

### **III. EKSPLORASI BAKTERI AGEN BIOREMEDIASI PENCEMARAN ORGANIK DI PERAIRAN TAWAR**

Oleh : Nina Hemayani Sadi, Sekar Larashati, Lena Novita, Fahmijany Sulawesty,  
Eva Nafisyah, Agus Nur Hidayat, Nasrul Muid, dan Endra Triwisesa

#### **III.1. ABSTRAK**

Bahan organik merupakan sumber pencemaran yang banyak ditemukan di lingkungan perairan tawar di Indonesia. Pencemaran bahan organik akan menurunkan kualitas perairan dan dalam lingkungan budi daya dapat berdampak pada penurunan jumlah produksi biota budi daya. Keberadaan bakteri pada lingkungan yang tercemar bahan organik mengindikasikan bahwa bakteri tersebut memiliki resistensi terhadap pencemaran dan memiliki perangkat yang mampu memetabolisme bahan organik untuk dimanfaatkan bagi pertumbuhannya atau merubah spesies kimia toksik menjadi spesies yang tidak toksik. Oleh sebab itu, salah satu agen bioremediasi yang digunakan dalam teknologi bioremediasi perairan berasal dari kelompok bakteri. Teknologi bioremediasi dengan menggunakan bakteri untuk mengatasi masalah pencemaran oleh bahan organik telah banyak dilakukan karena mudah diaplikasikan dan biayanya relatif. Dalam perikanan budidaya, peranan bakteri bioremediasi dalam meningkatkan hasil perikanan dapat melalui dua aspek. Aspek pertama adalah melalui perbaikan kualitas air sehingga mampu mendukung kehidupan biota, sedangkan aspek kedua adalah sebagai probiotik bagi biota yang dibudidayakan. Oleh sebab itu, bakteri yang digunakan dalam teknologi bioremediasi harus aman bagi lingkungan. Bakteri agen bioremediasi tersebut dapat diisolasi dari perairan yang tercemar bahan-bahan organik.

*Kata Kunci : perairan tawar, pencemaran, bahan organik, bakteri, bioremediasi,*

#### **III.2. PENDAHULUAN**

Eksplorasi budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) seperti yang terjadi di danau Maninjau dan pencemaran akibat buangan aliran pertanian dan dari aktivitas manusia telah menyebabkan degradasi lingkungan perairan seperti penurunan kualitas air dan *blooming* alga beracun ataupun penutupan gulma air di beberapa perairan danau di Indonesia. Degradasi lingkungan di Danau Maninjau telah menimbulkan bencana lingkungan seperti kematian ikan mas, penurunan populasi ikan lokal yang endemik ataupun yang berpotensi ekonomi, dan polusi udara berupa bau busuk, yang berdampak tidak saja pada kerugian secara ekonomi, ketersediaan sumberdaya air bersih dan nilai-nilai estetika ekosistem danau, tetapi juga terhadap kesehatan masyarakat di sekitar danau.

Penurunan produksi perikanan dalam kolam-kolam budidaya juga seringkali disebabkan oleh penurunan kualitas air baku dan manajemen budidaya yang buruk, dimana pemberian makanan yang berlebihan mengakibatkan penumpukan bahan organik sisa pakan dan feses ikan yang pada gilirannya akan menyebabkan penumpukan spesies senyawa kimia yang toksik bagi biota yang dibudidayakan. Masalah-masalah tersebut diatas tentu sangat merugikan masyarakat, baik petani maupun konsumen, karena akan terjadi keadaan dimana jumlah pasokan biota perikanan tidak mencukupi kebutuhan masyarakat.

Teknologi bioremediasi dengan menggunakan bakteri untuk mengatasi masalah pencemaran oleh bahan organik telah banyak dilakukan karena mudah diaplikasikan dan biayanya relatif. Keberadaan bakteri pada lingkungan yang tercemar bahan organik mengindikasikan bahwa bakteri tersebut memiliki resistensi terhadap pencemaran dan memiliki perangkat yang mampu memetabolisme bahan organik untuk dimanfaatkan bagi pertumbuhannya atau merubah spesies kimia toksik menjadi spesies yang tidak toksik. Oleh sebab itu, salah satu agen bioremediasi yang digunakan dalam teknologi bioremediasi perairan berasal dari kelompok bakteri. Dalam perikanan budidaya, peranan bakteri bioremediasi dalam meningkatkan hasil perikanan dapat melalui dua aspek. Aspek pertama adalah melalui perbaikan kualitas air sehingga mampu mendukung kehidupan biota, sedangkan aspek kedua adalah sebagai probiotik bagi biota yang dibudidayakan. Oleh sebab itu, bakteri yang digunakan dalam teknologi bioremediasi harus aman bagi lingkungan. Bakteri agen bioremediasi tersebut dapat diisolasi dari perairan yang tercemar bahan-bahan organik.

### **III.2.1. Perumusan Masalah**

Penelitian mengenai eksplorasi bakteri agen bioremediasi perlu dilakukan karena banyak wilayah perairan tawar di Indonesia yang menghadapi masalah pencemaran oleh bahan organik. Selain itu dalam perikanan budidaya, kerap terjadi penurunan produksi akibat adanya penumpukan bahan organik dalam kolam-kolam budidaya akibat asupan bahan organik dari pakan dan sisa feses ikan. Teknologi bioremediasi yang ramah lingkungan dan mudah dalam pengaplikasiannya berpotensi untuk dikembangkan untuk mengatasi masalah pencemaran oleh bahan organik.

### **III.2.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu paket teknologi bioremediasi yang berdasarkan pada pemanfaatan aktivitas konsorsium bakteri potensial untuk mengatasi

pencemaran bahan organik di perairan tawar. Bakteri yang diisolasi untuk digunakan sebagai agen bioremediasi antara lain bakteri selulolitik, bakteri nitrifikasi, bakteri denitrifikasi, dan bakteri fotosintetik anoksigenik. Lokasi yang dipilih untuk sebagai sumber isolat adalah air dan sedimen beberapa perairan tawar seperti Waduk Cirata dan sentra budidaya perikanan tawar di Jawa Barat.

