

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kondisi Habitat

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (PTES) terletak di wilayah sekitar  $110^{\circ} 23'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ} 57'$  Lintang Selatan di Pantai Utara Jawa Tengah. Seperti di wilayah Jawa Tengah lainnya, maka pelabuhan laut Tanjung Emas mempunyai tipe iklim muson tropis. Hal ini berarti bahwa perubahan iklim dipengaruhi oleh perubahan angin muson barat laut dari daratan benua Asia dan angin muson tenggara dari daratan benua Australia. Angin muson barat laut bertiup pada bulan Oktober-Maret, dan muson tenggara bertiup pada bulan April-September. Oleh karena sifat angin yang basah pada muson barat laut, maka periode ini dikenal dengan musim penghujan, sebaliknya pada musim kemarau sifat angin kering (Sidharta, 1989).

Adanya aliran air tawar dari sungai Kali Banjir Kanal Barat, Kali Banjir Kanal Timur, Kali Semarang, terutama pada musim hujan, sangat mempengaruhi kualitas perairan pantai dan kehidupan organisme di sekitar Pelabuhan Tanjung Emas. Hal ini disebabkan selain perannya sebagai sumber nutrisi, aliran sungai juga merupakan media pembuangan bagi bahan pencemar (polutan) yang berasal dari darat (Sidharta, 1989).

Kondisi perairan Tanjung Emas sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya seperti adanya pembuangan limbah baik dari kapal, industri, limbah

rumah tangga, limbah kalor dari instalasi listrik (PLTU Tambak Lorok) serta limbah pertanian yang dibuang melalui sungai atau langsung ke badan perairan. Limbah tersebut dapat berupa limbah cair dan limbah padat baik organik maupun anorganik. Dijelaskan oleh Odum (1973), apabila manusia meningkatkan erosi tanah atau memasukkan jumlah bahan organik (pembuangan air atau pembuangan limbah-limbah) pada laju yang tidak dapat di terima oleh biota perairan, akumulasi yang cepat dari bahan-bahan demikian dapat merusak ekosistem. Dengan demikian tanpa adanya pemantauan, maka perairan Tanjung Emas dan bahkan perairan lain disekitarnya akan rusak.

## B. Plankton

Plankton berasal dari bahasa Yunani yang berarti 'pengembara' dan dimaksudkan untuk organisme pelagik yang sebagian besar siklus hidupnya selalu terombang-ambing oleh pergerakan air daripada oleh kemampuan berenang mereka sendiri (Tait, 1981). Biota perairan dari kelompok plankton berupa hewan dan tumbuh-tumbuhan yang hidup berenang dan melayang-layang di lautan terbuka (Nybakken, 1992). Lebih lanjut Hutabarat dan Evans (1985) menjelaskan bahwa plankton hidup pada sistem perairan pelagik yang terdiri dari organisme-organisme yang berukuran kecil (mikroskopik) yang jumlahnya sangat banyak dan tidak cukup kuat untuk melawan gerakan air yang besar. Kemudian oleh Nontji (1993) disebutkan hampir semua hewan laut memulai kehidupannya sebagai plankton terutama pada tahap telur dan larva.

Plankton, dalam hal ini fitoplankton, merupakan penyumbang produktivitas terbesar di laut karena dalam planktonlah terperangkap bagian terbesar energi matahari yang kemudian berturut-turut dipindahkan ke komunitas-komunitas laut lainnya (Arinardi, 1994; Nybakken, 1992). Dijelaskan oleh Nybakken (1992) bahwa di daratan tidak mungkin ada kehidupan tanpa adanya rumput, pohon dan semak belukar yang mampu mengikat energi matahari. Demikian pula halnya di dalam laut, tanpa adanya tumbuhan planktonik yang berukuran renik dan mampu mengikat energi matahari, maka tidak ada kemungkinan adanya kehidupan di dalam laut (Nybakken, 1992).

Menurut Nybakken (1992) dan Nontji (1993), plankton dibagi menjadi 2 golongan, yaitu fitoplankton yang terdiri dari tumbuhan laut yang bebas melayang dan hanyut dalam laut serta mampu berfotosintesis, serta zooplankton yang merupakan hewan-hewan laut yang planktonik. 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 dapat mencapai lebih dari 0,5 m diameternya (Barnes dan Hughes, 1988).

