

Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat

Tetty Afrianti Nainggolan¹, Siti Khotimah¹, Masnur Turnip¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,
Email korespondensi : teanainggolan@gmail.com

Abstract

Liquid waste from rubber processing factories contains natural bacteria that degrade ammonia which can be used in the process of treatment of liquid waste of rubber and is capable of oxidizing ammonia. This research aimed to reveal the genera of bacteria that degrade ammonia derived from liquid waste of rubber that was taken from the rubber industry factory PT. Sumber Djantin. The research was conducted in a period of 4 months, from July to October 2014. The bacteria were isolated using the pour plate method, then their morphology was observed macroscopically, microscopically, and in addition, biochemical tests were performed. The identification of bacterial isolates referred to Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. A total of seven genera of bacteria found in the liquid waste from rubber factory PT. Sumber Djantin. The seven genera of bacteria were *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrospina*, *Nitrospira*, and *Nitrococcus*. All are classified into the group of gram-negative bacteria.

Keywords: *bacteria, waste, ammonia, degradation.*

PENDAHULUAN

Limbah cair karet mengandung bahan organik dengan nitrogen yang tinggi seperti protein, amonia dan fosfat. Penggunaan amonia sebagai zat antikoagulan dalam proses pengolahan menyebabkan kadar amonia tinggi dalam air limbah. Kehadiran amonia dalam suatu ekosistem dapat mempengaruhi mikroba terutama bakteri yang mempunyai kemampuan mendegradasi amonia. Populasi bakteri pendegradasi amonia akan berkembang dengan adanya kontaminasi amonia dalam suatu ekosistem (Alexander, 1977).

Pengolahan karet di Indonesia pada umumnya menggunakan kolam anaerobik dan fakultatif. Pengolahan ini hanya dapat menurunkan kandungan karbon tetapi senyawa nitrogen dan fosfor masih relatif tinggi. Pengolahan limbah secara biologi yaitu dengan memanfaatkan aktivitas mikroba untuk menguraikan zat organik dalam air limbah dengan melibatkan bakteri-bakteri aerob yang disebut bakteri nitrifikasi (Sutedjo *et al.*, 1991). Nitrifikasi merupakan proses perubahan amonium menjadi nitrat oleh mikroba pengoksidasi amonium dan oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh mikroba pengoksidasi nitrit (Koplam 1983, dalam Blackburn dan Sorensen, 1985).

Limbah cair karet mengandung bakteri yang berpotensi mendegradasi senyawa amonia. Bakteri tersebut dapat diperoleh dengan mengisolasi langsung dari limbah cair karet kemudiandikembangkan dan dimanfaatkan dalam penanganan pengolahan limbah secara biologi. Penelitian mengenai bakteri pendegradasi amonia dari limbah cair karet di Kalimantan Barat belum pernah dilakukan.

Berkaitan dengan adanya bakteri yang secara alami berpotensi dalam mendegradasi amonia, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui bakteri yang berperan dalam pendegradasi amonia pada limbah cair karet. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui genus bakteri pendegradasi amonia yang berasal dari limbah cair karet di Pontianak Kalimantan Barat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan, dimulai dari bulan Juli sampai Oktober 2014. Sampel limbah cair diambil langsung dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di pabrik karet PT. Sumber Djantin Pontianak.

Sampel diambil dari 3 (tiga) kolam penampungan limbah secara komposit berdasarkan 3 jenis kolam yang berbeda yaitu bak pengendapan I, bak pengendapan II dan bak pengendapan III.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi Autoklaf, cawan petri, enkas, Incubator, mikroskop, *magnetic stirrer*, tabung reaksi, termometer, timbangan digital dan *vortex*, jarum ose. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair karet, akuades, pewarnaan gram (kristal violet, garam iodine, safranin, alkohol 95%), media nitrifikasi dengan komposisi bakto agar, CaCl₂, CaCO₃, CaCl₂.2H₂O, Fe-sitrat, Fenol red, FeSO₄.7H₂O, KH₂PO₄, KNO₂, MgSO₄.7H₂O, (NH₄)₂SO₄, NaCl, larutan NaCl 1 M, larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%, *media simmons citrate*, dan media urea.

