



PENYISIHAN AMONIAK DAN KEKERUHAN PADA SISTEM RESIRKULASI BUDIDAYA KEPITING DENGAN TEKNOLOGI MEMBRAN BIOFILTER

Malida Fauzzia, Izza Rahmawati, Dr. I Nyoman Widiasa, ST.MT.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Kepiting merupakan salah satu komoditas perikanan yang bernilai ekonomis. Hambatan yang sering terjadi pada usaha budidaya kepiting di tambak adalah keterbatasan lahan dan air. Aktifitas budidaya kepiting tidak terlepas dari limbah yang dihasilkan, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air terutama dari sisa pakan, feses dan hasil metabolisme kepiting. Limbah yang dihasilkan seperti amoniak bersifat toksik pada konsentrasi tinggi serta kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada kepiting.

Alternatif teknologi yang digunakan untuk mengatasi penurunan produksi kepiting akibat minimnya ketersediaan lahan dan penurunan kualitas air yaitu sistem resirkulasi air dengan menggunakan membran biofilter. Membran biofilter ini digunakan untuk menjaga kualitas air yaitu untuk menyisihkan amoniak dengan kadar tidak lebih dari 0,1 ppm dan menghilangkan kekeruhan sampai <30 NTU. Biofilter digunakan untuk menyisihkan amoniak dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi dengan menggunakan mikroorganisme secara aerob dan anaerob. Membran yang digunakan untuk mengurangi kekeruhan adalah membran ultrafiltrasi. Fluks pada membran akan menentukan kinerja membran. Jika fluks menurun 85% dari fluks awal, hal ini mengindikasikan terjadinya fouling pada membran. Fouling ini dapat diatasi dengan pencucian. Salah satunya adalah backwash.

Penggunaan biofilter dapat menurunkan kadar amoniak dari 4,41 mg/L sampai 1,48 mg/L selama 7 hari. Turbiditi dapat diturunkan dengan menggunakan membran ultrafiltrasi. Pada membran ultrafiltrasi pengendalian fouling dapat dilakukan dengan backwash 30 menit 15 detik. Hal ini ditunjukkan dengan fluks pada membran yang tinggi.

Kata kunci: kepiting, akuakultur, biofilter, membran ultrafiltrasi, amonia, kekeruhan, fouling.

Abstract

Crabs are one of the economically valuable commodities. Barriers that often occur in crab farming in ponds is limited land and water. Crab aquaculture activities can not be apart from the waste generated, which can cause water quality degradation, especially of food remains, feases and the metabolism of the crabs. Waste produced as ammonia is toxic at high concentrations and high turbidity can cause death in the crabs.

Alternative technologies are used to decrease the production of crabs due to lack of availability of land and water degradation are water recirculation system using a membrane biofilter. Membrane biofilter is used to maintain the water quality is to eliminate ammonia to levels not exceeding 0.1 ppm, and removing turbidity to <30 NTU. Biofilter is used to eliminate ammonia by nitrification and denitrification process using aerobic and anaerobic mikroorganisme. Membranes which is used to reduce turbidity is ultrafiltration membranes. Flux on the membrane will determine the performance of the membrane. If the flux decreased 85% from the initial flux, indicating the occurrence of fouling on membrane. This fouling can be overcome by washing. One of it is the backwash.

Using biofilter can reduce of ammonia from 4,41 mg/L up to 1,48 mg/L during 7 days. Turbidity can be reduced by using ultrafiltration membrane. In the Ultrafiltration membrane fouling control can be done by backwash 30 minutes 15 seconds. This is indicated by the high flux of the membrane.

Keyword: crabs, aquaculture, biofilter, ultrafiltration membrane, ammonia, turbidity, fouling.

1. Pendahuluan

Hambatan yang sering terjadi pada usaha budidaya kepiting di tambak adalah ketersediaan lahan dan air. Ketersediaan lahan dan air pada budidaya kepiting semakin terbatas seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan pembangunan [1]. Aktifitas budidaya kepiting juga tidak terlepas dari limbah yang dihasilkan, terutama dari sisa pakan, feses dan hasil metabolisme kepiting. Limbah yang dihasilkan seperti amoniak bersifat toksik sehingga dalam konsentrasi tinggi dapat meracuni organisme budidaya. Akumulasi amoniak pada media budidaya merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas perairan yang dapat berakibat pada kegagalan produksi budidaya kepiting [2].