### **III.2.3. Sasaran**

Sasaran akhir dari penelitian ini adalah perbaikan kualitas air suatu badan air maupun kolam-kolam budidaya melalui penerapan teknologi bioremediasi yang dihasilkan dari penelitian ini untuk mengolah bahan pencemar organik di perairan tawar. Teknologi bioremediasi tersebut bersifat aman dan ramah lingkungan, serta dikemas dalam bentuk yang mudah diaplikasikan oleh masyarakat awam. Selain itu diharapkan konsorsium bakteri bioremediasi yang diperoleh dapat dipadukan dengan sistem teknologi budidaya perikanan yang lebih komprehensif sehingga diperoleh sistem bioremediasi yang lebih efisien dan holistik.

## **III.3. METODOLOGI**

Penelitian di tahun pertama (2015) terdiri dari dua aspek penelitian, yaitu pemilihan isolat bakteri agen bioremediasi dan pengembangan prototipe kolam budidaya perikanan. Kegiatan pemilihan isolat bakteri terbagi dalam tiga tahap penelitian yang meliputi isolasi bakteri bioremediasi, pemilihan isolat bakteri potensial, dan karakterisasi isolat bakteri potensial. Sedangkan untuk kolam budidaya perikanan, dikembangkan suatu kolam yang kompatibel dengan sistem bioremediasi yang akan digunakan dan bersifat ramah lingkungan.

### **III.3.A. Pemilihan Isolat Bakteri**

#### **III.3.A.1. Pengambilan Sumber Isolat**

Sumber isolat bakteri adalah air dan sedimen dari Waduk Cirata (Kampung Kawiya, Kec. Mande), air kawah dan mata air di Kawah Putih Bandung, air kolam perikanan budidaya, dan air limbah di Unit WWTP Kawasan Industri Jababeka Cikarang (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan di bulan Mei 2015.





Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel: (1) WWTP Kawasan Industri Jababeka, Cikarang, (2) Waduk Cirata dan (3) Kawah Putih, Bandung.

Sampel air permukaan dan sedimen diambil secara random dan dimasukkan dalam botol yang telah disteril terlebih dahulu. Sampel tersebut kemudian disimpan dalam refrigerator hingga dilakukannya tahap isolasi bakteri. Selain pengambilan sampel untuk sumber isolat, dilakukan juga pengukuran parameter fisika-kimia air dan pengambilan sampel air untuk pengukuran kandungan amonia, nitrit, nitrat, total nitrogen (TN), total fosfat (TP), dan total bahan organik (COD PERMANGANAT).

Pengukuran parameter fisika-kimia air dilakukan secara in-situ dengan menggunakan *water quality checker* merk Horiba dan YSI (DO-meter). Sampel air untuk analisis kualitas air disimpan di dalam botol sampel dan diawetkan dengan pendinginan sebelum dilakukan analisis di laboratorium.

### III.3.A.2. Isolasi Bakteri Bioremediasi

Isolasi bakteri bakteri selulolitik, bakteri nitrifikasi, bakteri denitrifikasi, dan bakteri fotosintetik anoksigenik dilakukan dengan menyebarkan sampel sumber isolat dalam media agar diferensial yang sesuai untuk setiap kelompok bakteri (Tabel 1). Kultur bakteri diinkubasi selama 1-7 hari dalam incubator bersuhu 28-30 °C. Koloni bakteri yang diperoleh selanjutnya ditumbuhkan secara terpisah untuk dilakukan uji aktivitas bakteri.

Tabel 1. Medium yang digunakan untuk mengisolasi bakteri

No	Kelompok Bakteri	Medium
1	Bakteri selulolitik	Medium <i>thryptone glucose yeast</i> (TGY) dan diikuti dengan pewarnaan congo red.

2	Bakteri nitrifikasi	Medium nitrifikasi
3	Bakteri denitrifikasi	Medium denitrifikasi
4	Bakteri fotosintetik anoksigenik	Medium Pfennig

### III.3.A.3. Pemilihan dan Karakterisasi Bakteri Bioremediasi Potensial

Isolat bakteri yang telah murni diuji aktivitasnya dengan menumbuhkan isolat bakteri di dalam medium cair yang berisi substrat bahan organik yang sesuai untuk masing-masing kelompok bakteri. Konsentrasi substrat di dalam medium dianalisis pada awal dan akhir inkubasi. Selanjutnya dihitung penurunan konsentrasi bahan organik dalam medium menurut rumus:

$$\Delta[\text{Organic Material}] = [\text{Organic Material}]_{\text{awal}} - [\text{Organic Material}]_{\text{akhir}}$$

Isolat yang terpilih sebagai isolat potensial adalah isolat yang mampu menurunkan bahan/substrat organik dalam jumlah yang paling tinggi. Sebagai kontrol uji digunakan sampel blanko aquades. Isolat bakteri potensial selanjutnya diamati bentuk sel, sifat gram, serta uji-uji biokimia untuk mengetahui aktivitas enzim selulolitik.

## 4. Analisis Parameter Kualitas Air Sampel

Untuk mengetahui kondisi lingkungan saat pengambilan sampel air dan sedimen, dilakukan juga pengukuran parameter fisika dan kimia baik di lokasi sampling dan di laboratorium. Analisis parameter kimia yang dilakukan terhadap sampel air yang diukur meliputi ammonia, nitrit, nitrat, TN, TP, dan COD PERMANGANAT. Metoda analisis merujuk pada APHA (2012) dan Stirling (1984).

Tabel 2. Parameter fisika, kimia dan biologi yang diamati beserta alat dan metode yang dilakukan.

