %, pada

variasi massa tumbuhan 1 kg konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) menurun hingga 4,09 mg/L dengan % removal yaitu 6,41 %, sedangkan pada variasi massa 1,5 kg konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) meningkat hingga 4,65 mg/L dengan % peningkatan yaitu 6,41 %. Peningkatan konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) pada variasi massa 1,5 kg terlihat jika dibandingkan dengan konsentrasi awal amonia terlarut (NH_4OH) pada air limbah tambak udang, akan tetapi jika dibandingkan dengan konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) pada waktu t₂ (2 hari) dengan konsentrasi 6,32 mg/L menurun menjadi 4,65 dengan % removal 26,42 %. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar variasi massa tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dapat menambahkan konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) pada air limbah tambak udang *vannmei*. Akan tetapi konsentrasi amonia terlarut (NH_4OH) akan turun selama waktu kontak karena kemampuan tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) untuk memanfaatkan amonia terlarut (NH_4OH) dalam proses fisiologi.

Jika dibandingkan dengan Baku Mutu SK Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Pengolahan Ikan dan Udang untuk parameter Amonia yaitu 0,5 mg/L. Hal ini berarti pada masing-masing variasi massa tumbuhan belum mampu menurunkan konsentrasi amonia terlarut dibawah baku mutu yang telah ditentukan tersebut. Untuk itu, diperlukan penambahan waktu detensi atau dengan alternatif lain penambahan unit pengolahan untuk menurunkan konsentrasi amonia terlarut.

Dalam penelitian ini, selain % removal dianalisis pula nilai penurunan mg NH_4OH / g Tumbuhan Kiapu. Data penuran dengan perbandingan massa dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini :

**Tabel 4.7 Data Penurunan NH₄OH dengan Perbandingan
Massa/Massa (mg NH₄OH / mg Kiapu)**

Volume Limbah (liter)	0,5kg = 500 gram		Penurunan NH ₄ OH (mg/l)	1kg = 1000 gram		Penurunan NH ₄ OH (mg/l)	1,5kg = 1500 gram		Penurunan NH ₄ OH (mg/l)
	Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)		Awal (mg/l)	Akhir (mg/l)	
26,80	4,37	2,80	1,57	4,37	4,090	0,28	4,37	4,65	-0,28
Total Massa NH ₄ OH Terserap (mg)	42,08			7,50			-7,50		
Kemampuan Penurunan NH₄OH (mg NH₄OH / g Kiapu)	0,084			0,007			-0,005		

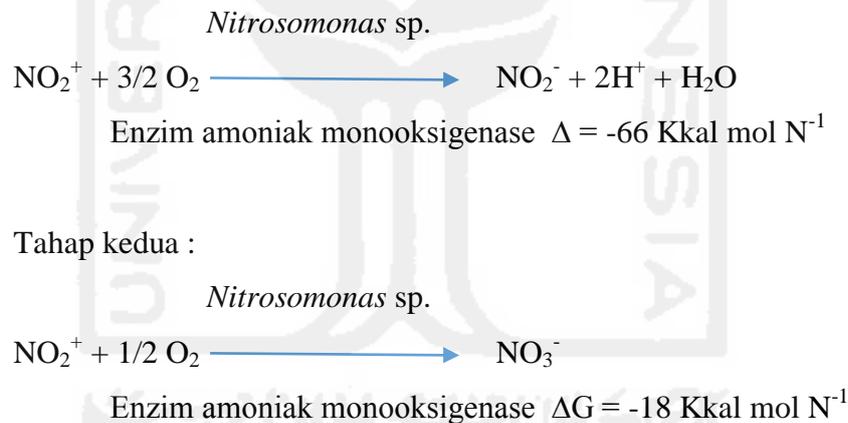
Dari data hasil pengujian amonia terlarut (NH₄OH) dapat dianalisis kemampuan penurunan konsentrasi NH₄OH oleh tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dengan perbandingan massa yaitu mg NH₄OH / g tumbuhan Kiapu. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan penurunan NH₄OH pada variasi massa tumbuhan kiapu 0,5 kg yaitu 0,084 mg NH₄OH / g Kiapu. Pada variasi massa 1 kg kemampuan penurunan NH₄OH adalah 0,007 mg NH₄OH / g Kiapu. Sedangkan pada variasi massa 1,5 kg konsentrasi NH₄OH menunjukkan angka minus yaitu -0,005 mg NH₄OH / g Kiapu. Hal ini dikarenakan pada variasi massa tumbuhan 1,5 kg penurunannya belum sampai dibawah konsentrasi awal.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa Kiapu (*Pistia Stratiotes*) mempunyai kemampuan bioabsorpsi karena mampu menurunkan konsentrasi amonia terlarut NH₄OH. Dalam penelitian ini penurunan terbesar terjadi pada variasi massa tumbuhan 0,5 kg mampu menurunkan konsentrasi amonia terlarut NH₄OH dari konsentrasi awal 4,37 mg/L menjadi 2,8 mg/L. Hal ini dikarenakan kandungan amonia terlarut didalam air limbah tambak udang *vannamei* diserap oleh Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dalam bentuk nitrogen. Menurut Marliani (2011), menyatakan bahwa nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium dan ion nitrat (NO₃⁻).

