

PERGANTIAN POPULASI BAKTERI HETEROTROF, ALGAE DAN PROTOZOA DI LAGOON BTDC UNIT PENANGANAN LIMBAH NUSA DUA BALI

Oleh
Ni Made Susun Parwanayoni
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Udayana

Abstract

This research was carried out at Nusa Dua Lagoon, Nusa Dua – Bali in the year of 2006. The research was aimed to find out the concentration of heterotrophic bacteria, algae and protozoa, as well as to observe the change of the population in the lagoon. Results of this study showed that the highest concentration of the population of heterotrophic bacteria was on pond 4b (aerated pond 2), algae population was highest at pond 5a (sedimentation pond 1), and the population of protozoa was highest on pond 5b (sedimentation pond 2). The population of heterotrophic bacteria was replaced by algae and then algae was taken over by protozoa.

Key words: population, heterotrophic bacteria, lagoon

1. Pendahuluan

Bakteri heterotrof, algae dan protozoa merupakan organisme heterotrof yang mampu memanfaatkan bahan organik maupun anorganik, pada lingkungan tempat tumbuhnya sebagai sumber nutrisi. Ketiga organisme ini memegang peranan utama pada penanganan limbah organik, sehingga effluen yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan.

Di Nusa Dua Bali terdapat unit penanganan limbah berupa sistem lagoon/kolam yang terdiri dari 9 kolam, untuk menangani limbah cair yang berasal dari seluruh hotel di kawasan pariwisata Nusa Dua. Limbah cair hotel merupakan limbah domestik dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi, sehingga tidak terlepas oleh aktivitas organisme heterotrof. Perbedaan aktivitas masing-masing populasi organisme heterotrof menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan fisik dan biotik dalam lagoon, sehingga dapat merangsang munculnya populasi organisme heterotrof tertentu yang nantinya dapat menimbulkan

pergantian populasi (Gray,1992 ; Joetono, 1995; Parwanayoni, 2000).

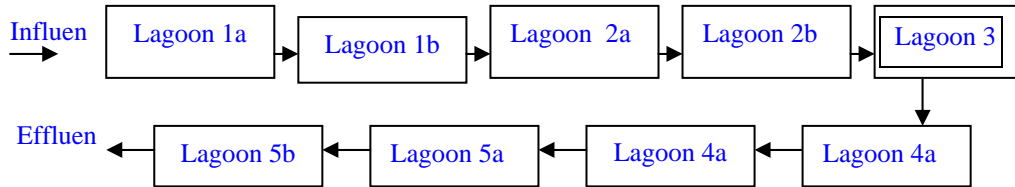
Manfaat penelitian ini yaitu untuk menyediakan data dasar mengenai populasi bakteri heterotrof, algae dan protozoa dan pergantian populasinya, sebagai bahan masukan bagi pengelola lagoon unit penanganan limbah di Nusa Dua (BTDC) dalam meningkatkan sistem penanganan limbah dan kualitas effluen yang dihasilkan. Di samping itu pemberian tambahan inokulum bisa lebih tepat dan efisien serta inokulum yang ditemukan dapat digunakan untuk menangani limbah cair lain khususnya yang memiliki kandungan bahan organik tinggi.

2. Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan survei ke lokasi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan di lagoon unit penanganan limbah Nusa Dua yaitu dari lagoon 1a, 1b, 2a, 2b, 3, 4a (kolam aerasi 1), 4b (kolam aerasi 2), kolam 5a (kolam sedimentasi 1) dan kolam 5b (kolam sedimentasi 2) (Gambar 1).

Sampel yang telah diambil lebih lanjut diamati di Laboratorium. Penghitungan populasi bakteri heterotrof dilakukan dengan metode *Spread Plate* dan penghitungan koloni dengan alat *Model Quebec*. Penghitungan populasi

algae dan protozoa dengan *alat sedgewick rafter counting chamber*. Data yang telah didapat masing-masing dibuat kurva pertumbuhannya untuk mengamati pergantian populasi antara bakteri heterotrof, algae dan protozoa.

