

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Kajian Pustaka

1. Makrozoobentos

a. Deskripsi Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan kelompok hewan, berukuran lebih besar dari 1 mm yang hidup di substrat dasar perairan. Keberadaan makrozoobentos ini ditentukan oleh beberapa faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik yang memberikan pengaruh misalnya kadar oksigen terlarut, kandungan pH, dan kandungan logam. Sedangkan faktor biotik yang mempengaruhi yaitu tingkat pertumbuhan alga dan predator bagi makrozoobentos. Pada umumnya hewan makrozoobentos ini berupa larva insekta, Mollusca, Oligochaeta, Crustacea-Amphipoda, Isopoda, Decapoda, dan Nematoda. Hewan makrozoobentos lebih banyak ditemukan di perairan yang tergenang (lentik) dari pada di perairan yang mengalir (lotik) (Hutabarat dan Evans, 1985).

b. Habitat dan Cara Hidup Makrozoobentos

Berdasarkan habitat dan cara hidup, makrozoobentos dapat dikelompokkan menjadi infauna dan epifauna (Barnes dan Mann, 1994 *dalam* Sinaga, 2009). Infauna adalah makrozoobentos yang hidupnya terpendam di dalam substrat perairan, yaitu dengan cara menggali lubang,

sebagian besar hewan tersebut hidup sesil, dan tinggal di suatu tempat. Kelompok infauna sering mendominasi komunitas substrat yang lunak dan melimpah di daerah subtidal.

Epifauna adalah makrozoobentos yang hidup di permukaan dasar perairan (Hutchinson, 1993) yang bergerak dengan lambat di atas permukaan dari sedimen yang lunak atau menempel pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal (Nybakken, 1992). Kelompok infauna sering mendominasi komunitas substrat yang lunak dan melimpah di daerah subtidal, sedangkan kelompok hewan epifauna dapat ditemukan pada semua jenis substrat, tetapi lebih berkembang pada substrat yang keras dan melimpah di daerah intertidal (Laili dan Parsons, 1993 *dalam* Simamora, 2009).

c. Cara Makan dan Pergerakan Makrozoobentos

Berdasarkan cara makannya, makrozoobentos dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. *Filter feeder*, yaitu hewan bentos yang mengambil makanan dengan menyaring air.
2. *Deposit feeder*, yaitu hewan bentos yang mengambil makanan dalam substrat dasar.

Komunitas bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu kelompok hewan bentos yang hidupnya menetap (bentos *sesile*), dan hewan bentos yang hidupnya berpindah-pindah

(*motile*). Hewan bentos yang hidup sesile seringkali digunakan sebagai indikator kondisi perairan (Setyobudiandi, 1997).

d. Peranan Makrozoobentos

Berdasarkan dari segi ekologi, makrozoobentos dapat berperan sebagai bioindikator pencemaran air. Bioindikator dapat dikatakan sebagai organisme hidup yang dijadikan tolok ukur dalam penentuan kondisi pada suatu lingkungan. Setiap jenis makrozoobentos menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap pencemaran, misalnya keberadaan cacing Polychaeta dari suku Capitellidae, yaitu *Capitella capitella* menunjukkan perairan tercemar, sedangkan *Capitella ambiesta* terdapat pada lingkungan yang tidak tercemar (Vemiati, 1987 dalam Sinaga, 2009).

Makrozoobentos umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya. Oleh karena itulah, makrozoobentos sering dijadikan sebagai indikator biologis di suatu perairan karena cara hidupnya, ukuran tubuh, dan perbedaan kisaran toleransi di antara spesies di dalam lingkungan perairan.

Dalam penilaian kualitas perairan, pengukuran keanekaragaman jenis organisme sering lebih baik dari pada pengukuran bahan-bahan organik secara langsung. Makrozoobentos sering dipakai untuk menduga ketidakseimbangan lingkungan fisik, kimia, dan biologi perairan. Perairan yang tercemar akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme makrozoobentos karena merupakan biota air yang mudah terpengaruh

oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar kimia maupun fisik (Odum, 1993). Karena pada umumnya makrozoobentos tidak dapat bergerak dengan cepat dan habitatnya di dasar yang terdapat endapan bahan tercemar. Perubahan sifat substrat dan penambahan pencemaran akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragamannya (Wilhm, 1975 *dalam* Simamora, 2009).

