

**Pengelolaan Kandungan Bahan Organik pada Limbah Cair Laboratorium Proling-MSP-IPB dengan Berbagai Kombinasi Agen Bioremediasi  
(Management of Organic Matter Content From Proling Laboratory Waste Water  
Using Several Combinations of Bioremediation Agent)**

**Niken Tunjung Murti Pratiwi<sup>1)</sup>, Sigid Hariyadi<sup>1)</sup>, Inna Puspa Ayu<sup>1)</sup>, Tri Apriadi<sup>2)</sup>, Aliati Iswantari<sup>1)</sup>, & Dwi Yuni Wulandari<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor. <sup>2)</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji Jl. Politeknik, Senggarang, Tanjungpinang, Kepulauan Riau. **Email:** niken\_tmpratiwi@yahoo.com

**Memasukkan:** Februari 2019, **Diterima:** Juni 2019

**ABSTRACT**

Wastewater from laboratory glassware washing activities contains organic materials. Decomposing bacteria could increase the biomass by utilizing organic matter as a source of carbon. This research was aimed to describe the influence of commercial probiotic application in reducing organic matter content of Proling laboratory wastewater. The research was conducted from February to July 2016 in Aquatic Microbiology Laboratory. The experiment consists of several treatments, those were wastewater (L), wastewater+molase (LM), and wastewater+molase+bacteria from commercial probiotic (LMB). Major parameters observed were COD and bacteria abundance. The results showed that there was significant response difference between molasses and without molasses treatment. Based on COD, the most influenced treatment in decreasing organic matter were LM and LMB. These treatments could decrease COD up to 97% and 91%. Furthermore, the abundance of bacteria in molasses treatment was higher than without molasses. Based on this study, the most effective treatment in reducing organic matter was LMB.

**Keywords:** bacteria, laboratory wastewater, molasses, organic matter

**ABSTRAK**

Limbah yang berasal dari aktivitas pencucian alat-alat di laboratorium memiliki kandungan bahan organik. Bakteri bioremediasi air limbah dapat tumbuh dengan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber karbon untuk meningkatkan biomasanya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh aplikasi penggunaan bakteri probiotik komersial dalam mereduksi bahan organik limbah cair Laboratorium Proling-MSP-IPB. Penelitian eksperimental dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Perairan. Penelitian ini terdiri dari beberapa perlakuan yaitu limbah cair (L), limbah cair+molase (LM), dan limbah cair+molase+bakteri dari probiotik komersial (LMB). Parameter utama yang diamati adalah COD dan kelimpahan bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perbedaan hasil yang signifikan antara perlakuan dengan penambahan molase dan tanpa molase. Berdasarkan nilai COD, penurunan bahan organik tertinggi terjadi pada perlakuan LM dan LMB dengan waktu efektif 3 hari. Perlakuan tersebut menurunkan konsentrasi COD sebesar 97% dan 91%. Disamping itu, kelimpahan bakteri pada perlakuan yang menggunakan molase juga lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan molase. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan yang paling efektif dalam memberikan penurunan bahan organik adalah perlakuan LMB.

**Kata Kunci:** air limbah laboratorium, bahan organik, bakteri, molase

**PENDAHULUAN**

Saat ini, kondisi pengolahan air limbah cair hasil kegiatan laboratorium di Indonesia masih belum optimal dan sangat sedikit laboratorium yang melakukan pengolahan limbahnya. Pada umumnya, limbah cair laboratorium hanya diendapkan pada kolam penampungan sebelum dibuang ke lingkungan (Azamia 2012). Limbah cair yang dimaksud dalam hal ini adalah limbah

yang berasal dari aktivitas pencucian alat-alat laboratorium, yang umumnya mengandung bahan organik. Volume limbah cair yang dihasilkan laboratorium relatif sedikit dibandingkan dengan limbah yang dihasilkan oleh aktivitas industri maupun rumah tangga, tetapi dalam kurun waktu lama dapat menyebabkan terjadinya akumulasi yang dapat berdampak nyata terhadap lingkungan. Hal ini menunjukkan pentingnya dilakukan pengolahan limbah yang memadai.

