

4-25-2007

## KELIMPAHAN PLANKTON DI EKOSISTEM PERAIRAN TELUK GILIMANUK, TAMAN NASIONAL, BALI BARAT

Hikmah Thoha

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta 14430, Indonesia,*  
hikmah\_thoha@yahoo.com

Follow this and additional works at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science>

---

### Recommended Citation

Thoha, Hikmah (2007) "KELIMPAHAN PLANKTON DI EKOSISTEM PERAIRAN TELUK GILIMANUK, TAMAN NASIONAL, BALI BARAT," *Makara Journal of Science*: Vol. 11: Iss. 1, Article 7.  
Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol11/iss1/7>

This Article is brought to you for free and open access by the Universitas Indonesia at UI Scholars Hub. It has been accepted for inclusion in Makara Journal of Science by an authorized editor of UI Scholars Hub.

## KELIMPAHAN PLANKTON DI EKOSISTEM PERAIRAN TELUK GILIMANUK, TAMAN NASIONAL, BALI BARAT

Hikmah Thoha

Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta 14430, Indonesia

E-mail: hikmah\_thoha@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian Kelimpahan Fitoplankton di Ekosistem Perairan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional, Bali Barat telah dilakukan pada bulan Maret 2006. Pengamatan difokuskan pada komunitas fitoplankton dan zooplankton di sepuluh titik stasiun pengamatan. Variasi kelimpahan plankton rata-rata antar kelompok lokasi adalah 4428 – 1716224 sel/m<sup>3</sup> dan 23938 individu/m<sup>3</sup> (67,73 %) masing-masing untuk fitoplankton dan zooplankton. Struktur komunitas fitoplankton didominasi oleh kelompok diatom dengan tercatat ada 5 (lima) yaitu: *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Navicula*, *Pseudonitzshia*. Namun genus yang pre dominan (> 10 %) adalah *Coscinodiscus* dengan kelimpahan sebesar 664,665,97 sel/m<sup>3</sup> (99,47%) di stasiun 5. Dari kelompok dinoflagellata, hanya marga *Ceratium* dengan kelimpahan tertinggi di stasiun 7 sebesar 324609 sel/m<sup>3</sup> dengan lokasi arah ke atas pulau burung tapi masih dalam kondisi normal. Struktur komunitas makroplankton didominasi oleh kelompok Copepoda terutama Calanoida, Cyclopoida dan Nauplius copepoda dengan kepadatan tinggi yaitu lebih dari 50%. Di sisi lain, informasi tentang ekosistem hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang serta fauna yang berasosiasi dalam ekosistem tersebut di kawasan pesisir Gilimanuk masih sangat kurang, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat konsep pengelolaan sumberdaya laut dikawasan tersebut.

### Abstract

**Plankton abundance in Gilimanuk Bay of National Park Ecosystem, West Bali.** An observation of plankton condition in Gilimanuk Bay of National Park, West Bali was conducted during March 2006. This study aimed to observe the environmental quality of Gilimanuk Bay water. The parameters observed were focused on the phytoplankton and zooplankton communities. Ten points of observation was done. Plankton abundance varied with location group from 4428 to 1716224 sel/m<sup>3</sup> and 23938 individu/m<sup>3</sup> (67.73 %) for microplankton and macroplankton, respectively. Microplankton community structure was dominated by the group of diatoms, such as *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Navicula*, *Pseudonitzshia*. The genus *Ceratium* (the group of dinoflagellates) was found in relatively abundant, but still normal condition. The structure of macroplankton was dominated by copepods 23938 individu/m<sup>3</sup> (67.73 %). The other hand, information about mangrove, sea grass and coral reef and association with fauna in these ecosystem of Gilimanuk Bay very rarely. We need observed this subject for base line data to improving management of marine resources development.

