

KAJIAN BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK (BFA) DALAM MENDEGRADASI SENYAWA ORGANIK SEDIMEN

Oleh:

Muhammad Badjoeri * dan Yuniarti Utami **

* Pusat Penelitian Limnologi – LIPI

** Fakultas Biologi Universitas Nasional - Jakarta

Pendahuluan

Masalah pencemaran lingkungan perairan dalam dekade terakhir ini telah berkembang menjadi isu global yang memerlukan tindakan serius dan melibatkan berbagai pihak, seperti pemerintah, pembuat kebijakan, aktivis lingkungan, peneliti dan industriawan. Pihak-pihak yang berkompeten ini dengan berbagai upaya dan kapasitasnya berusaha untuk mengantisipasi dan mencari solusi dalam menyelamatkan lingkungan yang terkontaminasi oleh bahan pencemar.

Pencemaran oleh bahan organik yang umumnya berasal dari limbah rumah tangga, peternakan, rumah sakit, bahan bakar dan industri, dalam beberapa tahun terakhir ini terus meningkat, ditambah lagi dengan kehadiran senyawa-senyawa organik xenobiotik (buatan manusia) yang sebagian ada yang bersifat rekalsitran (Gunalan, 1993).

Dalam sistem budidaya perikanan seperti tambak, kehadiran senyawa organik dalam jumlah yang besar seringkali menimbulkan dampak yang merugikan. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menjadi pemacu terjadinya eutrofikasi dan blooming mikroorganisme patogen dan algae. Seperti melimpahnya bakteri heterotrofik diperairan sering berhubungan dengan tingginya kandungan bahan organik ditempat tersebut.

Meningkatnya kandungan bahan organik di dalam sistem perairan juga menyebabkan terbentuknya hasil metabolisme dari proses degradasi yang bersifat racun seperti ammonia, nitrit dan H₂S dan menurunnya kandungan oksigen terlarut (Widiyanto, 1998).

Kemampuan aktivitas perombakan oleh bakteri dikarenakan adanya plasmid yang terdapat didalam bakteri (Gunalan, 1993, Said dan Badjoeri, 1998).

Beberapa jenis dari kelompok bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) telah dimanfaatkan sebagai biokontrol atau bioremediasi karena BFA mampu memanfaatkan senyawa H₂S dalam metabolismenya serta sifat-sifat lain yang menguntungkan seperti mampu berkompetisi dengan bakteri *vibrio harveyii* yang merupakan bakteri patogen pada udang (Atlas dan Bartha, 1987, Tjahyadi et al, 1994, Widiyanto, 1998). Namun demikian konsentrasi yang tepat untuk diaplikasikan belum diketahui. Berdasarkan sifat dan kemampuan metabolisme BFA maka perlu dilakukan penelitian kajian terhadap kemampuan BFA dalam mendegradasi senyawa organik sedimen.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi optimal aplikasi BFA untuk merombak senyawa organik sedimen.

Hipotesa

1. BFA mampu merombak senyawa organik sedimen
2. Aplikasi BFA pada konsentrasi yang tepat akan merombak senyawa organik yang optimal.

Bahan dan Metoda

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiota Pusat Penelitian Limnologi – LIPI, dari bulan Juli 2002 sampai dengan Januari 2003. Media kultur bakteri yang digunakan ialah media SWC (Sea Water Complete) dengan komposisi: Ekstrak Yeas 1 g, Bakto agar 15 g, Gliserol 3 g dan air laut salinitas 20 ‰ 1000 ml (Widiyanto, 1995). Media disterilisasi pada suhu 121 °C selama 20 menit.

Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA) yang digunakan diberi kode IR19 (hasil isolasi dari perairan estuarin Pelabuhan ratu) (Rusmana, Widiyanto dan Badjoeri, 1998). Inkubasi BFA dilakukan selama 2 – 4 hari, pada suhu ruang, kondisi mikroaerofilik dan diberi sumber cahaya dari lampu pijar 40 Watt 1 buah.

