[37]bioremediasi_air_limbah_pabrik

By hatta dahlan

WORD COUNT	2530	TIME SUBMITTED	22-JUL-2020 07:31PM
		PAPER ID	61446723

BIOREMEDIASI AIR LIMBAH PABRIK PUPUK UREA OLEH BAKTERI *Pseudomonas fluorescens*

Marhaini[1)], M. Faizal[2)], M. H. Dahlan[2)], Arinafril[2)], Marsi[2)]
Graduate Student of Environmental Science Study Program, Graduate School of Sriwijaya University, Palembang, Indonesia, [1)]Lecturers of Graduate School of Sriwijaya University, Palembang, Indonesia

I. PENDAHULUAN

Bioremediasi merupakan alternatif pengolahan air limbah pabrik pupuk urea dengan cara degradasi oleh mikroorganisme yang menghasilkan senyawa yang stabil dan tidak beracun, sehingga terjadi suasana kondusif bagi [illegible]nggaranya interaksi sinergistik bagi mikroba untuk bekerja secara optimal (Sheehan, 1997). Di Indonesia, terdapat enam pabrik pupuk urea yang mempunyai karakteristik limbah cair berkadar NH_3-N dan Urea tinggi. Pengolahan limbah cair berkadar NH_3-N dan Urea tinggi merupakan salah satu permasalahan yang [illegible]hadapi oleh pabrik pupuk urea di Indonesia. Meskipun $(NH_2)_2CO$ dan NH_3-N [illegible] termasuk senyawa B_3, limbah cair pabrik pupuk urea dapat menimbulkan [illegible]rusakan ekosistem badan air yang sangat serius. Amonia dalam air pada konsentrasi tertentu dapat membahayakan kehidupan akuatik, mendorong terjadinya eutrofikasi, menimbulkan korosi pada logam tertentu, bahkan dapat menyebabkan keracunan yang berakibat kerusakan paru-paru dan kematian. Pemanfaatan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam pengolahan limbah cair industri pupuk akan menimbulkan dampak positif bagi lingkungan yaitu dapat bertindak sebagai biokatalis dalam menurunkan kandungan amonia dan Urea dalam limbah. Prinsip pengolahannya berjalan alami seperti prinsip ekosistem alam sehingga sangat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sekunder.

Menurut Ekefelder (1989) mengatakan dalam lingkungan perairan setiap milligram NH_3-N memerlukan 4,33 mg oksigen untuk dioksidasi menjadi nitrat, sehingga

turunnya konsentrasi oksigen terlarut dan tingginya kandungan kadar nitrat dan menyebabkan pertumbuhan mikroalga berlebih (eutrofikasi), sedangkan mikroalga akan melakukan fotosintesis pada siang hari sehingga menyebabkan kandungan oksigen menjadi sangat jenuh (supersaturated).

Sampai saat ini ekologi populasi bakteri pengoksidasi amonia di alam masih belum diketahui dengan jelas. Hal ini disebabkan sulitnya mengisolasi dan mengkultivasi mikroorganisme pengoksidasi ammonia.

Telah diketahui juga bahwa bakteri *Pseudomonas* khususnya *Pseudomonas fluorescens* yang merupakan bakteri tanah ini dipakai untuk mendeteksi adanya polutan disuatu lingkungan (Wu *et al.*, 2006, Selvaraju and 2011). Bakteri ini mudah dibiakkan dalam bentuk kultur, tetap bertahan hidup di lingkungan yang mengandung dan terkontaminasi polutan dan pestisida yang merupakan ekspresi bakteri yang dapat mendegradasi pestisida (Wu *et al.*, 2006; Buntacruz *et al.*, 2005; Torres *et al.*, 2010). Lingkungan yang terkontaminasi logam berat seperti timah, merkuri, dan cadmium diketahui dapat diremediasi oleh bakteri *Pseudomonas putida* (Wu *et al.*, 2006, Wasi *et al.*, 2011).