Prosedur Kerja

Pembuatan Media Nitrifikasi

Medium spesifik *Nitrosomonas* sp. bahan ditimbang sebanyak 0,5 g (NH₄)₂SO₄, 0,2 g KH₂PO₄, 0,04 g, CaCl₂.2H₂O, 0,04 g MgSO₄.7H₂O, 0,5 g Fe-sitrat, 0,5 g Fenol-red (pH 6.2-8.4) dan 20 g bakto agar. Semua bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 500 ml, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk hingga larut. Media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Verstraete, 1981 dalam Iswandi, 1989).

Medium spesifik *Nitrobacter* sp. bahan ditimbang sebanyak 0,006 g KNO₂, 1,0 g K₂HPO₄, 0,3 g NaCl, 0,1 g MgSO₄.7H₂O, 0,03 g FeSO₄.7H₂O, 1,0 g CaCO₃, 0,3 g CaCl₂, 20 g bakto agar. Semua bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 500 ml, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk hingga larut. Media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Verstrate, 1981 dalam Iswandi, 1989).

Pengambilan Sampel Limbah Cair Karet

Sampel di ambil sebanyak 100 ml dengan cara menenggelamkan botol hingga terisi penuh tanpa adanya terbentuk gelembung kemudian botol ditutup kembali dan diberi keterangan meliputi tanggal, waktu dan lokasi pengambilan sampel dan dimasukkan kedalam *cooler box*. Pengompositan sampel limbah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi.

Isolasi Bakteri Pendegradasi Amonia

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode tuang (pour plate) (Puspitasari *et al.*, 2005). Pengenceran dilakukan pada tingkat 10⁻¹ sampai 10⁻³ dengan menginokulasikan 0,1 ml suspensi dari setiap pengenceran kemudian dimasukkan kedalam cawan petri secara aseptis. Media khusus Nitrifikasi dituangkan dan diratakan agar media homogen kemudian media di inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam.

Pemurnian Isolasi bakteri Pendegradasi Amonia

Pemurnian bakteri dilakukan dengan cara masing-masing koloni bakteri yang tumbuh diambil menggunakan ose secara aseptis dan digoreskan pada media agar nitrifikasi (Cappucino dan Sherman, 1983). Media yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi selama 72 jam pada suhu 37°C.

Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Amonia

Identifikasi isolat bakteri mengacu pada buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994). Pengamatan morfologi bakteri yang tumbuh secara makroskopis meliputi bentuk, elevasi, tepian dan warna koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melakukan pewarnaan gram. Uji biokimia bakteri meliputi uji katalase, uji hidrolisis urea, uji sitrat dan uji *Methyl Red* (MR).

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif berdasarkan ciri morfologi dan ciri biokimia, setiap biakan murni diidentifikasi menggunakan kunci determinasi dari literatur *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil pengujian terhadap limbah cair karet berdasarkan medium spesifik *Nitrosomonas* sp. diperoleh 4 genus bakteri yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira* dan *Nitrosococcus*. Hasil isolasi bakteri pendegradasi amonia limbah cair karet memiliki karakter makroskopis, mikroskopis dan uji biokimia yang berbeda-beda. Karakterisasi morfologi bakteri dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Morfologi Bakteri Pendegradasi Amonia Media Spesifik *Nitrosomonas* sp.