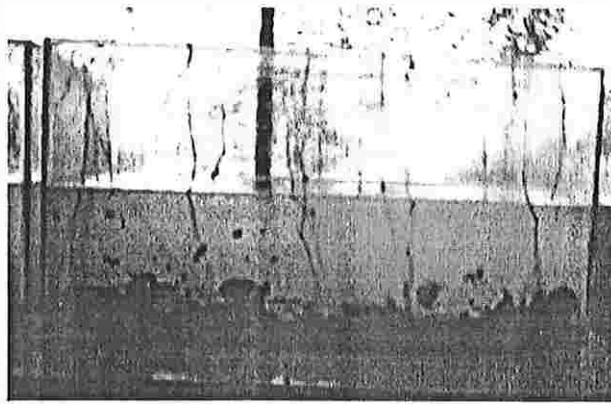
Sedimen yang digunakan diambil dari tambak udang windu daerah Karawang. Analisa bakteri dan sampel air dilakukan di Laboratorium mikrobiota Puslit Limnologi dan analisis sampel sedimen dilakukan di Laboratorium ilmu tanah, Fakultas Pertanian - IPB.

Perlakuan:

1. Air laut 20 ‰ sebanyak 35 L disterilisasi pada suhu 121 °C, 1 atm, 20 menit.
2. Sedimen disterilisasikan sebanyak 10.000 gr
3. Botol film yang dipotong dan diberi tali sebanyak 90 buah dipasang pada 6 aquarium yang telah disterilkan dengan alkohol (alat untuk sampling sedimen).
4. Masing-masing aquarium dimasukan 2000 gram sedimen steril pada 5 aquarium dan 1 buah kontrol (sedimen tidak steril)
5. Masing-masing aquarium di masukan (ditanam) botol film untuk mengambil sample sedimen kedalam sedimen sebanyak 15 buah.
6. Aquarium perlakuan dimasukan air laut steril sebanyak 7 L, dan aquarium kontrol air laut tidak steril sebanyak 7 L pula.
7. Inokulasi BFA IR19 kedalam aquarium percobaan sebagai berikut (gambar 1)

- Aquarium 1 (P1)	=	306 ml
- Percobaan 2 (P2)	=	612 ml
- Percobaan 3 (P3)	=	918 ml
- Percobaan 4 (P4)	=	1224 ml
- Percobaan 5 (P5)	=	1530 ml
- Kontrol	=	0 ml

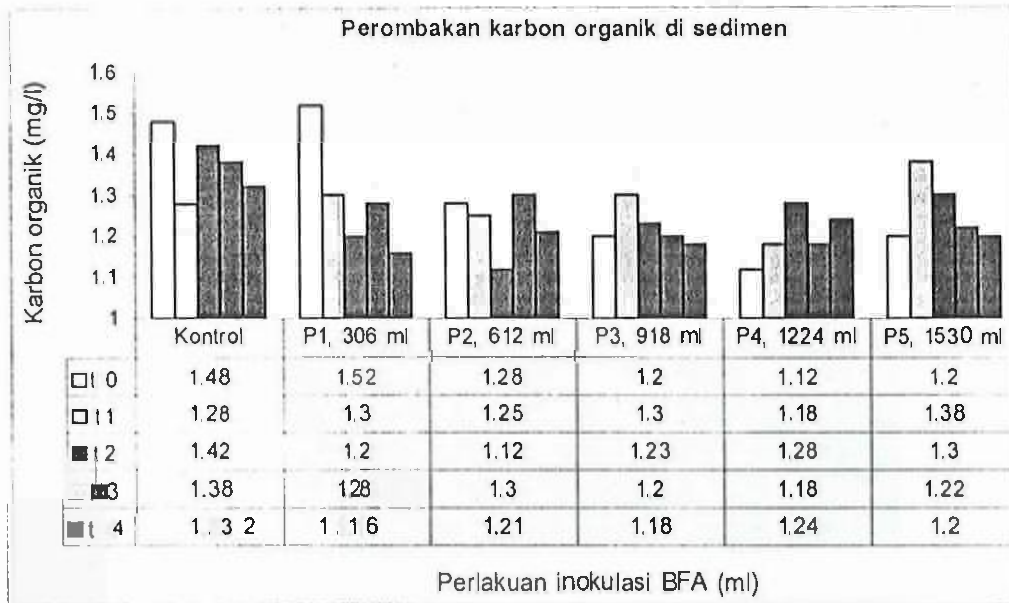
Parameter yang diamati adalah : Viabilitas BFA dalam aquarium percobaan, Total organik karbon (TOC), Total Nitrogen (TN) dan Total organik matter (TOM). Selain itu juga diamati parameter pH, suhu (° C), oksigen terlarut (DO, mg/l), Turbidity (NTU), Konduktivitas (mS/cm) dan Salinitas (‰), dengan menggunakan alat Water Quality Checker (WQC – Horiba).