Makrozoobentos mempunyai peran sangat penting dalam siklus nutrisi di dasar perairan. Pada ekosistem perairan, makrozoobentos berperan sebagai salah satu mata rantai penghubung dalam aliran energi dan siklus dari alga planktonik sampai konsumen tingkat tinggi (Setyobudiandi, 1997). Jika dilihat dari segi ekonomi, yaitu beberapa jenis makrozoobentos (misalnya kepiting) dapat menjadi sumber protein sehingga dapat diperjualbelikan oleh masyarakat sehingga hal tersebut dapat memunculkan suatu mata pencaharian.

e. Parameter Fisika-Kimia yang Mempengaruhi Kehidupan Makrozoobentos

Menurut (Nybakken, 1992), perubahan kondisi fisika-kimia suatu perairan dapat menimbulkan akibat yang merugikan terhadap populasi bentos yang hidup di ekosistem perairan, dengan mempelajari aspek saling ketergantungan antara organisme dengan faktor-faktor abiotiknya maka akan diperoleh gambaran tentang kualitas suatu perairan. Faktor abiotik (fisika-kimia) dan faktor biotik (biologi) perairan yang mempengaruhi kehidupan makrozoobentos antara lain:

1) Parameter Fisika Perairan

a) Temperatur (suhu)

Temperatur (suhu) mempengaruhi kelarutan berbagai jenis gas di dalam air serta semua aktivitas biologis-fisiologis di dalam ekosistem akuatik tersebut. Pola temperatur ekosistem akuatik dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya. Selain itu temperatur juga merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nybakken, 1992).

Pertumbuhan hewan bentos dipengaruhi oleh temperatur. Setiap spesies memiliki perbedaan batas toleransi terhadap temperatur. Umumnya, temperatur di atas 30°C dapat menekan pertumbuhan populasi hewan bentos (James dan Evison, 1979).

b) Kekeruhan

Dalam keadaan normal, air tidak akan berwarna sehingga tampak bening dan jernih. Warna air dapat dipengaruhi oleh kehadiran organisme, bahan-bahan tersuspensi yang berwarna, dan oleh ekstrak senyawa-senyawa organik, serta tumbuh-tumbuhan (Barus, 1996 *dalam* Simamora, 2009) dan air akan berubah tergantung pada buangan yang memasuki badan air tersebut. Terjadinya kekeruhan air disebabkan oleh adanya zat-zat koloid, yaitu zat yang terapung serta zat yang terurai secara halus sekali, jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat, dan zat-zat koloid yang

dapat dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan (Suriawira, 1996).

c) Kecerahan

Kecerahan merupakan suatu ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu bahan pencemar, misalnya bahan organik dari buangan industri.. Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan yang dinyatakan dengan satuan meter sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, dan padatan tersuspensi. Nybakken (1992) mengemukakan bahwa perubahan intensitas cahaya di permukaan laut bervariasi secara teratur berdasarkan harian yang berhubungan dengan musim. Kecerahan akan berkurang karena dipengaruhi oleh kedalaman. Cahaya yang masuk ke dalam perairan berubah dengan cepat baik intensitasnya maupun komposisinya. Menurut Hutabarat dan Evans (1985), cahaya dapat menembus lapisan perairan hingga kedalaman 100–200 m.

d) Kedalaman

Kedalaman suatu perairan didasari pada relief dasar dari perairan tersebut. Perairan yang dangkal kecepatan relatif cukup besar dibandingkan dengan kecepatan arus pada daerah yang lebih dalam (Odum, 1979). Kedalaman yang dianjurkan adalah berkisar antara 5-25 m (DKP, 2003).

e) Substrat Dasar

Susunan substrat dasar penting bagi organisme yang hidup di zona dasar perairan seperti bentos, baik pada air diam maupun pada air mengalir (Michael, 1984). Substrat dasar merupakan faktor utama yang mempengaruhi kehidupan, perkembangan, dan keanekaragaman makrozoobentos.

