

## DISTRIBUSI VERTIKAL BAKTERI DAN KAITANNYA DENGAN KONSENTRASI KLOROFIL-a DI PERAIRAN KALIMANTAN TIMUR

Ruyitno Nuhsin

Kelompok Penelitian Biologi Oseanografi, Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi,  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta 14430, Indonesia

*E-mail: ruyitno-nuhsin@yahoo.com*

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian distribusi vertikal bakteri dan kaitannya dengan klorofil-a di perairan Kalimantan Timur pada bulan Agustus – September 1999. Tujuan penelitian adalah mengamati kaitan bakteri dengan klorofil-a. Analisa bakteri menggunakan metoda Acridine Orange- Epifluorescence Microscopy sedangkan analisa klorofil-a menggunakan metode fluorometrik. Hasil kajian menunjukkan bahwa pada lokasi yang populasi bakterinya tinggi cenderung diikuti dengan tingginya kandungan klorofil-a. Di lokasi yang populasi bakterinya tinggi, konsentrasi klorofil-a nya juga tinggi. Populasi bakteri dan konsentrasi klorofil-a yang tinggi diperoleh pada lapisan kedalaman 25 m, berkisar antara (4 hingga 90) x 10<sup>6</sup> sel per ml untuk populasi bakteri dan berkisar antara (0,2 hingga 1,14) mg per m<sup>3</sup> untuk konsentrasi klorofil-a. Kesimpulan hasil pengamatan, distribusi vertikal populasi bakteri ada kaitannya dengan konsentrasi klorofil-a.

### Abstract

**Vertical distribution of bacteria population in relation to chlorophyll-a in East Kalimantan waters.** Study on distribution of bacteria population and its relation to concentration of chlorophyll-a has been conducted in August – September 1999 in East Kalimantan waters. The purpose of the study was to observe the correlation between population of bacteria and concentration of chlorophyll-a in water column. Acridine Orange Epifluorescence Microscopy method was used to analyze bacteria population, while fluorometric method was used to determine chlorophyll-a concentration. The result of the study showed that bacteria population was positively correlated to chlorophyll-a concentration, area with high bacteria population has high concentration of chlorophyll-a. The high bacteria population was found in the water columnh of the 25 m deep,as well as for chlorophyll-a concentration, ranged between (4 and 90) x 10<sup>6</sup> cell per ml and (0.2 and 1.14) mg per m<sup>3</sup> respectively. It was concluded that vertical distribution of bacteria population was closely correlated to the concentration of chlorophyll-a

*Keywords: East Kalimantan Waters, Bacteria cells, Chlorophyll-a*

### 1. Pendahuluan

Di dalam ekosistem laut, bakteri mempunyai fungsi utama sebagai dekomposer senyawa organik. Secara alami bakteri mampu menguraikan semua komponen organik apabila kondisi lingkungannya mendukung. Kemampuan bakteri menguraikan senyawa organik ini menyebabkan fitoplankton mampu berkembang di lautan yang konsentrasi nitrogen dan fosfat anorganiknya sangat rendah.

Dalam jaringan makanan di laut, bakteri mempunyai peranan penting dalam transfer energi dari produktivitas primer ke konsumen. Menurut Nielsen dalam Valiela [1] sembilan puluh lima persen produksi primer di laut disumbang oleh fitoplankton. Besarnya sumbangan produktivitas primer oleh fitoplankton disebabkan oleh luasnya lautan yang menutupi bumi. Pigmen fotosintetik yang selalu ada pada fitoplankton laut adalah klorofil-a, yang untuk proses fotosintesisnya menurut Parson et al. [2] menggunakan panjang gelombang yang lebih

pendek dari 600 nm sedangkan menurut Valiela [1] menggunakan panjang gelombang antara 400 dan 700 nm. Propinsi Kalimantan Timur adalah salah satu propinsi yang kaya akan sumberdaya alamnya. Di daratan terdapat hutan tropis yang luas dan banyak ditemukan bahan tambang antara lain batubara, minyak bumi dan gas alam. Adanya hutan yang luas, menyebabkan berkembangnya industri perkayuan (*plywood*) sedangkan melimpahnya bahan tambang menyebabkan adanya kegiatan eksplorasi serta eksploitasi pertambangan. Hasil hutan dan bahan tambang pada umumnya diangkut dengan kapal melalui jalur sungai karena di daerah ini memang banyak dijumpai sungai-sungai yang besar.