Pengolahan limbah cair dapat dibedakan berdasarkan (1) pengolahan menurut tingkat perlakuan dan (2) pengolahan menurut karakteristik limbah (Kristanto 2002). Proses pengolahan limbah berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu proses fisik, kimia, dan biologi. Pada pengolahan limbah cair yang mengandung bahan organik, salah satu yang dapat dilakukan adalah menggunakan proses pengolahan limbah secara biologis. Bioremediasi adalah proses pengolahan limbah organik oleh organisme hidup pada kondisi terkontrol menjadi suatu bahan yang tidak berbahaya atau konsentrasi di bawah baku mutu yang ditentukan. Salah satu agen bioremediasi yang dapat diaplikasikan adalah bakteri (Divya *et al.* 2015; Ravindra *et al.* 2014; Pieper & Reineke 2000).

Bakteri, yang berperan sebagai bioremediator limbah organik dapat tumbuh dengan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber protein untuk meningkatkan biomasanya, harus memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri tersebut (Paramita *et al.* 2012). Ravindra *et al.* (2014) menyatakan bahwa campuran populasi bakteri yang memiliki hubungan kooperatif dan mutualistik dapat melakukan proses bioremediasi dengan mereduksi kandungan polutan beracun yang mengubah struktur kimia polutan tersebut menjadi lebih sederhana, sehingga terjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

Saat ini, limbah cair dari aktivitas pencucian di Laboratorium Proling MSP IPB hanya mengalami proses penampungan dan pengendapan. Alternatif metode pengolahan lainnya perlu dikaji agar sistem pengolahan dan hasilnya menjadi lebih efektif. Aplikasi bakteri dalam bioremediasi limbah cair laboratorium merupakan salah satu kajian yang dapat dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan pengaruh aplikasi penggunaan bakteri probiotik komersial dalam mereduksi kandungan bahan organik serta menentukan efektivitas bakteri dalam mereduksi kandungan bahan organik pada limbah cair Laboratorium Proling MSP IPB.

## BAHAN DAN CARA KERJA

Alat yang digunakan adalah stoples kaca berukuran 2,5 L, peralatan analisis kualitas air,

dan analisis kelimpahan bakteri. Bahan yang digunakan adalah limbah cair hasil aktivitas pencucian gelas di laboratorium proling, MSP IPB, bakteri probiotik komersial, media bakteri (*Nutrient Agar*), serta bahan untuk analisis kualitas air.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan kepadatan bakteri probiotik komersial dan lama waktu pengujian efektifitas bakteri dalam mereduksi limbah organik Laboratorium Proling MSP IPB.

Tahap penelitian pendahuluan meliputi pengambilan limbah, penentuan konsentrasi limbah, dan analisis pertumbuhan bakteri. Limbah yang digunakan berasal dari aktivitas pencucian alat gelas laboratorium Proling MSP IPB. Sampel limbah organik diambil melalui bak penampungan limbah pertama, dari tiga wadah bak limbah organik laboratorium menggunakan gayung berukuran 1 liter. Konsentrasi limbah yang diaplikasikan yaitu 100% (1000 mL limbah) dan 50% (500 mL limbah dan 500 mL air mineral). Kemudian limbah 100% dan 50% dilakukan analisis konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*). Hal ini dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi limbah yang akan digunakan pada penelitian utama. Berdasarkan hasil penghitungan konsentrasi COD, diperoleh pada limbah 100% sebesar 160,4167 mg/L dan limbah 50% sebesar 143,0556 mg/L. Kedua konsentrasi tersebut termasuk dalam konsentrasi COD yang rendah (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup 2010), sehingga limbah yang digunakan untuk penelitian utama adalah limbah 100%. Pada limbah 100%, waktu dan biaya lebih efisien, karena tidak menambahkan pengenceran seperti pada limbah 50%.