*Keywords: plankton, environment condition, Gilimanuk Bay*

### 1. Pendahuluan

Kawasan pesisir merupakan daerah pencampuran antara rezim darat dan laut, serta membentuk suatu keseimbangan yang dinamis dari masing-masing komponen. Interaksi antara hutan mangrove, padang lamun dan terumbu karang dengan lingkungannya di perairan pesisir mampu menciptakan kondisi lingkungan yang sangat cocok bagi berlangsungnya proses biologi dari berbagai macam jenis organisme akuatik. Kawasan pesisir yang memiliki ketiga ekosistem tersebut biasanya memiliki produktivitas yang sangat tinggi [1-3]. Di samping itu, secara ekologis ketiga ekosistem tersebut mampu berperan sebagai penyeimbang stabilitas kawasan pesisir, baik akibat pengaruh darat maupun dari laut.

Disebutkan oleh Ridd *et al.* [4] dan Lugo & Snedaker [5], bahwa perairan di sekitar hutan mangrove memiliki peranan dan memegang kunci dalam perputaran nutrien, sehingga eksistensinya dapat berperan dalam menopang dan memberikan tempat kehidupan biota laut, apabila lingkungannya relatif stabil, kondusif dan tidak terlalu berfluktuatif. Begitu halnya juga dengan padang lamun, para pakar mengemukakan bahwa fungsi utama lamun adalah dalam pendauran zat hara yang sangat diperlukan bagi kehidupan biota laut [6,7]. Pesatnya kemajuan pembangunan dan tingginya kebutuhan hidup manusia, berdampak negatif terhadap kualitas dan kuantitas ekosistem tersebut. Kondisi tersebut saat ini sudah terjadi pada sebagian besar kawasan pesisir di Indonesia, antara lain di sepanjang pantai utara Jawa, pesisir Sulawesi, pesisir Teluk Saleh (Sumbawa), pantai barat Pulau Lombok dan di beberapa pesisir di kawasan Propinsi Kalimantan Timur [8].

Terkait dengan semakin menurunnya kualitas dan kuantitas luasan kawasan pesisir di beberapa daerah di Indonesia tersebut diatas, kawasan pesisir Gilimanuk merupakan salah satu kawasan pesisir yang kondisinya masih relatif baik. Kawasan pesisir Teluk Gilimanuk tersebut sudah lama dicanangkan sebagai Taman Laut Nasional Bali Barat, Propinsi Bali, namun informasi, baik yang menyangkut keberadaan ketiga ekosistem tersebut maupun biota yang hidup berasosiasi didalamnya masih sangat terbatas atau bahkan belum ada. Informasi tentang keberadaan ekosistem dan biota yang hidup berasosiasi di dalamnya termasuk konektivitas antar ekosistem di kawasan di kawasan pesisir Teluk Gilimanuk tersebut adalah sangat penting, karena data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebijaksanaan dan pengelolaan ke depan. Oleh karena itu, untuk memenuhi informasi tersebut maka penelitian yang mengungkapkan luasan ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang maupun keanekaragaman, kerapatan dan biota yang hidup di dalamnya perlu dilakukan.

Terkait dengan hal tersebut di atas, masyarakat setempat memanfaatkan sumberdaya laut di kawasan Teluk Gilimanuk, tetapi hanya digunakan untuk konsumsi lokal. Namun demikian, pemanfaatan dan pengambilan biota di daerah tersebut dari tahun ke tahun pasti akan meningkat. Di sisi lain, informasi tentang ekosistem hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang serta fauna yang berasosiasi dalam ekosistem tersebut di kawasan pesisir Gilimanuk masih sangat kurang. Dalam upaya untuk mengantisipasi dan mengatasi terjadinya over-eksploitasi dan pengelolaan yang kurang tepat, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat konsep pengelolaan sumberdaya laut di kawasan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Pengamatan plankton dilakukan di perairan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional, Bali Barat (Gambar 1). Perairan ini relatif dangkal dengan kedalaman air antara 5 – 10 m. Contoh plankton diambil dari 10 stasiun dengan menggunakan jaring plankton dengan spesifikasi tertentu sesuai dengan jenisnya: untuk fitoplankton digunakan jaring plankton dengan ukuran mata jaring 80  $\mu\text{m}$ , diameter mulut jaring 0,31 m dan panjang jaring 100 cm; untuk zooplankton digunakan jaring plankton dengan ukuran mata jaring 300  $\mu\text{m}$ , diameter mulut jaring 0,45 m dan panjang jaring 180 cm.