Di daerah perairan pantainya, Propinsi Kalimantan Timur juga kaya akan tambang minyak dan gas alam (LNG, Liquid Natural Gas). Bila kita telusuri melalui perairan pantai dari kota Balikpapan di bagian selatan hingga ke Tarakan dibagian utara, kilang minyak bertebaran dimana-mana. Memanfaatkan melimpahnya gas alam dan minyak bumi maka pemerintah mengembangkan industri pupuk di daerah Bontang .

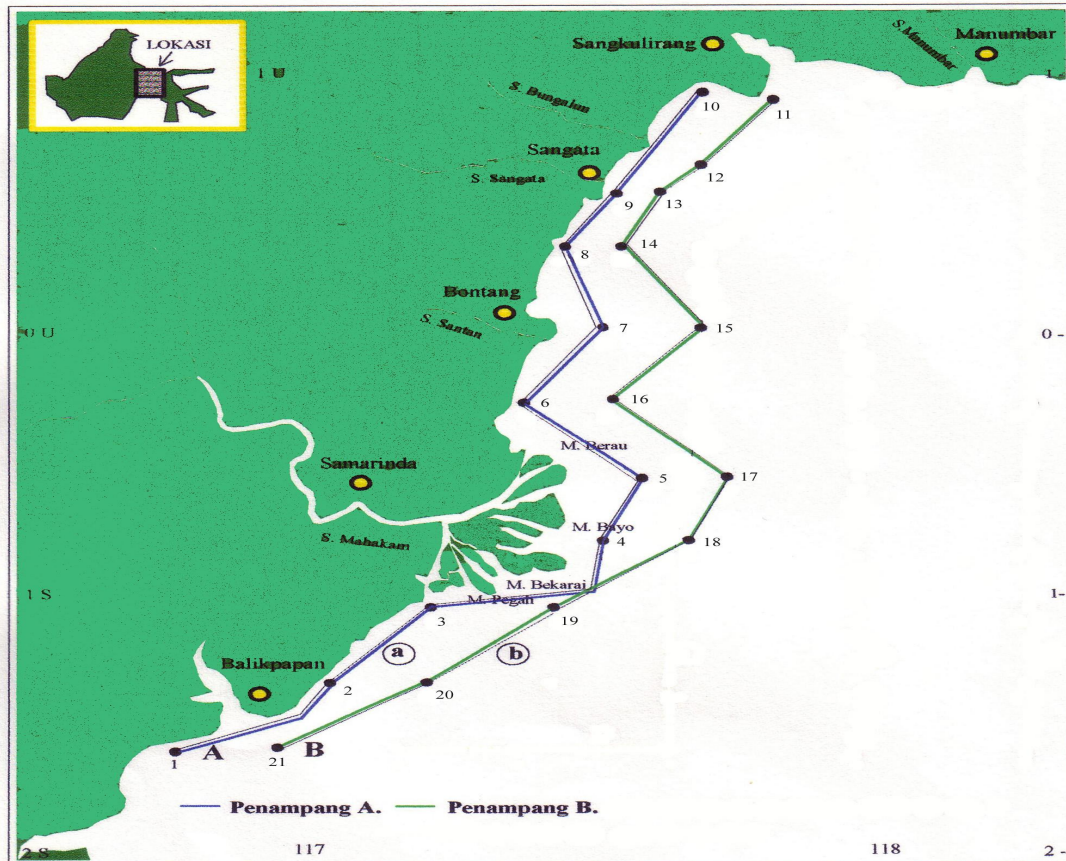
Luasnya hutan, banyaknya kegiatan pertambangan serta banyaknya sungai-sungai besar yang bermuara ke perairan pantai timur Kalimantan tentunya akan memberikan kontribusi substansi organik maupun anorganik terhadap perairan tersebut, secara alami maupun yang berasal dari aktivitas kegiatan-kegiatan tersebut. Substansi organik maupun anorganik yang masuk ke perairan Kalimantan Timur tentu akan berpengaruh terhadap kehidupan biota yang berada di perairan tersebut antara lain bakteri dan plankton, dua jenis mikroorganisme yang menurut Bolter & Rheinheimer [3] saling berkaitan.