Parameter	Alat/Metode Pengukuran
Fisika	
1 Suhu (oC)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
2 Kekeruhan (NTU)	WQC Horiba U-10
3 Konduktifitas (mS/cm)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
4 Padatan terlarut (mg/l)	Gravimetri

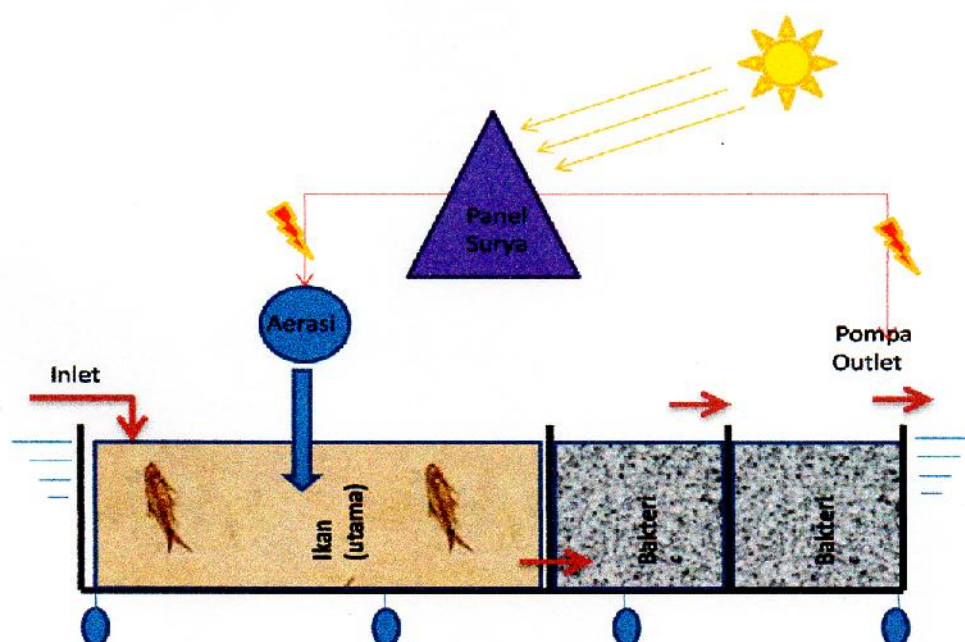


5	Kecerahan (m)	Secchi disk
6	Tinggi muka air	
Kimia		
1	pH	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
2	Oksigen terlarut (mg/l)	WQC Horiba U-10 dan Logger YSI
4	TP (mg/l)	Spektrofotometer/metode ammonium molybdate
5	N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	Spektrofotometer/metode sulfanilamite
6	N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	Spektrofotometer/metode bruchine
7	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	Spektrofotometer/metode phenate
8	TN (mg/l)	Spektrofotometer/metode brucine
9	COD PERMANGANAT (mg/l)	Titrimetri
Biologi		
1.	Mikrobiologi	Total Bakteri heterotrof

### III.3.B. Prototipe Kolam Terpal Apung Bertenaga Surya

#### III.3.B.1. Pelaksanaan Pengadaan Kolam Terpal Apung Bertenaga Surya

Kolam Terpal Apung Bertenaga Surya (TABS) merupakan prototipe awal kolam budidaya perikanan yang didisain agar kegiatan budidaya perikanan di perairan darat (danau dan waduk) bersifat ramah lingkungan. Ramah lingkungan dapat diartikan bahwa budidaya perikanan yang dilakukan dalam sistem kolam TABS menghasilkan limbah organik sekecil mungkin. Disain kolam TABS disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Disain kolam terpal apung bertenaga surya (kolam TABS)



Sistem kolam TABS dibangun di Situ Cibuntu, Cibinong. Kolam TABS terdiri dari unit kolam dan unit mesin. Unit kolam memiliki ukuran 2 m (l) x 4 m (p) x 1 m (t) dan terbuat dari bahan terpal dengan tiga sekat ruang. Ruang pertama merupakan ruang pemeliharaan ikan berukuran 2x2x1 m<sup>3</sup> dan dua ruang selanjutnya merupakan ruang bioremediasi yang bersifat anaerobik. Pada ruang bioremediasi diletakkan 10 buah kantung jala yang berisi serabut ijuk. Kantung-kantung ijuk berfungsi sebagai bahan penyangga tempat menempelnya bakteri agen bioremediasi. Pada uji coba awal bakteri yang digunakan merupakan bakteri indigenus yang berasal dari perairan Situ Cibuntu yang menjadi lokasi percobaan. Penyangga kolam TABS menggunakan frame dan kaki-kaki yang terbuat dari pipa baja berdiameter 10 cm yang ditancapkan pada dasar situ.



Pemasangan terpal apung



Kantung ijuk dalam ruang anaerobik



Tampilan Kolam Terpal Apung Bertenaga Surya (TABS)



Gambar 3. Pelaksanaan pembuatan unit kolam prototipe kolam TABS



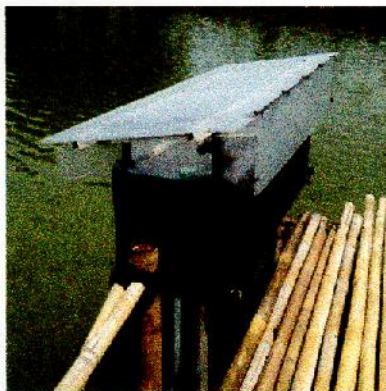
Unit mesin terdiri dari mesin aerasi dan mesin pompa yang digerakkan oleh listrik yang dihasilkan dari empat sel surya yang masing-masing berkekuatan 100 wp. Energi yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan mesin aerasi selama 24 jam/hari dan mesin pompa selama 1 jam/hari. Pompa dijalankan hanya 1 jam sehari dengan tujuan untuk membuang dan mengganti 30% air kolam



Pemasangan aerator, controller, dan inverter dalam boks unit mesin



Kondisi sel surya pada malam hari



Boks unit mesin



Posisi panel surya

Gambar 4. Pelaksanaan pemasangan unit mesin prototipe kolam TABS

### III.3.B.2. Pengujian Awal Unjuk Kerja Kolam TABS

Unjuk kerja Kolam TABS dilakukan dengan menggunakan ikan nila sebagai ikan uji. Aklimatisasi sistem dilakukan selama dua minggu dengan menjalankan mesin aerasi secara penuh. Setelah dua minggu, sebanyak 100 ekor anakan ikan Nila Merah berukuran panjang 8 cm dan bobot 7 gram disebarkan dalam kolam. Pemberian pakan dilakukan tiga kali sehari



sebanyak 10% dari bobot total. Pakan berupa pellet memiliki kandungan protein sebanyak 40%. Uji dilakukan selama 4 minggu.