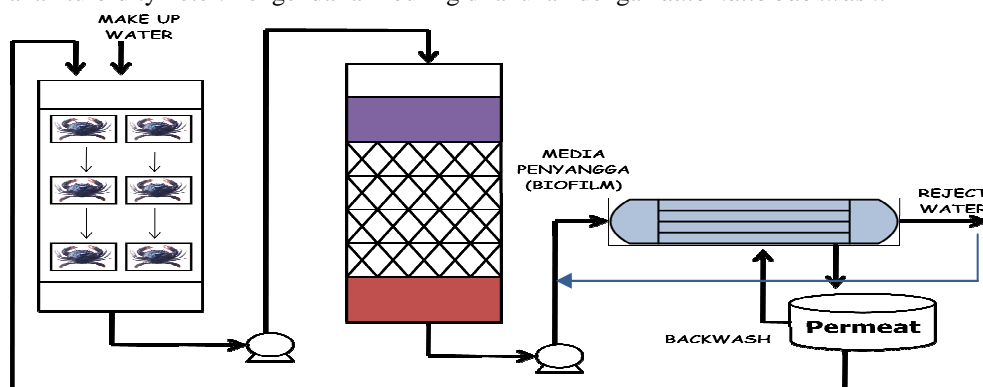
Alternatif teknologi diperlukan untuk mengantisipasi penurunan produksi akibat penyusutan ketersediaan lahan dan penurunan kualitas air. Salah satu alternatif teknologi yang dapat diterapkan yaitu sistem resirkulasi yang memanfaatkan kembali air pada budidaya kepiting untuk menjaga kualitas air. Sistem resirkulasi ini

menggunakan sistem perputaran air, dimana air dialirkan ke dalam *filter* yang nantinya akan dialirkan kembali ke wadah pemeliharaan. Dalam sistem ini air digunakan berulang kali dengan perlakuan *filter* baik secara mekanik, kimia dan biologi. Salah satu *filter* yang biasa digunakan dalam sistem ini adalah *filter* biologi (biofilter). Filter ini menggunakan organisme untuk memindahkan bahan pencemar [3]. Senyawa *toksik* (amoniak) dalam air limbah budidaya kepiting dihilangkan dengan menggunakan *filter* biologi (biofilter) dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Dua bakteri penting yang memegang peranan utama dalam filter biologi yaitu bakteri *Nitrosomonas sp* dan bakteri *Nitrobacter sp*. *Nitrosomonas* berperan mengoksidasi amoniak menjadi nitrit, sedangkan *Nitrobacter* berperan dalam mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Proses nitrifikasi ini, berada dalam kondisi *aerob*. Sementara denitrifikasi menggunakan bakteri denitrifikasi (denitrifier) dalam keadaan anaerob. Bakteri denitrifikasi akan mengubah nitrat menjadi N_2 [5-9].

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan kepiting karena akan menentukan hasil yang diperoleh. Oleh karena itu kondisi kualitas air harus benar-benar dijaga. Sebagai tempat hidup kepiting, kualitas air sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor fisika dan kimia air seperti suhu, oksigen terlarut, pH, amoniak, nitrit dan nitrat. Kandungan amoniak dan adanya kekeruhan yang dihasilkan dari sisa pakan dan ekskresi dari kepiting akan sangat mempengaruhi pemeliharaan kepiting dalam sistem resirkulasi akuakultur [1]. Oleh karena itu di dalam penelitian ini akan dilakukan penyisihan kadar amoniak dan kekeruhan dalam sistem resirkulasi akuakultur dengan teknologi membran biofiltrasi.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan sebagai umpan pada penelitian ini adalah air dari pemeliharaan kepiting. Dalam penelitian ini pengukuran kadar amoniak menggunakan spektrofotometer dan untuk mengukur turbiditi menggunakan turbidimeter. Pengendalian fouling dilakukan dengan *automatic backwash*.