Pada setiap mulut jaring plankton dilengkapi dengan “*flowmeter*” untuk mengukur volume air yang masuk kedalam jaring. Pengukuran volume air tersaring dihitung dengan rumus :  $V = R \cdot a \cdot p$

V : volume air tersaring (  $\text{m}^3$  )

R : Jumlah rotasi baling-baling *flowmeter*

a : luas mulut jaring

p : panjang kolom air ( m ) yang ditempuh untuk satu rotasi

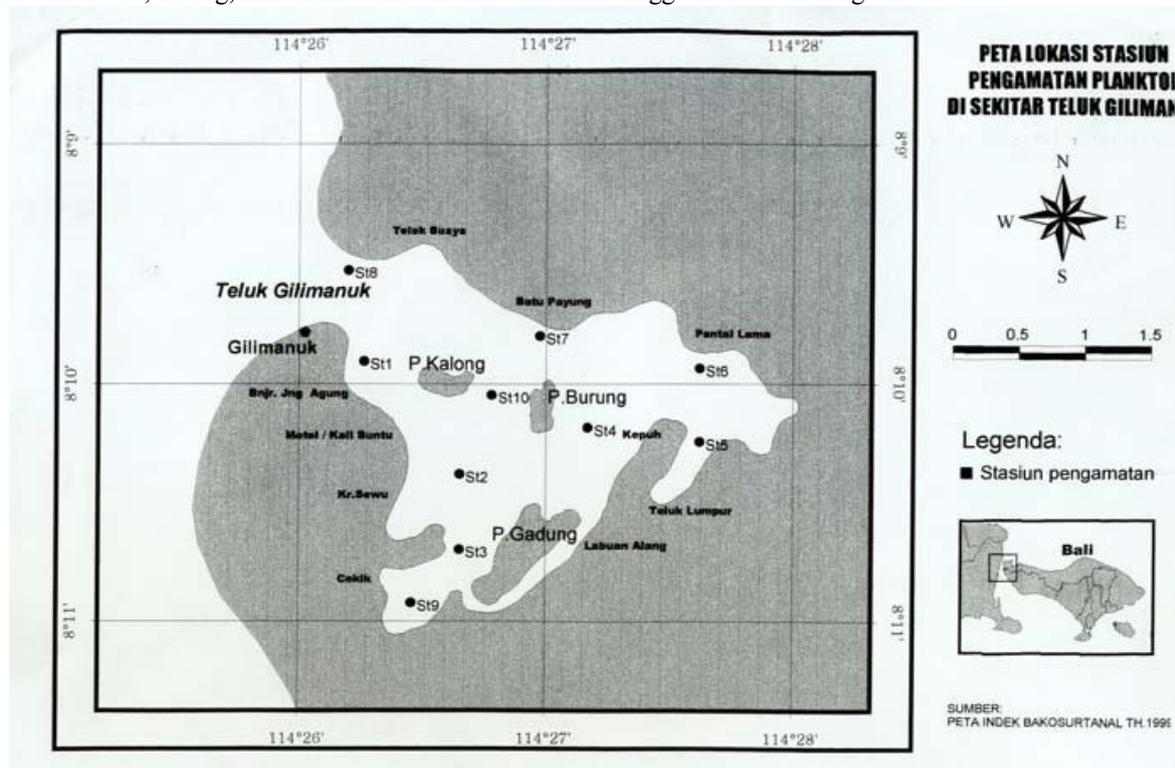
Sampling dilakukan secara horizontal pada permukaan perairan yang ditarik selama 2 – 3 menit dengan kecepatan konstan. Sampel dikoleksi dalam botol sampel yang diberi formalin dengan konsentrasi 4 % dan kemudian dicacah dan diidentifikasi di laboratorium dengan menggunakan mikroskop *high power*.

