

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Keadaan Umum Perairan Tanjung Emas Semarang

Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan bagian dari Laut Jawa. Perairan ini secara umum mempunyai kedalaman yang relatif dangkal dengan kedalaman 3 m sampai 9 m. Dasar laut berlumpur, sifat arus sesuai dengan sifat pasang surut. Kecepatan arus umumnya lemah,  $\pm 0,31$  knot dengan arah  $324^{\circ}$  terjadi pada siang hari waktu air menuju surut dan pada sore hari sekitar 0,28 knot, dengan arah  $104^{\circ}$ . Di sekeliling daerah dermaga terdapat pemecah gelombang (*break water*) yang melindungi daerah pelabuhan terhadap gelombang. Panjang penahan gelombang sebelah barat sepanjang 1950 m, sebelah utara sepanjang 1700m, sebelah timur sepanjang 1500 m. Keberadaan *break water* ini menimbulkan arus dari arah barat terhalang penahan sebelah barat dan arus yang berasal dari sebelah timur terhalang oleh penahan sebelah timur. Arus yang terhalang baik dari barat maupun timur dibelokkan ke arah utara oleh penahan gelombang. Di muka pintu masuk pelabuhan menunjukkan adanya arus melintang meskipun arus ini lemah (Gambar.12). (Anonim, 1989).

Perairan pelabuhan Tanjung Emas dan sekitarnya, yang menjadi bagian dari Laut Jawa juga berlaku keadaan hidrologi sama dengan Laut Jawa. Laut Jawa dipengaruhi oleh musim, musim barat yang berlaku dalam bulan Desember-Januari-Februari, merupakan musim hujan. Selama musim ini kebanyakan angin bertiup antara arah  $290^{\circ}$ - $360^{\circ}$  dengan kecepatan rata-rata 20-25 knot. Hembusan angin menimbulkan arus musim, yaitu arus permukaan dari Laut Cina Selatan mengalir ke Laut Jawa, terus menuju ke timur. Sebaliknya pada musim timur yang merupakan

musim kemarau dan berlangsung dalam bulan Juni-Juli-Agustus, arah arus berubah menuju ke arah barat. Dalam musim ini arus yang berasal dari perairan Indonesia bagian timur mengalir menuju ke Laut Jawa terus ke Laut Cina Selatan (Birowo *dkk* (1975), *dalam* Arinardi, (1989)). Selain itu Perairan Pelabuhan Tanjung Emas dan Sekitarnya terdapat tiga muara sungai, yaitu muara sungai Banjir Kanal Barat, muara Sungai Banjir Kanal Timur dan sungai Semarang, juga berdampingan dengan instalasi pembangkit listrik Tambak Lorok.

## B. Plankton

Plankton adalah semua organisme akuatik yang hidupnya melayang atau mempunyai tenaga untuk bergerak tapi tidak cukup untuk melawan arus (Nontji, 1993; Nybakken, 1992; Hutabarat dan Evans, 1988; Fogg, 1980). Plankton dapat dibagi menjadi 2 golongan utama, yaitu: fitoplankton (plankton nabati) dan Zooplankton (plankton hewani) (Nontji, 1993; Nybakken, 1992). Plankton yang melayang di air laut mempunyai kisaran ukuran antara 1  $\mu\text{m}$  dari golongan bakteri sampai dengan yang berukuran besar seperti halnya Ubur-ubur yang diameternya dapat mencapai lebih dari 0,5 m (Barnes & Hughes, 1988).

Fitoplankton merupakan bahan dasar sumber rantai makanan dalam badan perairan (Brotowidjoyo *dkk*, 1995). Disamping itu menurut Nontji (1993) hampir semua hewan laut memulai kehidupannya sebagai plankton terutama pada tahap telur dan larva. Plankton juga berperan penting sebagai pakan alami larva ikan dan hewan akuatik lainnya (de Pauw & Persoone, 1988; Notowinarto, 1993 *dalam* Chrismadha, 1993). Ekosistem bahari energinya bergantung pada aktivitas fotosintesa, dan yang dapat mengikat energi terbesar melalui fotosintesa tersebut adalah fitoplankton (Nybakken, 1992). Selain itu kualitas perairan juga berkaitan

dengan kelimpahan plankton (Samuel *et al.*, 1995). Dengan demikian dapat dikatakan peranan plankton sangat vital di dalam ekosistem perairan sebagai dasar dari kehidupan (Wiadnyana, 1996).