Menurut Ichikawa [4] dan Yamagita et al. [5], ada dua jenis substrat organik yaitu substrat organik refractory (sukar untuk diuraikan) dan substrat organik labil. Substrat organik labil mudah larut dalam air laut karena mengandung protein, asam amino dan gula, sehingga mudah diuraikan oleh bakteri menjadi nutrisi, contohnya adalah hasil ekskresi plankton dan plankton yang lisis atau mati. Sedangkan substrat organik yang sukar diuraikan contohnya adalah selulosa memerlukan waktu yang sangat lama , hingga ada yang memerlukan waktu hingga 3400 tahun untuk sampai menjadi nutrisi. Substansi organik akan diuraikan oleh bakteri menjadi anorganik. Substansi anorganik yang berupa nitrat dan fosfat baik yang berasal dari darat maupun yang berasal dari hasil dekompos bakteri yang ada di laut menjadi sumber nutrisi bagi fitoplankton. Menurut Valiela [1] pengambilan nutrisi nitrat dan fosfat serta proses fotosintetik fitoplankton adalah dua hal yang saling berpasangan. Bolter & Rheinheimer [3] menyatakan bahwa bakteri dan plankton selalu berkaitan. Bakteri menguraikan senyawa organik menjadi nutrisi yang akan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya sedangkan fitoplankton memberikan material organik untuk pertumbuhan bakteri. Berdasarkan proses ini tampak ada kaitannya antara bakteri dan klorofil-a. Untuk memastikan adanya kaitan tersebut dilakukanlah analisis data-data bakteri dan klorofil-a hasil kegiatan penelitian di perairan laut Kalimantan Timur yang terdapat dalam Anon [6].

## 2. Metode Penelitian

Contoh air diambil pada bulan Agustus 1999 menggunakan sarana kapal riset Baruna Jaya VII mempunyai bobot 1300 ton milik LIPI. Contoh air diambil di 21 stasiun menggunakan alat pengambil air laut yang disebut dengan "*rosset sampler*" (dilengkapi berbagai sensor antara lain sensor kedalaman) pada lapisan permukaan, kedalaman 10, 25, 50, 75 dan 100 m, dibagi menjadi dua lajur atau penampang (A dan B), menyebar dari selatan ke utara (Gambar 1). Untuk analisa jumlah sel bakteri menggunakan metoda "*acridine orange epifluorescence microscopy*" menurut Zimmerman & Meyer Reil [7], Hobbie et al. [8] dan Parson et al. [9]. Segera setelah pengambilan 1-5 ml contoh air tersebut disaring menggunakan filter nuclepore yang pori-porinya 0,2 um dan garis tengahnya 25 mm yang sebelumnya telah dicat dengan sudan hitam selama 24 jam. Segera setelah penyaringan ditambahkan cat acridine orange selama 2 hingga 3 menit. Filter hasil penyaringan kemudian diamati di bawah mikroskop epifluoresen menggunakan perbesaran 1250 kali (okuler 12,5 kali dan objektif 10 kali). Jumlah yang diamati minimal 10 bidang pandang mikroskop dan tiap bidang pandang mikroskop tersebut jumlah sel bakterinya berkisar antara 10 hingga 30 sel bakteri. Hasil pengamatan jumlah sel bakteri dalam sepuluh bidang pandang tersebut kemudian dirata-rata. Hasil rata-rata jumlah sel dalam sepuluh bidang pandang

kemudian dikalikan dengan volume contoh air yang disaring dan dikalikan lagi dengan diameter filter yang terkena contoh air dan dibagi dengan diameter bidang pandang mikroskop. Analisa klorofil-a menggunakan metode Strickland & Parson [10] yang telah tertuang dalam Anon [6]. Prinsip metode tersebut adalah contoh air disaring menggunakan kertas saring GF/C. Kertas saring ini kemudian diekstraksi menggunakan pelarut aseton 90%. Dibiarkan 15 menit kemudian disentrifuge dengan putaran 5500 rpm selama 30 menit. Cairan hasil sentrifuge kemudian diukur dengan spektrofotometer merek Shimadzu pada panjang gelombang 750, 660, 645 dan 630 nm. Nilai klorofil-a dihitung berdasarkan rumus yang terdapat dalam Strickland & Parson [10].