Karakter Bakteri	Genus Bakteri			
1. Morfologi Makrokopis	<i>Nitrosomonas</i>	<i>Nitrosolobus</i>	<i>Nitrosospira</i>	<i>Nitrosococcus</i>
a. Permukaan Koloni	Bundar	Rizoid	Tidak beraturan	Bundar
b. Warna Koloni	Putih susu	Putih susu	Putih	Putih bening
c. Tepian Koloni	Berombak	Berombak	Berombak	Berombak
d. Elevasi Koloni	Timbul	Cembung	Timbul	Datar
2. Morfologi Mikrokopis				
a. Bentuk sel	Batang	Batang	Bulat	Bulat
b. Reaksi Gram	-	-	-	-
3. Uji Biokimia				
a. Uji Katalase	+	+	+	+
b. Uji Methyl Red (MR)	-	+	-	-
c. Uji Hidrolisis Urea	-	+	+	+
d. Uji Sitrat	-	-	-	-

Keterangan : Uji katalase (+) aerob (-) anaerob, Uji MR (+) reaksi kuat (-) reaksi lemah, Uji Hidrolisis urea (+) enzim urease (-) tidak menghasilkan enzim urease, Uji sitrat (+) sebagai sumber karbon (-) tidak ada sumber karbon

Karakter makroskopis pada 4 genus bakteri yang didapat berbeda-beda. *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* memiliki permukaan koloni bundar, sedangkan *Nitrosolobus* permukaan koloninya rizoid dan *Nitrosospira* permukaan koloninya tidak beraturan. Seluruh genus bakteri yang didapat memiliki morfologi mikrokopis berupa gram negatif dengan bentuk sel yang berbeda-beda. *Nitrosomonas* dan *Nitrosolobus* memiliki sel berbentuk batang sedangkan *Nitrosospira* dan *Nitrosococcus* memiliki sel berbentuk bulat. Uji katalase terhadap seluruh genus bakteri menunjukkan reaksi yang positif. Uji *methyl*

red menghasilkan reaksi yang positif terhadap genus *Nitrosolobus* sedangkan pada tiga genus bakteri lainnya menunjukkan reaksi negatif. Uji hidrolisis urea menunjukkan reaksi positif pada genus *Nitrosolobus*, *Nitrosospira* dan *Nitrosococcus*. Uji Sitrat menunjukkan reaksi negatif pada seluruh genus bakteri yang diperoleh (Tabel 1). Hasil isolasi bakteri yang terdapat pada limbah cair karet berdasarkan medium spesifik *Nitrobacter* sp. diperoleh 3 genus bakteri yaitu *Nitrospira*, *Nitrospina*, dan *Nitrococcus* dengan karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi Morfologi Bakteri Pendegradasi Amonia Media Spesifik *Nitrobacter* sp.

Karakter bakteri	Genus Bakteri		
1. Makrokopis	<i>Nitrospira</i>	<i>Nitrospina</i>	<i>Nitrococcus</i>
a. Permukaan Koloni	Tidak beraturan	Bundar	Bundar
b. Warna Koloni	Putih susu	Putih susu	Putih susu
c. Tepian Koloni	Berombak	Berombak	Berombak
d. Elevasi Koloni	Datar	Datar	Timbul
2. Mikrokopis			
c. Bentuk sel	Batang	Batang	Batang
d. Reaksi Gram	-	-	-

Lanjutan Tabel 2.

Karakter bakteri	Genus Bakteri		
a. Uji Katalase	+	+	-
b. Uji Methyl Red	+	+	+
c. Uji Hidrolisis Urea	+	-	+
d. Uji Sitrat	+	+	+

Keterangan : Uji katalase (+) aerob (-) anaerob, Uji MR (+) reaksi kuat (-) reaksi lemah, Uji Hidrolisis urea (+) enzim urease (-) tidak menghasilkan enzim urease, Uji sitrat (+) sebagai sumber karbon (-) tidak ada sumber karbon.

Berdasarkan pengamatan makroskopis diperoleh hasil bahwa seluruh genus bakteri warna koloni putih susu dan bentuk tepian koloni berombak. *Nitrospina* dan *Nitrococcus* memiliki bentuk permukaan koloni bundar sedangkan *Nitrospira* memiliki permukaan koloni tidak beraturan.