### C. Fitoplankton

Fitoplankton merupakan plankton nabati yang terdiri dari tumbuhan laut yang bebas melayang dan hanyut di laut serta mampu berfotosintesa (Nybakken, 1992). Fitoplankton merupakan pangkal rantai pakan dan merupakan dasar pendukung seluruh kehidupan biota laut (Nontji, 1993).

Menurut Taylor (1980) fitoplankton dan tumbuhan akuatik lainnya bersama-sama memberikan produksinya pada lingkungan sekitarnya seperti halnya tumbuhan darat. Selain itu fitoplankton dan algae membantu mengatur iklim dengan menyerap karbon, menghamburkan panas dan cahaya (Epstein, 1992). Masukan energi utama dalam sistem planktonik adalah melalui fotosintesa (Fogg, 1980). Dalam reaksi fotosintesa ini, menurut Nontji (1993) fitoplankton mengubah air dan karbon dioksida dengan adanya sinar matahari dan unsur-unsur hara lainnya menghasilkan senyawa organik, seperti karbohidrat, lemak dan protein.

Fitoplankton sendiri mempunyai daur hidup yang relatif pendek (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1985). Daur hidup yang pendek ini dapat membuat fitoplankton dapat berkembang biak dalam waktu yang relatif singkat, jauh lebih singkat dari tumbuhan tingkat tinggi. Menurut McConnaughey dan Zottoli (1983) fitoplankton di perairan laut paling cepat tumbuhnya, beberapa macam diantaranya mampu membelah beberapa kali dalam sehari dalam kondisi yang menguntungkan. Fitoplankton dalam kondisi sangat berlimpah atau munculnya jenis-jenis yang menghasilkan racun, dapat berbahaya dan mengganggu ekosistem perairan

(Wiadnyana, 1996). Hal ini biasanya terjadi di sekitar muara sungai atau lepas pantai dimana terjadi *up welling* (Nontji, 1993). Daerah-daerah tersebut merupakan daerah yang kaya akan bahan organik (Hutabarat dan Evans, 1988).

Diantara jenis-jenis fitoplankton, diatom, dinoflagelata dan coccolithophora merupakan yang paling tinggi kelimpahannya (Smayda, 1980). Keunggulan mereka pada suksesi musiman akibat adanya kemampuan lebih dalam menerima perubahan lingkungan, seperti perubahan cahaya dan zat-zat hara (Smayda, 1980). Menurut Arinardi *dkk* (1994) diatom (Bacillariophyceae) dan dinoflagelata (Dinophyceae) merupakan anggota utama fitoplankton dan terdapat di seluruh perairan laut, baik perairan pantai maupun perairan oseanik. Adapun menurut Krey (1973) dalam Sheppard *et al* (1992) bahwa di perairan laut Indonesia fitoplankton yang mendominasi adalah diatom, kemudian diikuti oleh dinoflagellata dan beberapa cyanophyta (ganggang hijau biru). Di perairan Laut Jawa diatom dari marga *Skeletonema*, *Bacteriastrum* dan *Rhizosolenia* sangat sering di jumpai (Nontji, 1993). Fitoplankton lebih sering dijumpai di perairan neritik dari pada perairan oseanik (Arinardi *dkk*. 1994).

#### D. Produktivitas

Fitoplankton mempunyai fungsi ekologi yang sangat besar, karena memiliki andil besar sebagai produsen primer di lautan. Fitoplankton merupakan sumber makanan utama bagi semua organisme laut seperti zooplankton dan ikan. Fitoplankton juga berperan dalam penyediaan energi bagi organisme benthik di perairan dalam (Zeitschel, 1971 dalam Sournia 1978).

