

## PROSES DEPROTEINASI MENGGUNAKAN METODE NITRIFIKASI PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

**Gunung Bhimantara dan Yayok Suryo P**

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email: [gunungbhimantara123@gmail.com](mailto:gunungbhimantara123@gmail.com)

### ABSTRAK

*Proses deproteinasi merupakan upaya pengurangan kadar protein yang telah terdekomposisi menjadi suatu senyawa baru yaitu  $NH_3-N$ . Metode nitrifikasi merupakan gambaran dari dua langkah proses biologis ammonia ( $NH_3-N$ ) dioksidasi menjadi  $NO_2-N$  dan nitrit dioksidasi menjadi nitrat ( $NO_3-N$ ). Proses ini diperlukan karena ammonia yang terkandung dalam air limbah mempengaruhi konsentrasi Dissolved Oxygen (DO) dan bersifat racun terhadap ikan dan nitrogen yang ada harus diremoval agar tidak terjadi eutrofikasi pada permukaan air. Pada percobaan terdahulu telah dilakukan percobaan penurunan  $NH_3-N$  dengan proses deproteinasi menggunakan metode fermentasi berhasil dengan baik, pada percobaan kali ini menggunakan metode nitrifikasi dengan tujuan yang telah dijelaskan sebelumnya. Proses ini menggunakan peran bakteri yaitu *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan variasi kadar 1 ml, 5 ml, 10 ml, dan 0 ml untuk reaktor kontrol. Waktu kontak percobaan yaitu 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, dan 5 hari dengan sistem batch. Proses batch pada percobaan ini yaitu melakukan running sesuai waktu kontak yang direncanakan setelah mencapai waktu interval tersebut limbah pada reaktor dibuang kemudian diganti dengan limbah baru dan dilakukan percobaan sesuai interval yang telah ditentukan. Hasil dari percobaan kali ini menghasilkan penurunan  $NH_3-N$  sebesar 93,3 % pada kadar bakteri 5 ml dan waktu optimal 3 hari dengan kemampuan penurunan  $NH_3-N$  sebesar 39,2 mg/l.*

**Kata kunci:** Deproteinasi, Nitrifikasi,  $NH_3-N$

### ABSTRACT

*Deproteinasi process is an effort to reduce the decomposed protein content into a new compound that is  $NH_3-N$ . The nitrification method is a description of two biological process steps in which ammonia ( $NH_3-N$ ) is oxidized to  $NO_2-N$  and nitrites are oxidized to nitrate ( $NO_3-N$ ). This process is required because ammonia contained in wastewater affects the concentration of Dissolved Oxygen (DO) and is toxic to fish and the existing nitrogen must be removed in order to avoid Eutrophication on the water surface. In the previous experiment, the  $NH_3-N$  decrease experiment with deproteination process using the fermentation method was successful, in this experiment using the nitrification method with the purpose which has been described previously. This process uses the bacterial role of *Nitrosomonas sp* and *Nitrobacter sp* with variations of 1 ml, 5 ml, 10 ml, and 0 ml levels for the control reactor. Test contact time is 1 day, 2 days, 3 days, 4 days, and 5 days with batch system. The batch process in this experiment is to run in accordance with the planned contact time after reaching the interval time the waste in the reactor is disposed of and then replaced with new waste and conducted experiments in accordance with the specified interval. The results of this experiment resulted in a decrease of  $NH_3-N$  by 93,3% in 5 ml bacterial content and optimal 3 day time with  $NH_3-N$  decrease ability of 39,2 mg / l.*

**Keywords:** Deproteinasi, Nitrification,  $NH_3-N$ .

## PENDAHULUAN

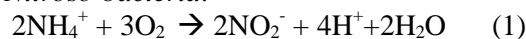
Tahu adalah salah satu makanan tradisional yang biasa dikonsumsi setiap hari oleh orang Indonesia. Proses produksi tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya, limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cair dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair pabrik tahu ini memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Tanpa proses penanganan dengan baik, limbah tahu menyebabkan dampak negatif seperti polusi air, sumber penyakit, bau tidak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar.

Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat terurai. Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pencucian lantai, dan pemasakan serta larutan bekas rendaman kedelai. Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuat tahu kira-kira 15–20 l/kg bahan baku kedelai sedangkan bahan pencemarnya kira-kira untuk TSS sebesar 30 kg/kg bahan baku kedelai, BOD 65 g/kg bahan baku kedelai, dan COD 130 g/kg bahan baku kedelai (Emdi dan Bapedal, 1994). Menurut Ginting (2007), amonia adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{NH}_3$ . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawa kausatik dan dapat mengganggu kesehatan. Amonia dalam air permukaan selain berasal dari air seni dan tinja, juga berasal dari oksidasi zat organik secara mikrobiologi di alam atau air buangan industri dan penduduk.

Senyawa amoniak ini dapat disederhanakan menjadi senyawa yang tidak bersifat toksik

yaitu dengan bantuan bakteri pada proses nitrifikasi. Bakteri *Nitrosomonas sp.* memiliki enzim urease yang mengkatalis konversi molekul urea ke dua amoniak molekul dan satu molekul karbon dioksida (Metcalf and Eddy, 2003).

*Nitroso-bacteria:*



*Nitrobacter* akan tumbuh optimal pada suhu  $28^\circ\text{C}$  dan memiliki pH optimum antara 7,3 dan 7,5 serta akan mati pada suhu  $120^\circ\text{F}$  ( $49^\circ\text{C}$ ) atau di bawah  $32^\circ\text{F}$  ( $0^\circ\text{C}$ ). *Nitrobacter sp.* disebut bakteri nitrifikasi karena dapat mengubah amonium menjadi nitrit dan selanjutnya mengubah nitrit menjadi nitrat (Metcalf and Eddy, 2003).

*Nitro-bacteria:*



Amoniak hasil penguraian tadi akan diubah menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi. Kemudian proses berulang dua kali membentuk nitrit. Nitrit tidak dapat diserap tanaman sehingga nitrit oleh *Nitrobacter sp.* diubah menjadi menjadi nitrat dan nitrat tersebut dapat diserap oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Dengan didasari oleh teori tersebut maka penelitian ini cukup mendasari bahwa kandungan protein dalam limbah cair industri tahu mampu *ter-removal* menggunakan metode nitrifikasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Riset Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas (waktu kontak 1, 2, 3, 4, 5 hari dan kadar volume bakteri 0, 1, 5, 10 ml) dan variabel tetap berupa volume limbah 5 liter dan suhu  $25\text{--}30^\circ\text{C}$ .

### Prosedur Kerja

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil sampel limbah cair industri tahu atau air dadih yang akan digunakan dalam penelitian kali ini. Air dadih yang digunakan diambil dari hasil proses buangan cairan

pengepresan. Pengambilan sampel limbah ini pada saat sore hari sebanyak kurang lebih 20 liter limbah cair kemudian disimpan di Laboratorium Riset Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur. Sebelum dilakukan penelitian limbah cair dilakukan *treatment* awal yaitu pendinginan suhu limbah hingga 25–30 °C dan dilakukan penyaringan untuk mengurangi kadar TSS. Ketika limbah cair tahu telah melalui *treatment* awal dan siap digunakan untuk penelitian ambil beberapa ml limbah cair untuk sampling awal dan pada saat yang bersamaan ambil 500 ml limbah cair dan 200 ml air mineral pH 7–7,5 dan masukan kadar bakteri yang telah ditentukan dengan total 4 reaktor untuk dilakukan proses aklimatisasi. Proses aklimatisasi dilakukan sampai 2 hari dengan injek udara non-stop. Masukkan 5 liter air limbah pada bioreaktor yang telah diberi label beserta limbah cair yang telah melalui proses aklimatisasi. Setelah persiapan *running* selesai nyalakan aerator pada bioreaktor selama waktu kontak yang ditentukan dan selalu amati perubahan pH pada bioreaktor selama proses *running* dengan sistem batch. Dilakukan pengambilan sampel pada bioreaktor yang telah melalui proses *running* dengan setiap waktu kontak yang ditentukan. Selalu ambil sampel awal bila dilakukan pengambilan dan pergantian limbah cair baru untuk mendapatkan data yang valid.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Kemampuan Kombinasi *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan Kadar 1 ml Terhadap Penyisihan NH<sub>3</sub>-N**