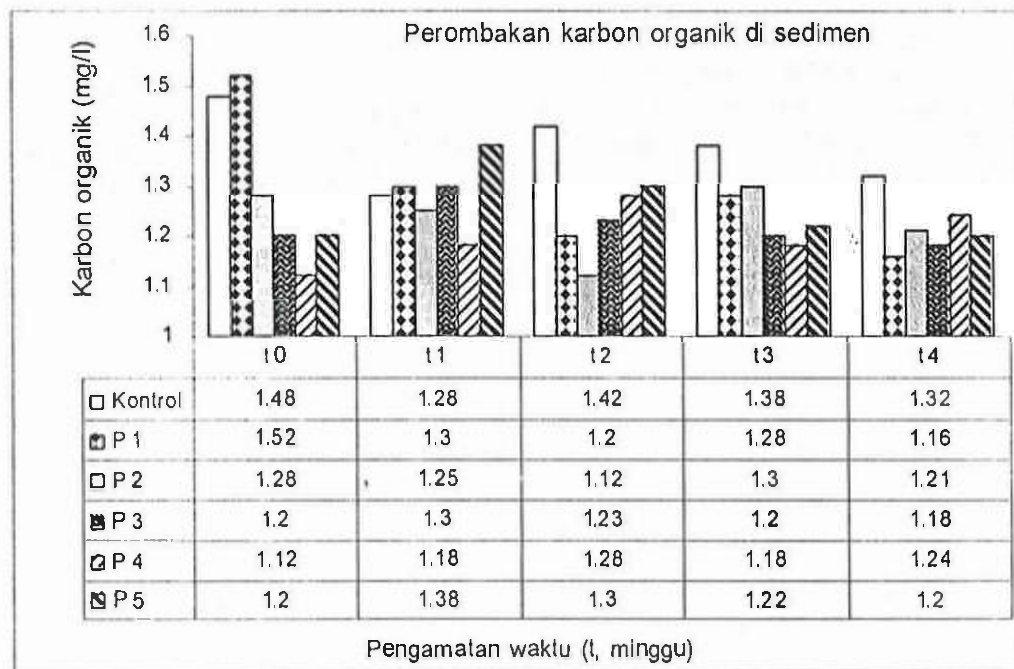
Gambar 1. Uji perombakan senyawa organik sedimen mrnggunakan BFA

Hasil dan Pembahasan

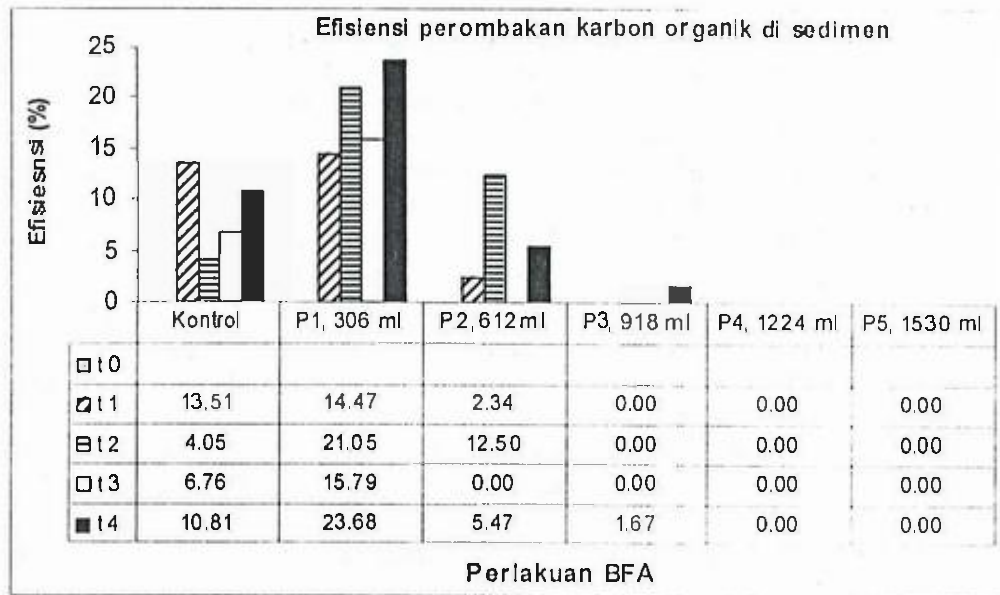
Berdasarkan hasil analisa bakteri menunjukan bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) mampu merombak senyawa organik di sedimen dan di air. Kemampuan optimal perombakan BFA terhadap karbon organik di sedimen mencapai 23,68 % pada pemberian BFA sebanyak 306 ml (P1) setelah inkubasi 4 minggu dan perombakan optimal nitrogen organik sebesar 36,84 % pada pemberian BFA sebanyak 612 ml (P2) setelah inkubasi 2 minggu. Paga gambar 2 diperlihatkan kemampuan dan efisiensi perombakan karbon dan nitrogen organik di sedimen.