Pencacahan fitoplankton dilakukan dengan menggunakan “*Sedgwick-Rafter Counting Cell*” atas fraksi sampel dan hasilnya dinyatakan dalam  $\text{sel}/\text{m}^3$ . sedangkan untuk sampel zooplankton pencacahan dan identifikasi dilakukan dengan menggunakan cawan Bogorov dan hasilnya dinyatakan dalam  $\text{individu}/\text{m}^3$  [8,9].

### Fitoplankton

Dari hasil penelitian pada bulan Maret 2006 tercatat komposisi marga fitoplankton di perairan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional, Bali Barat berjumlah 13 marga, yang terdiri dari 10 marga diatom dan 3 marga dinoflagellata, komposisinya didominasi oleh marga diatom. Marga diatom yang mempunyai frekuensi kejadian lebih dari 90 % tercatat ada 5 (lima)

yaitu: *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Navicula*, *Pseudonitzshia*. Namun genus yang pre dominan (> 10 %) adalah *Coscinodiscus* dengan kelimpahan sebesar 664,665,97 sel/m<sup>3</sup> (99.47%) di stasiun 5, *Coscinodiscus* merupakan jenis pre dominan atau ada lima jenis diatom dengan frekuensi kejadian lebih dari 90%, atau didapatkan hampir di seluruh perairan. Gejala ini sering terlihat di perairan *temperate* serta biasanya berlangsung dalam musim semi dan dikenal sebagai SDI (*Spring Diatoms Increase*) [10]. Di perairan sepanjang pantai tropis terutama di sekitar mulut sungai, melimpahnya diatom sebagian besar karena pengaruh daratan (*land mass effect*) sebagai akibat terbawanya nutrisi dari sawah, ladang, limbah industri dan limbah rumah tangga melalui air sungai ke



Gambar 1. Peta lokasi stasiun pengamatan plankton di Teluk Gilimanuk

laut dan juga karena turbulensi (pengadukan) oleh gelombang pasang dan arus laut yang relatif dalam ke yang lebih dangkal [11]. Teori yang berkaitan dengan perbedaan alamiah dalam hal pertumbuhan dan perkembangan, Shumway [12] menjelaskan bahwa siklus kehidupan fitoplankton berlangsung jauh lebih cepat daripada zooplankton. Dari kelompok dinoflagellata, hanya marga *Ceratium* dengan kelimpahan tertinggi di stasiun 7 sebesar 3,246,09 sel/m<sup>3</sup> dengan lokasi arah ke atas Pulau Burung tapi masih dalam kondisi normal. Kelimpahan dinoflagellata tidak ditemukan pada stasiun 3 dengan lokasi hampir ke darat dekat dengan P. Gadung dan stasiun 10 antara Pulau Kalong dan Pulau Burung, tetapi kandungan sel umumnya rendah (<10%), jadi belum mengkhawatirkan. Dilihat dari jumlah kelimpahan plankton yang didapat, dengan demikian dapat dikatakan bahwa perairan ini cukup subur akan nutrisi, karena lokasi penelitian di huni oleh hutan mangrove, dikenal sebagai suatu daerah produsen zat organik yang subur