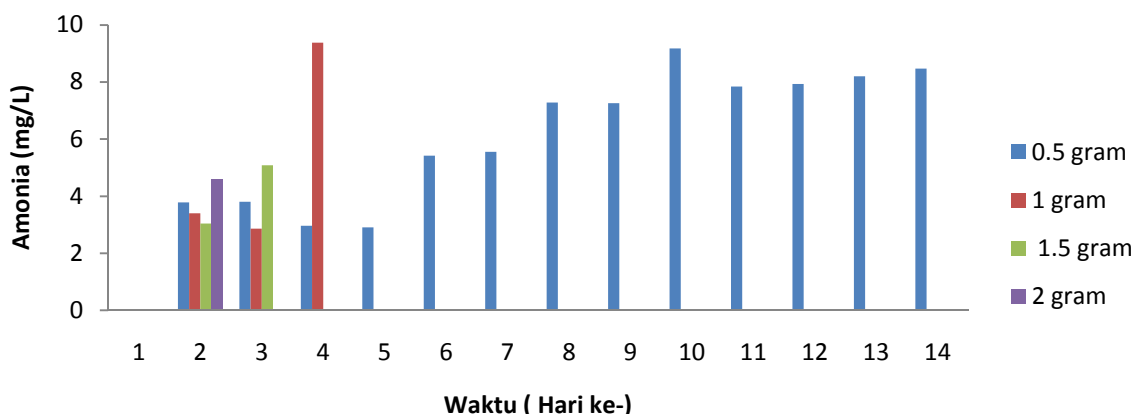


Gambar 1 Rangkaian Alat Sistem Akuakultur

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Amonia terhadap Kelangsungan Hidup Kepiting

Dalam larutan, amoniak mempertahankan keseimbangan antara bentuk terionisasi (NH_4) dan tidak terionisasi (NH_3). Kedua bentuk tersebut dinamakan Total Amonia-Nitrogen (TAN). Amonia-nitrogen yang tidak terionisasi (NH_3) merupakan racun bagi organisme akuakultur dan harus dikontrol dalam sistem produksi [10]. Pada penelitian ini pakan kepiting divariasikan 0,5 gram ; 1 gram ; 1,5 gram dan 2 gram. Dimana setiap hari diberi pakan sebanyak 0,2 gram. Pengaruh amoniak terhadap waktu pada pemeliharaan kepiting dapat dilihat pada gambar 2



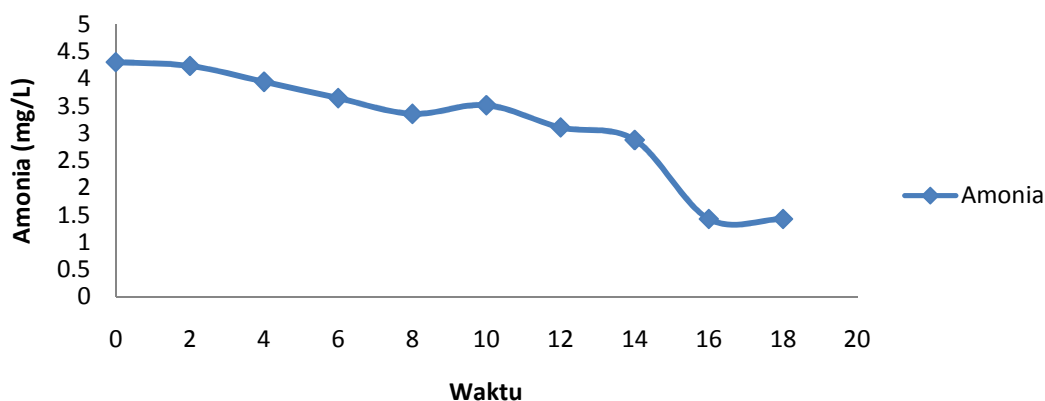
Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu terhadap Kadar Amonia dalam Budidaya Kepiting