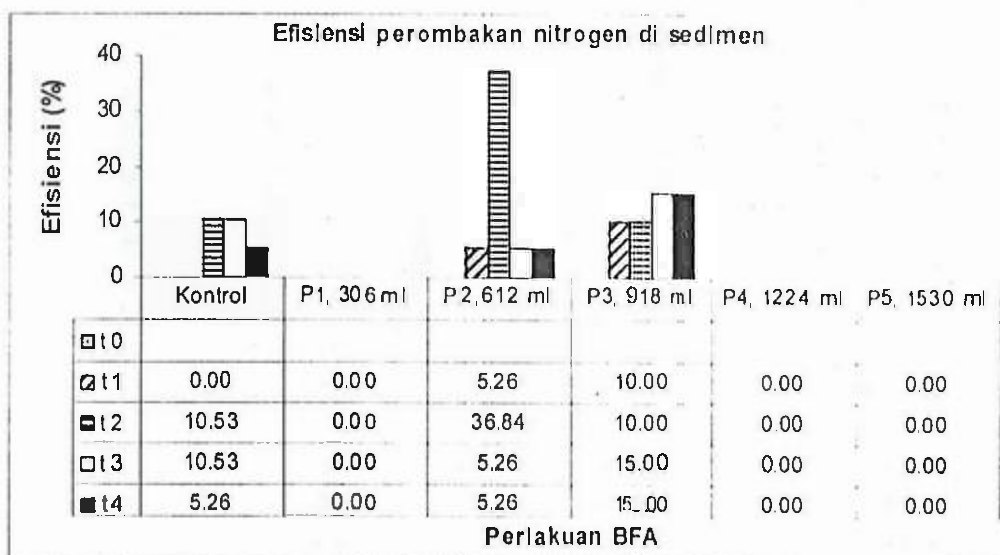
Gambar 2.1. Perombakan karbon organik disedimen oleh BFA dengan perlakuan jumlah inokulan yang ditingkatkan



Gambar 2.2. Perombakan karbon organik oleh BFA dengan waktu inkubasi yang berbeda