Bakteri *Pseudomonas fluorescens merupakan bakteri anerop yang hidup bebas dan memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen molecular secara fotoautotrof. Oleh karena itu bakteri Pseudomonas fluorescens sebagai bakteri pengikat nitrogen, memiliki peranan yang penting dalam penyediaan nitrogen ditempat-tempat seperti kolam limbah yang mengandung nitrogen tinggi (Tortora, 2001)*

Pada penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens dalam memanfaatkan subrat yang ada didalam air limbah pabrik pupuk urea sebagai nutrient, sehingga di hasilkan output limbah yang mampu memenuhi baku mutu limbah cair industri pabrik pupuk urea yang aman dibuang ke lingkungan.*

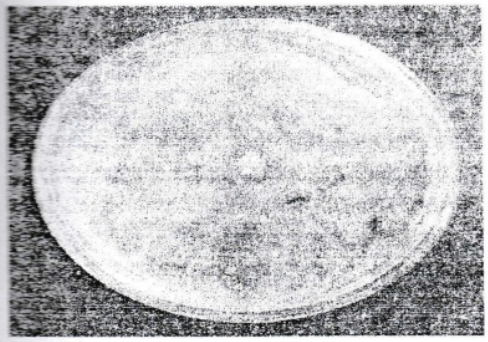
II. BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : labu ukur, pH meter, pipet ukur, Spektrofotometer, timbangan, bor gabus, cawan petri, kertas millimeter transparan. Sedangkan bahan yang dibutuhkan adalah limbah cair amonia yang diambil dari Wetland area pabrik pupuk urea, bakteri *Pseudomonas fluorescens*, bibit berasal dari biakan murni dalam keadaan tidak terkontaminasi. Media Kings B (komposisi protease pepton 10 g, K_2HPO_4 0,75 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,75 g, gliserol 7,5 ml, akuadest 500 ml)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Sebelum melakukan uji Minimum Inhibitory Concentration (MIC) dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebagai bioindikator, dilakukan pertumbuhan bakteri dengan menggunakan media King B. Bakteri tumbuh baik pada media yang diinkubasikan pada suhu ruang dan memenuhi media pada hari ke 4 dengan ciri koloni berbentuk bulat, tepi rata dan bersifat basah sehingga mudah menyebar, ini dapat di lihat pada Gambar 1.

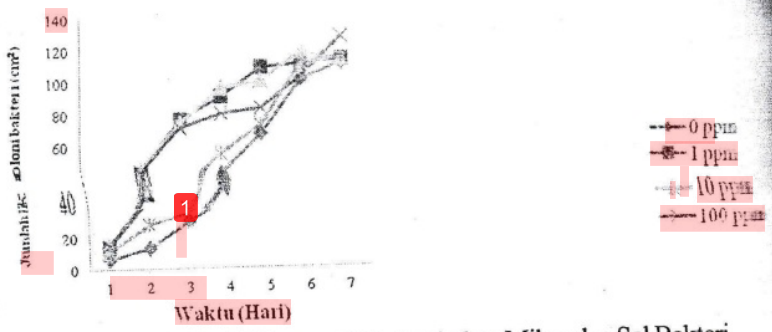


Gambar 1. Koloni bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang hampir penuh media Kings B (pembesaran 400 X) Sumber: Dokumentasi Pribadi, Desember 2011)

Pengaruh Air Limbah Pabrik Pupuk Urea, terhadap Pertumbuhan Sel Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Data hasil pengamatan pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* setiap 1 hari selama 7 hari disajikan pada Gambar 2. Seperti yang diketahui pada penelitian sebelumnya, bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat meremediasi polutan, antara lain logam berat dan pestisida (Wu *et al.*, 2011; Wasi *et al.*, 2011). Pada penelitian ini diketahui bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* ini juga diduga dapat meremediasi limbah pabrik pupuk urea. Hal ini diketahui dari pertumbuhan bakteri yang bertambah setiap harinya (Gambar 2). Pada perlakukan diketahui bahwa bakteri mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan bakteri pada kontrol. Pertumbuhan bakteri mengalami penurunan pada hari ke-7, kecuali pada konsentrasi