Gambar 2 menunjukkan perbandingan kadar amonia dalam pemeliharaan kepiting pada berbagai gram pakan. Pada pemeliharaan kepiting dengan pakan terbanyak yaitu 2 gr, menghasilkan amoniak sebesar 4,61 mg/L pada hari ke- 2. Pada kadar amonia 4,61 mg/L ini, kepiting tidak dapat bertahan hidup. Pada pakan 1,5 gr menghasilkan amoniak sebesar 5,08 mg/L pada hari ke-3 dan kepiting mati pada hari ke-3. Kepiting dengan pakan 1,5 gram mati pada hari berikutnya, hari ke-4 dengan kadar amonia 9,38 mg/L. Kepiting dengan pakan 0,5 gram merupakan kepiting yang mampu bertahan hidup lebih lama yaitu selama 14 hari, dan mati pada kadar amonia 8,47 mg/L.

Amoniak dihasilkan dari dekomposisi residu pakan dan ekskresi kepiting. Pada pakan 0,5 gram kepiting mampu bertahan hidup lebih lama. Hal ini disebabkan karena residu pakan dalam air paling sedikit dibandingkan dengan pakan 1 gram; 1,5 gram dan 2 gram. Sementara itu, pada pakan 2 gram, laju kematian kepiting paling tinggi. Hal ini dikarenakan ekskresi kepiting dan residu pakannya paling tinggi. Akumulasi amoniak yang tinggi dalam hemolimfe mengindikasikan peningkatan amino genesis yang berhubungan dengan tingkat kelangsungan hidup yang rendah, peningkatan konsumsi oksigen, penurunan pertumbuhan yang berpengaruh pada hemolimfe dan asam amino bebas serta dapat menyebabkan mortalitas tinggi. Oleh sebab itu media pemeliharaan kepiting bakau konsentrasi amoniaknya tidak boleh lebih dari 0,1 ppm [6].

3.2 Pengaruh Waktu terhadap Penurunan Amonia

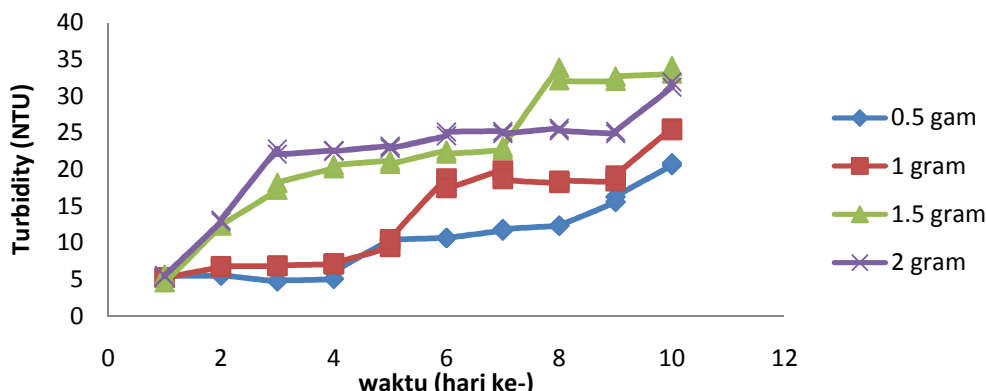
Biofilter yang digunakan yaitu fixed bed dimana substrat disediakan untuk pertumbuhan biofilm yang memanfaatkan oksigen untuk mengubah amoniak dan nitrit menjadi nitrat dan mengoksidasi bahan organik [11].



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Waktu dengan Kadar Amonia pada Biofilter

Gambar 3. menunjukkan pengaruh waktu dengan kadar amonia pada biofilter. Pada penelitian ini, air yang mengandung amoniak, disirkulasi dalam biofilter secara kontinyu. Pada hari ke-0 kadar amonia yang diukur sebesar 4,41 mg/L. Pada sirkulasi biofilter, terjadi penurunan kadar amonia sampai 1,48 selama 7 hari. Penurunan ini terjadi karena adanya kontak air dengan lapisan biomassa yang tumbuh di media bioball dalam biofilter yang mengakibatkan amoniak teraurai. Semakin lama waktu sirkulasi air semakin besar penurunan kadar amoniaknya karena adanya pertumbuhan mikroba. Dengan adanya penurunan kadar amoniak menunjukkan bahwa di dalam biofilter terjadi proses nitrifikasi [14].