### C. Fitoplankton

Plankton khususnya fitoplankton mempunyai peranan yang sama pentingnya seperti yang diperankan oleh tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tinggi tingkatannya di ekosistem daratan. Sebagai produsen utama, fitoplankton mempunyai kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik (Hutabarat

dan Evans, 1984). Dijelaskan oleh Nontji (1993), fitoplankton merupakan pangkal rantai pakan dan merupakan dasar pendukung seluruh kehidupan laut. Tingginya fitoplankton di wilayah suatu perairan dapat mengindikasikan kesuburan suatu perairan, akan tetapi Windnyana (1996) menyatakan bahwa apabila keberadaannya dijumpai dalam jumlah yang sangat melimpah dapat mengganggu dan membahayakan ekosistem perairan. Peristiwa yang paling potensial terjadi adalah peledakan plankton dari jenis Dinoflagellata yang dikenal dengan peristiwa pasang merah yang banyak dijumpai pada daerah sedang dan perairan tropis (Windnyana (1996).

Menurut Hutabarat dan Evans (1988) kejadian peledakan jumlah fitoplankton biasanya terjadi di sekitar muara sungai atau pantai karena di daerah tersebut merupakan daerah yang kaya akan bahan organik. Arinardi (1994) memperkuat pendapat tersebut dengan mengemukakan bahwa pada umumnya di laut Jawa, fitoplankton lebih banyak dijumpai keberadaannya di perairan dekat pantai dari pada di lepas pantai.

Peledakan fitoplankton terjadi manakala suatu spesies mengalami pertambahan jumlah dalam jangka waktu yang relatif pendek (Odum,1973). Sebab-sebab terjadinya pertumbuhan fitoplankton yang melimpah sebenarnya masih agak sukar untuk dijelaskan dengan tepat, tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Praseno (1989) bahwa pada umumnya penyebab utama terjadinya peledakan pertumbuhan fitoplankton adalah karena pertambahan zat hara di suatu perairan.

#### D. Dinoflagellata

Di sebagian besar perairan pantai beriklim sedang dan juga tropis, dijumpai bahwa Diatom dan Dinoflagellata merupakan penyusun utama fitoplankton (Smayda, 1980; Niessen, 1982; Nybakken, 1992;). Starr-Taggart (1992) menunjukkan bahwa Dinoflagellata menempati urutan kedua dalam kelimpahan plankton setelah diatom. Odum (1973) menyatakan bahwa kedua kelompok tersebut adalah merupakan produsen yang dominan di wilayah perairan manapun. Lebih lanjut Odum (1973) menjelaskan bahwa kelompok Dinoflagellata tidak hanya berfungsi sebagai autotroph, akan tetapi beberapa jenis kadang-kadang sebagai saprotroph atau fagotroph. Dinoflagellata dapat hidup pada hancuran atau bahan partikel organik yang diabsorpsi atau diserap dari air laut serta dapat mentoleransi nutrient pada konsentrasi yang rendah (Gross, 1990). Sebagian besar dari 1200 species Dinoflagellata (phylum pyrophyta) termasuk anggota plankton laut yang fotosintetik (Starr-Taggart, 1992).

Kenampakan tubuh Dinoflagellata menyerupai hewan bersel satu dan sebagian besar bersifat heterotrofik (Gross, 1990). Menurut Nybakken (1992) dan Barnes (1980), Dinoflagellata dicirikan oleh adanya sepasang flagella yang digunakan untuk pergerakan di dalam air. Dinoflagellata sering memiliki suatu "baju zirah" berupa lempeng selulosa yaitu suatu karbohidrat. Pada kelompok tersebut, sel terbagi menjadi bagian anterior dan posterior oleh sebuah "tranverse groove" yang biasa disebut "girdle". Secara umum Dinoflagellata memiliki

kenampakan luar yang berwarna kuning kehijauan, hijau, coklat, biru atau merah, tergantung pada pigmen utama fotosintetiknya.

Mayoritas spesies plankton Dinoflagellata termasuk Dinophyceae. Genera yang umum termasuk di dalamnya adalah *Ceratium*, *Peridinium*, *Gonyaulax* dan *Dinophysis* (Barnes, 1988).