Analisis perhitungan bakteri juga dilakukan terhadap limbah 100% dengan menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*). Hal ini dimaksudkan untuk menentukan kelimpahan bakteri keseluruhan. Metode TPC merupakan metode penghitungan koloni bakteri dengan media agar (Waluyo 2010). Prinsip dari metode TPC adalah menumbuhkan sel-sel mikroba yang hidup sehingga sel tersebut berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dengan mata tanpa menggunakan

mikroskop (Yunita *et al.* 2015).

Kegiatan yang dilakukan pada tahap penelitian utama merupakan pengujian eksperimental menggunakan sistem *batch* dengan metode analisis rancangan acak lengkap (RAL) *in time*. Perlakuan yang diberikan, yaitu L (limbah cair 2000mL), LM (limbah cair 2000mL + molase 10mg/L), LB (limbah cair 2000mL + bakteri 4mg/L), dan LMB (limbah cair 2000mL + molase 10mg/L + bakteri 4mg/L). Eksperimen ini dilakukan selama 9 hari.

Parameter kimia kualitas air yang diamati yaitu COD, DO, amonia, nitrat, nitrit, pH, parameter kimia yaitu suhu, kekeruhan, dan warna, serta parameter biologi yaitu kelimpahan bakteri. Pengamatan parameter DO dilakukan setiap 12 jam (pukul 09.00 WIB dan 21.00 WIB). Parameter COD, amonia, nitrit, nitrat, pH, kekeruhan, dan warna diamati setiap 3 hari sekali. Analisis kelimpahan bakteri total dilakukan setiap 3 hari dengan metode TPC (*Total Plate Count*). Penghitungan koloni bakteri dengan metode TPC menggunakan media yang telah diinkubasi selama 24 jam (Paulton 1991). Pengukuran parameter kualitas air baik fisika, kimia, maupun biologi mengacu pada standar APHA (2005).

Hasil pengamatan kualitas air dianalisis dengan rancangan acak lengkap *in time*. Analisis ini digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan kualitas media uji terhadap pemberian perlakuan dengan pengamatan secara berulang pada waktu yang berbeda. Uji lanjut yang dilakukan adalah perbandingan berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) (Matjik & Sumertajaya 2000). Selanjutnya, efektivitas bakteri sebagai bioremediasor peningkatan kualitas air diketahui dengan menggunakan formula dengan prinsip besaran persen perubahan sebagai berikut (Arifin 2000).

$$E = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

**Keterangan:**

A= Nilai kualitas air sebelum pengolahan

B= Nilai kualitas air setelah pengolahan

E = Efektivitas pengolahan

Penentuan perlakuan yang efektif dalam proses bioremediasi dilakukan dengan menggunakan matrik. Matrik dibuat berupa bobot-skor pada masing-masing parameter yang diamati. Data

yang digunakan dalam matrik meliputi data seluruh pengamatan kualitas air. Nilai perubahan setiap parameter dikelompokkan menjadi dua kelas sesuai dengan masing-masing perlakuan. Pengelompokan dilakukan untuk mempermudah pemberian skor. Penurunan parameter kualitas air dan peningkatan jumlah koloni bakteri tertinggi diberi skor maksimal empat.

Masing-masing parameter kualitas air diberikan kategori bobot. Parameter COD dan jumlah kelimpahan bakteri diberi bobot 5, karena menjadi fokus utama dalam menentukan gambaran bahan organik dan proses bioremediasi. Parameter amonia, nitrit, nitrat, pH, kekeruhan dan warna diberi bobot 3, karena masih berkaitan dengan parameter nilai COD yang menunjukkan kandungan bahan organik limbah. Jumlah total bobot yang diberikan pada penelitian ini sebesar 25. Pemberian skor pada masing-masing parameter, perlu dilakukan penentuan selang kelas terlebih dahulu agar skor yang diberikan dapat lebih akurat. Kisaran skor yang diberikan berkisar 1-4. Dengan demikian, nilai maksimal dari hasil kali antara bobot dan skor (nilai akhir matrik) adalah 100. Penghitungan nilai acuan dalam penentuan peringkat, dilakukan dengan mengalikan skor dengan nilai terboboti. Melalui nilai tersebut, dapat ditentukan proses bioremediasi yang paling efektif.