3.3 Pengaruh Banyaknya pakan terhadap Turbidity

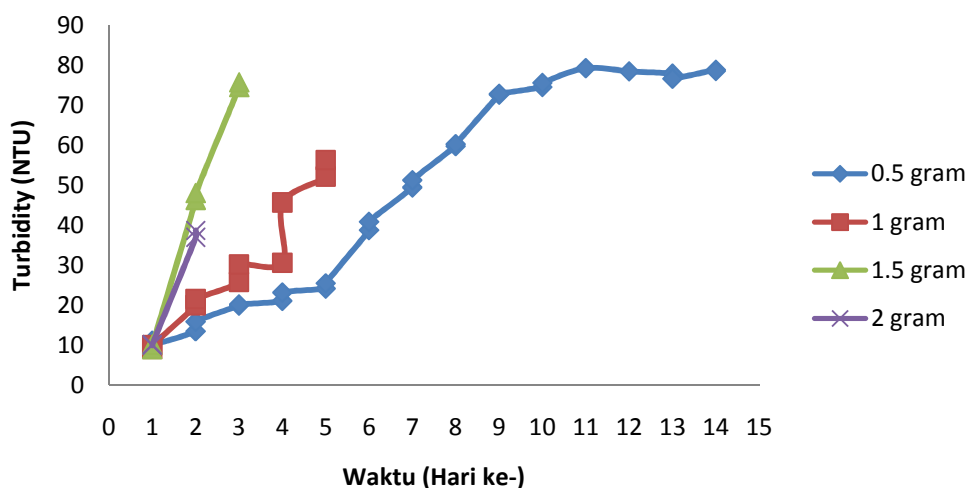


Gambar 4 Grafik Hubungan Waktu VS Turbidity pada Berbagai Pakan (Tanpa Kepiting)

Pada Gambar 4 menunjukkan hubungan antara turbidity pada air tanpa kepiting dengan waktu pada berbagai gr pakan. Pada grafik di atas, Pada pakan 0,5 gr berada pada tingkat yang paling rendah, artinya turbiditi pada pakan 0,5 gr paling rendah diantara 1;1,5; dan 2 gr. Hal ini dikarenakan pakan yang ditambahkan ke air dengan volume yang sama, paling rendah yaitu sebanyak 0,5 gr, sehingga memiliki turbidity yang rendah yaitu sebesar 20,9 NTU. Turbiditi pada pakan 1 gr lebih tinggi dari pada turbiditi pada pakan 0,5 gr yaitu 25,4 NTU. Pada pakan 1,5 gr turbiditi sebesar 34,1 NTU, sedangkan pada pakan 2 gr lebih kecil dari pakan 1,5 gr yaitu 31,9 NTU.

Peningkatan turbiditi ini disebabkan adanya partikel anorganik, koloid organik (seperti mikroorganisme) dan *Dissolved Organic Matter* (DOM) [12]. Kadar pakan dalam air yang semakin banyak akan semakin meningkat pula turbiditi air. Hubungan antara konsentrasi padatan tersuspensi dalam air adalah berbanding lurus. Semakin tinggi konsentrasi padatan tersuspensi dalam air, turbiditi nya juga akan semakin tinggi.[4]