Gambar 2.3. Efisiensi BFA dalam merombakan karbon organik di sedimen



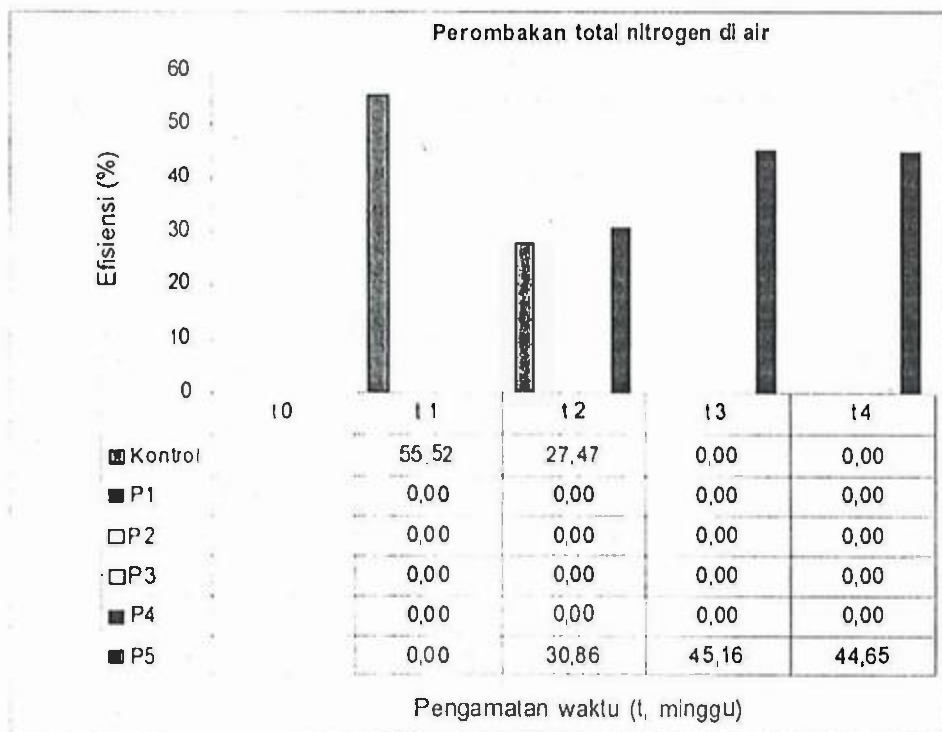
Gambar 2.4. Efisiensi BFA dalam merombak nitrogen organik di sedimen

Pada perlakuan tanpa pemberian BFA (kontrol) juga menunjukkan adanya terjadi perombakan, hal ini menunjukkan bahwa perombakan juga dilakukan oleh bakteri lain yang terdapat di sedimen dan di air. Perombakan karbon organik oleh bakteri lain mencapai 4,05 - 13,51 %. Perombakan karbon organik di sedimen oleh BFA mencapai 1,67 - 23,68 %. Perombakan nitrogen organik di sedimen oleh bakteri lain (kontrol) mencapai 5,26 - 10,53 %, sedangkan perombakan oleh BFA mencapai 5,26 - 36,84 %. hal ini menunjukkan BFA mempunyai kemampuan perombakan lebih baik terhadap senyawa karbon organik dibanding bakteri lain yang terdapat di sedimen.

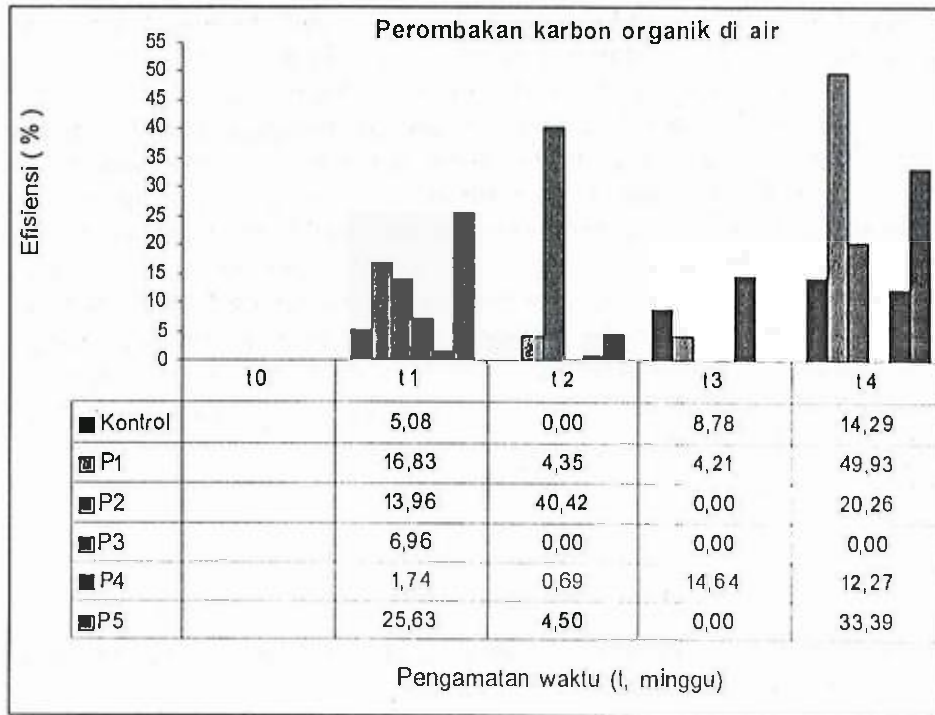
Perombakan nitrogen organik di air oleh BFA memerlukan waktu lebih lama sekitar 2 – 4 minggu, namun demikian efisiensi perombakannya cukup baik (30,86 – 45,16 %). Perombakan nitrogen organik oleh bakteri lain (kontrol) memerlukan waktu lebih cepat (1 minggu) dengan efisiensi perombakan 27,47 – 55,52 % (gambar 3). Perombakan nitrogen organik di air optimal pada pemberian BFA sebanyak 1530 ml (P5).