Menurut Goldman dan Home (1983) dalam Fatih (2008), gas amoniak dapat dengan mudah terlarut dalam air dan membentuk amonium hidroksida (NH₄OH) dan akan terpecah menjadi amonium (NH₄⁺) dan ion hidroksida (OH⁻) seperti pada persamaan kesetimbangan kimia berikut ini :



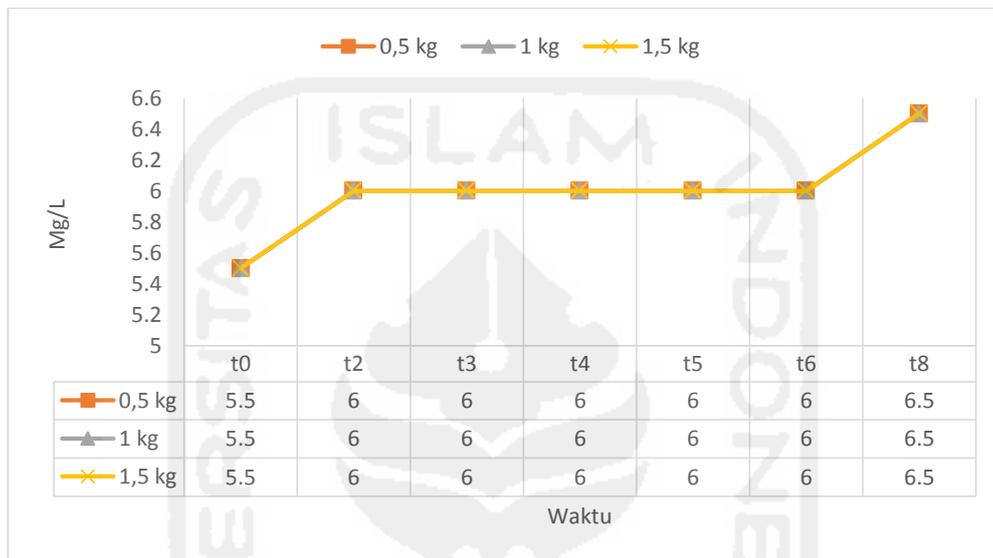
Nitrifikasi merupakan proses mikrobial yang mereduksi komponen nitrogen (amoniak) menjadi nitrat dan nitrit (EPA, 2002). Nitrifikasi berlangsung dalam dua tahap yaitu pada tahap pertama oksidasi amonium menjadi nitrit yang dilakukan oleh mikroba pengoksidasi amonium (*Nitrosomonas* sp.) dan pada tahap kedua oksidasi nitrit oleh mikroba pengoksidasi nitrit (*Nitrosomonas* sp.). Tahapan reaksi nitrifikasi menurut Pranoto (2007), yaitu :



Nitrogen diabsorpsi sebagai NO₃⁻ dan diasimilasikan menjadi asam amino dan didesain untuk membentuk protein sebagai komponen asam amino (Suharno dkk., 2007). Asimilasi NO₃⁻ dibantu oleh bakteri melalui proses denitrifikasi. Denitrifikasi merupakan proses reduksi nitrat menjadi nitrit dan kemudian diubah menjadi gas nitrogen (Salimin dan Rachmadetin, 2011).