Gambar 1. Posisi dan penampang lajur stasiun penelitian di perairan timur Kalimantan (Selat Makassar), Agustus - September 1999.

### 3. Hasil dan Pembahasan

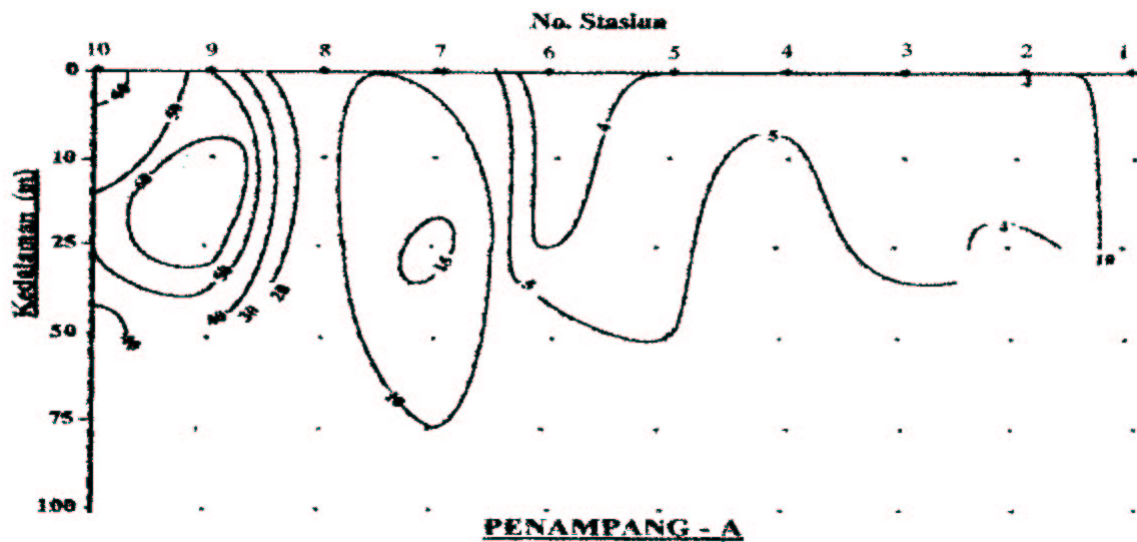
Pada penampang A (Gambar 2), adalah penampang yang dekat dengan pantai, terdiri dari 10 stasiun yaitu stasiun 1 hingga stasiun 10 (Gambar 1). Pada penampang A sebaran vertikal populasi bakteri berkisar antara  $4 \times 10^6$  per ml hingga  $60 \times 10^6$  per ml. Populasi bakteri yang kecil terdapat di permukaan hingga kedalaman 25 m di stasiun 1 hingga stasiun 6. Populasi bakteri yang tinggi dijumpai di stasiun 8 hingga 10 pada kedalaman permukaan hingga kedalaman 50 m. (Gambar2).

Konsentrasi klorofil-a berkisar antara  $0,2 \text{ mg per m}^3$  hingga  $1,34 \text{ mg per m}^3$ . Konsentrasi klorofil-a yang kecil bervariasi antara permukaan di sekitar stasiun 1 dan 8 hingga kedalaman 75 m yang berada di stasiun antara 7 dan 8. Konsentrasi klorofil yang besar berada di permukaan pada stasiun 2 dan 3 dan pada kedalaman di sekitar 25 m pada stasiun 10 (Gambar 3).