Pengukuran kualitas air dan pertumbuhan ikan digunakan sebagai tolok ukur unjuk kerja sistem kolam TABS. Pengukuran dilakukan setiap minggu dengan kandungan amonium, nitrit, nitrat, TN, TP, klorofil, COD PERMANGANAT, dan DOM sebagai parameter kualitas air, sedangkan pertambahan bobot dan panjang ikan dijadikan parameter pertumbuhan ikan. Analisis kualitas air merujuk pada APHA (2012) dan Stirling (1984).



Penebaran ikan nila  
di kolam TABS



Bibit ikan nila



Bak kontrol

Gambar 5. Pengujian unjuk kerja sistem kolam TABS

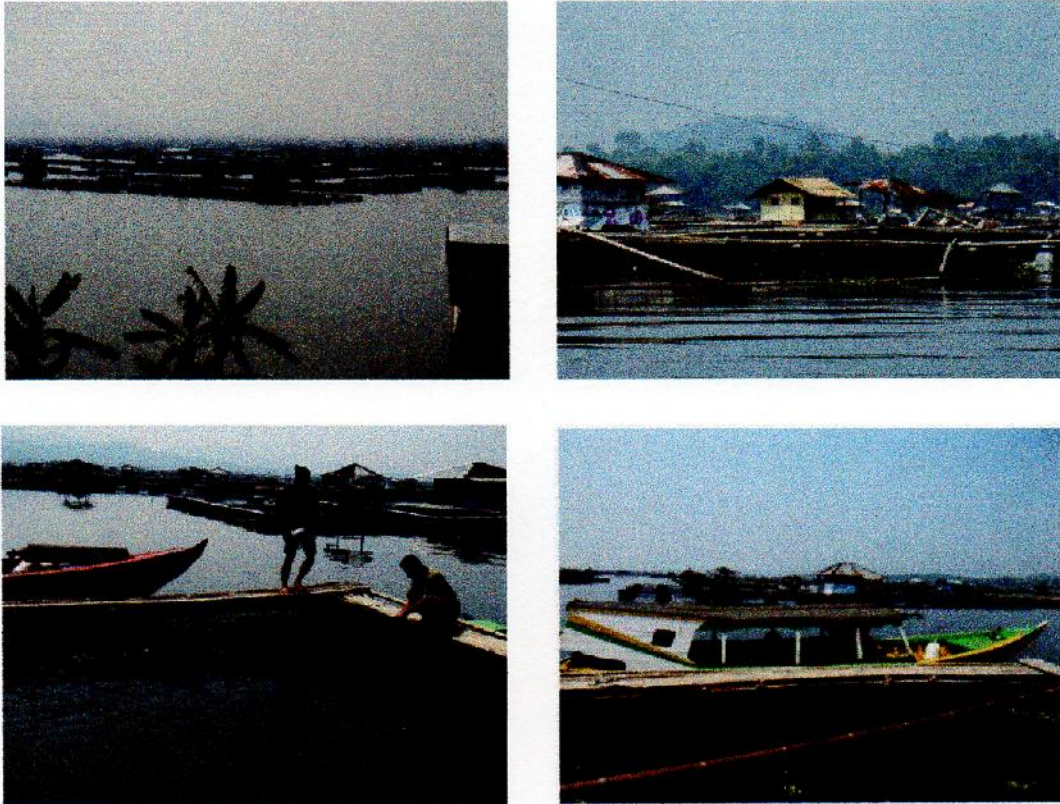
### **III.4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **III.4.1. Pengambilan Sampel Sumber Isolat**

Pengambilan sampel untuk mendapatkan sumber dilakukan di tiga lokasi yaitu Waduk Cirata (Kampung Kawiah, Kec. Mande), Kawah Putih dan Unit Waste Water Treatment Plant Kawasan (WWTP) Industri Jababeka, Cikarang.

#### **III.4.1.1. Kampung Kawiah, Kec. Mande, Cirata**

Kampung Kawiah merupakan salah satu kadusunan Desa Mande, Kec Mande yang terletak di pesisir Waduk Cirata. Perairan Waduk Cirata yang bersisian dengan kampung ini merupakan salah satu sentra karamba jaring apung (KJA). Jenis ikan yang dibudidayakan antara lain ikan Mas, Nila, dan Nilem.



Gambar 6. Sentra KJA di Waduk Cirata wilayah Kampung Kawiah, Desa Mande

Pada saat pengambilan sampel dilakukan, (bulan Mei 2015) menurut penduduk sekitar kondisi tinggi muka air Waduk Cirata mulai sedikit mengalami penurunan setinggi  $\pm 20$  cm. Hasil wawancara dengan nelayan setempat diperoleh informasi pada awal tahun terjadi kematian ikan walau jumlah tidak signifikan.

#### **III.4.1.2. Kawah Putih, Ciwidey, Bandung**

Kawah Putih merupakan sebuah danau kawah yang terbentuk dari letusan Gunung Patuha pada abad ke 10. Kawah Putih terletak di ketinggian 2090 m dpl di bawah puncak tertinggi Gunung Patuha. Tanah yang bercampur belerang di sekitar kawah ini berwarna putih sedangkan airnya berwarna putih kehijauan. Menurut penduduk sekitar warna air danau kawah ini seringkali mengalami perubahan warna. Udara di sekitar kawah sangat



berbau sulfur. Saat ini Kawah Putih menjadi salah satu obyek pariwisata yang cukup diminati oleh wisatawan.



Gambar 7. Kawah Putih di Ciwidey, Bandung

Lebih kurang 300m di bawah kawah, terdapat sumber mata air yang cukup jernih. Walau suhu air cukup dingin dan tidak ada tanda-tanda akan adanya sumber air panas, air masih berbau sulfur walau tidak sepekat air di danau kawah.