3.4 Pengaruh Turbidity terhadap Kelangsungan Hidup Kepiting



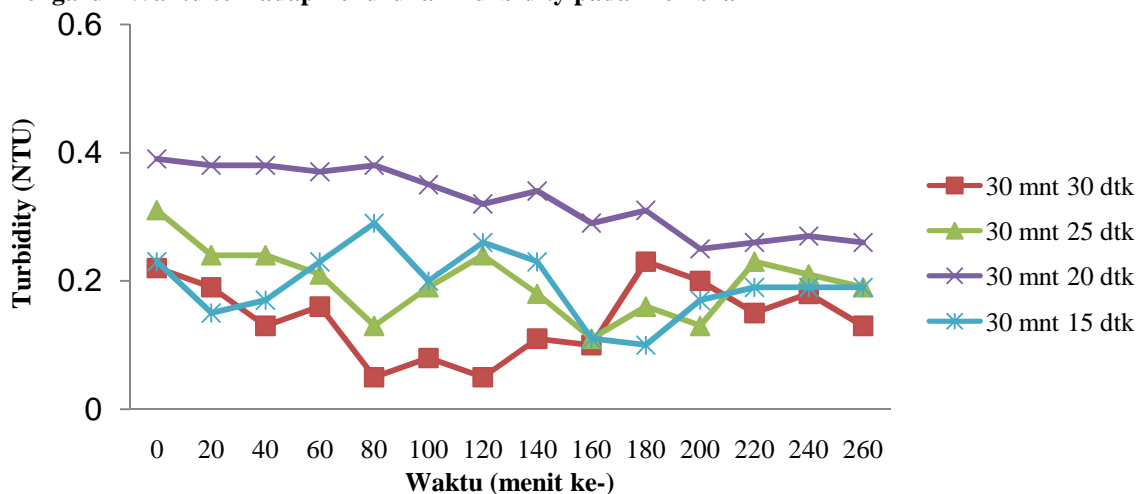
Gambar 5 Grafik Hubungan Waktu VS Turbiditi pada Berbagai Pakan (Kepiting)

Pada gambar 5 menunjukkan hubungan antara waktu vs turbiditi air pada budidaya kepiting dengan berbagai gram pakan. Pada grafik di atas, pada pakan 0,5 gr menunjukkan bahwa tingkat hidup kepiting paling tinggi. Hal ini disebabkan karena kenaikan turbiditi setiap harinya paling rendah dibandingkan dengan 1 gr;1,5 gr; 2 gr dan kepiting mati pada hari ke-14 dengan turbiditi 78,6 NTU. Turbiditi ini dipengaruhi oleh kadar pakan yang diberikan dan terakumulasinya pakan didalam bak pemeliharaan. Pada pakan 1 gr kepiting mati pada turbiditi 56,3 NTU pada hari ke-5. Turbiditi pada pakan 1,5 gr lebih tinggi jika dibandingkan pada pakan 0,5 gr. Hal ini menyebabkan ketahanan hidup kepiting lebih rendah jika dibandingkan pada pakan 0,5 gr. Pada pakan 1,5 gr kepiting mati pada turbiditi 75,8 NTU pada hari ke-3. Hal ini disebabkan karena turbiditi yang semakin tinggi jika dibandingkan pakan 0,5 gr; 1 gr, sehingga kepiting lebih cepat mati. Pada pakan 2 gr, kepiting mati pada 38,7 NTU pada hari ke-2. Karena pada hari ke-2 pakan yang diberikan paling tinggi, yaitu sebesar 2 gr,

sehingga akan menyebabkan turbiditi yang semakin tinggi juga bila dibandingkan dengan 0,5 gr; 1 gr; 1,5 gr; 2 gr. Menurut [4] keping mampu bertahan hidup pada air dengan turbiditi < 30 NTU.

Pada pakan 0,5 gr; 1 gr; 1,5 gr keping masih mampu bertahan hidup dengan turbiditi >30 NTU. Hal ini dikarenakan kadar oksigen yang diperlukan untuk kelangsungan hidup keping masih tercukupi. Turbiditi yang terlalu tinggi menunjukkan bahwa partikel tersuspensi dalam air banyak, hal ini akan mengakibatkan konsentrasi oksigen di dalam air menurun. Oleh karena itu jika turbiditi air nya terlalu tinggi harus dilakukan proses separasi untuk memisahkan partikulat yang tersuspensi dalam air sehingga kadar turbiditinya masih dapat diterima oleh keping [4]. Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi turbiditi air akan mengakibatkan laju kematian keping semakin meningkat. Turbiditi ini dipengaruhi oleh faktor kadar pakan di dalam air. Hubungan antara konsentrasi padatan tersuspensi dalam air adalah berbanding lurus. Semakin tinggi konsentrasi padatan tersuspensi dalam air, turbiditi nya juga akan semakin tinggi.