Jenis substrat sangat penting dalam perkembangan komunitas hewan bentos, pasir cenderung memudahkan untuk bergeser dan bergerak ke tempat lain. Substrat berupa lumpur biasanya mengandung sedikit oksigen dan karena itu organisme yang hidup didalamnya harus dapat beradaptasi pada keadaan ini (Darajah, 2005). Selain adanya senyawa organik, substrat dasar yang berupa batu-batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan hidup yang baik bagi makrozoobentos sehingga mempunyai kepadatan dan keanekaragaman yang besar (Odum, 1993).

f) Arus

Kecepatan arus bervariasi terhadap kedalaman dan bagian perairan. Hal ini berarti bahwa kedalaman yang berbeda mempunyai kecepatan arus yang berbeda. Arus merupakan faktor pembatas utama pada aliran yang deras, tetapi dasar yang berbatu dapat menyediakan permukaan yang cocok untuk organisme yang hidup menempel dan melekat. Secara langsung, arus berpengaruh terhadap organisme

makrozoobentos dan secara tidak langsung pada substrat perairan (Nybakken, 1992).

Organisme yang hidupnya menetap pada substrat sangat memerlukan arus untuk membawa makanan, oksigen, dan lain-lain. Pengendapan partikel lumpur di dasar perairan tergantung pada kecepatan arus. Apabila perairan memiliki arus yang kuat, maka partikel yang mengendap adalah partikel yang ukurannya lebih besar. Sebaliknya pada tempat yang arusnya lemah, maka yang mengendap di dasar perairan adalah lumpur halus (Odum, 1993).

2) Parameter Kimia Perairan

a) Salinitas

Salinitas adalah jumlah garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan per seribu (Nybakken, 1992). Salinitas dapat mempengaruhi struktur dan fungsi organ organisme perairan. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida telah digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2000).

Penurunan salinitas di perairan pesisir akan mengubah komposisi dan dinamika populasi makrozoobentos. Organisme yang cukup adaptif dan mampu bertahan dengan baik terhadap perubahan salinitas adalah organisme yang berasal dari kelas Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, dan Crustacea. Kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan

organisme perairan, khususnya fauna makrobentos adalah 15 - 35‰ (Hutabarat dan Evans, 1985).

b) Oksigen terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan yang penting dalam proses metabolisme. Oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting di dalam ekosistem perairan terutama yang dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. Kelarutan oksigen di dalam air terutama sangat dipengaruhi oleh faktor temperatur.

Kelarutan maksimum oksigen di dalam air terdapat pada temperatur 0°C, yaitu sebesar 14,16 mg/L O₂, dengan terjadinya peningkatan temperatur, maka akan menyebabkan konsentrasi oksigen menurun dan jika terjadi penurunan temperatur maka konsentrasi oksigen terlarut akan meningkat. Kisaran toleransi makrozoobentos terhadap oksigen terlarut berbeda-beda (Barus, 1996).

Kehidupan air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg/L dan selebihnya tergantung pada ketahanan organisme, kehadiran pencemar, temperatur, dan sebaliknya. Oksigen terlarut dalam air dihasilkan dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara yang masuk melalui proses difusi yang secara lambat menembus permukaan air (Wardhana, 2001). Purwanto (1992) melaporkan nilai DO yang terukur di perairan Teluk Banten berkisar antara 4,2-6,6 mg/l.

c) *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Nilai BOD menyatakan jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme aerobik dalam proses penguraian senyawa organik yang diukur pada temperatur 20°C. Parameter ini merupakan salah satu parameter kunci dalam pemantauan pencemaran laut, khususnya pencemaran bahan organik yang umumnya berasal dari limbah domestik (Hutagalung *et al.*, 1997).

Berdasarkan hasil penelitian, pengukuran yang umum dilakukan adalah pengukuran selama 5 hari (BOD₅). Nilai konsentrasi BOD menunjukkan suatu kualitas perairan yang masih tergolong baik apabila konsentrasi O₂ selama periode 5 hari berkisar sampai 5 mg/L O₂. Apabila konsumsi O₂ berkisar antara 10-20 mg/L O₂ maka hal tersebut menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi oleh materi organik, sedangkan untuk air limbah nilai BOD umumnya lebih dari 100 mg/L (Brower *et.al.*, 1990).

Nilai BOD₅ digunakan sebagai indikator kelimpahan bahan organik dalam air dengan asumsi bahwa oksigen dikonsumsi oleh mikroorganisme selama berlangsungnya metabolisme bahan organik. Nilai BOD₅ yang semakin besar memperlihatkan aktivitas mikroorganisme yang semakin tinggi dalam menguraikan bahan organik.