**HASIL**

**Kelimpahan bakteri**

Kelimpahan bakteri selama penelitian mengalami peningkatan pada keseluruhan perlakuan, kecuali pada perlakuan L. Kelimpahan bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan LMB di hari ke-9, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan LM di hari ke-3. Grafik kelimpahan bakteri selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

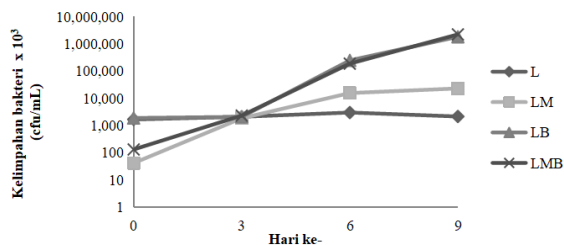
**Cemical Oxygen Demand (COD)h**

Nilai penurunan COD tertinggi terdapat pada perlakuan LM di hari ke-3 sebesar 9357,6 mg/L atau 97% diikuti dengan LMB sebesar 91%, sedangkan penurunan nilai COD terendah terdapat pada perlakuan L di hari ke-3 sebesar 2,71 mg/L atau 8% (Gambar 2).

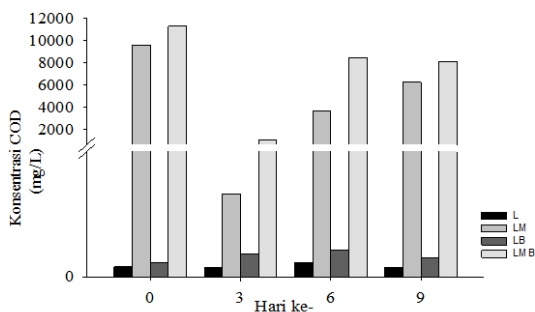
Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) untuk seluruh perlakuan dan interaksi antara perlakuan dengan waktu. Hasil yang didapat dari uji lanjut Duncan, menunjukkan persen perubahan konsentrasi COD pada perlakuan LM dan LMB di hari ke-3 tidak berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan LB dan L memberikan respon yang sama hingga akhir pengamatan.

**Nutrien (N)**

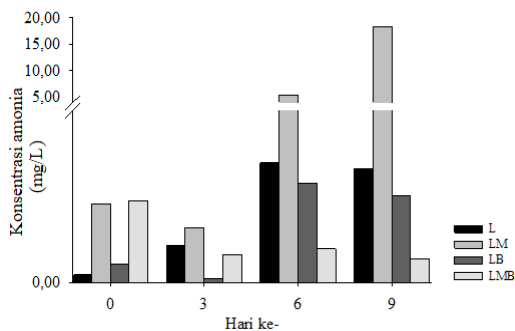
Konsentrasi amonia tertinggi terdapat pada perlakuan LM di hari ke-9 sebesar 18,37 mg/L, sedangkan konsentrasi terendah terdapat pada



**Gambar 1.** Kelimpahan bakteri selama penelitian



**Gambar 2.** Perubahan konsentrasi COD selama penelitian



**Gambar 3.** Perubahan konsentrasi amonia selama penelitian

perlakuan LB di hari ke-3 sebesar 0,05 mg/L (Gambar3). Persen perubahan konsentrasi amonia tertinggi terdapat pada perlakuan LB sebesar 79% di hari ke-3 diikuti dengan perlakuan LMB sebesar 66% di hari ke-3. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) pada perlakuan dan waktu terhadap perubahan konsentrasi amonia. Berdasarkan uji lanjut Duncan, menunjukkan bahwa pada perlakuan LMB selama pengamatan tidak berbeda nyata dengan perlakuan L dihari ke-3.