Standar baku mutu untuk kadar NH<sub>3</sub>-N golongan II yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH<sub>3</sub>-N 5 mg/l. Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil *effluent* seluruhnya belum memenuhi standar maksimum, yaitu 44,8 mg/l dengan waktu kontak 1 hari, 42 mg/l dengan waktu kontak 2 hari, 30,8 mg/l dengan waktu kontak 3 hari, 25,2 mg/l dengan waktu kontak 4 hari dan 22,4 mg/l dengan waktu kontak 5 hari.

**Tabel -1:** Pengaruh Kadar 1 ml Bakteri dengan Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>-N

Kadar bakteri (ml)	td (hari)	NH <sub>3</sub> -N awal (mg/l)	Removal (%)	NH <sub>3</sub> -N effluen (mg/l)
1	1	39,2	14,3	44,8
	2	36,4	15,4	42
	3	42	66,7	30,8
	4	39,2	78,6	25,2
	5	39,2	71,4	22,4

Dari hasil analisa penyisihan NH<sub>3</sub>-N pada tabel 1 menunjukkan bahwa pada kadar bakteri 1 ml memiliki persentase removal terbesar saat waktu kontak 4 hari yaitu sebesar 78,6% dengan *effluent* 25,2 mg/l, namun belum memenuhi standar baku mutu NH<sub>3</sub>-N Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 yaitu tidak kurang dari 5 mg/l.

Hari pertama dan kedua persen penurunan ammonia terlihat konstan kemudian pada hari ketiga dan keempat perubahan persen penurunan terlihat cukup signifikan. Sesuai pengamatan tersebut bakteri terlihat beradaptasi terhadap limbah cair tahu hal ini merupakan fase pertumbuhan dan kemudian sesuai pengamatan pada hari ketiga bakteri mulai membentuk suatu koloni disertai dengan persen removal yang signifikan dan pada fase ini kedua bakteri ini aktif. Puncak aktif kinerja bakteri ini terlihat pada saat waktu kontak 4 hari yaitu sebesar 78,6% dengan *effluent* 25,2 mg/l, karena pada waktu kontak 5 hari persen removal turun meski tidak signifikan yaitu sebesar 71,4% dengan *effluent* 22,4 mg/l namun bukan berarti pada fase ini adalah fase kematian karena di butuh kan beberapa data lagi untuk meyakinkan bahwa pernyataan tersebut benar.

### **Kemampuan Kombinasi *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan Kadar 5 ml Terhadap Penyisihan NH<sub>3</sub>-N**

Standar baku mutu untuk kadar NH<sub>3</sub>-N golongan II yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH<sub>3</sub>-N adalah 5 mg/l. Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil *effluent* beberapa data belum memenuhi standar maksimum, yaitu 28 mg/l dengan waktu kontak 1 hari, 19,6 mg/l dengan waktu kontak 2 hari, 14 mg/l dengan

waktu kontak 4 hari dan 25,2 mg/l dengan waktu kontak 5 hari.

**Tabel -2:** Pengaruh Kadar 5 ml Bakteri dengan Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>-N

Kadar bakteri (ml)	td (hari)	NH <sub>3</sub> -N awal (mg/l)	Removal (%)	NH <sub>3</sub> -N effluen (mg/l)
5	1	39,2	28,6	28
	2	36,4	46,2	19,6
	3	42	93,3	2,8
	4	39,2	64,3	14
	5	39,2	35,7	25,2

Dari hasil analisa penyisihan NH<sub>3</sub>-N pada tabel 2 menunjukkan bahwa pada kadar bakteri 5 ml memiliki persentase removal terbesar saat waktu kontak 3 hari yaitu sebesar 93,3% dengan *effluent* 2,8 mg/l, data tersebut memenuhi standar baku mutu NH<sub>3</sub>-N Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 yaitu kurang dari 5 mg/l.