BOD yang tinggi akan menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam badan perairan karena oksigen akan dipakai oleh mikroorganisme aerobik dalam proses penguraian senyawa organik. Hal ini akan

mengakibatkan kehidupan makrozoobentos di dasar perairan akan terganggu karena oksigen terlarut yang harus digunakan makrozoobentos telah terpakai untuk proses penguraian.

d) TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter $10^{-6} - 10^{-3}$ mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μm (Effendi, 2000). Air laut memiliki TDS yang tinggi karena banyak mengandung senyawa kimia, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas.

e) Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitrat (NO_3) merupakan hasil akhir dari oksidasi nitrogen dalam air laut. Secara termodinamik merupakan senyawa nitrogen yang paling stabil dengan adanya oksigen bebas yang cukup dalam air laut. Nitrat adalah nutrisi utama bagi pertumbuhan alga. Nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna nitrogen di perairan. Sumber utama nitrat berasal dari erosi tanah, limpasan dari daratan termasuk pupuk di tanah dan dari buangan limbah. Selain itu, nitrat berasal dari permukaan air selama produktivitas primer, ketika tumbuhan mati, terdekomposisi kemudian nitrat teregenerasi ke massa air (Effendi, 2000).

f) Nitrit (NO₂-N)

Senyawa nitrit (NO₂) yang terdapat dalam air laut merupakan hasil reduksi senyawa nitrat (NO₃) atau oksidasi amoniak (NH₃) oleh mikroorganisme (Hutagalung *et al.*, 1997). Dalam air laut senyawa nitrit tidak stabil, mudah teroksidasi menjadi nitrat (bila kadar oksigen dalam air tinggi) atau tereduksi menjadi amoniak (bila kadar oksigen rendah).

g) Fosfat (PO₄-P)

Fosfat merupakan salah satu senyawa nutrisi yang sangat penting, fosfat diabsorpsi oleh fitoplankton dan seterusnya masuk ke dalam rantai makanan. Senyawa fosfat dalam perairan berasal dari sumber alami seperti erosi tanah, buangan dari hewan dan lapukkan tumbuhan, dan berasal dari laut itu sendiri. Peningkatan kadar fosfat dalam laut akan menyebabkan terjadinya ledakan populasi (*blooming*) fitoplankton yang akhirnya dapat menyebabkan kematian ikan secara massal (Hutagalung *et al.*, 1997). Kandungan fosfat Teluk Banten berdasarkan pengamatan Purwanto (1992) berkisar antara 0,010-0,045 mg/l.

h) pH

Kehidupan organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh fluktuasi nilai pH. Pada umumnya, organisme akuatik toleran pada kisaran nilai pH yang netral. pH yang ideal bagi organisme akuatik pada umumnya terdapat antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam

maupun sangat basa akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Odum, 1993).

3) Parameter Biologi Perairan

Dalam mempelajari dan mengamati kualitas air di suatu perairan telah diterapkan cara pengukuran parameter biologi yaitu dengan menggunakan indeks hayati. Parameter biologi dapat ditentukan dengan adanya organisme yang hidup di wilayah perairan tersebut. Salah satu organisme hidup yang dijadikan sebagai parameter biologi dalam penelitian ini adalah protozoa.

a) Protozoa

Protozoa merupakan salah satu organisme yang cukup penting keberadaannya di perairan. Salah satu peranan protozoa ini adalah sebagai makanan dari kelompok organisme makrozoobentos. Protozoa berasal dari bahasa Yunani, yaitu *protos* artinya pertama dan *zoon* artinya hewan. Jadi Protozoa bisa diartikan sebagai hewan pertama (Knospe, *et al.*, 2004).

Ukuran tubuhnya antara 10 - 50 μm , tetapi dapat tumbuh sampai 1 mm dan mudah dilihat di bawah mikroskop. Umumnya Protozoa hidup di air atau setidaknya di tempat yang basah. Kebanyakan Protozoa hidup bebas dan terdapat di lautan, lingkungan air tawar, atau daratan.

b) Reproduksi dan Perkembangan Protozoa

Protozoa bereproduksi secara seksual dan aseksual. Reproduksi secara seksual yaitu dengan konjugasi sedangkan reproduksi aseksual yaitu dengan pembelahan biner. Setelah terjadi proses reproduksi, anakan protozoa hanya sedikit atau tidak mengalami perkembangan. Hal ini bisa terjadi karena anakan lebih sering berukuran sama seperti induknya. Namun banyak juga anakan lainnya yang tumbuh besar dan sebagian anakan ini akan memasuki masa hibernasi sebelum berkembang dengan sempurna (Knospe, *et al.*, 2004).

c) Peranan Protozoa

Peran ekologis protozoa ini sangat penting dalam struktur tropik atau daur energi pada banyak komunitas. Kemudian protozoa juga berperan penting dalam mengontrol jumlah dan biomassa bakteri karena protozoa merupakan predator dari bakteri. Selain itu protozoa juga penting sebagai sumber makanan bagi invertebrata mikro (Knospe, *et al.*, 2004).