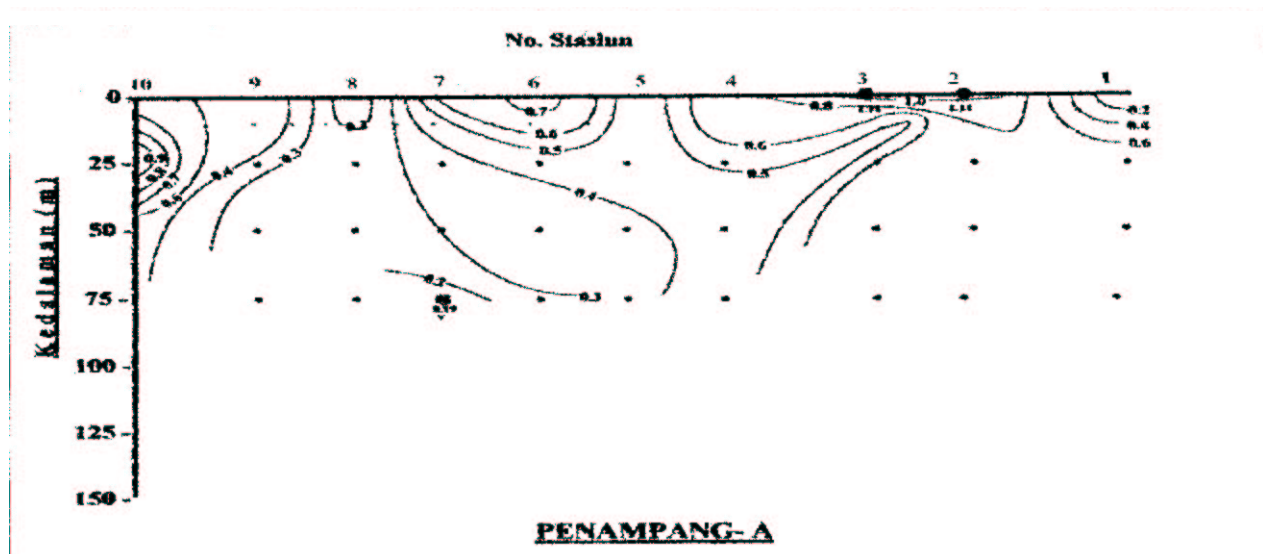
Pada penampang A tampak ada hubungan yang cukup signifikan yaitu pada lokasi yang keadaan konsentrasi klorofil-a-nya kecil, populasi bakterinya juga kecil. Sedangkan pada lokasi yang populasi bakterinya besar konsentrasi klorofil-anya juga besar yaitu di stasiun 10 pada kedalaman antara 25 hingga 50 m (Gambar 2 dan Gambar 3).

Pada penampang B yang lebih jauh dari pantai terdiri atas 11 stasiun yaitu stasiun 11 hingga stasiun 21. Pada penampang B ini sebaran vertikal populasi berkisar antara  $5 \times 10^6$  per ml hingga  $90 \times 10^6$  per ml. Konsentrasi sel bakteri yang kecil terdapat di stasiun 11 hingga 20 pada permukaan hingga kedalaman 50 m. Sedangkan konsentrasi sel bakteri yang tinggi dijumpai di stasiun 11 hingga 13 pada kedalaman sekitar 10 hingga kedalaman 50 m (Gambar 4).

Konsentrasi klorofil-a berkisar antara  $0,1 \text{ mg per m}^3$  hingga  $0,9 \text{ mg per m}^3$ . Kandungan klorofil-a yang kecil bervariasi antara permukaan hingga kedalaman 100 m. di sekitar stasiun 12 hingga 17. Konsentrasi klorofil-a yang besar berada di kedalaman antara 25 sampai 50 m di stasiun 13 dan 21 (Gambar 5).