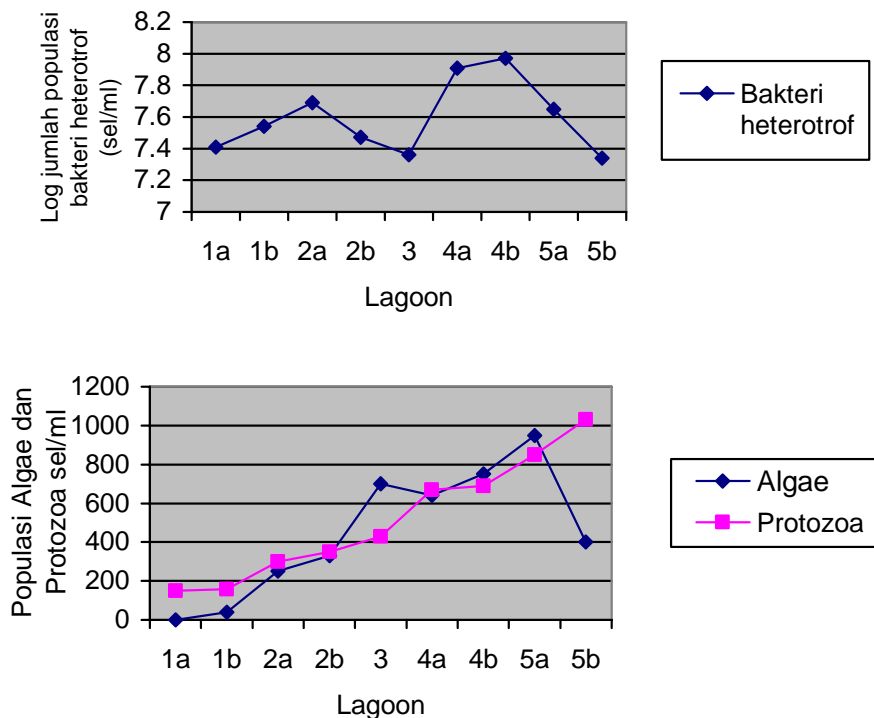


Gambar 1. Bagan sistem penanganan limbah hotel di Lagoon BTDC Nusa Dua

3. Hasil dan Pembahasan

Luas keseluruhan lagoon unit penanganan limbah di Nusa Dua adalah 14,7 ha dengan kedalaman 2 meter, untuk menangani volume limbah 6000 m³/hari.

Sistem penanganan limbah berlangsung secara kontinyu, artinya limbah mengalir secara terus-menerus ke lagoon unit penanganan limbah.



Gambar 2. Pergantian populasi organisme heterotrof di lagoon unit penanganan limbah Nusa Dua

Hasil pengamatan menunjukkan populasi bakteri heterotrof, algae dan protozoa pada masing-masing lagoon mengalami fluktuasi. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat populasi bakteri heterotrof

pada lagoon pertama mengalami peningkatan sampai lagoon 2a (50×10^6 sel/ml), mulai lagoon 2b terjadi penurunan, dan mengalami peningkatan yang lebih tinggi lagi mulai lagoon 4a (kolam aerasi

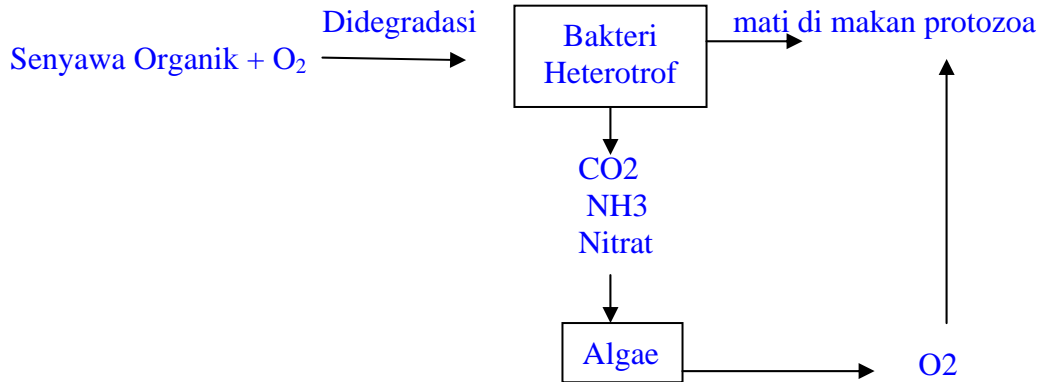
1), dan populasi tertinggi terjadi pada lagoon 4b (kolam aerasi 2) dengan jumlah populasi 95×10^6 sel/ml, setelah itu mengalami penurunan lagi.