Pada laut daerah tropis, cahaya bukan merupakan faktor pembatas produksi tahunan fitoplankton, tetapi adanya lapisan termoklin yang hampir tidak

berubah dalam jangka waktu lama merupakan pembatas, sehingga meskipun cahaya melimpah tetapi zat hara miskin (Barnes & Hughes, 1988). Laut oseanik tropis produksinya rendah, tetapi konstan sepanjang tahun, disebabkan oleh rendahnya kandungan zat hara (Nybakken, 1992). Kondisi ini sangat berbeda dengan laut di daerah beriklim sedang dan kutub, dimana pada waktu musim dingin tidak terjadi lapisan termoklin dan produksi yang rendah, sehingga zat hara melimpah (Barnes & Hughes, 1988). Laut daerah iklim sedang lebih kaya plankton dari laut tropik, karena di tropik sedikit terjadi arus konversi (Polunin, 1990). Menurut Raymond (1963) dalam Hartoyo (1994) jumlah sel fitoplankton di daerah tropis lebih rendah dibandingkan dengan daerah beriklim sedang, tetapi dalam kondisi tertentu dimana terjadi *up welling*, produksi di daerah tropis lebih besar dari pada daerah beriklim sedang.

Dalam satu tahun produksi fitoplankton rata-rata 15-45 kali biomasnya. Di permukaan laut produksi fitoplankton dapat mencapai lebih dari satu kilogram berat kering per meter kuadrat per tahun dan di beberapa habitat perairan, produksi ini merupakan masukan energi utama (Barnes, 1980).

#### **E. Perairan Neritik**

Produktivitas antara perairan pantai dengan perairan laut lepas sangat mecolok, lebih tinggi di perairan pantai (Nybakken, 1992, Barnes & Hughes, 1988). Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat hara perairan pantai dibandingkan dengan perairan lepas pantai (Nybakken, 1992). Tingginya produktivitas ini terjadi oleh adanya *run off* zat hara dari daratan (Barnes & Hughes, 1988) yang dibawa melalui sungai, jarang/tidak terjadi adanya termoklin permanen dan banyaknya reruntuhan serta serasah dari daratan (Nybakken, 1992). Hal ini karena adanya

percampuran yang lebih besar dari pergolakan oleh gelombang, arus-arus lepas pantai, angin dan sebagainya yang membawa zat-zat hara ke semua lapisan air (McConnaughey dan Zottoli, 1983).

Daerah neritik kondisi perairannya lebih subur dibandingkan dengan lautan terbuka (Barnes & Hughes, 1988). Akibatnya zat-zat hara yang ada di bawah dapat terangkat ke atas dan dapat diambil sebagai zat makanan oleh fitoplankton. Disamping itu juga ditingkatkan oleh adanya sumbangan yang berasal dari flora bentik (Nybakken, 1992). Dengan kondisi tersebut membuat perairan neritik mendukung pertumbuhan yang subur bagi alga laut (McConnaughey dan Zottoli, 1983).

## **F. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kehidupan Fitoplankton**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kehidupan fitoplankton. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah : cahaya, temperatur, salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, zat hara, curah hujan dan turbulensi.

### **1. Cahaya**

Cahaya merupakan pembatas dimana produksi fitoplankton sebanding dengan intensitas cahaya (Barnes & Hughes, 1988). Fotosintesa hanya dapat berlangsung bila intensitas cahaya yang sampai pada sel alga lebih besar dari suatu intensitas tertentu (Nybakken, 1992). Alga yang hidup di perairan bersaing dalam mendapatkan cahaya dengan partikel-partikel lainnya dan ini menjadi pembatas efektifitas fotosintesis (Yentsch, 1980). Gerakan pada permukaan air dan keadaan cuaca juga berpengaruh pada penetrasi cahaya di perairan. Semakin kasar permukaan air (golakan air banyak), semakin sedikit cahaya yang masuk ke dalam

air. Keadaan yang berawan juga mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam perairan (McConnaughey dan Zottoli, 1983).