100 ppm, dikarenakan pada konsentrasi 100 ppm merupakan konsentrasi ransangan bagi pertumbuhan bakteri. Pada perlakuan 1000 ppm, pertumbuhan bakteri sama dengan pada kontrol, karena didalam limbah pabrik pupuk urea terdapat nutrisi-nutrisi lain, yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens*



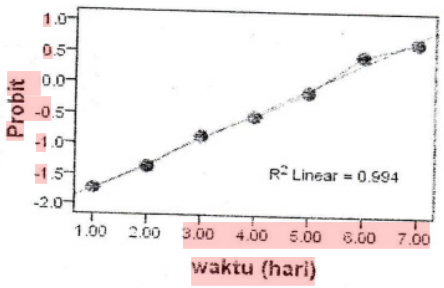
Gambar 2. Grafik Pengaruh Pertumbuhan Mikroalga Sel Bakteri *Pseudomonas fluorescens* Terhadap Air Limbah Pabrik Pupuk Urea

Hasil uji aktivitas beberapa perlakuan pada media air limbah pabrik pupuk urea tidak terjadi penghambatan pertumbuhan bakteri menunjukkan bahwa beberapa konsentrasi antara lain 1 ppm, 10 ppm, 100 ppm, dan 1000 ppm. dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* terbukti bakteri yang ditanam pada media Kings B memiliki nilai penghambatan terendah diantara semua perlakuan yang ditandai dengan luas bakteri yang hampir menutupi seluruh permukaan media pada cawan petri.

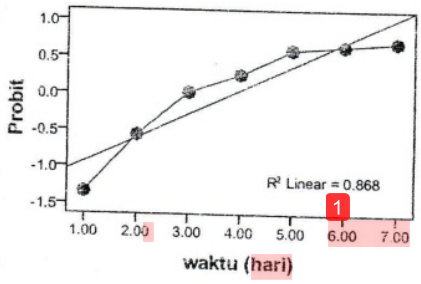
3. Hasil Analisis Probit IT_{50} dan MIC_{50} Air Limbah Pabrik Pupuk Urea terhadap Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Hasil uji aktivitas beberapa perlakuan pada media air limbah pabrik pupuk urea tidak terjadi penghambatan pertumbuhan bakteri menunjukkan bahwa beberapa konsentrasi antara lain 1 ppm, 10 ppm, 100 ppm, dan 1000 ppm dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* terbukti bakteri yang ditanam pada media Kings B memiliki nilai penghambatan terendah diantara semua perlakuan yang ditandai dengan luas bakteri yang hampir menutupi seluruh permukaan media pada cawan petri. Dimana waktu digunakan untuk melihat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* selama 7 hari.