Gambar 8. Mata air di dekat danau kawah, Kawah Putih

#### **III.4.1.3. Unit WWTP Industri Jababeka Cikarang**

Di wilayah Kawasan Industri Jababeka, Cikarang terdapat fasilitas pengolahan air limbah yang dihasilkan oleh industri-industri di dalam kawasan tersebut. Air yang masuk ke Unit WWTP adalah air limbah langsung atau air limbah yang telah melalui pengolahan awal untuk limbah-limbah yang berada di luar ambang batas yang telah ditetapkan oleh kawasan. Pengolahan limbah yang dilakukan oleh Unit WWTP menerapkan sistem pengolah limbah secara biologis yang memanfaatkan aktivitas dari mikroorganisme penyusun lumpur aktif.





Gambar 9. Unit WWTP Kawasan Industri Jababeka, Cikarang

Hasil analisis sampel air dari masing-masing sumber isolat tersaji dalam Tabel 2. Data menunjukkan bahwa air dari Unit WWTP cenderung memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan sampel yang berasal dari Kawah Putih dan Cirata.

Tabel 3. Kandungan nutrisi sampel air

No	Kode Sampel	Parameter					
		Nitrit (mg N- NO <sub>2</sub> /L)	Nitrat (mg N- NO <sub>3</sub> /L)	Amonium (mg N- NH <sub>4</sub> /L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	COD Angka Permangan at
1	Ds. Kauwiyah Waduk Cirata	0,001	0,039	<0,0001	0,0458	6,1274	46,0833
2	Mata air tawar, Kawah	0,002	0,265	0,109	0,0813	1,9950	36,9173
3	Kawah	0,002	13,409	<0,0001	2,3037	22,9639	4,639,4545
4	Influent WWTP 1	0,561	9,076	80,7949	4,4333	209,9198	518,4375
5	Efluent WTP 2	0,213	11,609	0,2824	1,0263	43,2497	61,9846
6	Oxidation	0,008	3,640	18,4884	1,3511	89,3079	65,1750
7	Inlet WWTP 2	0,068	0,486	21,0794	1,3975	76,3190	127,3875



### III.4.2. Karakteristik Isolat Terpilih

#### III.4.2.A. Isolat Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi

Sumber isolat yang digunakan untuk mengisolasi bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi adalah sampel dari Waduk Cirata dan Unit WWTP Kawasan Industri Jababeka, Cikarang. Hasil isolasi bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi diperoleh 7 isolat bakteri nitrifikasi yang memenuhi kriteria dan 5 isolat bakteri denitrifikasi yang memenuhi kriteria pada tahap isolasi bakteri ini. Adapun hasil dari pemurnian isolat dari bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi dapat dilihat pada Gambar 9.



(a)



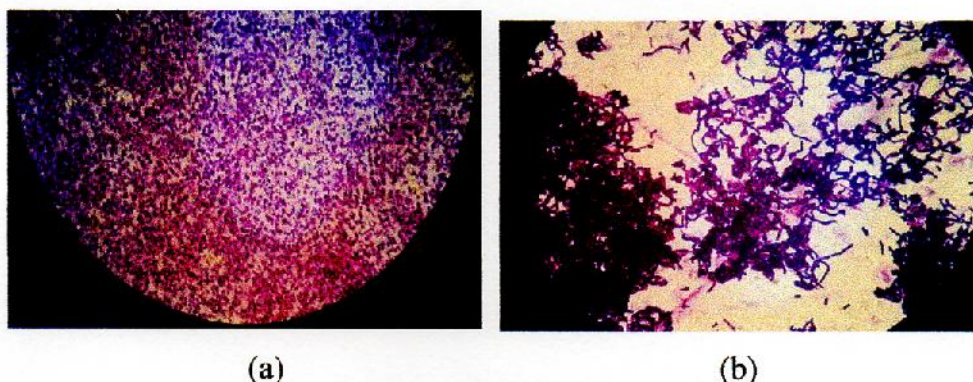
(b)

Gambar 10. Hasil biakan murni dari bakteri (a). Nitrifikasi, (b). Denitrifikasi  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop bahwa pada bakteri nitrifikasi diperoleh bentuk koloni yaitu bulat, tepi koloni utuh, dan elevasi yang diamati dari samping terlihat datar dan timbul, warna bakteri nitrifikasi dominan cokelat. Sedangkan pada bakteri denitrifikasi diperoleh bentuk koloni bulat, tepi koloni utuh, elevasi yang diamati dari samping terlihat rata, dan timbul, dan untuk warna dari bakteri denitrifikasi ini dominan warna krem. Cappucino dan Sherman (1987) menyatakan bahwa pada umumnya bentuk koloni bakteri berbentuk *circular*, *irregular*, *filamentous*, *rhizoid*. Elevasi berbentuk *raised*, *convex*, *flat*, *umbonate*, *crateriform*. Margin berbentuk *entire*, *undulate*, *filiform*, *curled* dan *lobate*. Pengamatan suatu karakteristik dan morfologi dari suatu koloni ini sangat diperlukan untuk mempermudah proses identifikasi. Menurut Lay (1994) berdasarkan ciri morfologi koloni bakteri dan biakan murni maka dapat dilakukan proses identifikasi jenis-jenis mikroorganisme, namun untuk memperoleh hasil identifikasi yang sempurna maka harus dilanjutkan dengan uji biokimia.



Uji pewarnaan Gram menunjukkan bahwa isolat bakteri nitrifikasi bakteri didominasi oleh bakteri Gram negatif dengan bentuk selnya dominan berbentuk kokus dan basil (Gambar 9). Sedangkan pada bakteri denitrifikasi didapatkan hasil bahwa isolat bakteri denitrifikasi yang diperoleh sebagian besar bersifat Gram positif dan bentuk batang (Gambar 9).



Gambar 11. Hasil Pewarnaan bakteri (a). Nitrifikasi, (b). Denitrifikasi

Uji aktivitas nitrifikasi dilakukan untuk mengetahui isolat bakteri yang paling banyak mengoksidasi amonia dari tujuh isolat bakteri nitrifikasi. Lama waktu uji adalah 7 hari. Hasil uji menunjukkan bahwa ketujuh bakteri nitrifikasi mampu mengoksidasi amonium dengan baik. Oksidasi amonium paling tinggi ditemukan pada bakteri nitrifikasi dengan kode isolat CR 12 yaitu sebanyak 30,223 mg/l dengan nilai persentase 85,29%.