Perombakan karbon organik total di air oleh BFA telah terjadi setelah diinokulasikan, pada minggu ke 1 (t1) efisiensi perombakan berkisar 1,74 - 25,63 %, pada minggu ke 2 (t2) berkisar 0,69 – 40,42 %, pada minggu ke 3 (t3) 4,21 – 14,64 % dan pada minggu ke 4 (t4) berkisar 12,27 – 49,93 %. (gambar 4). Perombakan karbon organik total di air optimal pada pemberian BFA sebanyak 306 ml (P1).

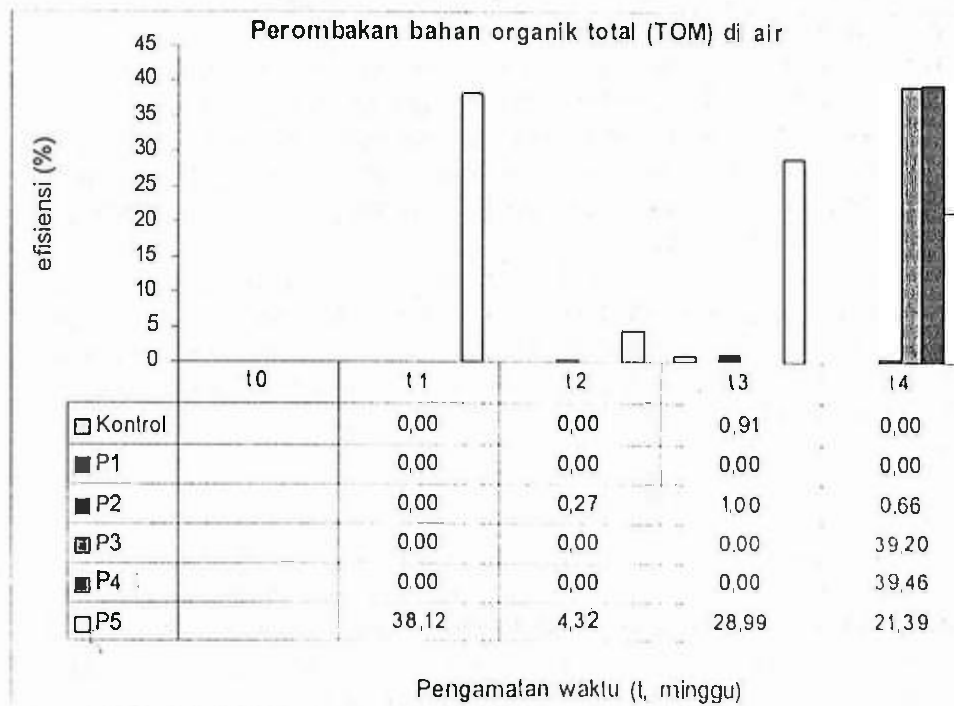
Perombakan bahan organik total (TOM) di air oleh BFA di air berkisar 0,27 – 39,46 %. Perombakan bahan organik total oleh BFA sudah terjadi sejak 1 minggu diinokulasikan. Perombakan TOM optimal terjadi pada pemberian BFA sebanyak 1224 ml (P4), (gambar 5).