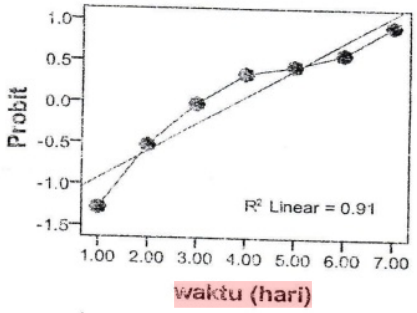
a) *Pseudomonas fluorescens* 0 ppm



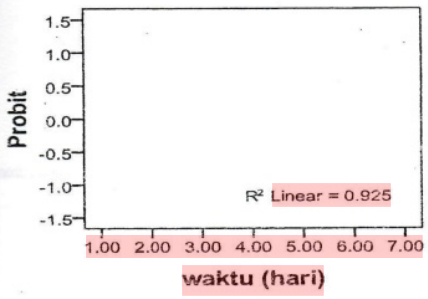
b) *Pseudomonas fluorescens* 1 ppm



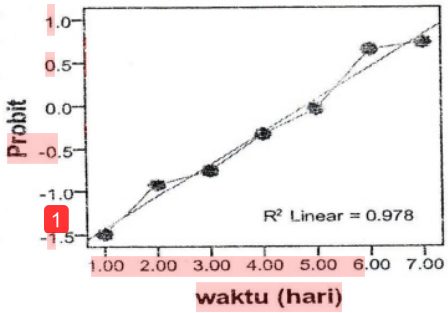
c) *Pseudomonas fluorescens* 10 ppm



(d) *Pseudomonas fluorescens* 100 ppm



(e) *Pseudomonas fluorescens* 1000 ppm



Gambar 3. Grafik Probit IT_{50} Bakteri *Pseudomonas fluorescens* Terhadap air limbah pabrik pupuk urea berbagai konsentrasi (a) 0 ppm (b) 1 ppm (c) 10 ppm (d) 100 ppm (e) 1000 ppm

Dari pengamatan Gambar 3, terlihat bahwa dari perlakuan beberapa konsentrasi menunjukkan nilai R^2 = mendekati nilai 1. ini menunjukkan hubungan antra kedua peubah berkolerasi positif dan sangat berkaitan. Pada Gambar 3 bagian a, menunjukkan konsentrasi kontrol (0 ppm) menunjukkan nilai pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* mencapai 50 % (IT_{50}) adalah pada hari ke-5.215. Dilihat pada Gambar 3 bagian b, konsentrasi 1 ppm air limbah pabrik pupuk urea, pada pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* 50 %

hari ke-3,740. Ini menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* [illegible]. dapat hidup pada air limbah pabrik pupuk urea, walaupun [illegible]nsentrasi rendah.

Pada Gambar 3 bagian c, ini menunjukkan pertumbuhan bakteri [illegible]*as fluorescens* pada konsentrasi 10 ppm air limbah pabrik pupuk [illegible]capai 50 % pada waktu ke-3,695, Dimana bakteri *Pseudomonas* [illegible]. dapat tumbuh dengan cepat, dengan memanfaatkan subtrat yang [illegible] air limbah pabrik pupuk urea.

Pada konsentrasi 100 ppm air limbah pabrik pupuk urea, [illegible]uhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* mencapai 50 % yaitu pada [illegible] ke-4.016 (pada Gambar 3 bagian d), ini menunjukkan bakteri [illegible]*omonas fluorescens* dapat mendegradasi air limbah pabrik pupuk urea, dan sangat efektif untuk dijadikan sebagai agent bioremediasi. Begitu juga pada konsentrasi 1000 ppm air limbah pabrik pupuk urea, pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens* mencapai 50 % pada hari ke-4.812, ini dapat dilihat pada Gambar 3 bagian e. Pada penelitian ini, ditunjukkan bahwa benar penelitian Bandala *et al*, 2006, yang menyatakan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang mampu bertahan pada kondisi ekstrim yaitu kondisi dimana terdapat bahan pencemar pada lingkungan tertentu, juga dapat mendegradasi logam dan pestisida yang bertahan aktif logam serta pestisida dari golongan organoklor. Dari kemampuannya menyebar pada media yang terkontaminasi air limbah pabrik pupuk urea juga sudah diketahui bahwa bakteri ini dapat menjadi bioindikator. Salah satu bakteri itu adalah *Pseudomonas fluorescens* sesuai penelitian yang Wu *et al*. 2001, Santacruz *et al*., 2005 dan Torres *et al*., 2010 lakukan

Sedangkan nilai MIC_{50} dari semua perlakuan konsentrasi pada air [illegible]bah pabrik pupuk urea adalah 723.219 ppm. Dengan demikian konsentrasi [illegible]imbah pabrik pupuk urea yang digunakan untuk uji kualitas air adalah [illegible]575 ppm, 650,897 ppm, 723,219 ppm, 795,540 ppm dan 867,862 [illegible]