Hasil pengamatan mikroskopis pada seluruh genus bakteri menunjukkan bentuk sel berupa batang dan merupakan bakteri gram negatif. *Nitrospira* menunjukkan reaksi positif terhadap seluruh uji biokimia. *Nitrospira* menunjukkan reaksi positif terhadap uji katalase, *methyl red* dan uji sitrat. *Nitrococcus* menunjukkan reaksi positif terhadap uji *methyl red*, uji hidrolisis urea dan uji sitrat.

Jumlah Genus Bakteri Pendegradasi Amonia

Genus bakteri pendegradasi amonia yang ditemukan pada masing-masing kolam uji tergolong sedikit. Jumlah genus bakteri pendegradasi amonia pada masing-masing bak kolam uji dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Genus Bakteri Pendegradasi Amonia

Bak Kolam Uji	Jumlah Bakteri	Genus
Pengendapan I	4	<i>Nitrosomonas</i> , <i>Nitrosolobus</i> , <i>Nitrospira</i> , <i>Nitrospina</i>
Pengendapan II	2	<i>Nitrospira</i> , <i>Nitrococcus</i>
Pengendapan III	1	<i>Nitrosococcus</i>

Hasil pengujian pada bak pengendapan I diperoleh 4 genus bakteri yaitu *Nitrosomonas Nitrosolobus Nitrospira*, dan *Nitrospina*. Bak pengendapan II diperoleh 2 genus bakteri yaitu *Nitrospira* dan Bak pengendapan II diperoleh 2 genus bakteri yaitu *Nitrospira* dan *Nitrococcus*. bak Pengendapan III hanya diperoleh 1 genus bakteri yaitu *Nitrosococcus*.

Tabel 4. Faktor Lingkungan Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet

Parameter Uji	Pengolahan Air Limbah			Metode Uji
	Pengendapan 1	Pengendapan II	Pengendapan III	
Suhu	26 °C	28 °C	31 °C	
pH	6,22	4,49	4,52	SNI 06-6989.11-2004
BOD	114 mg/L	111 mg/L	12,8 mg/L	IK 5.4.2.11.02
COD	310 mg/L	324 mg/L	40,5 mg/L	SNI 6989.2:2009
DO	0	0	3,80 mg/L	APHA 4500-OB : 1989
Amonia (NH ₃ -N)	0,323 mg/L	5,24 mg/L	20,5 mg/L	SNI 06-6989.30-2005

(Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Pontianak (BARISTAN), 2014).

Hasil Analisis Faktor Lingkungan Limbah Cair Karet.

Pertumbuhan bakteri pendegradasi amonia sangat dipengaruhi beberapa faktor lingkungan dan kandungan senyawa organik dalam limbah. Hasil pengujian faktor lingkungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Parameter faktor lingkungan menunjukkan bahwa suhu tertinggi pada bak pengendapan III sebesar 31°C dan suhu terendah pada suhu 26°C yang terdapat pada bak pengendapan I. Kisaran suhu pada ketiga bak kolam uji masih termasuk kisaran suhu yang diperlukan bakteri nitrifikasi dalam proses pertumbuhannya. Suhu optimum yang diperlukan bakteri nitrifikasi adalah 28°C. Parameter faktor lingkungan kadar pH pada masing-masing kolam uji. Bak pengendapan I memiliki pH 6,22 sedangkan pH pada bak pengendapan II dan ketiga 4,49 dan 4,52. Kondisi ini berada di bawah kisaran pH yang dibutuhkan bakteri nitrifikasi, kadar pH yang rendah menyebabkan siklus pertumbuhan bakteri nitrifikasi menjadi terhambat. Bakteri nitrifikasi membutuhkan pH optimum 7,5-8,0 untuk mendukung pertumbuhannya.

Parameter uji BOD, COD dan DO menunjukkan hasil bahwa BOD terdapat pada bak pengendapan I dan II yaitu 114 dan 111 mg/L, nilai ini masih di atas jumlah kandungan BOD yang dibutuhkan bakteri nitrifikasi dalam proses pertumbuhannya. Nilai BOD pada bak pengendapan III berada di bawah nilai kandungan BOD yang dibutuhkan bakteri nitrifikasi yaitu 12,8 mg/L. Nilai COD pada kolam pertama dan kedua menunjukkan besarnya jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri dalam proses pertumbuhannya yaitu 310 mg/L dan 324 mg/L.