3.5 Pengaruh Waktu terhadap Penurunan Turbidity pada Membran



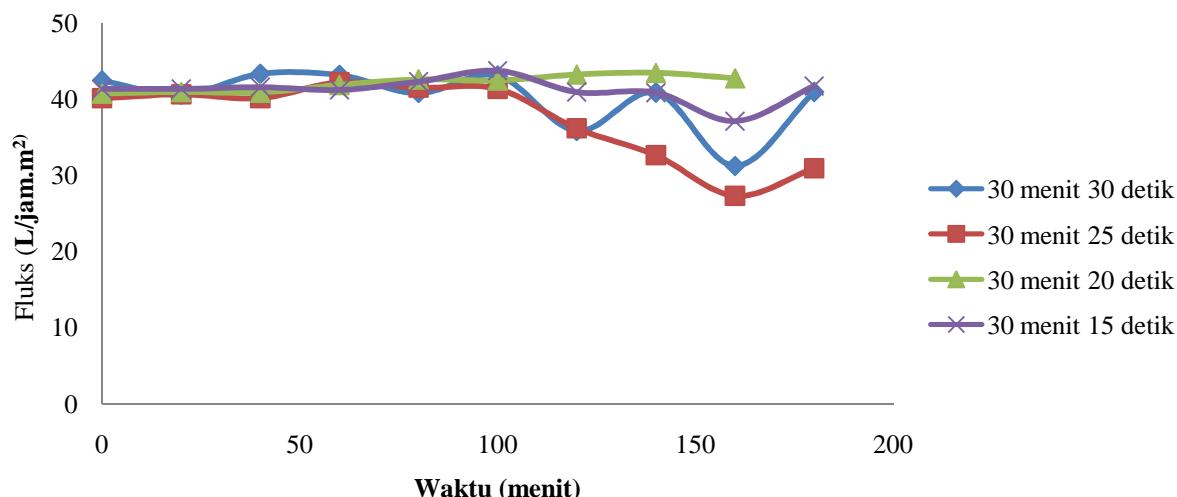
Gambar 6 Grafik hubungan Turbiditi dengan Waktu pada membran

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara turbiditi dengan waktu pada membran dengan setting *backwash* 30 menit 30 detik; 30 menit 25 detik; 30 menit 25 detik; 30 menit 15 detik. Rata – rata pada setting *backwash* 30 menit 30 detik diperoleh turbiditi sebesar 0,14 NTU sedangkan pada setting *backwash* 30 menit 25 detik diperoleh rata – rata turbiditi sebesar 0,2 NTU. Pada setting *backwash* 30 menit 20 detik turbiditi yang diperoleh sebesar 0,32 NTU, sedangkan turbiditi pada setting *backwash* 30 menit 15 detik sebesar 0,19 NTU.

Pada grafik di atas menunjukkan setting *backwash* mempengaruhi penurunan turbiditi. Berdasarkan penelitian, diperoleh setting *backwash* dengan turbiditi paling rendah yaitu pada setting *backwash* 30 menit 30 detik. Hal inimenunjukkan bahwa membran ultrafiltrasi dapat menurunkan turbiditi [12].

3.6 Pengendalian fouling

Terjadinya *fouling* membran tidak dapat dihindari dan inilah tantangan terberat dalam teknologi membran. Lapisan *fouling* membran (*foulant*) ini menghambat filtrasi. *Foulant* ini dapat berupa endapan organik (makromolekul, substansi biologi), endapan inorganik (logam hidroksida, garam kalsium) dan partikulat. *Foulant* akan terakumulasi pada permukaan membran karena tidak ikut ambil bagian dalam transfer massa [5]. Akibatnya *foulant* ini akan mengurangi efektivitas dan fluks membran (Gambar 6)