Nilai IT_{50} yang rendah adalah perlakuan dengan kontrol (0 [illegible]. Nilai penghambatan yang terjadi pada lima perlakuan ini tidak [illegible]eda jauh, ini dapat dilihat pada Gambar 3, diketahui bahwa garis [illegible] terbentuk hampir berbentuk horizontal. Pada penelitian ini, [illegible]jukkan bahwa benar penelitian Bandala *et al,* 2006 yang [illegible]atakan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan

pu bertahan pada kondisi ekstrim yaitu kondisi
an pencemar pada lingkungan tertentu,dalam hal
irea.

alisis Kualitas Air Limbah berdasarkan Nilai MIC_{50}

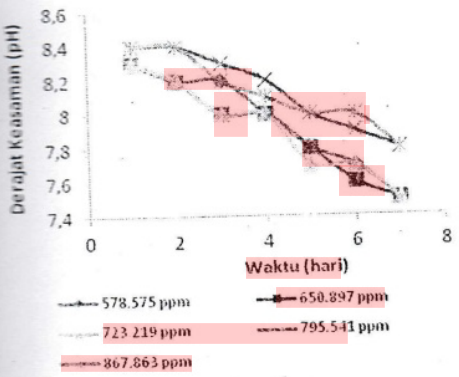
Kualitas air larutan uji merupakan hal yang penting dalam penelitian. dimana hal ini menentukan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescens* berpengaruh meremediasi unsur NH_3-N dan Urea yang terdapat didalam limbah pabrik pupuk Urea. Dimana kondisi kualitas air pada larutan uji berdasarkan konsentrasi nilai dari IC_{50}. Pengukuran kualitas air dilakukan di hari ke-0 sampai hari ke 7. Parameter kualitas air yang diukur diantaranya adalah NH_3-N, Urea dan pH. Pengukuran pH dapat diukur menggunakan pH meter, NH_3-N dan Urea diukur dengan menggunakan spektrofotometri. Sebelum dilakukan pengukuran, alat-alat yang digunakan dikalibrasi terlebih dahulu. Urutan kisaran konsentrasi dalam uji definitif mengacu pada deret logaritmik.

Berdasarkan data dari kualitas air limbah pabrik pupuk urea dengan menggunakan mikroalga bakteri *Pseudomonas fluorescen* pada konsentrasi MIC_{50} dapat dilihat dalam Gambar 4, 5 dan 6.

1. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) kualitas air uji pada perlakuan berdasarkan konsentrasi IC_{50}, profil pH pada kualitas air limbah dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* selama masa pemeliharaan terjadi penurunan yang dilakukan mulai pada hari ke-0 sampai pada hari ke-7 dengan berbagai konsentrasi, seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Nilai penurunan pH selama pemeliharaan nilai dari 8,3 menjadi 7,5 (Gambar 4).

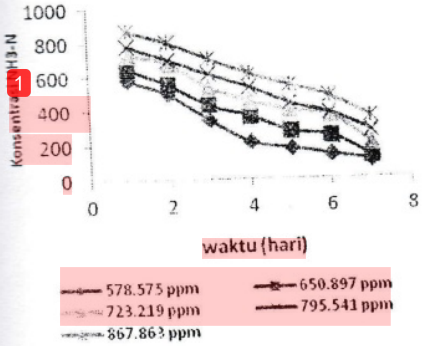
Nilai pH selama masa pemeliharaan dipengaruhi oleh 3 hal. yaitu CO_2 dalam media pemeliharaan, penambahan gula serta keberadaan bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan, maka jumlah CO_2 akan semakin banyak sehingga nilai pH pada media pemeliharaan cenderung semakin menurun. Sumbangan CO_2 pada media pemeliharaan diduga juga berasal dari dekomposisi bahan organik dan respirasi yang dilakukan oleh bakteri.