Kandungan DO merupakan salah satu faktor yang penting dibutuhkan bakteri nitrifikasi. Kandungan DO pada bak pengendapan I dan II menunjukkan tidak adanya terjadi aktivitas bakteri nitrifikasi dalam bak pengendapan I dan II. Kandungan DO pada bak pengendapan III yaitu 3,80 mg/L menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut dalam bak pengendapan III masih di atas konsentrasi yang dibutuhkan bakteri untuk melakukan proses nitrifikasi. Bakteri nitrifikasi membutuhkan minimal 2 mg/L oksigen terlarut dalam proses respirasi organismenya. Kandungan

amonia tertinggi terdapat pada bak pengendapan III yaitu sebesar 20,5 mg/L dan kandungan amonia terendah terdapat pada bak pengendapan I yaitu 0,323 mg/L.

Pembahasan

Berdasarkan karakterisasi dan morfologi isolat bakteri yang ditemukan didapatkan 7 genus bakteri berbeda yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrospina*, *Nitrospira* dan *Nitrococcus* yang mampu tumbuh pada kondisi medium yang mengandung amonia sesuai dengan media spesifik pertumbuhannya. Genus *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrospina*, *Nitrospira* dan *Nitrococcus* termasuk dalam golongan bakteri gram negatif. Menurut Fardiaz (1992), bakteri gram negatif memiliki kandungan lipid pada dinding selnya tinggi berkisar 11-12%, sedangkan penyerapan dinding selnya pada zat warna utama sangat kurang dan kebutuhan nutrisi bakteri gram negatif sangat kecil.

Genus *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrospina*, dan *Nitrospira* menghasilkan reaksi uji katalase positif yang berarti bakteri ini mampu memecah H₂O₂ menjadi H₂O dan O₂ sedangkan *Nitrococcus* menghasilkan reaksi uji negatif yang menunjukkan genus ini tidak mampu memecah H₂O₂ menjadi H₂O atau genus ini bersifat anaerob (Waluyo, 2008).

Methyl Red (MR) positif didapatkan pada genus *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, dan *Nitrococcus*. Reaksi MR negatif *Nitrosomonas*, *Nitrosospira* dan *Nitrosococcus*. Puspitasari dan Pangastuti (2005) menyatakan bakteri dengan *methyl red* positif menunjukkan bakteri ini mampu mengoksidasi glukosa dan menstabilkan konsentrasi asam yang tinggi.

Uji hidrolisis urea, genus *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira* dan *Nitrococcus* menghasilkan uji hidrolisis urea positif sedangkan hasil negatif didapatkan dari genus *Nitrosomonas* dan *Nitrospina*. Menurut Puspitasari dan Pangastuti (2005), bakteri yang dapat menghasilkan enzim urease dan melepaskan amonia merupakan bakteri dengan hasil reaksi positif.

Uji Sitrat pada genus *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus* didapatkan reaksi negatif dan pada genus *Nitrospina*, *Nitrospira* dan

Nitrococcus didapatkan reaksi positif (Tabel 1 dan 2). Hal ini, menunjukkan pada genus-genus bakteri tersebut menggunakan enzim sitrat sebagai salah satu sumber karbon untuk pertumbuhannya (Aydin dan Askoy, 2009). Uji sitrat negatif menunjukkan genus ini tidak memerlukan enzim sitrat sebagai sumber karbon dalam pertumbuhannya.

Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Amonia.