4.4 Perubahan pH Air Limbah Tambak Udang *Vannamei* pada Proses Fitoremediasi oleh Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*)

Dalam penelitian ini, pengujian pH dilakukan hampir setiap hari untuk mengetahui pengaruh proses fitoremediasi tumbuhan kiapu (*Pistia Stratiotes*) terhadap perubahan pH air limbah tambak udang *vannamei*. Pengujian yang dilakukan menggunakan pH universal. Data perubahan pH limbah tambak udang *vannamei* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini :



Sumber : Hasil Pengujian, 2016

Gambar 4.4 Hasil Uji pH Limbah Tambak Udang *Vannamei* Selama Waktu Penelitian

Hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan serentak dengan perubahan nilai pH yang sama pada setiap variasi massa tumbuhan kiapu. Perubahan pH meningkat ke arah netral, dari pH awal yaitu 5,5 meningkat menjadi 6,5. Hal ini menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tumbuhan kiapu terhadap limbah tambak udang *vannamei* dapat memberikan peningkatan pH sampai ke angka netral. Jika dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur DIY No.7 Tahun 2010, baku mutu untuk pH pada pengolahan ikan dan udang yaitu berkisar skala 6 s.d 9, maka air limbah tambak udang *vannamei* yang diolah aman untuk dibuang ke lingkungan. Peningkatan atau perubahan pH ini terjadi karena adanya proses fotosintesis dengan adanya penguraian CO₂.

Nilai derajat keasaman (pH), kandungan CO₂ dan ion bikarbobat dalam air limbah sangat berkaitan. CO₂ dapat mempengaruhi pH perairan dan dapat mempengaruhi kandungan bikarbonat. Hal ini berarti bahwa kehadiran CO₂ akan membentuk sistem penyangga air. Jika penguraian CO₂ dan bikarbonat meningkat maka pH air menjadi sangat tinggi (Mahida, 1989). Peningkatan CO₂ yang diduga akibat adanya penguraian dalam proses fotosintesis menyebabkan terbentuknya asam karbonat dan bikarbonat oleh adanya reaksi ikatan CO₂ dengan H₂O menjadi lebih sedikit, sehingga jumlah ion H⁺ yang dibebaskan dalam reaksi tersebut menjadi berkurang, dengan berkurangnya ion H⁺ maka pH air meningkat (Conell dan Miller, 1995). Meningkatnya nilai pH juga disebabkan oleh adanya pelarutan ion-ion logam sehingga dapat merubah konsentrasi ion hidrogen dalam air (Wardhana, 1995).

4.5 Pengaruh Salinitas Limbah Tambak Udang *Vannemei* pada Proses Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*)

Salinitas atau kadar garam adalah rata-rata banyaknya kadar garam (dalam gram) yang terdapat dalam setiap 1.000 gram (1 kg) air laut (Samadi, 2007). Hutabarat dan Stewart (2000) juga menerangkan bahwa konsentrasi garam terbesar terdapat di laut, dengan kisaran kadar garam rata-rata sebesar 3% dari berat seluruhnya. Konsentrasi garam-garam ini relatif sama dalam setiap contoh air laut, sekalipun mereka diambil dari tempat berbeda di seluruh dunia.

Salinitas dapat menghambat pertumbuhan tanaman pada daerah yang kering atau sedang, dimana air hujan tidak mencukupi untuk mencuci kandungan garam dari akar tanaman (Schmidhalter dan Oertli, dalam Arzie, 2011). Tanah yang salin dapat menyebabkan buruknya perkecambahan dan pembentukan bibit (Afzal, Basra dan Iqbal, 2005).

Hasil pengamatan visual pada tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) menunjukkan adanya kematian pada tumbuhan di hari ke 9 (waktu t 9). Hal ini mengakibatkan terjadinya pembusukan daun, batang dan akar sehingga terjadi penguraian zat organik, kandungan N, dan residu tersuspensi serta

berpengaruh terhadap nilai pH air limbah tambak udang *Vannamei*. Pembusukan dan kematian tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) salah satunya dikarenakan tingginya salinitas air limbah tambak udang *Vannamei* yang melebihi batas toleransi tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*). Dari hasil pengujian dengan alat *refractometer* diketahui bahwa salinitas air limbah tambak udang *Vannamei* yang digunakan dalam penelitian adalah 26%. Gardner dkk (1991) menjelaskan bahwa lingkungan salin dapat mengakibatkan keracunan Na^+ , Cl^- dan ion-ion lainnya. Levit (1980) menyatakan bahwa keracunan Na^+ maupun Cl^- dapat ditandai dengan mengeringnya tepi bagian ujung daun. Hal ini diperkuat dengan hasil pengamatan visual terhadap tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) yang daun-daunnya mengalami penguningan setiap harinya dan berakhir pada kematian pada hari ke 9. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Ihsan Arham 2013 untuk mengetahui pengaruh tingkat salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan enceng gondok, dari penelitian tersebut diketahui bahwa tingkat salinitas yang paling menghambat pertumbuhan adalah perlakuan kadar garam (salinitas) 2,5% dimana enceng gondok mati pada umur 5 hari setelah perlakuan. Dalam penelitian tersebut tumbuhan enceng gondok yang digunakan masih berupa tunas sehingga kemampuan beradaptasinya masih belum tinggi dan mengakibatkan kematiannya lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan yang sudah tumbuh besar sehingga kemampuan beradaptasinya lebih tinggi. Tumbuhan enceng gondok dan kiapu memiliki beberapa kesamaan diantaranya yaitu media hidup di air dan kebanyakan dijumpai di alam bahwa kedua tumbuhan ini hidup dalam satu media atau lokasi yang sama.