#### E. Fluktuasi Komunitas Plankton

Perubahan komunitas plankton yang tiba-tiba biasanya disebabkan oleh gelombang dari dalam ("internal waves") (Arinardi dkk, 1992)). Perubahan dari dalam komunitas plankton sendiri sebagian besar ditentukan oleh pertumbuhan, kematian, tenggelam ke lapisan bawah air, migrasi dan predator. Perubahan komunitas plankton ini disebabkan oleh migrasi harian zooplankton. Pada siang hari, plankton bergerak ke lapisan bawah untuk menghindari cahaya matahari atau mencari makan di lapisan lebih dalam. Adapun di malam hari, plankton bergerak ke permukaan dan lalu menyebar karena suhu yang sejuk dan makanan yang juga melimpah.

Perairan Indonesia yang merupakan perairan tropis, penurunan dan peningkatan kelimpahan plankton terjadi sepanjang tahun. Perairan Indonesia sangat dipengaruhi oleh angin musim (monsoon) yang mempunyai kaitan erat dengan sistem tekanan udara tinggi dan tekanan udara rendah di atas benua Asia dan Australia. Bulan Desember, Januari dan Februari, adalah musim dingin di belahan bumi bagian utara dan musim panas di belahan bumi bagian selatan

sesuai dengan posisi matahari. Pada musim dingin ini, pusat tekanan udara tinggi terdapat di atas daratan Asia dan rendah di atas daratan Australia. Keadaan ini menyebabkan angin berhembus dari Asia menuju Australia dan di Indonesia dikenal sebagai angin musim barat. Sebaliknya pada bulan Juni, Juli dan Agustus, pusat tekanan udara tinggi terjadi di atas daratan Australia dan pusat tekanan udara di atas daratan Asia sehingga di Indonesia berhembus angin musim timur.

Dalam bulan Maret, angin barat masih berhembus tetapi kecepatannya sudah berkurang. Dalam bulan April dan Mei, arah angin sudah tidak menentu dan periode ini disebut sebagai musim peralihan 1 atau pancaroba awal tahun. Hal yang sama terjadi dalam bulan Oktober dan November yaitu arah angin tidak menentu dan disebut sebagai musim peralihan 2 atau musim pancaroba akhir tahun. Pada musim pancaroba, kekuatan angin umumnya jauh berkurang sehingga laut lebih tenang.

Angin musim ini berpengaruh besar terhadap sirkulasi air laut di Perairan Indonesia. Selain itu, angin musim berpengaruh pula terhadap curah hujan. Untuk daerah di selatan katulistiwa, musim barat biasanya mempunyai curah hujan yang tinggi, sedang dalam musim timur, curah hujan sangat rendah. Curah hujan di berbagai daerah ini selain mempengaruhi kadar salinitas juga kelimpahan plankton terutama di perairan pantai (Wyrski, 1961 *dalam* Arinardi, 1994). Curah hujan yang tinggi secara tidak langsung akan menyebabkan meningkatnya kadar hara pada badan perairan, karena aliran hujan akan

membawa serta bahan-bahan organik yang terdapat di darat.

## F. Faktor-Faktor Lingkungan Yang Berperan Dalam Produktivitas Plankton :

### 1. Temperatur

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan dan pertumbuhan organisme air. Borney (1976) menyatakan bahwa suhu berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan kelarutan gas. Oleh karena itu perubahan suhu secara mendadak akan mengakibatkan "shock thermal" yang dapat menyebabkan kematian. 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 (Sverdrup, 1961 dalam Priyono, 1996). Koesbiono (1980) menjelaskan setiap kenaikan suhu  $10^{\circ}\text{C}$  akan melipatduakan kecepatan metabolisme. Suhu juga mempunyai pengaruh yang tidak langsung. Menurut Nybakken (1992), organisme air dapat mati kehabisan air yang disebabkan karena suhu yang tinggi dapat mempercepat proses evaporasi. Disamping itu, menurut Smayda (1958) temperatur juga mempengaruhi distribusi fitoplankton.

Suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton pada perairan tropis berkisar antara  $25 - 32^{\circ}\text{C}$ . Menurut Tait (1972) dan Pelczar *et al* (1986); berpendapat bahwa secara umum suhu yang optimal, baik untuk fitoplankton dan



zooplankton adalah antara 20°C - 30°C. Barker (1935), mendapatkan bahwa pada Dinoflagellata dari sejumlah spesiesnya mempunyai temperatur optimum antara 18°C-25 C, khususnya pada *Peridinium triquetum* (18°C), dan *Prorocentrum micans* (25°C). Menurut Nordli (1953) *Ceratium* mempunyai temperatur optimum antara 15°C sampai 20°C.

## 2. Salinitas

Salinitas air laut yang berubah-ubah dapat mempengaruhi plankton karena akan terjadi perbedaan tekanan osmotik antara lingkungan dan jaringan tubuh plankton. Selain itu juga berpengaruh terhadap penyebaran secara horizontal dan vertikal (Raymont, 1963 dan Juwana, 1998). Kisaran salinitas yang masih dapat ditoleransi oleh fitoplankton pada umumnya berkisar antara 28 – 34‰. (Raymont, 1963). Menurut Bold (1985) dalam Setiawan (1994) fitoplankton dapat hidup pada perairan dengan kisaran salinitas 3,6 – 100‰. Dinoflagellata mempunyai toleransi terhadap salinitas antara 5 - 45 ‰, bahkan *Peridinium trochoideum* dapat sampai 55‰. (Raymont, 1983).

## 3. Oksigen Terlarut (DO)

Persediaan oksigen bebas diperlukan oleh sebagian besar makhluk hidup (Romimohtarto dan Juwana, 1998). Menurut Reid dan Wood (1876) tinggi rendahnya oksigen terlarut dalam perairan juga cenderung berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Dalam keadaan sinar matahari yang cukup untuk melakukan fotosintesa, sebagian besar tumbuh-tumbuhan akan menyediakan oksigen melalui proses tersebut. Kadar oksigen terlarut yang rendah di perairan

akan mengurangi kecepatan tumbuh bahkan menyebabkan kematian (Romimohtarto dan Juwana, 1998). Dijelaskan lebih lanjut oleh Brotowidjoyo dkk (1995), bila kandungan oksigen air laut rendah, maka laju metabolisme juga rendah, dan aktivitas hidup terbatas.

#### 4. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) suatu larutan menunjukkan aktifitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan dalam mol/l pada suhu tertentu (Mintardjo, dkk, 1984). Tait (1972) mengemukakan 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. Biasanya pH air lautan adalah 7,6 – 8,3 (Brotowidjoyo dkk, 1995). Menurut Rachmatun (1977) dalam Setiawan (1994) perairan yang produktif yaitu perairan yang memiliki daya dukung yang baik bagi fitoplankton adalah perairan dengan kisaran pH antara 6,5 – 8,5.

#### 5. Nitrat dan Fosfat

Tumbuhan dalam air lautan memerlukan N dan P sebagai ion nitrat dan fosfat untuk pertumbuhannya (Brotowidjoyo dkk, 1995). Keberadaan nitrat dan fosfat pada suatu perairan adalah sangat penting, karena senyawa-senyawa ini merupakan indikator kesuburan dari suatu perairan (Burhan, 1991 dalam Irawan, 1999).

Nitrat tidak menyebabkan keracunan yang akut terhadap ikan dalam konsentrasi tinggi. Apabila suatu perairan mengandung fosfat yang tinggi

melebihi kebutuhan normal organisme nabati yang ada di perairan tersebut, maka akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Irawan , 1999).

#### G. Pasang Merah (“Red Tide”)

Pasang merah (“red tide”) adalah keadaan berubahnya warna air laut yang disebabkan oleh tumbuh melimpah atau blooming dari salah satu jenis fitoplankton, umumnya Dinoflagellata (Adnan, 1985 dan Gross, 1980). Menurut Anonim (1994), jenis-jenis yang mengalami peledakan tersebut dapat memproduksi zat racun yang sangat mematikan dan biasa disebut ‘saxitoxin’. Racun saxitoxin yang dihasilkan oleh Dinoflagellata dapat menjadi masalah yaitu apabila organisme “filter feeder” memakan Dinoflagellata tersebut. Racun dari Dinoflagellata dapat bertahan pada jaringan tubuh organisme filter feeder tanpa organisme itu sendiri terpengaruhi (Gross, 1990).