Jumlah genus bakteri paling banyak ditemukan pada bak pengendapan I yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, dan *Nitrospina*. Bakteri yang ditemukan lebih banyak dibanding pada bak pengendapan II dan III. Jumlah bakteri yang ditemukan pada bak II hanya 2 genus bakteri yaitu *Nitrospira* dan *Nitrococcus* sedangkan pada bak pengendapan III hanya 1 genus bakteri yaitu *Nitrosococcus*. Kondisi suhu pada bak pengendapan I-III berkisar antara 26-31^oC. Suhu ini termasuk kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Hal ini dapat dilihat dari ditemukannya genus bakteri yang tumbuh pada bak pengendapan I-III dalam kondisi suhu tersebut. Menurut Yuniasari (2009), bakteri nitrifikasi dapat menguraikan amonia jika berada pada suhu 25-35^oC (Tabel 4). bakteri nitrifikasi akan berhenti menguraikan amonia berhenti pada saat suhu meningkat menjadi 50^oC dan berhenti berfungsi jika suhu pertumbuhannya berada dalam suhu 5^oC (Painter, 1970, Painter Loveless, 1983).

Pengukuran pH pada bak pengendapan I menunjukkan kondisi pH limbah cair karet masih dalam kisaran pH yang diperlukan dalam proses nitrifikasi. Terlihat dari jumlah genus bakteri yang ditemukan lebih banyak dibandingkan bak pengendapan II dan III. Kondisi pH pada bak pengendapan II dan III berada di bawah kisaran pH yang dibutuhkan dalam proses nitrifikasi yaitu 4,49 dan 4,52 (Tabel 4), kondisi ini berpengaruh terhadap jumlah bakteri yang ditemukan semakin sedikit. Siklus pertumbuhan bakteri nitrifikasi akan berjalan dengan baik jika pada pH 5,5-10 dengan pH optimum 8,5 (Leiwakabessy *et al.* 2003). Sesuai dengan kondisi pH pada bak pengendapan I masih dalam kisaran pH pertumbuhan bakteri nitrifikasi sehingga didapatkan 4 genus bakteri yang tumbuh dalam kondisi pH tersebut. Selanjutnya pada bak pengendapan II dan III hanya didapatkan 2 dan 1 genus bakteri dari masing-masing bak pengendapan karena kondisi pH yang berada

dibawah pH yang dibutuhkan. Pertumbuhan bakteri nitrifikasi menjadi terhambat bahkan dapat membunuh mikroba tersebut apabila pH yang dibutuhkan berada di bawah kisaran pH 5 (Imas *et al.*, 1989 dan Ambasari, 1999).

Senyawa organik memiliki peranan dalam proses pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Kandungan BOD tertinggi terdapat pada bak pengendapan I yaitu 114 mg/L dengan jumlah genus bakteri paling banyak yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosospira*, dan *Nitrospina*. Tingginya senyawa organik pada bak pengendapan I mempengaruhi pertumbuhan bakteri nitrifikasi, semakin banyak bahan organik dalam limbah maka kebutuhan oksigen yang dibutuhkan bakteri semakin besar (Widjaja *et al.*, 2007). Bakteri nitrifikasi memerlukan 20-30 mg/L BOD untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik (Ripple, 2003). Sebaliknya pada bak pengendapan III ditemukan 1 genus bakteri yaitu *Nitrosococcus* dengan jumlah oksigen paling rendah 12,8 mg/L. Penurunan nilai BOD dapat diindikasikan dengan besarnya bahan organik yang terurai secara biologi (Puspitasari *et al.*, 2005).

Bakteri pengoksidasi amonia merupakan bakteri aerob, yang membutuhkan oksigen dan merupakan salah satu faktor penting dalam proses pertumbuhan. Tidak adanya oksigen terlarut dalam bak pengendapan I dan II disebabkan tingginya konsentrasi BOD pada bak pengendapan I dan II. Semakin tinggi BOD dalam limbah maka konsentrasi DO semakin rendah (Tabel 4). Jumlah DO pada bak pengendapan III sebesar 3,80 mg/L, jumlah tersebut masih dikatakan kurang untuk proses pertumbuhannya. Menurut Ripple (2003), bakteri pengoksidasi amonia membutuhkan oksigen 2 mg/L dalam prosesnya dan 4,6 mg O₂ untuk dapat mengoksidasi 1 mg amonia. DO sangat dibutuhkan bakteri dalam proses pertumbuhan dan metabolisme serta sebagai oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik (Salmin, 2000).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh zat organik yang ada dalam limbah (Boyd, 1990). Tingginya jumlah oksigen yang digunakan bakteri *Nitrospira* dan *Nitrococcus* menunjukkan jumlah bahan organik yang ada di dalam limbah cair karet pada bak pengendapan II sangat banyak. Nilai COD terendah terdapat pada bak pengendapan III 40,5