Gambar 2. Sebaran vertikal jumlah sel bakteri ( $\times 10^6/\text{ml}$ ) di perairan timur Kalimantan, Agustus-September 1999

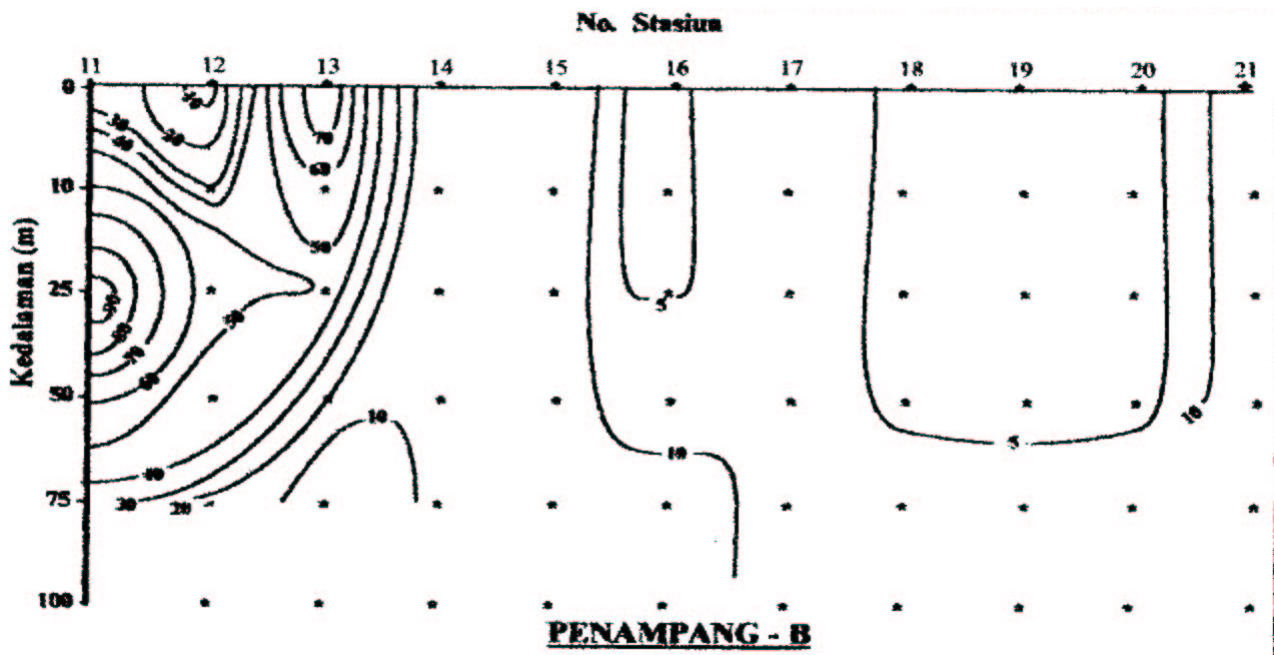


Gambar 3. Sebaran vertikal klorofil-a ( $\text{mg/m}^3$ ) di perairan timur Kalimantan, Agustus-September 1999

Dalam penampang B konsentrasi sel bakteri yang kecil tidak diikuti dengan kecilnya konsentrasi klorofil-a karena konsentrasi klorofil-a yang kecil terdapat di sebelah utaranya yaitu di stasiun 12 hingga stasiun 15. Pada lokasi yang populasi bakterinya besar diikuti oleh besarnya konsentrasi klorofil-a yaitu di stasiun 11 pada kedalaman yang sama yaitu antara 25 hingga 50 m (Gambar 4 dan 5).