Konsentrasi nitrit mengalami penurunan mulai hari ke-0 hingga hari ke-3 pada keseluruhan perlakuan (Gambar 4). Semua perlakuan cenderung mengalami kenaikan hingga akhir pengamatan, kecuali pada perlakuan L (limbah). Penurunan nitrit tertinggi terdapat pada perlakuan LB dengan persen perubahan sebesar 82% atau 0,1023 mg/L. Konsentrasi nitrit pada perlakuan L (limbah) lebih rendah daripada perlakuan lainnya, berkisar antara 0,02 mg/L–0,15 mg/L. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan terhadap perubahan konsentrasi nitrit ( $p < 0,05$ ). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi nitrit pada perlakuan dengan pemberian molase (LM dan LMB) memiliki pola perubahan yang sama, namun sangat berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian molase (L dan LB).

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai nitrat mengalami fluktuasi selama penelitian. Persen perubahan nilai nitrat tertinggi terdapat pada perlakuan LM hari ke-3 sebesar 96% (57,8793 mg/L), sedangkan persen perubahan nilai nitrat terendah terdapat pada perlakuan L hari ke-6 sebesar 1% (0,0033 mg/L). Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan terhadap perubahan konsentrasi nitrat ( $p < 0,05$ ). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan LMB berbeda nyata terhadap keseluruhan perlakuan, sedangkan perlakuan L, LB, dan LM tidak berbeda nyata di hari ke-6 dan ke-9.

**Perlakuan yang efektif dalam mereduksi kandungan bahan organik limbah cair**

Nilai hasil perhitungan matrik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan LMB memberikan pengaruh yang efektif terhadap

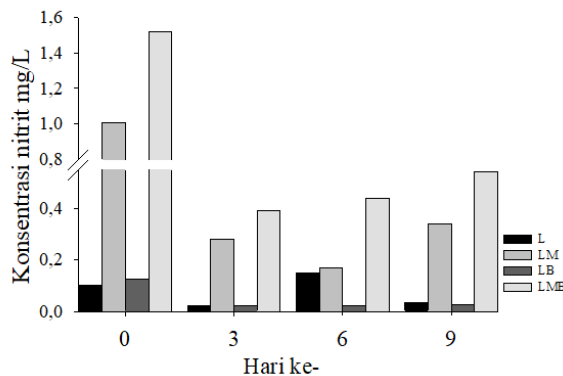
peningkatan kelimpahan bakteri, amonia, dan pH selama pengamatan, diikuti dengan persen perubahan penurunan konsentrasi COD dan nitrat. Sedangkan perlakuan LM kurang efektif, karena hanya mampu memberikan pengaruh terhadap persen perubahan penurunan konsentrasi COD dan nitrat, tetapi perlakuan lainnya tidak.

**PEMBAHASAN**

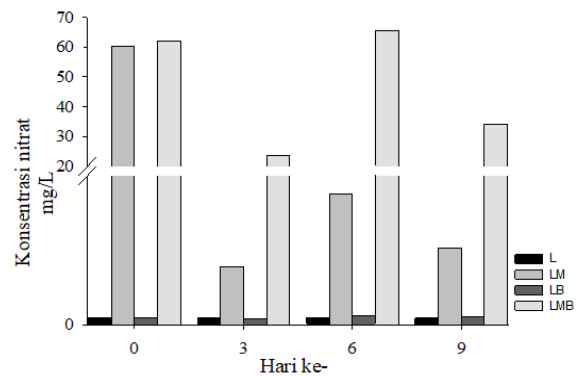
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri tertinggi terdapat pada perlakuan LMB (limbah molase bakteri) dibandingkan dengan ketiga perlakuan lainnya (L, LM, dan LB). Nilai kelimpahan bakteri terendah terdapat pada perlakuan L (limbah). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Yuniasari (2009) yang menunjukkan bahwa penambahan bakteri dan molase cenderung memberikan nilai perubahan kualitas air yang lebih baik, karena bakteri akan menggunakan molase yang kaya akan karbon dan nitrogen anorganik untuk sintesis protein mikrobial. Kelimpahan bakteri dalam limbah juga ikut terhitung pada pengukuran konsentrasi COD, sehingga kelimpahan

bakteri menjadi tinggi. Marganof (2007) menyatakan bahwa konsentrasi COD menggambarkan total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang didegradasi secara biologi (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi (*non biodegradable*). Hal ini didukung oleh Fardiaz (1999) yang menyatakan bahwa mikroorganisme diantaranya bakteri dan bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dapat ikut teroksidasi dalam uji COD.