Gambar 4. Grafik Nilai Kualitas air limbah pabrik pupuk Urea berdasarkan konsentrasi IC_{50} pada pH dengan bakteri *Pseudomonas fluorescen*

2. Amonia (NH_3-N)

Hasil analisa kadar NH_3-N, menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam mendegrasi NH_3-N selama masa pemeliharaan cenderung terjadinya penurunan. Pengamatan ini dilihat pada hari ke-0 sampai pada hari ke-7. Dimana hasil pengamatan di sajikan pada Gambar 5. Umumnya penurunan NH_3-N seiring dengan semakin lamanya waktu pemeliharaan. Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme terpenting dalam penanganan air limbah dan dapat mengoksidasi senyawa-senyawa anorganik seperti NH_3 untuk energi.



Gambar 5. Grafik Nilai Kualitas air limbah pabrik pupuk Urea berdasarkan konsentrasi IC_{50} pada NH_3-N dengan bakteri *Pseudomonas fluorescen*

Menurut Willet dan Morrison (2006), bakteri akan menggunakan karbon organik sebagai sumber energi, berkorelasi dengan nitrogen yang akan digunakan untuk sintesis protein demi menghasilkan material sel baru. Dengan adanya penambahan bahan berkarbon, bakteri akan menggunakan nitrogen yang terdapat dalam kultur sehingga mampu mengurangi konsentrasi nitrogen anorganik (amonia) yang bersifat toksik bagi organisme. Penambahan bahan berkarbon ini terbukti mampu mengurangi nitrogen anorganik (Avnimelech, 1999; Erler *et al.*, 2005). Pertumbuhan bakteri dibatasi oleh keseimbangan nutrien dalam air. Oleh sebab itu dinamika populasi bakteri sangat terkait dengan ketersediaan nutrien (Liu dan Han, 2004).

3. Urea

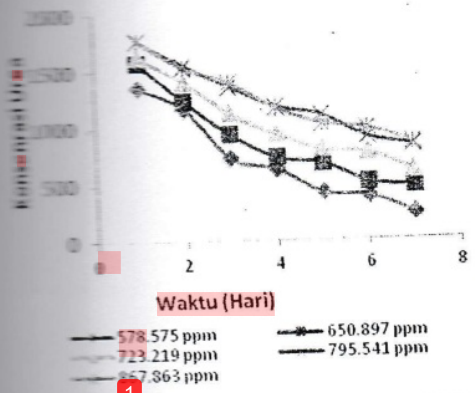
Berdasarkan hasil pengamatan nilai urea pada pada Gambar 6. Pada pengamatan kualitas air yang menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescen*, bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescen* dapat mendegradasi unsur Urea pada air limbah pabrik pupuk Urea. Dimana terjadi penurunan pada perlakuan, ini dapat dilihat pada Gambar 6.

Air limbah pabrik pupuk Urea yang mengandung Urea tinggi, akan membahayakan perairan, ini dikarenakan didalam Urea tersebut mengandung Nitrogen berkadar tinggi. Nitrogen merupakan elemen yang esensial bagi pertumbuhan mikroorganisme, tumbuhan, dan hewan yang sering juga disebut sebagai biostimulan. Senyawa kimia nitrogen sangat kompleks, karena nitrogen memiliki beberapa tahapan oksidasi yang dapat merubah senyawa kimia Nitrogen.

Proses oksidasi tersebut dipengaruhi oleh organisme hidup (Metcalf dan Eddy, 1991). Sedangkan Metcalf dan Eddy (1991) menyebutkan Nitrogen dalam perairan terdapat dalam bentuk gas Nitrogen (N_2), Amonia (NH_3), Amonium (NH_4), ion Nitrit (NO_2), ion Nitrat (NO_3). Hal ini mengakibatkan kandungan nutrien dalam perairan meningkat, termasuk Amonia yang berbahaya bagi organisme akuatik. Nitrogen tersebut akan digunakan sebagai sumber Nitrogen oleh fitoplankton, alga, tumbuhan, dan bakteri. Tetapi jumlah nutrien yang berlebih akan mendorong pertumbuhan alga yang pesat (*blooming*) yang pada akhirnya berakibat pada kematian massal alga.