### Marga Predominan Fitoplankton Kelompok Diatom

#### *Coscinodiscus*. Her.

Diskripsi pertama dilakukan oleh Thronsdon [13]. Bentuk sel datar seperti cakram dengan valva yang datar atau sedikit melengkung. Diameter sel sekitar 73 um. Gambar yang tampak pada sisi valva sangat kasar. Di bagian tengah tidak terlihat bangunan roses. Gambaran pada sisi valva berbentuk seperti lubang dengan ukuran yang sama, berjumlah 3-4 dalam 10 um. Pada tepi valva bangunan ini berukuran sedikit lebih kecil berjumlah 6-8 dalam 10 um. Di perairan Gilimanuk ditemukan di seluruh stasiun (St 1-10). Jenis ini umum ditemukan di perairan Teluk Bayur, perairan Teluk Bungus, Selat Makassar, Perairan Ternate. Semula marga ini umum dilaporkan dari perairan beriklim sedang, dan

tercatat dari perairan Atlantik Utara, Laut Utara, Laut Baltik, Kanal Inggris, laut Irlandia, perairan pantai Perancis, Mediterania, dan Pasifik (Gambar 2).

#### ***Chaetoceros* Grunow**

Diskripsi pertama dilakukan oleh Hallegraeff [14] Sel-sel membentuk rantai yang kaku. Bentuk valva bersudut 4 atau 6, jarang berbentuk elips. Ukuran lebar sel bervariasi antara 18 – 60  $\mu\text{m}$ . Setae muncul dari sudut-sudut bagian apikal sel dengan bagian dasar setae yang pendek dan kokoh. Setae ini menonjol keluar dengan arah agak diagonal. Setae dari ujung sel ujung bawah rantai berukuran lebih pendek, seringkali lebih tebal, mula-mula mengarah ke samping, kemudian sejajar dengan sumbu rantai. jenis ini umum dijumpai, baik di perairan Teluk Bayur maupun perairan Teluk Bungus. Hallegraeff [14], menerangkan bahwa marga hanya ini tersebar antara lain di Kanal Inggris, perairan pantai Belgia, dan perairan pantai Amerika Utara sisi Atlantik. Di perairan Gilimanuk marga ini ditemukan di stasiun 2,3,5,6,9, dan 10, (Gambar 3).

#### ***Ceratium* (Ehrenberg) Dujardin**

Pertama kali dinamakan *Peridinium furca* Ehrenberg, tetapi kemudian dipindahkan ke marga *Ceratium*. Bentuk sel lurus agak pipih arah dorso-ventral dengan satu tanduk di bagian apikal dan dua tanduk di bagian antapikal. Hipoteka mempunyai satu tanduk kanan yang pendek dan satu tanduk kiri yang dua kali lebih panjang. Kedua tanduk terletak paralel atau sedikit menonjol keluar. *Ceratium furca* adalah jenis yang kosmopolitan dan kadang-kadang menyebabkan red tide di perairan Jepang [15]. Di perairan Gilimanuk jenis ini umum ditemukan di hampir seluruh stasiun kecuali stasiun 3 dan 10 (Gambar 4).