Fitoplankton kebanyakan ditemukan di massa air dengan intensitas cahaya tertentu yang memungkinkan terjadinya fotosintesa (Nontji, 1993). Dengan demikian fitoplankton yang produktif hanya terdapat di lapisan permukaan saja (fotik) (Nybakken, 1992). Menurut Pringgoseputro (1983) dalam Setiawan (1994) jumlah dan kualitas sinar matahari mempengaruhi kehidupan fitoplankton melalui penyediaan energi untuk melangsungkan aktivitas fotosintesa. Di daerah pantai dengan kedalaman yang dangkal cahaya bukan merupakan pembatas. Tidak semua fitoplankton membutuhkan atau toleransi terhadap tingkat pencahayaan yang sama.

## 2. Temperatur

Temperatur di laut merupakan faktor amat penting bagi kehidupan organisme laut, karena temperatur mempengaruhi baik aktivitas organisme maupun perkembangbiakan organisme (Evans, 1984). Secara tidak langsung temperatur juga mempengaruhi faktor-faktor lingkungan lainnya seperti pelarutan gas-gas, kekentalan air dan persebaran kerapatan air (Kastoro *et al*, 1994).

Temperatur mempunyai pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap organisme laut. Secara langsung pengaruh temperatur terhadap kehidupan di laut adalah dalam laju fotosintesa fitoplankton dan proses fisiologi hewan khususnya derajat metabolisme dan siklus reproduksi. Meningkatnya suhu air permukaan menyebabkan berkurangnya kepadatan dan 'kepekatan' fitoplankton dan mempertinggi kecenderungan sel-sel fitoplankton untuk membenam (McConnaughey dan Zottoli, 1983). Secara tidak langsung temperatur berpengaruh terhadap daya larut oksigen, stabilitas kolom air, penyediaan nutrien pada lapisan ini dan aspek-

aspek lainnya (Sverdrup, 1961 *dalam* Priyono, 1996). Menurut hukum Von't Hoff's bahwa laju reaksi kimia bertambah dua kali dengan kenaikan temperatur  $10^{\circ}$  ( $18^{\circ}\text{F}$ ), sering kali disimpulkan setiap kenaikan temperatur  $10^{\circ}\text{C}$  dapat membuat reaksi kimia dua kali lebih cepat dalam proses kehidupan (Kastoro *et al*, 1994). Secara umum suhu yang optimal, baik untuk fitoplankton dan zooplankton adalah antara  $20^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$  (Tait, 1972; Pelczar *dkk*, 1986 *dalam* Setiawan, 1994).

### 3. Salinitas

Keadaan salinitas akan mempengaruhi penyebaran organisme baik secara horisontal maupun vertikal (Odum, 1971). Setiap species mempunyai toleransi yang berbeda terhadap salinitas, tergantung cara adaptasinya dalam mengendalikan tekanan osmotik yang terjadi di jaringan tubuhnya. Sebagian biota termasuk plankton laut sensitif terhadap perubahan salinitas (Wickstead, 1965). Salinitas air laut penting dalam menjaga dan memelihara penyesuaian proses osmose antara protoplasma organisme, dalam hal ini protoplasma fitoplankton dengan air laut (Sverdrup *et al*, (1961), *dalam* Sugiarto, 1974). Selain itu salinitas juga mempengaruhi faktor pengontrolan distribusi fitoplankton di perairan pantai dan distribusi latitudinal (lintang geografis) (Smayda (1958), *dalam* Sugiarto, 1974). Fitoplankton dapat hidup pada perairan dengan kisaran salinitas 3,6-100 ‰ (Bold, 1985 *dalam* Setiawan, 1994). Menurut Vos dan Wolf (1983) *dalam* Meutia (2000) berdasarkan toleransi terhadap salinitas, fitoplankton, khususnya diatom dapat dibagi menjadi 3 golongan, yaitu : Oligohalobous, adalah kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran salinitas antara 0 - 0,2 ‰. Mesohalobous adalah kelompok diatom yang dapat hidup pada kisaran salinitas antara 0,2 - 30 ‰. Polyhalobous, yaitu kelompok diatom yang dapat hidup diatas salinitas 30 ‰.