Tabel 4. Kemampuan bakteri nitrifikasi dalam mengoksidasi amonium dengan membentuk nitrat dan nitrit setelah 7 hari masa inkubasi

Kode Isolat	Amonium Awal	Amonium yang dioksidasi	Presentase
	(a)	(b)	(b/a)
	(mg/l)	(mg/l)	%
<b>Kontrol</b>	17,772	12,670	71,29
<b>CR 11</b>	18,602	14,586	78,41
<b>CR 12</b>	35,435	30,223	85,29
<b>CR 21</b>	28,696	22,223	77,44
<b>CK 11</b>	23,995	19,864	82,78
<b>CK 21</b>	31,332	26,391	84,23
<b>CK 22</b>	25,761	21,383	83,00
<b>CK 23</b>	24,130	17,950	74,38



Pada uji pendahuluan untuk kemampuan mereduksi nitrat, didapatkan 4 isolat yang mampu mereduksi nitrat dengan kadar yang tinggi. Proses reduksi nitrat ini mulai dilaksanakan hari ke nol sampai hari ke tujuh, diperoleh bahwa ke tujuh bakteri mampu mereduksi nitrat dengan baik. Namun untuk reduksi nitrat paling tinggi yakni bakteri denitrifikasi dengan kode isolat DCR 22. Isolat DCR 22 mampu mereduksi nitrat sebesar 60,265 mg/l dengan persentase sebesar 55,87%.

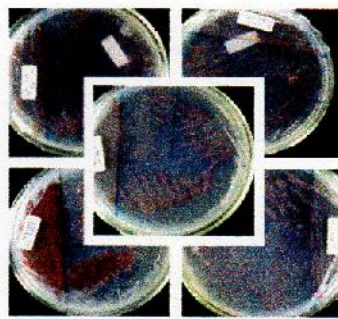
Tabel 5. Kemampuan bakteri denitrifikasi dalam mereduksi nitrat dan membentuk senyawa nitrit selama 7 hari masa inkubasi

Kode Isolat	Nitrat Awal (a)	Nitrat yang direduksi (b)	Persentase (b/a)	Nitrit yang terbentuk (μm)
	(μm)	(μm)	%	(μm)
<b>Kontrol</b>	71,944	68,946	95,83	0,001
<b>DCR 11</b>	103,030	55,278	53,65	11,057
<b>DDR 22</b>	107,866	60,265	55,87	8,640
<b>DCR 23</b>	113,346	57,942	51,11	7,511
<b>DCR 24</b>	101,806	43,573	42,80	8,431
<b>DCK 21</b>	81,427	13,481	16,55	11,526

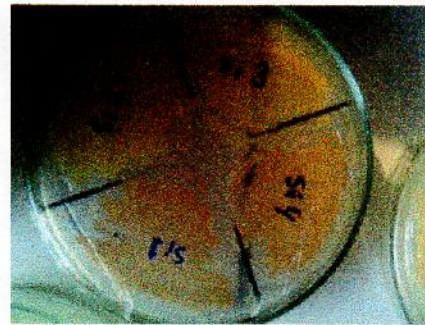
Data yang ada di atas, maka dapat dikatakan bahwa 4 dari 5 isolat bakteri denitrifikasi mampu mereduksi nitrat dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari adanya penurunan konsentrasi kadar nitrat dari hari ke nol sampai hari ke tujuh pada medium tempat pertumbuhannya, kecuali dengan media kontrol tidak mengalami perubahan konsentrasi, hal ini dikarenakan pada medium kontrol tidak ada perlakuan (tidak diinokulasi kultur bakteri).

#### III.4.2.B. Isolat Bakteri Ungu Sulfur

Sumber isolat yang digunakan dalam pelaksanaan isolasi bakteri ungu sulfur adalah sampel Waduk Cirata, Kawah Putih, air kolam pemeliharaan lele dan kolam pemeliharaan sidat. Dari ke-empat sumber isolat, hanya diperoleh sedikit koloni berwarna merah atau ungu, yaitu berasal dari sampel air kolam pemeliharaan sidat dan kolam lele. Dari sampel Waduk Cirata dan Kawah Putih tidak diperoleh koloni berwarna merah ungu.



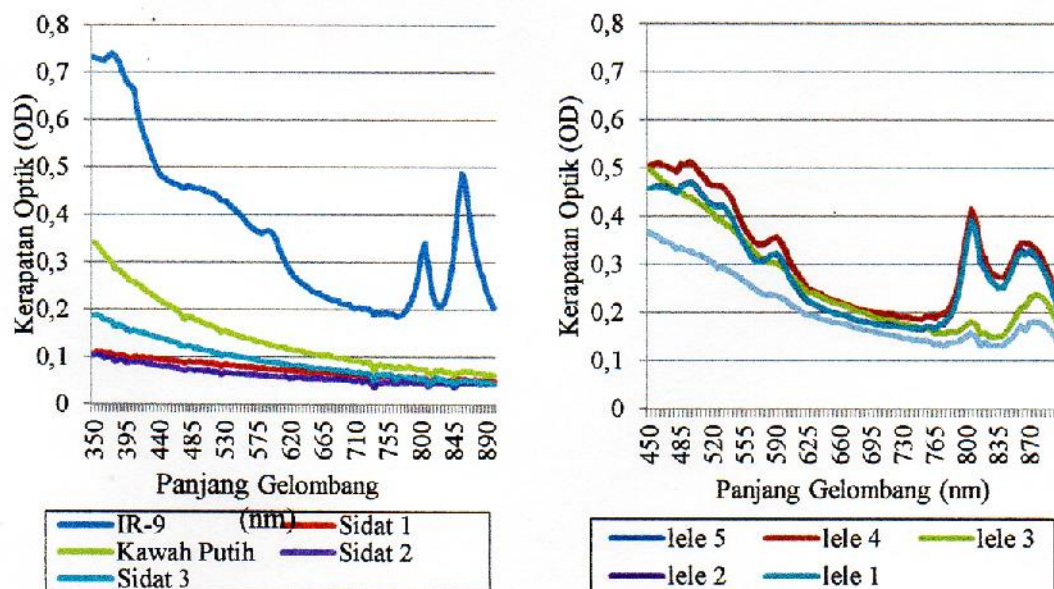
(A)



(B)

Gambar 12. Isolat berwarna yang diduga bakteri ungu yang diisolasi dari air kolam pemeliharaan lele (A) dan sidat (B)

Hasil analisis pola spektra dari isolat yang diperoleh menunjukkan bahwa hanya isolat dari kolam lele saja yang mengindikasikan bakteri tersebut adalah bakteri ungu. Hal ini didasarkan akan adanya puncak absorpsi pada kisaran panjang gelombang 500nm, 600nm, dan 800nm. Adanya puncak-puncak tersebut menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki bakterioklorofil yang merupakan ciri dari bakteri fotosintetik seperti halnya bakteri ungu.