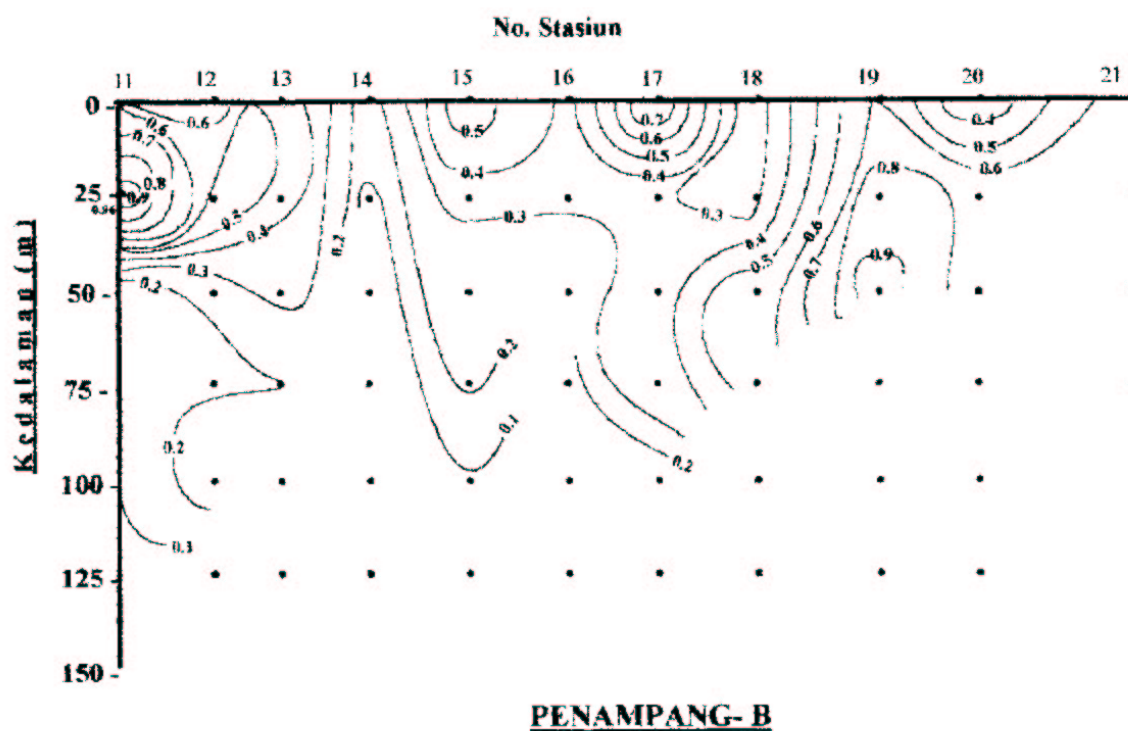
Baik pada penampang A maupun B populasi bakteri yang tinggi diperoleh di bagian utara yaitu di perairan sebelah timur Bontang sedangkan populasi bakteri yang kecil terdapat di perairan sekitar Muara Sungai Mahakam (Gambar 3 dan 5). Kondisi yang sama juga terjadi pada klorofil-a. Tngginya klorofil-a di perairan sebelah timur Bontang diduga ada hubungannya dengan keberadaan pabrik pupuk yang menyebabkan kandungan nutriennya menjadi lebih banyak sehingga pertumbuhan fitoplankton menjadi meningkat.

Bila dicermati dengan seksama pada umumnya pola distribusi vertikal populasi bakteri yang tinggi berada pada permukaan hingga kedalaman 50 m sedangkan klorofil-a berada pada permukaan hingga kedalaman 25 m. Makin bertambahnya kedalaman, distribusi populasi bakteri maupun klorofil-a makin menurun. Menurut Ichikawa [4], populasi bakteri dan klorofil-a berkorelasi positif dengan fitoplankton. Hasil penelitiannya di



Gambar 4. Sebaran vertikal jumlah sel bakteri ( $\times 10^6/\text{ml}$ ) di perairan timur Kalimantan, Agustus-September 1999





Gambar 5. Sebaran vertikal klorofil-a ( $\text{mg/m}^3$ ) di perairan timur Kalimantan, Agustus-September 1999