mg/L dengan 1 genus bakteri yang ditemukan yaitu *Nitrosococcus*.

Bakteri nitrifikasi memanfaatkan amonia sebagai sumber energi dan membentuk sel. Jika dilihat dari kadar amonia pada bak pengendapan I, II dan III, kadar amonia tertinggi terdapat pada bak pengendapan III yaitu 20,5 mg/L. Peningkatan konsentrasi amonia ini sebagai akibat proses dekomposisi (amonifikasi) bahan-bahan organik yang berasal dari sisa hasil pengolahan karet dan apabila proses nitrifikasi tidak berlangsung baik maka akan terjadi akumulasi amonia di bak pengolahan (Badjoeri & Widyanto, 2008). Sedikitnya genus bakteri yang ditemukan pada bak pengendapan III selain disebabkan karena bakteri tersebut telah melewati fase eksponensialnya dan akan memasuki fase kematian, kelebihan kandungan amonia pada bak pengendapan III juga dapat bersifat toksik terhadap bakteri nitrifikasi karena amonia yang terkandung tidak terionisasi. Menurut Anthonisen *et al.* (1976), amonia yang tidak terionisasi dapat menyebabkan toksisitas terhadap bakteri *nitrosomonas* dan menghambat proses nitrifikasi. Sebaliknya pada bak pengendapan I dan II jumlah genus yang ditemukan lebih banyak dibandingkan genus pada bak pengendapan III dengan kadar amonia yang lebih sedikit.

Rendahnya kadar amonia pada bak pengendapan I 0,323 mg/L dan bak pengendapan II 5,24 mg/L dipengaruhi karena penggunaan soda api dan tawas dalam jumlah banyak pada proses pengolahan sebagai bahan penetralisir keasaman limbah dan kandungan amonia. Sedikitnya sumber energi utama yang diperlukan bakteri nitrifikasi pada bak pengendapan I dan II tidak mempengaruhi keberadaan bakteri nitrifikasi dalam jumlah banyak dibandingkan genus yang ditemukan pada bak pengendapan III. *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrospira*, *Nitrospina* pada bak pengendapan I dan II dan genus *Nitrospira* dan *Nitrococcus* pada bak pengendapan II justru tetap dapat tumbuh dengan kondisi kadar amonia yang terbatas. Hal ini dikarenakan ketersediaan senyawa organik yang banyak dalam limbah serta kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Tersedianya senyawa organik dan substrat yang cukup juga berperan dalam peningkatan jumlah bakteri dalam limbah (Mc Carty dan Haug, 1971).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Gunamunardi wongso SE, Niske Puspita Sari, Anisa, Tuti Kusumadewi, M. Khotim, Petronius Piter, Frediktus Jhonatan yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M, 1977, Introduction to Soil Microbiology, Jhon Willey & Sons Newyork, PP, 307-309.
- Ambasari, H, 1999, Karakteristik dan Peran Bakteri Nitrofikasi Dalam Usaha Minimisasi Amonia yang Terakumulasi Di Dalam Sistem Akuakultur. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 1 (2): 43-52, <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0502/D050201.pdf>.
- Anthonisen AC, Loehr RC, Prakasam TBS, Srinath EG. 1976. Inhibition of Nitrification by Ammonia and Nitrous Acid. *J Water Pollut Control Fed* 48: 835-852.
- Ayudin Y. A and Aksoy N. D, 2009, Isolation of Cellulose Producing Bacteria From Wastes of Vinegar Fermentation, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol I, WCECS October 22-23, 2009, San Fransisco. USA.
- Badjoeri, M, & Widiyanto T, 2008, Penggunaan Bakteri Nitrifikasi untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya terhadap Konsentrasi Amonia dan Nitrit di Tambak Udang, Laporan Tahunan, Program Penelitian dan Pengembangan Iptek - Riset Kompetitif LIPI, Oceanologi dan Limnologi di Indonesia, LIPI, Bogor.
- Blackburn, HT & J, Sorensen, 1985, *Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environment*, Dept, Ecology & Genetic, Universitas of Aarhus, Denmark.
- Boyd, CE, 1990, Water quality in ponds for aquaculture, Alabama agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 482 p.
- Cappucino, JG & N, Sherman, 1983, Microbiology: A Laboratory Manual, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts.
- Cowan, ST, Steel, KJ, Barrow, GI & Feltham, RKA, 1993, Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria 3rd Edition, Cambridge University Press, Australia.