Gambar 13. Pola spektra isolat bakteri dari Kawah Putih, kolam pemeliharaan sidat dan lele

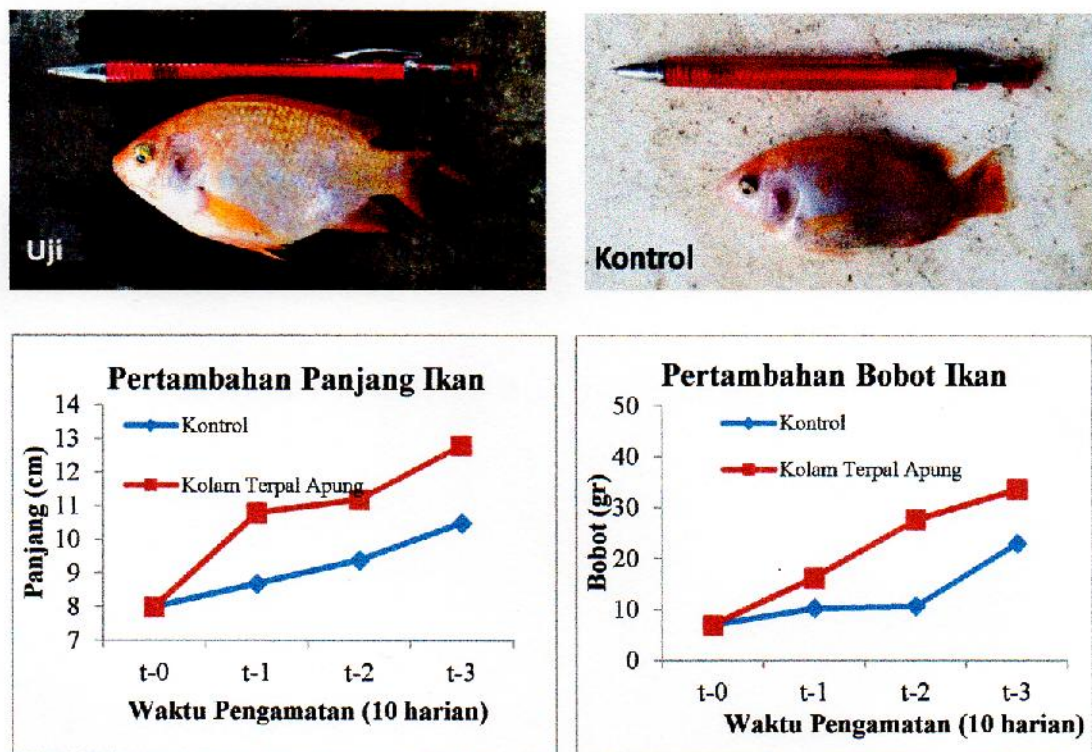
Pengujian terhadap aktivitas penyerapan sulfida belum dapat dilakukan karena terkendala oleh lambatnya pertumbuhan isolat bakteri dari kolam lele dan minimnya jumlah isolat uji akibat seringnya terjadi kontaminasi oleh jamur akibat lambatnya pertumbuhan



bakteri. Oleh sebab itu pada tahun kegiatan berikutnya akan dilakukan isolasi ulang yang didahului dengan pemilihan media uji yang lebih tepat sehingga didapatkan pertumbuhan bakteri yang optimum.

#### III.4.3. Unjuk Kerja Kolam TABS Pada Budidaya Pembesaran Ikan Nila

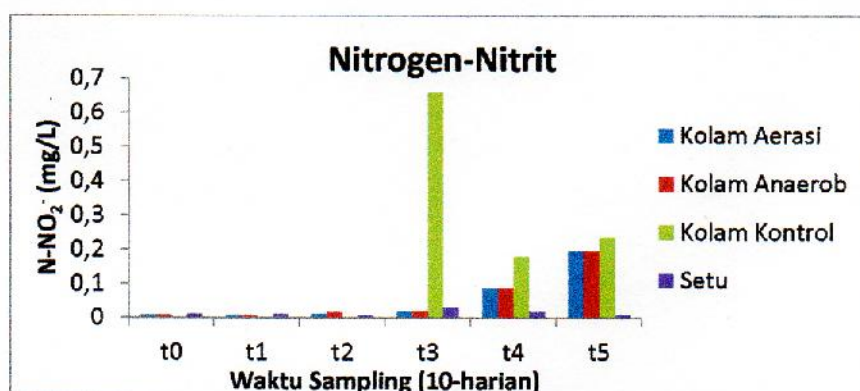
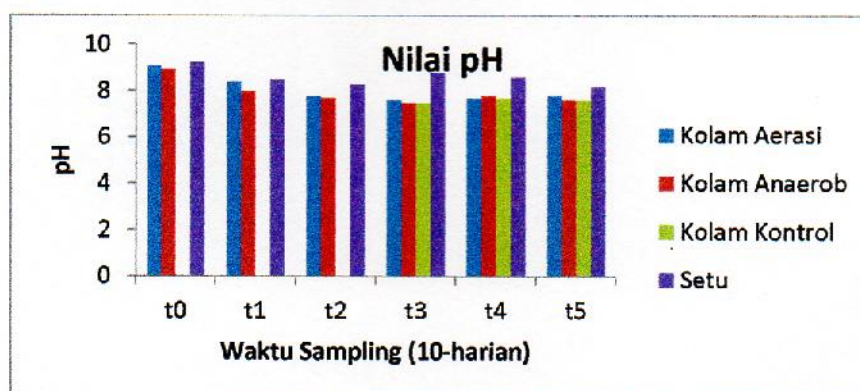
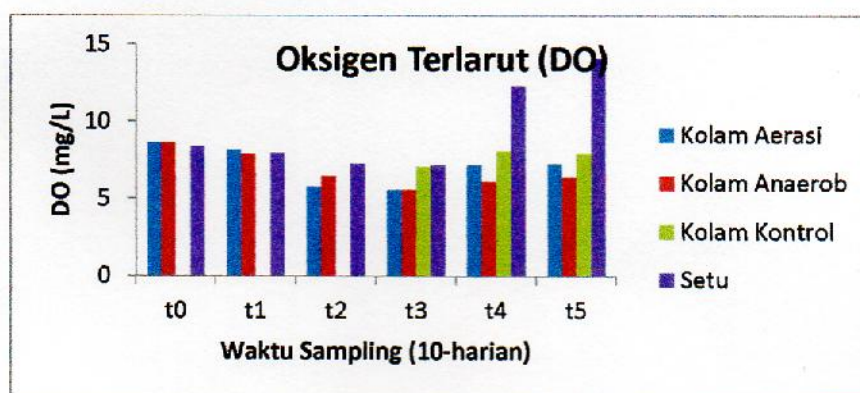
Hingga minggu ke lima pada akhir pengamatan, sistem kolam TABS mampu menopang kehidupan ikan nila dengan lebih baik bila dibandingkan dengan kolam kontrol. Hal ini terlihat dari penambahan bobot dan panjang ikan di kolam TABS yang lebih tinggi dari kolam kontrol (Gambar 12).