Pertumbuhan yang terus-menerus pada Dinoflagellata akan menghasilkan nutrien-nutrien yang terlarut dalam air. Biasanya peristiwa pasang merah (“red tide”) akan berhenti setelah beberapa hari. Akan tetapi apabila di daerah tersebut terdapat sumber nutrien yang melimpah, pasang merah (“red tide”) dapat bertahan sampai berminggu-minggu atau berbulan-bulan.(Gross, 1990).

Pada beberapa kasus, pasang merah (“red tide”) diawali oleh pertambahan jumlah dinoflagellata secara tiba-tiba. Kondisi perairan menjadi berwarna ketika konsentrasi mencapai kira-kira 200.000 – 500.000 sel/liter (200 juta – 500 juta/m<sup>3</sup>) dan sebagai perkembangan peledakan, konsentrasi bisa mencapai 10<sup>8</sup>

sel/liter . Pada saat nutrisi yang esensial dihabiskan oleh Dinoflagellata dan blooming berkurang, banyak Dinoflagellata yang mati dan hal tersebut akan mengundang hadirnya bakteri pengurai dalam jumlah besar yang menggunakan oksigen sampai habis (Lacej *et al*, 1993).

Species yang paling sering dijumpai sebagai penyebab pasang merah ("red tide") menurut Anonim (1990), adalah : *Prorocentrum micans*, *Alexandrium minutum*, *Gymnodinium simplex*, *Noctiluca scintillans*, *Scrippsiella trochoidea*, *Mesodinium rubrum*, *Gonyaulax polyedra*, *Ceratium furca*. Spesies-spesies tersebut mampu menghasilkan neurotoxin yang biasa disebut saxitoxin yaitu pada saat Dinoflagellata tumbuh dan berkembang biak. Mereka membentuk saxitoxin dalam sel-sel mereka dan beberapa saxitoxin dilepaskan kedalam air dimana racun ini 50 kali lebih mematikan daripada Strychnine dan 10.000 kali lebih mematikan daripada cyanida. Walaupun pada saat tertentu konsentrasi sangat rendah untuk mewarnai perairan, Dinoflagellata ini masih dapat meracuni binatang-binatang tertentu dan manusia.(Anonim,1994).

Racun Dinoflagellata juga dicerna oleh zooplankton tertentu dan oleh binatang "filter feeder" seperti kepiting, remis dan kerang. Ikan kemungkinan terbunuh karena memakan zooplankton yang mengandung saxitoxin dan dalam kasus-kasus yang serius burung laut dapat juga terkena. Pada kepiting dan remis saxitoxin dapat terkonsentrasi dalam jaringan mereka, di mana hal ini mungkin bertahan dalam jangka waktu yang lama tanpa pengaruh yang membahayakan. Pada saat dikonsumsi oleh manusia, kerang yang terkontaminasi dapat

menyebabkan Paralytic Shellfish Poisoning (“PSP”) dimana korban menjadi lumpuh dan bisa mati (Lacci *et al*, 1993).

#### H. Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)

Paralytic shellfish poisoning dapat terjadi karena masuknya racun yang terakumulasi pada bivalvia yang dihasilkan oleh Dinoflagellata dari species : *Alexandrium catenella*, *A. tamarense*, *A. cochortricula*, *A. fundyense*, *A. freterculus*, *A. minutum*, *Gymnodinium catenatum*, *Pyrodinium bahamense var compressum* dan *Prorocentrum minimum*. PSP dapat menyebabkan kematian pada manusia dengan gejala awal seperti: demam, sesak nafas, lidah dan bibir kebiruan (Anonim, 1990).

Menurut Bold (1978), yang menyebabkan terjadinya PSP sebagian besar disebabkan dari jenis *Alexandrium*. Seperti yang terjadi di Pantai Pasific, PSP dihasilkan oleh *Alexandrium catenella*/*Gonyaulax catenela* yang menghasilkan racun yang disebut saxitoxin, yang merupakan racun yang menyerang syaraf (neurotoxin) yang kemampuannya 100:000 kali lebih kuat dari kokain. Pada konsentrasi yang mematikan pada manusia, kematian disebabkan karena gangguan pernafasan dan kardiovaskuler yang terjadi 12 jam setelah mengkonsumsi bivalvia beracun tersebut.