#### **Zooplankton**

Secara keseluruhan zooplankton yang berhasil diidentifikasi pada penelitian ini berjumlah 33 ordo. Pada umumnya komposisi zooplankton terdiri dari Copepoda terutama Calanoida, Cyclopoida dan Nauplius copepoda dengan kepadatan tinggi yaitu lebih dari 50%. Dari kelompok *Copepoda* ini, *Calanoida* merupakan yang pre dominan (50%) dengan kelimpahan terbesar 23938 individu/m<sup>3</sup> ( 67.73 %). Taksa zooplankton lainnya yaitu, *Chaetognata*, *Polychaeta*, *Oikopleura*, *Gastropoda*, *Bivalva*, telur ikan, larva ikan. Ketujuh taksa zooplankton ini umumnya mempunyai prosentase kepadatan yang tinggi (>10%), kecuali *Polychaeta* tidak ditemukan pada stasiun 9. Kelimpahan zooplankton di perairan gilimanuk mengandung zooplankton dua kali lebih banyak dibandingkan kepulauan Berau dan Selat Malaka. Taksa zooplankton dominan (>10%) yang diperoleh dari pengamatan ini ternyata lebih variatif sebagai zooplankton dominan selama 20 tahun [18]. Hal ini mempertegas bahwa kandungan zooplankton di perairan Gilimanuk lebih padat dibandingkan di bagian tenggara Selat Malaka. Perkembangan persentase dan kelimpahan *Copepoda* yang selalu mendominasi di seluruh perairan. *Copepoda* yang selalu merupakan komponen utama zooplankton dominan, mengindikasikan bahwa perairan ini cukup potensial untuk mendukung kehidupan biota laut pelagis. Hal ini didukung oleh penelitian para pakar, yang menyatakan bahwa ikan-ikan pelagis seperti teri, kembung, lemuru, tembang dan bahkan cakalang berprefensi sebagai pemangsa *Copepoda* dan larva *decapoda*. Umumnya komunitas zooplankton didominasi oleh *Copepoda*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wiadnyana [16] bahwa kelompok *Copepoda* harus disadari bahwa di dalam lingkungan yang kondisinya normal, bergerombolnya biota laut hampir selalu berkaitan erat dengan banyaknya mangsa pakan di suatu perairan. Copepoda sebagai unsur dominan yang ditemukan pada komunitas zooplankton di perairan Gilimanuk terutama Calanoida dan Cyclopoida merupakan jenis Copepoda neritik. Jenis Copepoda ini berukuran relatif lebih besar dan biasa hidup pada perairan tidak dipengaruhi daratan, seperti yang banyak ditemukan di Laut Jawa [17]. Copepoda yang selalu merupakan komponen utama zooplankton dominan ini juga mengidentifikasi bahwa perairan Gilimanuk ini cukup potensial untuk mendukung kehidupan biota laut pelagis. Hal ini didukung oleh penelitian para pakar, yang menyatakan bahwa ikan-ikan pelagis seperti teri, kembung, lemuru, tembang dan bahkan cakalang berprefensi sebagai pemangsa Copepoda dan larva Decapoda [18-20]. Harus disadari bahwa di dalam lingkungan yang kondisinya normal, bergerombolnya biota laut hampir selalu berkaitan erat dengan banyaknya mangsa pangan di suatu perairan [21-22] (Gambar 5).

#### **4. Kesimpulan**

Genera diatom *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Navicula*, *Pseudonitzshia*, banyak ditemukan di seluruh perairan Gilimanuk dengan frekuensi kejadian lebih dari 50 % , sedangkan genus yang dominan adalah *Ceratium*, dan *Protoperidinium* dari kelompok dinoflagellata. Takson dari kelompok *Copepoda*, *Polychaeta*, *Chaetognata*, *Bivalvia*, *Gastropoda* dan *Oikopleura* memiliki frekuensi kejadian tinggi tetapi yang memiliki kepadatan tinggi hanyalah dari Ordo *Copepoda* terutama *Calanoida* dengan kelimpahan lebih dari 50 %. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perairan Gilimanuk mempunyai kelimpahan lebih padat dengan demikian dapat dikatakan bahwa perairan Gilimanuk cukup subur akan nutrisi.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Koordinator penelitian di Gilimanuk Prof. Drs. Husni Azkab yang telah memberikan kepercayaan keikutsertaan saya dalam penelitian ini juga semua rekan peneliti dan teknisi di Dinamika laut dan Sumber Daya laut atas bantuannya di lapangan maupun di laboratorium sehingga selesainya tulisan ini dan semoga bermanfaat.