Penurunan populasi bakteri heterotrof digantikan oleh adanya peningkatan populasi algae yang terjadi pada lagoon 3 (700 sel/ml) dan lebih tinggi lagi pada lagoon 5a, dengan jumlah populasi 950 sel/ml. Sementara itu, penurunan populasi algae digantikan oleh adanya peningkatan populasi protozoa dengan populasi paling tinggi terdapat pada lagoon 5b (1030 sel/ml). Faktor utama yang menyebabkan hal ini karena di dalam perairan/lagoon, bakteri heterotrof, algae dan protozoa memiliki kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan nutrisi tersedia dan memerlukan faktor lingkungan fisik dan biotik yang berbeda juga (Drenner *et al*, 1997).

Bakteri heterotrof merupakan golongan bakteri yang mampu memanfaatkan dan mendegradasi senyawa organik kompleks baik yang mengandung unsur C,H dan N. Kelompok bakteri ini mengawali tahap degradasi senyawa organik lewat serangkaian tahapan reaksi enzimatik, dengan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana/senyawa anorganik dan sel-sel bakteri baru, yang menyebabkan pertambahan populasi. Pemecahan senyawa organik dapat berlangsung lebih cepat apabila tersedia oksigen yang mencukupi. Di unit penanganan limbah Nusa Dua yaitu pada lagoon 4a dan 4b (kolam aerasi 1 dan 2) terjadi penambahan oksigen dari aerator yang khusus di pasang pada kolam aerasi. Adanya oksigen yang mencukupi aktivitas bakteri heterotrof (golongan aerob) dapat lebih meningkat, serta akan membentuk floc-floc bakteri (gumpalan-gumpalan bakteri bersama dengan lumpur/senyawa organik), dan dalam bentuk ini proses degradasi akan berlangsung secara

sempurna tanpa menimbulkan bau (metan dan H_2S) (Jenie dan Rahayu, 1993). Kemudian di lagoon aerasi populasi bakteri heterotrof mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Menurut Hamoda (1995) beberapa bakteri heterotrof memiliki kemampuan menghasilkan enzim ekstraseluler yang dieksresikan ke luar selnya sehingga dapat mendegradasi nutrisi/senyawa organik yang ada pada lingkungan tempat tumbuhnya.

Senyawa anorganik yang merupakan hasil perombakan bakteri heterotrof seperti CO_2 , NH_3 , N_2 dan Nitrat dapat dimanfaatkan kembali oleh organisme lain terutama algae, sehingga secara berlahan-lahan terjadi peningkatan populasi seiring dengan nutrisi yang tersedia, serta didukung oleh faktor lingkungan fisik dan biotik. Oksigen yang merupakan hasil fotosintesis dari algae dapat meningkatkan kandungan oksigen dalam perairan/lagoon, serta pH yang lebih stabil dapat mendukung pertumbuhan populasi protozoa. Disamping itu pada tahap akhir penanganan limbah banyak terdapat bakteri heterotrof yang telah mati karena kekurangan nutrisi/senyawa organik. Bakteri-bakteri yang telah mati bersama dengan lumpur akan mengendap di dasar lagoon dan dimakan oleh protozoa (Rols *et al*, 1995). Sehingga pada lagoon 5b yang merupakan tahap akhir penanganan limbah populasi protozoa mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Menurut Wisjnupto dan Mohajit (1992) di dalam badan perairan seperti lagoon terjadi symbiosis yang saling menguntungkan antara bakteri heterotrof, algae dan protozoa dan sangat bermanfaat dalam sistem penanganan limbah (Gambar 3).



Gambar 3. Simbiose antara bakteri heterotrof, algae dan protozoa

4. Simpulan dan Saran

Simpulan

- 1) Populasi bakteri heterotrof paling tinggi terdapat pada lagoon 4b (kolam aerasi 2), populasi algae tertinggi terdapat pada lagoon 5a (kolam sedimentasi 1 dan populasi protozoa paling tinggi terdapat pada lagoon 5b (kolam sedimentasi 2) ;
- 2) Populasi bakteri heterotrof digantikan oleh populasi algae dan populasi algae digantikan oleh populasi protozoa

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan organisme heterotrof dalam menurunkan kandungan senyawa organik dalam limbah.

Daftar Pustaka

Drenner RW.,Day DJ.,Basham SJ dan Durward. 1997. "Ecological Water Treatment System for Removal of Phosphorus and Nitrogen from

Polluted Water". *Journal Ecological Applications*. The Ecological of Society of American.

Gray FN.1992. *Biology of Waste Water Treatment*. Oxford University Press, New York.

Hamoda,MF. 1995. "Biotreatment of Waste Water Using Aerated Submerged Fixed-Film Reactor". *Journal Environmental Biotechnology*. Kluwer Academic Publishers.