Pada percobaan ini terlihat jelas bahwa data pengaruh kadar 5 ml bakteri dengan waktu kontak terhadap konsentrasi NH<sub>3</sub>-N memperlihatkan setiap fasenya berdasarkan data yang signifikan antara satu dengan lainnya. Fase pertumbuhan terlihat jelas pada waktu kontak 2 hari ke waktu kontak 3 hari dimana bakteri memanfaatkan ammonia sebagai sumber karbon untuk mereka hidup yaitu secara signifikan dari 46,2% hingga menjadi 93,3% removal ammonia. Fase kematian juga terlihat jelas pada waktu kontak 4 hari ke waktu kontak 5 hari yaitu pada 64,3% menjadi 35,7% removal ammonia.

**Kemampuan Kombinasi *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan Kadar 10 ml Terhadap Penyisihan NH<sub>3</sub>-N**

Standar baku mutu untuk kadar NH<sub>3</sub>-N golongan II yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH<sub>3</sub>-N adalah 5 mg/l. Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil *effluent* seluruhnya belum memenuhi standar maksimum, yaitu 16,8 mg/l dengan waktu kontak 1 hari, 5,6 mg/l dengan waktu kontak 2 hari, 8,4 mg/l dengan waktu kontak 3 hari, 16,8 mg/l

dengan waktu kontak 4 hari dan 22,4 mg/l dengan waktu kontak 5 hari.

**Tabel -3:** Pengaruh Kadar 10 ml Bakteri dengan Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>-N

Kadar bakteri (ml)	td (hari)	NH <sub>3</sub> -N awal (mg/l)	Removal (%)	NH <sub>3</sub> -N effluent (mg/l)
10	1	39,2	57,1	16,8
	2	36,4	84,6	5,6
	3	42	80,0	8,4
	4	39,2	57,1	16,8
	5	39,2	42,9	22,4

Dari hasil analisa penyisihan NH<sub>3</sub>-N pada tabel 3 menunjukkan bahwa pada kadar bakteri 10 ml memiliki persentase removal terbesar saat waktu kontak 2 hari yaitu sebesar 84,6% dengan *effluent* 5,6 mg/l, data tersebut tidak memenuhi standart baku mutu NH<sub>3</sub>-N Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 yaitu tidak kurang dari 5 mg/l.

Pada pembahasan sebelumnya, waktu kontak terbaik pada 3 hari dan kadar bakteri 5 ml, namun untuk keseluruhan terlihat pada kadar bakteri 10 ml memiliki rata-rata penurunan paling besar dan pada kadar ini persen removal terbilang stabil untuk suatu proses penurunan NH<sub>3</sub>-N mengetahui penelitian sebelum-sebelumnya yang persen removal terlihat selalu signifikan. Hal ini kemungkinan pada waktu kontak 1 sampai 5 hari bakteri mengalami fase stationer dimana fase adaptasi dan fase pertumbuhan telah terjadi pada saat aklimatisasi namun hal ini masih suatu hipotesis sehingga untuk memastikan pernyataan tersebut harus melalui analisa lebih lanjut. Pada kadar bakteri 5 ml merupakan kadar bakteri terbaik dengan optimal waktu kontak 3 hari tetap menjadi jawaban subjektif pada penelitian ini.

**Hasil Uji Reaktor Kontrol Terhadap Penyisihan NH<sub>3</sub>-N**

Standar baku mutu untuk kadar NH<sub>3</sub>-N golongan II yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH<sub>3</sub>-N adalah 5 mg/l. Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil *effluent* seluruhnya belum

memenuhi standar maksimum, yaitu 44,8 mg/l dengan waktu kontak 1 hari, 42 mg/l dengan waktu kontak 2 hari, 30,8 mg/l dengan waktu kontak 3 hari, 30,8 mg/l dengan waktu kontak 4 hari dan 22,4 mg/l dengan waktu kontak 5 hari.