## Daftar Acuan

- [1] Den Hartog, C. 1970. The seagrass of the world. North-Holland Publ. Co, Amsmerdam, 275p.
- [2] Coulter & Allaway, 1979. Liiter fall and decomposition in mangrove stand *Avicennia maria* (Forsh) Vierh in Middle Harbour, Sydney. Austr. J. Mar. Fresh. Res. 30: 27-37.
- [3] Snedaker, S.L. and J.G. Snedaker 1984. *The mangrove ecosystem: Researcrh method*. Published by the United National Educational, Scientific and Cultural Organization. Bungay, United kingdom. 251pp.
- [4] Ridd, P. T., E. Wolanski and Y. Mazda 1990. Longitudinal diffusion in mangrove fringed tidal creeks. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 31 : 541-544.
- [5] Lugo, A.E. and S.C. Snedaker 1974. The Ecology of mangrove. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 39 – 64.
- [6] Mc Roy & Bersdate, 1970; Phosphate absorbtion in eelgrass. *Limnol. Oceanogr.* 51 : 6 – 13.
- [7] Goering J.J. and P.L. Parker, 1972. Nitrogen fixation by ephyphytes on seagrass. *Limnol. Oceanogr.* 17: 320 – 323.
- [8] Praseno. D.P. dan Sugestinarsih, 2000. Jenis – jenis Diatom dan Dinoflagellata Perairan Teluk Bayur dan Teluk Bungus, Sumatera Barat, Laboratorium Plankton, Balitbang Lingkungan laut, P3O-LIPI.
- [9] Wickstead, J.H. 1965. An Introduction to Study of of Tropical Plankton. London: Hutchinson Tropical Monograph. 160 p.
- [10] F.J.R. Taylor, 1994. Reference Manual Taxonomic Identification of Phytoplankton with Reference to HAB Organism, November 1994. 1 – 492.
- [11] Russel-Hunter W.D. 1970. *Aquaticproductivity: An Introduction to some Basic Concepts of Biological Oceanography and Limnology*, Mc Millan Publ. Inc, New York.
- [12] Doty, M.S., Oguri, 1956. *J. du. Cons Inter. Pour ! “ Explorat de la mer* 22 – 23.
- [13] Shumway, S.E., A review of the effects of algal blooms on shellfish aquaculture. *J. World. Aquacul. Soc.*, 1990 ,21: 65 – 103.
- [14] Thronsdn, J. 1978. Preservation and store. Dalam: A. Sournia (ed) *Phytoplankton Manual*. Monogr. Oceanogr. UNESCO 6, hal. 69-74.
- [15] Hallegraeff, G.M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global Increase. *Phycologia*, 32 : 79-99.
- [16] Fukuyo, Y. 1981. Taxomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 47 (8); 967-978.
- [17] Wiadnyana, N . N. dan D. P. Praseno, Dampak munculnya species red tide terhadap perikanan di Indonesia. *Berkala Perikanan Terubuk*, XXIII, 1997, (69), 15-27 hal.
- [18] Arinardi, O.H. 1995. Kelimpahan dan Struktur Komunitas Plankton di Beberapa mulut sungai di Teluk Jakarta dan Ujung Kulon ( Selat Sunda) Dalam: Pengembangan dan Pemanfaatan Potensi Kelautan: Potensi Biota, Tehnik Budidaya dab Kualitas Perairan (D. P. Praseno, W.S. Atmadja, I).
- [19] Soerjodinoto, R. 1960. Synopsis of biological data on lemuru *Clupea* ( Harengula) (C.V). Fish. Div. Biol. Brach FAO- UN : 313 – 328.
- [20] Burhanuddin, S. Martosewojo & M. Hutomo, 1975. A preliminary study on growth and food of *Stolephorus* spp. From Jakarta Bay. *Mar. Res. Indon.* 14 : 1- 30.
- [21] Sutomo, A.B. & O.H. Arinardi 1978. Penelitian plankton untuk menunjang penangkapan ikan. Simposium Modernisasi Perikanan Rakyat, Jakarta, Jakarta, 27.
- [22] Tham, A.K. 1950. The food and feeding relationships of fishes of Singapore Strait. Her Majesty’s Stationery Office, London 35 p.
- [23] Tham, A.K.. 1953. A premilinary study of the physical, chemical and biological characteristics of Singapore Straits. Her Majesty’s Strationery Office, US Navy Hydrographic Office 1959. Introduction manual for oceanographic observation, H.O Publ 607, Washington: 17 – 26 pp.