2. Keanekaragaman

Keanekaragaman hayati atau biodiversitas adalah keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah, yang merupakan dasar kehidupan di bumi. Keanekaragaman hayati melingkupi berbagai perbedaan atau variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang

terlihat pada berbagai tingkatan (Supriatna, 2008). Keanekaragaman hayati dibedakan menjadi tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman gen (*genetic diversity*) merujuk kepada berbagai macam informasi genetik yang terkandung di dalam individu tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang mendiami bumi.
2. Keanekaragaman jenis (*species diversity*) merujuk kepada keanekaragaman organisme hidup di bumi (diperkirakan berjumlah 5-50 juta tetapi hanya 1,4 juta yang baru dipelajari).
3. Keanekaragaman ekosistem (*ecosystem diversity*) berkaitan dengan keanekaragaman habitat, komunitas biotik, dan proses ekologi di biosfer.

3. Sistem dan Indeks Saprobit

a. Sistem Saprobit

Saprobit perairan adalah keadaan kualitas air yang diakibatkan adanya penambahan bahan organik dalam suatu perairan yang biasanya indikatornya adalah jumlah dan susunan spesies dari organisme di dalam perairan tersebut. Kolkwitz mengemukakan suatu ketetapan pengukuran kualitas air dengan menggunakan biota yang dikenal dengan sebutan sistem saprobit. Sistem ini mempelajari pengaruh pencemaran yang bersumber dari buangan limbah organik terhadap biota akuatik.

Tingkat saprobik akan menunjukkan derajat pencemaran yang terjadi di dalam perairan dan akan diwujudkan oleh banyaknya jasad renik indikator pencemaran. Pantle dan Buck pada tahun 1955, menggolongkan tingkat saprobik sebagai berikut :

- 1) Polisaprobik, yaitu saprobik perairan yang tingkat pencemarannya berat, sedikit atau tidak adanya oksigen terlarut (DO) di dalam perairan, populasi bakteri padat, dan H₂S tinggi. Ciri perairan dari zona ini biasanya air berwarna abu-abu kotor dengan bau fekal/busuk dan berturbiditas tinggi. Hal ini disebabkan karena bakteri dan koloid didalamnya berada dalam jumlah yang cukup besar. Contoh spesies protozoa yang menjadi bioindikator perairan polisaprobik adalah *Urozona* sp., *Vasicola* sp., dan *Hyalodiscus* sp.
- 2) Alfa – Mesosaprobik, yaitu saprobik perairan yang tingkat pencemarannya sedang sampai dengan berat, kandungan oksigen terlarut (DO) di dalam perairan meningkat, tidak ada H₂S, dan bakteri cukup tinggi. Zona ini dicirikan oleh *sewage fungus*, yaitu suatu campuran berbagai organisme yang didominasi oleh bakteri *Sphaerotilus natans*. Contoh spesies protozoa yang menjadi bioindikator perairan alfa-mesosaprobik adalah *Arcella* sp., *Diffugia* sp., *Cyclidium* sp. dan *Trinema* sp.
- 3) Beta – Mesosaprobik, yaitu saprobik perairan yang tingkat pencemarannya ringan sampai sedang, kandungan oksigen terlarut (DO) dalam perairan tinggi, bakteri sangat menurun, menghasilkan

produk akhir nitrat. Pada zona ini biasanya memiliki tingkat turbiditas yang rendah atau secara umum tidak berwarna (transparan), selain itu pada zona ini bisa terjadi penurunan jumlah populasi bakteri yang amat besar. Contoh spesies protozoa yang menjadi bioindikator perairan beta-mesosaprobik adalah *Amoeba* sp., *Euglena* sp., dan *Gonium* sp.