**Tabel -4:** Hasil Uji Kemampuan Reaktor Kontrol dengan Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>-N

Kadar bakteri (ml)	td (hari)	NH <sub>3</sub> -N awal (mg/l)	Removal (%)	NH <sub>3</sub> -N effluent (mg/l)
0	1	39,2	-14,3	44,8
	2	36,4	-15,4	42
	3	42	26,7	30,8
	4	39,2	35,7	30,8
	5	39,2	42,9	22,4

Dari hasil analisa penyisihan NH<sub>3</sub>-N pada tabel 4 menunjukkan bahwa pada reaktor kontrol tanpa penambahan kadar bakteri memiliki persentase removal terbesar saat waktu kontak 5 hari yaitu sebesar 42,9% dengan *effluent* 22,4 mg/l. Data tersebut tidak memenuhi standar baku NH<sub>3</sub>-N Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 yaitu tidak kurang dari 5 mg/l.

Perbedaan *treatment* akan sangat berpengaruh terhadap suatu percobaan penelitian. Hal ini terlihat pada percobaan reaktor kontrol dimana tidak diberi penambahan bakteri sama sekali. Pada waktu kontak 1 hari dan 2 hari konsentrasi ammonia semakin bertambah dikarenakan terjadi suatu dekomposisi unsur protein selama waktu kontak ini sehingga hasil dari dekomposisi protein yaitu NH<sub>3</sub>-N semakin membebani bioreaktor. Namun bagaimanapun juga setiap limbah memiliki bermacam-macam bakteri atau biasa disebut bakteri endogenesis. Hal ini terjadi pada bioreaktor kontrol dimana pada saat waktu kontak 3 sampai 5 hari memiliki persen removal berturut-turut yaitu 26,7%, 35,7% dan 42,9%. Unsur N memang merupakan unsur yang sangat mudah dimanfaatkan oleh bakteri untuk bertahan hidup, setidaknya kita tahu bahwa simbiosis mutualisme juga terjadi pada kehidupan mikroorganisme tergantung pada bagaimana manusia memanfaatkannya dengan baik.

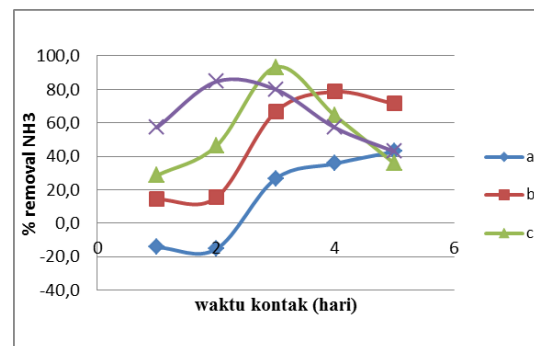
**Efektifitas Kinerja Setiap Variabel Kadar Bakteri**

Efektifitas kombinasi bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan kadar 0 ml, 1 ml, dan 10 ml terhadap penyisihan NH<sub>3</sub>-N pada 5 liter limbah cair industri tahu dengan proses nitrifikasi pada sistem *batch* dan variasi waktu kontak, dapat ditampilkan pada tabel 5 dan grafik 1.

Standar baku mutu untuk kadar NH<sub>3</sub>-N golongan II yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar NH<sub>3</sub>-N adalah 5 mg/l. Tabel 5 dan gambar 1 menunjukkan bahwa hasil terbaik dari setiap variabel kadar bakteri, yaitu 0 ml mampu meremoval 42,9% dengan waktu kontak 5 hari, 1 ml mampu meremoval 78,6% dengan waktu kontak 4 hari, 5 ml mampu meremoval 93,3% dengan waktu kontak 3 hari dan 10 ml mampu meremoval 84,6% dengan waktu kontak 2 hari.