Ketahanan terhadap salinitas dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor fisiologis (Flowers, 2004). Suwarno (1985) menjelaskan bahwa pengaruh salinitas terhadap tanaman mencakup tiga aspek yaitu: mempengaruhi tekanan osmosa, keseimbangan hara, dan pengaruh racun. Disamping itu, NaCl dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah dan selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Tanaman sampai batas-batas tertentu masih dapat mengatasi tekanan osmotik yang tinggi akibat tingginya kandungan garam dalam tanah. Toleransi tanaman terhadap salinitas dapat dinyatakan dalam berbagai cara diantaranya kemampuan tanaman untuk hidup pada tanah salin, produksi yang dihasilkan pada tanah salin, persentase penurunan hasil setiap unit peningkatan salinitas tanah (Mass dan Hofmann, 1998).

4.6 Alternatif Pengolahan Limbah Tambak Udang *Vannamei*

Dari hasil penelitian ini, maka dapat dibuat pertimbangan alternatif pengolahan air limbah tambak udang *vannamei*. Pemilihan alternatif ini dilakukan dengan melihat karakteristik air limbah yang telah dilakukan pengujian yaitu dengan parameter *Total Suspended Particulate* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Amonia Terlarut (NH_4OH), pH, dan Salinitas. Pada pengolahan air limbah tambak udang *vannamei* dapat digunakan beberapa unit pengolahan untuk menurunkan konsentrasi bahan pencemar yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4.5 Alternatif Pengolahan Limbah Tambak Udang *Vannamei*

4.6.1 Kolam / Bak Pengendapan

Penggunaan unit kolam pengendapan bertujuan untuk menurunkan padatan yang terdapat dalam air limbah tambak udang *vannamei*. Padatan yang terdapat dalam air limbah tambak udang *Vannamei* berasal dari sisa pakan dan kotoran udang *Vannamei*. Sugiharto (2008) menjelaskan bahwa jumlah endapan pada contoh air merupakan sisa penguapan dari contoh air pada suhu 103-105° C. Beberapa komposisi air limbah akan hilang apabila dilakukan pemanasan secara lambat. Jumlah total terdiri dari benda-benda yang mengendap, terlarut, tercampur. Untuk melakukan pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan mengadakan pemisahan air limbah dengan memperhatikan besar-kecilnya partikel yang terkandung di dalamnya.

Dengan mengetahui besar-kecilnya partikel yang terkandung di dalam air akan memudahkan kita dalam memilih teknik pengendapan yang akan diterapkan sesuai dengan partikel yang ada di dalamnya. Endapan dengan ukuran diatas 10 mikron dapat dihilangkan melalui proses penyaringan dan pengendapan, sedangkan ukuran dibawah 1 mikron memerlukan satu atau lebih cara pemisahan yang lebih tinggi. Pada unit kolam/bak pengendapan ini bertujuan untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan dengan memanfaatkan gaya grafitasi dan ukuran partikel atau padatan pada air limbah tambak udang *Vannamei*.

4.6.2 Kolam / Bak Aerasi

Penggunaan aerator ini dimaksudkan untuk meningkatkan Oksigen Terlarut (*DO*) pada air limbah tambak udang *vannamei* sehingga dapat menurunkan konsentrasi COD dan BOD. Sugiharto (2008) menjelaskan bahwa penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan samasekali. Zat yang diambil dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan tercampur. Salah satu alternatif teknologi aerasi yang dapat dicoba untuk pengolahan air limbah tambak udang *Vannamei* adalah aerasi hipolimnion. Aerasi hipolimnion merupakan salah satu teknik restorasi untuk melancarkan aliran nutrisi di danau. Menurut Novontny dan Olem (1994) Aerasi ini mampu meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut di lapisan hipolimnion yang sering mengalami deplesi oksigen. Beberapa keuntungan dari aerasi hipolimnion di danau adalah mampu menurunkan konsentrasi racun seperti amonia, hidrogen sulfida, besi, dan mangan sehingga mampu mendukung kehidupan ikan di danau. Aerasi hipolimnion dapat mengurangi keberadaan nutrisi dari dasar sedimen. Pengurangan nutrisi di lapisan hipolimnion diyakini mampu mengurangi eutrofikasi di danau.