Molase dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan bakteri. Molase mengandung nutrisi yang cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri dan telah dijadikan bahan alternatif untuk pengganti glukosa sebagai sumber karbon dalam media fermentasi (Patarau 1969). Oleh sebab itu, pada pemberian perlakuan molase, konsentrasi COD awal pada limbah organik menjadi sangat tinggi. Konsentrasi COD, amonia, nitrit, dan nitrat pada keseluruhan perlakuan mengalami penurunan tertinggi di hari ke-3. Hal ini disebabkan adanya aktivitas bakteri dalam mendekomposisi bahan organik. Badjoeri & Widiyanto (2008) menyatakan bahwa pemberian bakteri bioremediasi berpengaruh pada kondisi



**Gambar 4.** Perubahan konsentrasi nitrit selama penelitian



**Gambar 5.** Perubahan konsentrasi nitrat selama penelitian

**Tabel 1.** Nilai hasil perhitungan matrik setiap parameter

Perlakuan	Parameter							Total	Peringkat
	Kelimpahan Bakteri	Cod	Amonia	Nitrit	Nitrat	pH	Kekeruhan Warna		
L	5	10	6	6	6	3	12	48	4
LM	10	20	3	9	12	9	1	64	2
LB	15	5	9	12	3	6	9	59	3
LMB	15	15	12	3	9	12	1	72	1

kualitas air, terutama pada pengurangan kandungan bahan organik dan konsentrasi senyawa amonia, nitrit, dan nitrat.

Konsentrasi COD, amonia, nitrit, dan nitrat cenderung terjadi peningkatan pada hari ke-6 dan ke-9. Kondisi ini diduga karena proses dekomposisi bahan organik oleh aktivitas bakteri sudah mencapai batas maksimumnya, sehingga terjadi peningkatan konsentrasi pada beberapa parameter yang diamati. Hal tersebut juga disebabkan oleh kelarutan oksigen dan pH yang semakin rendah yang membatasi aktivitas bakteri nitrifikasi. Namun, kelimpahan bakteri tetap terjadi peningkatan mencapai kelimpahan tertinggi di hari ke-9. Hasil penelitian sebanding dengan pernyataan Zhao *et al.* (1999) bahwa bakteri yang bersifat heterotrof dapat tumbuh lebih cepat dengan konsentrasi kelarutan oksigen rendah dan lebih toleran pada lingkungan asam. Penambahan probiotik menjadi suatu upaya dalam menjaga kondisi kualitas air dan dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen (Padmavathi *et al.* 2012).

Kelarutan oksigen pada hasil pengamatan berkisar 2,9–4,8 mg/L, menunjukkan bahwa kelompok bakteri yang terdapat pada limbah yaitu kelompok bakteri aerobik. Menurut Wen & Wei (2011) pada kondisi kelarutan oksigen lebih dari 1 mg/L, maka bakteri yang terdapat pada limbah yaitu bakteri aerob. Konsentrasi pH pada hari ke-3 juga memiliki pengaruh terhadap dekomposisi bahan organik, yaitu berkisar 6,05–6,48. Derajat keasaman atau pH optimum pada bakteri dalam proses nitrifikasi berkisar 6–7 (Wen & Wei 2011). Hasil pengamatan suhu selama penelitian di siang hari berkisar antara 27,7°C–28,5°C. Suhu air memiliki pengaruh pada nitrifikasi, namun tidak selalu menjadi acuan. Suhu optimum bakteri dalam proses nitrifikasi berkisar antara 28°C hingga 32°C (Gerardi 2002).