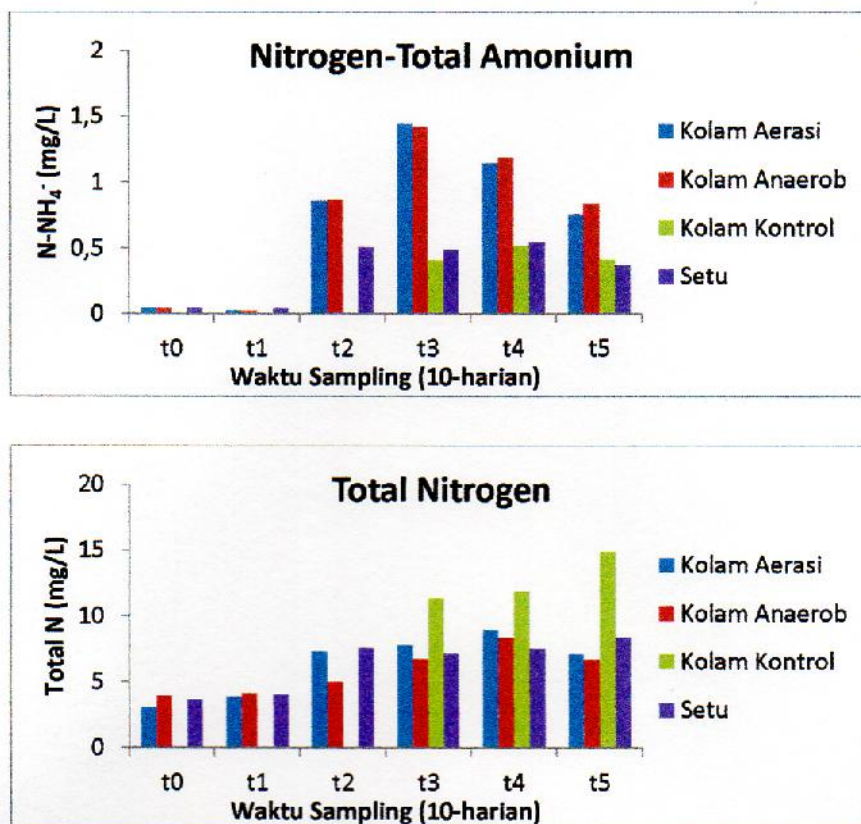
Gambar 14. Pertumbuhan ikan nila dalam kolam TABS dan kolam kontrol

Hasil monitoring menunjukkan bahwa kualitas air kolam Situ Cibuntu masih lebih baik dibandingkan dengan kolam TABS maupun kontrol yang ditunjukkan oleh rendahnya kandungan senyawa nitrit dan amonium (Gambar 13). Kandungan tertinggi untuk parameter total nitrogen didapatkan pada kolam kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa proses perombakan protein yang bersumber dari sisa pakan dan feses berlangsung lambat,

sedangkan di kolam TABS pada minggu ke 5 kandungannya adalah yang paling rendah. Akan tetapi hal ini diiringi oleh peningkatan konsentrasi amonium dan nitrit. Hal ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi protein berlangsung dengan lebih baik, akan tetapi adanya akumulasi nitrit dan amonium menunjukkan bahwa proses nitrifikasi berlangsung lambat. Lambatnya proses mungkin disebabkan oleh pasokan oksigen yang kurang memadai atau terjadi ketidakseimbangan nilai C:N rasio sehingga pertumbuhan bakteri nitrifikasi berlangsung lambat.







Gambar 15. Profil kualitas air Situ Cibuntu, kolam TABS, dan kolam kotrol

### III.5. KESIMPULAN

Dari kegiatan eksplorasi bakteri agen bioremediasi ini telah didapatkan sebanyak 7 isolat bakteri nitrifikasi, 5 isolat bakteri denitrifikasi, dan satu isolat yang diduga isolat bakteri ungu. Isolat-isolat tersebut memiliki potensi untuk dignakan sebagai agen bioremediasi, kecuali isolat bakteri ungu karena belum dilakukan pengujian terhadap aktivitasnya dalam mengeliminasi kandungan sulfida.

Kolam TABS dapat beropresai dengan baik, akan tetapi masih perlu disempurnakan terutama sistem aerasi dan disain ruang anaerobik dan ruang aerasi pada unit kolam.