- 4) Oligosaprobik, yaitu saprobik perairan yang belum tercemar atau mempunyai tingkat pencemaran ringan, penguraian bahan organik sempurna, kandungan oksigen terlarut (DO) di dalam perairan tinggi, jumlah bakteri sangat rendah. Pada zona ini perairan biasanya berwarna transparan kecuali jika terjadi pertumbuhan vegetasi secara berlimpah. Contoh spesies protozoa yang menjadi bioindikator perairan oligosaprobik adalah *Nassula* sp., *Mayorella* sp. dan *Dimorpha* sp.

b. Indeks Saprobik

Klasifikasi keempat zona dalam sistem saprobik sangat berguna untuk mengetahui nilai indeks saprobik. Jumlah nilai saprobik untuk keseluruhan spesies indikator yang didapat dari suatu lokasi pengambilan sampel, dibagi dengan jumlah seluruh nilai frekuensi kehadiran (kelimpahan) untuk tiap spesies indikator.

Nilai saprobik masing-masing spesies ditentukan berdasarkan zona saprobik terpilih. Besarnya nilai ini berurut dari 1 hingga 4, masing-masing untuk zona Oligosaprobik, beta – Mesosaprobik, alfa – Mesosaprobik, dan Polisaprobik. Sementara untuk kelimpahan (frekuensi kehadiran) spesies

didasarkan atas skala kelimpahan tertentu. Nilai $h = 1$ berarti kelimpahan acak (random), $h = 3$ berarti kelimpahan teratur/berulang, dan $h = 5$ berarti kelimpahan sangat banyak.

Tingkat pencemaran organik dapat diketahui dari hasil nilai indeks saprobik yang didapat pada masing-masing titik sampel. Klasifikasi tingkat pencemaran organik berdasarkan klasifikasi Friedrich *et al.* 1992 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat pencemaran organik.

Indeks Saprobik (S)	Tingkat pencemaran organik
1,00 - 1,50	Oligosaprobik (perairan tidak tercemar/tercemar ringan)
1,51 - 2,50	Beta-Mesosaprobik (perairan tercemar sedang)
2,51 - 3,50	Alfa-Mesosaprobik (perairan tercemar sangat hebat)
3,51 - 4,00	Polisaprobik (perairan tercemar ekstrim)

4. Bioindikator

Bioindikator adalah organisme (bagian dari suatu organisme ataupun suatu komunitas organisme) yang dapat memberikan informasi tentang kualitas suatu kondisi lingkungan atau sebagian dari organ lingkungan (Kettrup, 2003) yang digunakan untuk menjelaskan pengaruh perubahan lingkungan pada skala ruang dan waktu ataupun kondisi lingkungan sehingga sering diacu sebagai indikasi tekanan lingkungan yang bersifat antropogenik (Franzle, 2003).

Bioindikator didefinisikan sebagai spesies atau kelompok spesies yang secara tepat dapat menggambarkan kondisi lingkungan baik abiotik

maupun biotik atau menggambarkan dampak perubahan lingkungan dari sebuah habitat, komunitas atau ekosistem atau mengindikasikan keragaman dari kelompok takson atau keragaman secara keseluruhan di dalam suatu kawasan (McGeoch, 1998).

Bioindikator adalah organisme yang menunjukkan sensitivitas atau toleransi terhadap kondisi lingkungan sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai alat penilai kondisi lingkungan. Spesies indikator adalah spesies yang memiliki amplitudo terhadap satu atau beberapa pengaruh faktor lingkungan yang sempit (McGeoch, 1998).

5. Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan biologis.

Parameter fisik menyatakan kondisi fisik air atau keberadaan bahan yang dapat diamati secara visual/kasat mata. Parameter kimia menyatakan kandungan unsur/senyawa kimia dalam air, seperti kandungan oksigen dan bahan organik. Parameter biologis dapat dibedakan atas mikrobiologis dan makrobiologis.

Mikrobiologis menyatakan kandungan mikroorganisme dalam air, seperti bakteri, virus, dan mikroba patogen lainnya sedangkan untuk parameter makrobiologis dapat dihitung berdasarkan jumlah atau komposisi dari makrozoobentos pada suatu perairan. Berdasarkan hasil pengukuran atau pengujian, perairan dapat dinyatakan dalam kondisi baik atau tercemar. Sebagai acuan dalam menyatakan kondisi tersebut adalah baku mutu air, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 (Alaerts dan Santika, 1987).