Samudra Hindia menunjukkan bahwa populasi maksimum bakteri terjadi pada lapisan yang konsentrasi klorofil-a juga maksimum. Populasi maksimum dan minimum bakteri pada umumnya terjadi pada lapisan di bawah permukaan (sub surface). Ia menyimpulkan bahwa salah satu faktor penting yang melibatkan ukuran populasi bakteri adalah keberadaannya fitoplankton. Rheinheimer [11] menyatakan bahwa konsentrasi maksimum bakteri ada kaitannya dengan jumlah fitoplankton yang melimpah (bloom) . Sedangkan Rheinheimer [12] juga menyatakan bahwa populasi maksimum bakteri terjadi pada saat jumlah fitoplankton melimpah atau pada tenggang waktu beberapa minggu saat terjadinya fitoplankton melimpah. Rheinheimer [11] dalam penelitiannya di Laut Baltik, mendapatkan populasi bakteri yang tinggi diperoleh pada saat fitoplankton melimpah. Ia menyimpulkan bahwa tingginya jumlah bakteri tersebut disebabkan oleh tersedianya substansi organik yang diberikan fitoplankton. Bahkan di lokasi melimpahnya fitoplankton yang disebabkan oleh karena eutrofikasi yaitu di daerah Kiel Fjord tampak jelas terjadinya pertambahan biomas bakteri. Ichikawa [4] berdasarkan penelitiannya di Lautan Hindia dan Laut China Selatan menyatakan bahwa populasi bakteri yang tinggi terkait dengan tingginya konsentrasi klorofil, sehingga ia berpendapat bahwa salah satu faktor yang ikut mengontrol populasi bakteri dalam suatu perairan laut adalah fitoplankton.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa pada lokasi dengan konsentrasi klorofil-a tinggi, populasi bakterinya juga tinggi, dengan demikian ada hubungan keeratn antara populasi bakteri dengan konsentrasi klorofil-a di perairan laut Kalimantan Timur.

Kondisi ini didukung juga oleh hasil penelitian dan pernyataan para pakar yang telah disebutkan di atas.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh peneliti, teknisi, nakhoda kapal Riset Baruna Jaya VIII beserta awaknya yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini (di Kawasan Penegelolaan dan Pengembangan Laut wilayah perairan Kalimantan Timur), karena atas kerjasama tim ini penelitian dapat berjalan baik dan sukses.

**Daftar Acuan**

- [1] I. Valiela, Marine ecological processes. Springer Verlag (1984), 177-220.
- [2] T.R. Parson, Y. Morita, and C.M Laili . A manual of chemical and biological methods for seawater analysis.. Pergamon Press, Oxford, New York, toronta, Sydney, Paris, Frankfurt, (1984), 123 -127.
- [3] M. Bolter and G.R. Rheinheimer, Numerical Analysis of Microbial and chemical characters and saprophytic bacteria from the Baltic Sea. *Botanica Marina*, .30 (1987), 535 – 544.
- [4] T. Ichikawa. Distribution of Two Groups of Bacteria: Oligotrophs and Eutrophs in the Indian Ocean and South China Sea. *Mem. Kagoshima Unive. Res. Centr. S.Pac.* Vol.4. No.2 (1983), 194-199.
- [5] T. Yamagita, T. Ichikawa, T. Tsuji, Y. Kamata, K. Ito, M. Sasaki. Two trophic groups of bacteria oligothrops and eutrohps: Their distributions in fresh and seawater areas in the central Northern Japan. *J. Gen..Appl. Microbial* 24 (1978), 59 - 88.
- [6] Anon. Laporan Akhir Penelitian Sumberdaya hayati di Kawasan pengelolaan dan Pengembangan Perairan sebelah Timur Pulau Kalimantan, Puslitbang Oseanologi\_LIPI (2000), 93 hal.
- [7] R. Zimmerman, L.A. Meyer Reil. A new method for fluorecence Staining in bacteriapopulation on membrane filter, *Kiel. Meeresforsch.* 30 (1974), 24 - 27.
- [8] J.E. Hobbie, R.J. Daley, S. Jasper. Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorecence microscopy. *Appl.Environm. Microbial* 3 (1977), 1225 – 1228.
- [9] T.R. Parson, M. Takahashi, B. Hargrave Biological Oceanographic Processes. 3 rd Edition. Pergamon Press (1984), 61 – 118.
- [10] J.D.H. Stirckland, T.R. Parson. A practical hand book of seawater analysis. *Fish.Res.Board Canada Bull*, 167(1968), 1 – 311.
- [11] G. Rheinheimer. Influence of eutrophication on bacterial abundance and activity in the Baltic Sea. Integrated Global Ocean Monitoring. Leningrad Gidrometecozdat 86. Vol.2 (1984),28 - 87.
- [12] G.Rheinheimer. Interrelationships between bacterian and phytoplankton. In. Marine du CNRS, Paris (1984), 101 – 106.