**Tabel -5:** Pengaruh Volume Bakteri dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan NH<sub>3</sub>-N

td (hari)	0 ml bakteri	1 ml bakteri	5 ml bakteri	10 ml bakteri
	a	b	c	d
1	-14,3	14,3	28,6	57,1
2	-15,4	15,4	46,2	84,6
3	26,7	66,7	93,3	80,0
4	35,7	78,6	64,3	57,1
5	42,9	71,4	35,7	42,9



**Grafik -1:** Hubungan Waktu Kontak dengan Kadar Bakteri Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>-N

Dapat dibandingkan dari keseluruhan persen removal terbaik adalah 93,3% kadar 5 ml dengan waktu kontak 3 hari. Jika dilihat dari tabel 5 dan gambar 1, semakin banyak penambahan bakteri maka semakin cepat

proses bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* memecah  $\text{NH}_3\text{-N}$  namun tidak menentukan banyaknya persen removal  $\text{NH}_3\text{-N}$  karena pada proses nitrifikasi semakin banyak bakteri terdapat suatu reaktor maka nutrisi yang digunakan untuk mengubah menjadi karbon kalori untuk bakteri tetap hidup semakin banyak dan unsur  $\text{NH}_3\text{-N}$  merupakan salah satu nutrisi bagi *Nitrosomonas sp* (Metcalf and Eddy, 2003). Apabila nutrisi tersebut habis maka bakteri akan mengalami fase kematian dan bila pada saat itu masih terdapat unsur protein yang belum terdekomposisi menjadi  $\text{NH}_3\text{-N}$  maka suatu waktu dapat menambah beban parameter hal ini terlihat pada sifat data 0 ml pada waktu kontak 1 hari dan 2 hari dengan persen removal terbilang minus (-) atau tidak ada selisih removal dan semakin bertambah beban parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$ .

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses deproteinasi dengan kombinasi bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* menggunakan metode nitrifikasi memiliki kemampuan mendegradasi  $\text{NH}_3\text{-N}$  sebesar 93,3% pada limbah cair industri tahu sehingga dapat menghasilkan *effluent* yang memenuhi baku mutu golongan II dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 yaitu kurang dari 5 mg/l.
2. Pengaruh optimal kadar 0 ml bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan waktu kontak 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari yaitu 42,9% removal  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada waktu kontak 5 hari.
3. Pengaruh optimal kadar 1 ml bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan waktu kontak 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari yaitu 78,6% removal  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada waktu kontak 4 hari.
4. Pengaruh optimal kadar 5 ml bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan waktu kontak 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari yaitu 93,3% removal  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada waktu kontak 3 hari.
5. Pengaruh optimal kadar 10 ml bakteri *Nitrosomonas sp* dan *Nitrobacter sp* dengan waktu kontak 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari yaitu 84,6% removal  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada waktu kontak 2 hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. (1987). *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta. Kanisius.
- EMDI dan Bapedal. (1994). *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia*. Pengendalian dan Baku Mutu. Jakarta.
- Ginting dan Perdana. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Edisi 1. CV. Yrama Widya. Bandung.
- Herlambang, A. dan Marsidi, R. (2003). *Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat*. Jakarta.
- Husin dan Amir. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed*. Medan.
- Kaswinarni Fibria. (2007). *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*.
- Lettinga G., Rebac, S. dan Zeeman, G. (1980). *Tantangan Pengolahan Air Limbah Anaerobik Psikofil*.
- Metcalf and Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. 4<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill Inc. New York, St Fransisco, Auckland.
- Michael, J. Pelczar and Chan, E.C.S. (1996). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press. Jakarta.
- Nohong. (2010). *Limbah Cair Tahu*. Yayasan Bina Karya Lestari. Semarang.
- Nurhasan, dan Pramudyanto, B.B. (1991). *Penanganan Air Limbah Tahu*. Yayasan Bina Karya Lestari. Jakarta.

- Sugiharto. (1994). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.
- Syed R. Qasim. (1985). *Wastewater Treatment Plant*. CBS College Publishing.
- Tillman, A. D. (1991). *Komposisi Bahan Makanan Ternak untuk Indonesia.. Gadjah Mada University Press*
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Pengelolaan Lingkungan Hidup.