#### 4. Derajat Keasaman (pH)

Tait (1972) mengatakan bahwa fluktuasi pH di dalam suatu perairan sangat penting diketahui, karena sebagian besar organisme akuatik beradaptasi pada suatu nilai pH tertentu dan tidak mampu menahan perubahan pH yang mendadak. Perubahan pH pada suatu perairan dapat berpengaruh terhadap proses kimiawi maupun biologis dari jasad hidup yang berada dalam perairan tersebut termasuk plankton. Perairan yang produktif yaitu memiliki daya dukung yang baik bagi fitoplankton adalah perairan dengan kisaran pH antara 6,5-8,5 (Rachmatun, 1977 dalam Setiawan, 1994).

#### 5. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dalam perairan berasal dari pelarutan udara bebas (Duxburry, 1971), dan dihasilkan oleh fitoplankton (Sugiarto, 1974). Tinggi rendahnya kadar oksigen yang terlarut di dalam perairan cenderung berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton (Reid & Wood, 1976). Daya larut oksigen dalam air larut sangat dipengaruhi oleh temperatur dan salinitas. Semakin tinggi temperatur dan salinitas semakin rendah daya larut oksigen dalam air (McConnaughey dan Zottoli, 1983). Menurut Swingle (1968) dalam Setiawan (1994) untuk pertumbuhannya tumbuhan planktonik membutuhkan kandungan oksigen terlarut dalam air tidak kurang dari 3 mg/l.

#### 6. Nutrisi

Dalam keadaan biasa, penyebab terjadinya pertumbuhan fitoplankton lebat adalah karena penambahan zat hara di suatu perairan (Arinardi, 1989). Laju produksi fitoplankton berhubungan dekat dengan suplai nutrien dari fosfat dan nitrat

(Conel (1974), *dalam* Moriscal (1974)). Pada plankton, amoniak dan nitrat digunakan sebagai nutrisi atau zat hara yang menjadi salah satu syarat hidupnya (Davis, 1955). Selain amonia dan nitrat, nutrien dapat berupa nitrogen, fosfat, silika, Fe, Mg, karbon dan bahan organik (Wickstead, 1965).

Kebutuhan zat hara di lautan terpenuhi, tetapi konsentrasi nitrat dan fosfat dalam partikel air laut sangat rendah. Konsentrasi fosfat dalam perairan berkisar antara 0,001 - 0,050 mg/l (Liaw, 1969 *dalam* Priyono, 1996). Pertumbuhan fitoplankton akan optimum jika konsentrasi nitrat antara 0,9 - 3,5 mg/l, di bawah 0,10 mg/l atau di atas 4,5 mg/l menjadi faktor pembatas bagi fitoplankton (Sutrisno, 1983 *dalam* Priyono, 1996). Di beberapa daerah tropik zat-zat hara suplainya terbatas (Barnes & Hughes, 1988), tetapi dibutuhkan oleh organisme perairan (Sumawidjaja, 1976 *dalam* Setiawan, 1994), sehingga unsur-unsur tersebut menjadi pembatas produktivitas fitoplankton (Nybakken, 1992).

## 7. Curah Hujan

Curah hujan yang lebat dan banjir di darat seringkali menyuburkan perairan pantai, yang disebabkan terbawanya zat-zat hara dari darat ke laut (Arinardi, 1989). Hutomo (1975), *dalam* Arinardi (1989) mengatakan bahwa curah hujan mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Curah hujan yang tinggi selain memberi efek positif terhadap perairan pantai yaitu mengalirkan zat-zat hara dari darat ke laut melalui sungai, tetapi juga membawa efek negatif seperti mengakibatkan kekeruhan di perairan pantai dan sekitarnya karena luapan air sungai (Thanc, 1953 *dalam* Arinardi, 1989). Juga curah hujan yang tinggi menyebabkan rendahnya salinitas.