4.6.3 Kolam Fitoremediasi sebagai Ekoteknologi dalam Pengolahan Limbah Tambak Udang *Vannamei*

Kolam ini selain dapat menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan Amonia Terlarut (NH_4OH) juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar

warna, bau dan logam berat yang ada dalam limbah tambak udang *vannamei*. Proses pengolahan air limbah pada kolam fitoremediasi terjadi dengan adanya proses oksidasi dan reduksi zat pencemar dalam air limbah oleh tumbuhan. Dep. PU 2006 menjelaskan bahwa proses penyerapan unsur pencemar pada ekoteknologi adalah sebagai berikut :

1. Kadar BOD dalam air limbah diturunkan melalui proses oksidasi dan reduksi (*fermentasi aerobik*).
2. Amonia (NH_4N) dioksidasi oleh bakteri autotrop yang tumbuh disekitar rhizosphere menjadi nitrat dan kemudian nitrit, yang akhirnya pada kondisi anaerobik dirubah oleh bakteri fakultativ anaerobik yang terdapat pada tanah menjadi gas N_2 .
3. Fosfat akan diikat oleh koloid Fe,Ce dan Al yang ada dalam tanah pada kondisi aerobik, oksidasi yang terjadi pada daerah rhizosphere juga dapat mengurangi keracunan tumbuhan akibat H_2S dan juga dapat mengurangi kadar Fe dan Mn.

Pemilihan tanaman untuk ekoteknologi dipertimbangkan berdasarkan fungsi tanaman tersebut dalam menyerap unsur pencemar. Keberhasilan tanaman untuk membersihkan bahan pencemar, tergantung pada kemampuan tumbuhan itu sendiri untuk mentransport oksigen ke daerah perakaran. Lebih lanjut oksigen tersebut dapat digunakan oleh mikroorganismenya bagi proses oksidasi dan reduksi. Selain pemilihan tumbuhan yang cocok juga sangat menentukan keberhasilan sistem dalam menyerap unsur pencemar dalam air limbah (Dep. PU, 2006).

Menurut Denny Kurniadi (1997), beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jenis tumbuhan yang digunakan sebagai media untuk pengolahan limbah, adalah :

1. Tumbuhan harus memproduksi biomass yang cukup banyak, untuk dipakai sebagai media ekoteknologi dalam menyerap bahan pencemar.
2. Efisiensi dalam menghilangkan zat hara dalam air limbah yang diolah, bahan beracun juga logam berat.

3. Kebutuhan input energi rendah.
4. Tingkat pertumbuhan tanaman tinggi.
5. Mempunyai perakaran yang dalam.
6. Resisten terhadap hama dan penyakit.
7. Toleran terhadap berbagai stress fisik.
8. Adaptasi terhadap lahan dan iklim setempat.

Air limbah tambak udang *vannamei* memiliki salinitas atau kadar garam yang tinggi yaitu dalam penelitian ini berdasarkan pengujian dengan alat *refractometer* diketahui bahwa salinitasnya mencapai 26%. Sehingga diketahui bahwa tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) kurang efektif untuk digunakan pada ekoteknologi atau proses fitoremediasi dalam mereduksi zat pencemar air limbah tambak udang. Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) dalam penelitian ini mampu menurunkan konsentrasi TSS, COD, dan NH_4OH pada air limbah, akan tetapi berdasarkan hasil pengamatan secara visual tumbuhan kiapu mati pada hari ke 9 dikarenakan keracunan Na^+ dan Cl^- atau kadar salinitasnya yang telah melebihi batas toleransi tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*). Untuk itu, diperlukan penelitian pada tumbuhan lain yang mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan salin untuk digunakan sebagai tumbuhan dalam ekoteknologi, salah satunya adalah mangrove. Tumbuhan Kiapu (*Pistia Stratiotes*) memiliki kemampuan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar dalam air limbah tambak udang *Vannamei*, akan tetapi dikarenakan salinitas yang tinggi maka harus ditambah dengan perlakuan unit pengolahan lain untuk menurunkan salinitas tersebut. Sehingga tumbuhan Kiapu dapat melakukan pengolahan lebih efektif lagi.