Jenie LSB dan Rahayu PW. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius, Yogyakarta.

Joetono. 1995. *Biologi dan Biokimia Penguraian Bahan Organik*. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Parwanayoni S. 2000. *Penanganan Limbah Cair Hotel dengan Sistem Kolam Aerasi di Lagoon PT. BTDC Nusa Dua Bali dan Skala Laboratorium*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wisjnuprpto dan Mohajit. 1992. *Prinsip Dasar Pengendalian Pencemaran Air*. PAU ITB, Bandung.

Tabel 1a. Bakteri heterotrof yang dominan terdapat pada lagoon unit penangan limbah Nusa Dua Bali

No	Karakteristik	Isolat bakteri heterotrof					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	Morfologi koloni a. Warna b. Bentuk c. Diameter koloni d. Elevasi e. Tepi f. Permukaan	Putih keabu-abuan Bulat 2-3 mm Datar Rata Agak halus	Kuning muda pada media TCBS Bulat kecil 1 mm Cembung Agak licin Datar agak tebal	Putih pada medium MacConkey Agar Seperti filamem 1-3 mm Bercabang Tidak beraturan Kasar	Putih Bulat kecil 0,5-1 mm Timbul Rata Agak halus	Kuning Konsentris besar 2-5 mm Cembung Berombak Padat tebal	Merah pada MacConkey Agar Bulat 0,5-1,5 mm Datar Rata Agak kasar
2	Morfologi sel secara mikroskopis a. Bentuk sel b. Ukuran sel c. Pengecatan Gram d. Gerakan	Batang 2,5-3 µm Positif Bergerak	Batang 2-4 µm Negatif Bergerak	Batang 1,5-2 µm Negatif Bergerak	Coccus 0,5-1 µm Positif Tidak ada	Batang bengkok 1-1,5 µm Negatif Bergerak	Batang 2-3 µm Negatif Tidak ada
3	Uji Biokimia a. Uji fermentasi glukosa b. Uji fermentasi fruktosa c. Uji fermentasi sukrosa d. Uji fermentasi laktosa e. Hidrolisis pati f. Uji Indol g. Uji katalase h. Uji oksidase i. Uji merah metal	Positif Negatif Negatif Negatif Positif Positif Positif Negatif Positif	Negatif Positif Positif Negatif Negatif Negatif Positif Positif Positif Negatif	Positif Positif Positif Negatif Positif Positif Positif Negatif Positif	Positif Negatif Negatif Negatif Negatif Positif Positif Negatif Negatif Positif	Positif Positif Positif Negatif Negatif Positif Positif Negatif Positif	Positif Negatif Positif Positif Negatif Positif Positif
4	Lagoon yang didominasi Genus	4b <i>Bacillus</i>	2b <i>Pseudomonas</i>	4b <i>Proteus</i>	4b <i>Micrococcus</i>	2b <i>Vibrio</i>	2b <i>Escherichia coli</i>

Tabel 1b. Algae dan protozoa yang dominan pada unit penanganan limbah Nusa Dua

No	Karakteristik	Algae		Protozoa		
		B1	B2	C1	C2	C3
1	Morfologi sel secara mikroskopis a. Bentuk sel b. Ukuran sel c. Pengecatan Gram d. Gerakan e. Alat gerak	Seperti benang 4-8 m Positif Bergerak Dengan flagel	Seperti benang 15-80 m Positif Tidak bergerak Tidak ada	Seperti jantung 60-400 m Positif Bergerak Flagel	Seperti sandal 50-300 m Positif Bergerak Silia	Berubah-ubah 30-400 m Positif Bergerak Kaki semu
2	Lagoon yang didominasi	5a	5a	5b	4b	5b
3	Genus	<i>Scenedesmus</i>	<i>Spirogyra</i>	<i>Euglena</i>	<i>Paramecium</i>	<i>Amoeba</i>

Keterangan :

Berdasarkan hasil identifikasi organisme heterotrof (table 1 dan 2) bakteri heterotrof genus *Bacillus*, *Proteus*, *Micrococcus* populasinya paling banyak ditemukan pada lagoon 4b (kolam aerasi 2), *Pseudomonas* pada lagoon 2a dan *Escherichia coli* pada lagoon 2b. Sedangkan kedua genus algae populasinya paling banyak ditemukan di lagoon 5a (kolam sedimentasi 1) dan ketiga genus protozoa (*Paramecium*, *Amoeba*, *Euglena*) paling banyak ditemukan di lagoon 5b (kolam sedimentasi 2).