- Fardiaz, S, 1992, Mikrobiologi Pangan I, Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Holt, J G, Krieg N, R, Sneath, P,H,A, Staley, JT & Williams, S,T 1994, Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Ninth Edition, Williams and Wilkins Company, United Stated.
- Imas, T, RS, Hadioetomo, A,G, Gunawan, dan Y, Setiadi, 1989, *Mikrobiologi Tanah II*, Bogor: PAU IPB.
- Leiwakabessy, FM, Wahjudin, UM & Suwarno, 2003, Kesuburan Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mc Carty PL, Haug R, 1971, Nitrogen Removal from Wastewater by Biological Nitrification and Denitrification. Society for applied bacteriological symposium series no.1. microbial aspect of pollution. Academic Pr. London.
- Munawar, Widjajanti, H & Prihandini U, 2006, Isolasi Seleksi, dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Amoniak dari Limbah Cair Industri Eksplorasi Produksi Minyak Bumi, *Jurnal Pengelola Lingkungan dan SDA*, Vol 6, no 4, hal 84-92, diakses tanggal 6 desember 2014, <http://eprints.unsri.ac.id/2089/2/Peng_Ling_SDA_2006.pdf>.
- Painter, HA, 1970, & JE, Loveless, 1983, Effect of Temperature and pH Value On The Growth Rate Contants Of Nitrifying Bacteria in the Activated Sludge Process, *Water Research*. 17:237-248, 1983.
- Puspitasari, DA, Pangastuti A & Winarno K, 2005, Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Industri Karet dan Uji Kemampuannya dalam Perbaikan Kualitas Limbah Industri Karet, *Jurnal Bioteknologi*, vol. 2, no. 2, hal. 49-53.
- Ripple W. 2003. Nitrification basics for aerated lagoon operators. 4th Annual Lagoon Operators Round Table Discussion Ashland WWTF.
- Salmin, 2000, Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten, Tangerang.
- Sutedjo, M, AG, Kartasapoetra & S, Sastroatmodjo, 1991, Mikrobiologi Tanah, Rineka Cipta, Jakarta.
- Van Wyk P, Scarpa J. 1999. Water Quality Requirements and Management. Di dalam: Van Wyk P, Davis-Hodgkins R, Laramore KL, Main J, Mountain, Scarpa J. Farming Marine Shrimp in Recirculating freshwater systems. http://www.hboi.edu/aqua/training_pubs.html [11 Maret 2008]
- Verstraete, W, and M. Alexander. 1972. Heterotrophic nitrification by *Arthrobactersp.* *Journal of Bacteriology* 110: 955-96, diakses tanggal 13 November 2014, <<http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/6297>>
- Waluyo L, 2008, Teknik & Metode Dasar Dalam Mikrobiologi, Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang.
- Yuniasari, D, 2009, Pengaruh Pemberian Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi serta Molase dengan C/N Rasio Berbeda Terhadap Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 78 hal.