## 8. Turbulensi

Percampuran vertikal selain menaikkan zat hara mendekati permukaan juga dapat membawa sel-sel fitoplankton ke bawah mejauhi permukaan air (Nybakken, 1992). Percampuran di daerah eufotik masih memungkinkan fitoplankton untuk berfotosintesis (Barnes & Hughes, 1988). Bila sampai lebih bawah dari kedalaman Kompensasi, membuat fitoplankton tertahan dalam kedalaman tersebut, sehingga tidak ada kelebihan produksi bahan organik (Nybakken, 1992). Adanya pergerakan air di perairan neritik dapat membawa air mencapai kedalaman 200 meter, sehingga dapat menimbulkan percampuran air dasar dan air permukaan. Hal ini membuat zat-zat hara yang berada di dasar dapat mencapai permukaan (Barnes & Hughes, 1988). Kekuatan penyebab terjadinya turbulensi adalah masukan dari air sungai, *up welling*, pasang surut dan angin (Mann, 1982).

## G. Perubahan Musiman Fitoplankton

Menurut Sverdrup dkk (1961) dalam Hartoyo (1994) variasi fitoplankton sepanjang tahun lebih jelas terlihat pada daerah beriklim sedang dari pada daerah tropis. Variasi yang jelas tersebut disebabkan karena daerah beriklim sedang mengalami pergantian musim yang sangat berbeda terutama terlihat pada perubahan suhu yang sangat besar.

Pada setiap perairan akan terjadi perubahan tingkat dominasi jenis fitoplankton pada interval waktu yang relatif pendek sepanjang tahun. Species-species yang dominan pada suatu bulan seringkali menjadi langka pada bulan berikutnya, kemudian diganti species yang lain (Davis, 1955 dalam Setiawan, 1994) atau dapat dikatakan kepadatan fitoplankton di suatu perairan mempunyai

variasi tertentu pada suatu waktu dan akan berulang lagi pada waktu berikutnya (Sverdrup dkk, 1942 dalam Hartoyo,1994). Menurut Whittaker (1970) bahwa setiap spesies mempunyai waktu dan tempat tersendiri dalam komunitas, antara spesies yang satu berbeda dengan spesies yang lain. Terjadinya perubahan-perubahan dalam populasi plankton dari waktu ke waktu karena terdapat perbedaan kondisi musim. Perbedaan kondisi musim ini memberi kemudahan kepada berbagai species secara bergiliran untuk mendominasi suatu perairan. Pergiliran dominasi ini terjadi karena adanya interaksi dalam populasinya sendiri, seperti perubahan dalam kadar nutrisi yang tersedia dan pengaruh *grazing*. Pergerakan di atas juga dapat dikarenakan adanya gerakan air yang mungkin membawa datang plankton yang berbeda sifatnya ke suatu daerah dan membawa pergi yang sudah ada di suatu daerah ke daerah lain (McConnaughey dan Zottoli, 1983).

Puncak kepadatan fitoplankton di daerah tropis terjadi pada bulan Oktober pada musim timur dan bulan Januari pada musim barat (Motoda, 1957 dalam Priyono, 1996). Pada bulan Oktober di daerah tropis, khususnya di Indonesia yang mendapat pengaruh angin musiman terjadi perubahan arah arus dan angin, karena sedang berlangsung pergantian musim. Hal ini menyebabkan terjadi adanya pengadukan (turbulensi) dengan terjadinya perubahan arah arus. Turbulensi ini menyebabkan terjadinya pengayaan zat hara ke perairan sehingga akan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Pada bulan Januari, kondisi fitoplankton yang melimpah ini terjadi setelah sekian waktu terjadinya awal musim hujan karena adanya waktu yang dibutuhkan (*time lag*) oleh fitoplankton untuk memanfaatkan zat hara (Arinardi, 1989).



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**