Gambar 7 Grafik hubungan waktu dengan fluks pada berbagai setting Backwash

Gambar 7 menunjukkan grafik hubungan antara fluks dengan waktu pada berbagai setting *backwash*. Setting *backwash* pada penelitian ini adalah 30 menit 30 detik; 30 menit 25 detik; 30 menit 20 detik dan 30 menit 15 detik. Performa membran dilihat dari dua kategori yaitu fluks dan selektivitas. Fluks berbanding terbalik dengan selektivitas [13]. Berdasarkan gambar 4.6 Fluks yang paling tinggi yaitu pada setting *backwash* 30 menit 15 detik, yaitu sebesar 41,2 L/m².jam dan didapatkan selektivitas sebesar 0,19 NTU (Gambar 6). Dengan fluks yang tinggi menunjukkan bahwa fouling dapat dikendalikan dengan *backwash*.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil menurunkan kadar amoniak dan turbiditi pada budidaya kepiting menggunakan membran biofilter. Dari penelitian tersebut dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penurunan kadar amonia dapat dilakukan dengan biofilter, dimana air disirkulasi dalam biofilter dengan media bioball sebagai tempat tumbuh mikroorganisme yang berperan dalam proses nitrifikasi. Kadar amonia dapat diturunkan dari 4,41 mg/L menjadi 1,48 mg/L selama 7 hari.
2. Membran ultrafiltrasi dapat menurunkan turbiditi dalam pengolahan air pada pemeliharaan kepiting untuk menjaga kualitas air. Turbiditi dapat diturunkan dari 0,3 NTU sampai 0,05 NTU.
3. Pengendalian fouling dapat dilakukan dengan setting *backwash* 30 menit 15 detik. Pada setting *backwash* ini, didapat fluks yang paling tinggi, yaitu 41,2 L/m².jam

Daftar Pustaka

- [1]. R.J Goldberg,., Elliott, M.S., Naylor, M.A., 2001. Marine Aquaculture in the United States: Environmental Impacts and Policy Options. Pew Oceans Commission, Arlington, VA, 44 pp.
- [2]. M. Kir, M. Kumlu dan O.T. Eroldoan.2004.Effect of Temperature on Acute Toxity of Ammonia to *Penaeus semiculatus* juveniles. *Aquaculture*, 241:479-489.
- [3]. C.E Boyd,., 1985. Chemical budgets for channel catfish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 114, 291–298.
- [4]. C. Kuo dan Humphrey, J. 2008. “Monitoring the Health of Prawns, Barramudi and Mud Crabs on Aquaculture Farms in the Northen Territory”. Darwin Aquaculture Centre, Fisheries. Northen teority Government”
- [5]. EPA. 2007. Wastewater Management Fact Sheet:Denitrifying Filters. U.S Environmental Protection Agency. Office of Ground Water and Drinking Water, Office of Wate, Washington DC.
- [6]. B., Wortman, Wheaton, F., 1991. Temperature effects on biodrum nitrification. *Aquacult. Eng.* 10, 183–205.
- [7]. Jr. DeLosReyes. A.A., Lawson, T.B., 1996. Combination of a bead filter and rotating biological contactor in a recirculating fish culture system. *Aquacult. Eng.* 15, 27–39.
- [8]. P.W Westerman,., Losordo, T.M., Wildhaber, M.L., 1996. Evaluation of various biofilters in an intensive recirculating fish production facility. *Trans. ASAE* 39, 723–727.
- [9]. A.D Greiner,., Timmons, M.B., 1998. Evaluation of the nitrification rates of microbead and trickling filters in an intensive recirculating tilapia production facility. *Aquacult. Eng.* 18, 189–200.
- [10]. T.H. Hutchinson, Yokota, H., Hagino, S., Ozato, K., 2003. Topic 4.12 development of fish tests for endocrine disruptors. *Pure Appl. Chem.* 75 (11/12), 2343–2353.



-
- [11]. Maria Teresa Gutierrez-Wing, Ronald F. Malone. 2006. Biological filters in Aquaculture. Trends and Research Directions for Freshwater and Marine Applications. *Aquacultural Engineering* 34:163-171
 - [12]. A.W. Zularisam, , et al. 2007. "The Effect of Natural Organic Mater (NOM) Fractions on Fouling Characteristic and Flux Recovery of Ultrafiltration Membranes". *Membran research unit, University Teknologi Malaysia. Desalination: 212 (2007) 191-208*
 - [13]. M. Mulder. 2000. "Basic Principles of Membran Technology". Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
 - [14]. Colt, J., 2006. Water quality requirements for reuse systems. *Aquacult. Eng.* 34, 143–156.