Berdasarkan hasil perhitungan matrik, diketahui bahwa perlakuan yang efektif dalam mereduksi limbah organik laboratorium Proling MSP IPB adalah perlakuan LMB (limbah molase bakteri). Perlakuan LMB memberikan perubahan peningkatan kualitas air paling efektif ditinjau dari pengamatan parameter kelimpahan bakteri, amonia, dan pH, diiringi dengan perubahan penurunan konsentrasi COD

dan nitrat. Hal ini aplikasi penggunaan penambahan bakteri dan molase berpotensi dalam penerapan pengolahan limbah organik laboratorium Proling MSP secara biologi.

## KESIMPULAN

Penggunaan bakteri probiotik komersial dengan penambahan molase (LMB) pada limbah laboratorium dapat menurunkan kandungan bahan organik tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya ditinjau dari pengamatan parameter utama COD dan amonia. Bakteri yang paling efektif dalam mereduksi bahan organik terdapat pada perlakuan limbah dengan penambahan molase dan bakteri.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas bantuan dana BPPTN 2017 serta difasilitasi oleh PPLH IPB dan Divisi Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen MSP-IPB. Tim peneliti juga menyampaikan terima kasih kepada Pasca Rianto dan Marfian Dwidima Putra.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. Editor E.W., Rice R.B., Baird A.D., Eaton L.S. (eds). Virginia: American Public Health Association.
- Arifin, M. *Pengolahan Limbah Hotel Berbintang*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, (2000)
- Azamia, M. 2012. "Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi". [Skripsi], Universitas Indonesia
- Badjoeri M. & T. Widiyanto. 2008. "Penggunaan Bakteri Nitrifikasi Untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Ammonia dan Nitrit di Tambak Udang". *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 34 (2): 261-278.
- Divya, M., S. Aanand, A. Srinivasan, B. Ahilan, 2015. "Bioremediation – an Eco Friendly Tool for Effluent Treatment: A Review." *International Journal of Applied Research*. 1

- (12): 530-537.
- Fardiaz, S. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius. 1992.
- Gerardi, MH. 2002. *Nitrification and Denitrification in the Activated Sludge Process*. Canada: Wiley-Interscience.
- Kristanto, P. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: ANDI. 2002.
- Paramita, P. M. Shovitri, & ND. Kuswitasari. 2012. "Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik". *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1: 2301-928X.
- Marganof. 2007. "Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat". [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Mattjik, AA. & IM. 2000. Sumertajaya. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB Press.
- Padmavathi, P., K. Sunintha, & K. Veeraiyah. 2012. "Efficacy of Probiotics in Improving Water Quality and Bacterial Flora in Fish Ponds." *African Journal of Microbiology Research*. 6(49): 7471-7478.
- Paulton, RJL. 1991. "The Bacterial Growth Curve". *Journal of Biological Education*. 25:2
- Pieper, DH. & W. Reineke. 2000 "Engineering Bacteria for Bioremediation". *Current Opinion in Biotechnology*. 11: 262-270.
- Ravindra, S., S. Pushpendra, & S. Rajesh. 2014. "Microorganism as a Tool of Bioremediation Technology for Cleaning Environment: A Review. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 4(1): 1-6.
- Waluyo, L. 2010. *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. Malang: UMM Press.
- Wen, Yi & Wei Chao-Hai. 2011. "Heterotrophic Nitrification and Aerobic Denitrification Bacterium Isolated From Anaerobic/Anoxic/Oxic Treatment System". *Journal of Biotechnology*. 10 (26): 6985-6990.
- 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., Institut Pertanian Bogor.
- Yunita, M., H. Yusuf, & R. Yulianingsih. "2015. Analisis Kuantitatif Mikrobiologi pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) dengan Metode *Pour Plate*". *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3(3): 237-248.
- Zhao, H., W, Manivic, S. Donald, O. William and K. Frederic. 1999. A. "Controlling Factors for Simultaneous Nitrification and Denitrification in A Two-Stage Intermittent Aeration Process Treating Domestic Sewage". *Journal of Water Resources*. 3 (4): 961-970.