Gambar 3. Efisiensi BFA dalam merombakan nitrogen organik di air



Gambar 4. Efisiensi BFA merombakan karbon organik total di air



Gambar 5. Efisiensi BFA merombakan bahan organik total (TOM) di air

Kondisi fisika kimia air selama penelitian (gambar 6) menunjukkan dalam kondisi yang cukup mendukung untuk kondisi kehidupan bakteri BFA yang bersifat anaerobik dan atau anaerobik fakultatif. Kandungan oksigen terlarut (DO) di air berkisar 2,70 – 3,24 mg/l, suhu berkisar 26,95 – 27,04 °C,

pH berkisar 7,23 – 7,46, konduktivitas berkisar 36,50 – 37,3 mS/cm, salinitas berkisar 21,08 – 21,78 ‰, dan turbiditas berkisar 16,83 – 52,5 NTU.

Kandungan oksigen terlarut yang rendah sangat mendukung pertumbuhan BFA karena BFA bersifat anaerobik fakultatif, salinitas air yang cukup tinggi karena digunakan air laut sebagai media dan dikondisikan untuk BFA yang berasal dari daerah estuarin dan untuk aplikasi tambak udang windu. Kandungan pH, suhu dan konduktivitas relatif stabil dan pada batas normal untuk kehidupan bakteri. Turbiditas bervariasi dikarenakan penambahan inokulan BFA yang jumlahnya berbeda pada tiap perlakuan serta adanya aktivitas reproduksi bakteri sehingga kekeruhan di air meningkat.

Berdasarkan analisa kualitas fisika-kimia air menunjukkan BFA mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan penelitian yang dimodifikasi seperti kondisi lingkungan tambak.

Kesimpulan

1. Bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) isolat IR 19 mampu merombak senyawa organik di sedimen dan air tambak
2. Perombakan optimal karbon organik di sedimen pada inokulasi BFA sebanyak 306 ml (P1) setelah memasuki inkubasi 4 minggu (t 4), perombakan nitrogen organik di sedimen pada inokulasi BFA sebanyak 1530 ml (P5) setelah memasuki inkubasi 4 minggu (t 4).
3. Perombakan karbon organik total di air optimal pada inokulasi BFA sebanyak 306 ml (P1), setelah memasuki inkubasi minggu ke 4 (t 4). Perombakan nitrogen organik di air optimal pada inokulasi BFA sebanyak 1530 ml (P5) setelah memasuki inkubasi minggu ke 4 (t4). Perombakan TOM optimal terjadi pada inokulasi BFA sebanyak 1224 ml (P4) setelah memasuki inkubasi hari ke 4 (t4).
4. Efisiensi BFA merombakan karbon organik dan nitrogen organik di sedimen masing masing mencapai 23,68 % dan 36,84%. Efisiensi perombakan karbon dan nitrogen organik di air masing-masing mencapai 49,93 % dan 45,16 %. Efisiensi merombak bahan organik total (TOM) mencapai 39,46 %.

Daftar Pustaka

- Atlas. R. M dan R. Bartha. 1987. *Microbial Ecology. Fundamentals and Applications*. The Benjamin Cumings Publ. Co. Menlo Park. California.
- Gunalan, D.E.A. Penerapan Bioremediasi untuk Melenyapkan Polutan Organik dari Lingkungan. Diskusi Panel. Kongres Nasional Perhimpunan Mikrobiologi, 2 – 4 Desember 1993. 1993). Surabaya. 13 hal.
- Said, D. S. dan M. Badjoeri, 1998. Isolasi dan Analisis Plasmid Beberapa Isolat Bakteri Fotosintetik Anoksigenik. Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Limnologi - LIPI. Tahun 1997 – 1998. Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor. h. 449 – 457.

- Tjahyadi, R. M., S.L. Anka dan A. Suwanto. 1994. Isolations and Evaluation of Marine Bacteria for Biocontrol of Luminous Bacterial Disease in Tiger Shrimp Larvae (*Penaeus monodon* Fab.). *Spac J. Mol. Biol. Biotechnol.* 2: 347-352.
- Widiyanto, T. 1998. Kemampuan Beberapa Isolat Bakteri Fotosintetik Anoksigenik dalam Mereduksi Senyawa Organik. Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Limnologi tahun 1997/1998. Pusat Penelitian Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong. h. 438 – 443.
- Widiyanto, T. 1995. Karakterisasi Bakteri Fotosintetik Anoksigenik untuk Biokondisioner di Tambak Udang. Usulan Penelitian. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 36 hal.