Menurut Jenie *et al.* 1993, Urea adalah merupakan nitrogen organik di dalam perairan, Urea tersebut mengalami transformasi sebagai bagian

Nitrogen. Senyawa Urea dapat ditransformasi menjadi Nitrogen Dioksida menjadi Nitrogen nitrat dan Nitrit dalam sistem Urea yang terdapat didalam air limbah yang ditransformasi Nitrogen ammonium, merupakan zat penkomsumsi Oksigen, dapat mengganggu kesetimbangan ekosistem karena dapat *eutrofikasi* pada air, dan dapat menghambat hewan-hewan dan bermetabolisme. Senyawa Nitrogen amonia akan bersifat beracun bagi mahluk hidup jika terdapat dalam bentuk *hidroksida* dengan pH yang tinggi berkisar antara 9-11 (Eddy 1991).



Nilai Kualitas air limbah pabrik pupuk Urea berdasarkan pada Urea dengan bakteri *Pseudomonas fluorescen*

Amonium digunakan sebagai sumber nitrogen oleh fitoplankton, alga, air, dan golongan bakteri. Diduga bakteri menggunakan dalam jumlah yang signifikan dalam perairan. Beberapa studi mengindikasikan bakteri menggunakan hampir 50% total Amonium Bakteri tidak hanya menggunakan Amonium sebagai sumber hasil ekskresi organisme akuatik (Montoya dan Velasco,

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Bakteri *Pseudomonas fluorescen* mampu toleran hidup dan berkembang baik pada pH 8 – 9 dan dapat mengabsorpsi NH_3-N dari konsentrasi 578.575 ppm mencapai 82,47 % dan Urea dari konsentrasi 1356 ppm dapat mengabsorpsi mencapai 83,48 %.
2. Bakteri *Pseudomonas fluorescen* berpotensi dikembangkan sebagai agen bioremdiasi pada air limbah pabrik pupuk urea

Untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Menentukan batas kemampuan penyerapan Bakteri *Pseudomonas fluorescen* terhadap kandungan NH_3-N dan Urea pada air limbah pabrik pupuk urea pada konsentrasi yang sama secara terus menerus ditambahkan dalam waktu tidak dibatasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang tepat kapan proses regenerasi Bakteri *Pseudomonas fluorescen* harus dilaksanakan.

***

DAFTAR PUSTAKA

Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture system. Aquaculture 176, 227-235

BT, Verdegem M, Avnimelech Y. 2005a. Microbial ecology and role in aquaculture ponds. Di dalam: Organic matter decomposition in simulated aquaculture ponds. PhD Thesis. Fish Culture and Fisheries Group. Wageningen Institute of Animal Science. Wageningen University. Netherlands

Dirk., Putth Songsangjinda, Teeyapom Keawtawee, Kanit Chaiyakum. 2005. Preliminary investigation into the effect of carbon addition on growth, water quality and nutrien dynamics in zero exchange shrimp (*Penaeus monodon*) culture system. Asian Fisheries Science 18 : 195 – 204

B S.L. dan W.P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Cair Industri Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB

F. Han W. 2004. Reuse strategy of wastewater in prawn nursery by microbial remediation Aquaculture 230 : 281-296

Metcalf dan Eddy. 1991. Wastewater engineering : treatment, disposal, and reuse. McGraw-Hill, New York

Montoya R dan Velasco M. 2000. Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. Global Aquaculture Alliance

Santacruz, G., E.R. Bandala, dan L.G. Torres. 2005. Chlorinated Pesticides (2,4-D and DDT) biodegradation at high concentrations using immobilized *Pseudomonasfluorescens*. J. Environ. Sci. Health Part B 40:571–583

Selvaraju, S.B., I.U.H. Khan, dan J.S. Yadav. 2011.Susceptibility of *Mycobacterium immunogenum* and *Pseudomonas fluorescens* to

[37]bioremediasi_air_limbah_pabrik

ORIGINALITY REPORT

75%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	eprints.unsri.ac.id Internet	2029 words — 75%

EXCLUDE QUOTES	OFF	EXCLUDE MATCHES	OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY	OFF		