6. Perairan Bojonegara, Teluk Banten

Perairan Bojonegara berada dalam perairan Teluk Banten yang terletak di pesisir utara Kabupaten Serang, Propinsi Banten. Secara geografis Teluk Banten berada di posisi $106^{\circ}4'40''$ – $106^{\circ}16'48''$ Bujur Timur dan $05^{\circ}53'40''$ – $06^{\circ}4'00''$ Lintang Selatan yang dibatasi oleh Tanjung Platu di sebelah barat dan Tanjung Pontang di sebelah timur. Teluk ini merupakan teluk terbuka dengan panjang rentangan mulut ± 16 km dan luas sekitar 120 km^2 .

Teluk Banten merupakan perairan dangkal dengan kedalaman tidak melebihi 13 m. Dasar perairannya terdiri dari lumpur bercampur pasir dengan pantai yang landai. Di teluk ini terdapat beberapa buah pulau dan yang terbesar adalah Pulau Panjang dengan penduduk yang tergabung dalam satu kelurahan. Beberapa pulau lainnya jauh lebih kecil dan tidak berpenduduk, yaitu Pulau Semut, gugusan Pulau Lima, Pulau Kambing,

Pulau Kubur, Pulau Pamujan Besar dan Pulau Kecil, Pulau Dua, Pulau Tarahan dan Pulau Kali yang terletak paling luar (Hosoya dan Muchari, 1986).

Pada perairan Teluk Banten dijumpai ekosistem padang lamun yang terletak di Tanjung Grenyang, pantai barat daya Pulau Kambing dan pantai timur Pulau Lima. Selain itu terdapat cagar alam hutan mangrove dan sarang burung di Pulau Dua. Teluk Banten merupakan tempat bermuaranya beberapa buah sungai, yaitu Sungai Domas, Sungai Soge, Sungai Kemayungan, Sungai Banten, Sungai Pelabuhan, Sungai Baros dan Sungai Wadas (Hosoya dan Muchari, 1986).

Iklm di daerah Teluk Banten dipengaruhi oleh keadaan angin musim. Angin musim barat bertiup dari arah Samudera Hindia dan berlangsung pada musim hujan. Sebaliknya, angin musim timur biasanya terjadi pada musim kemarau dan bertiup dari arah utara Laut Jawa (Manan, 1980 *dalam* Purwanto, 1992).

Di perairan Teluk Banten terdapat kegiatan perikanan tangkap, budidaya rumput laut, dan budidaya ikan sistem keramba jaring apung. Untuk perikanan tangkap, nelayan sekitar menggunakan berbagai macam alat tangkap seperti sudu, jaring klitik, bagan tancap, bagan apung, gillnet, bubu, payang, pancing dan jaring arad.

Kegiatan industri yang terdapat di sekitar perairan ini diantaranya yaitu Penambangan Batu Alam Makmur (BAM), PLTU Suralaya, PT. Polychem yang memproduksi bahan baku plastik, PT. Golden Key Group,

PT. Guna Nusantara yang bergerak di bidang pengeboran lepas pantai, Galangan Kapal Palwa dan PT. Bermis yang bergerak di bidang rafinasi gula (Mayunar *et al.*, 1995).

B. Kerangka Berpikir

Perairan Bojonegara berada dalam Teluk Banten yang terletak di pesisir utara Kabupaten Serang. Perairan ini memiliki beberapa potensi sumber daya alam salah satunya, yaitu makrozoobentos. Keberadaan makrozoobentos di perairan ini bisa dijadikan sebagai bioindikator kualitas perairan. Beberapa spesies makrozoobentos tentu memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi sehingga apabila dibudidayakan maka dapat dijadikan suatu sumber mata pencaharian bagi penduduk sekitar. Pada perairan ini banyak terdapat industri semacam pabrik-pabrik besar dan sebagainya. Kawasan industri yang berada di tepi perairan Bojonegara ini tentunya dapat menurunkan kualitas perairan dan mengganggu kehidupan biota laut seperti makrozoobentos.

Hal ini disebabkan karena pada daerah perairan yang dekat dengan tempat buangan limbah industri diduga akan terpapar zat-zat yang dapat menghambat kehidupan makrozoobentos. Pengukuran kualitas perairan dapat dilihat dari nilai indeks saprobik. Koefisien saprobik ini merupakan suatu indeks yang erat kaitannya dengan tingkat pencemaran karena kualitas perairan dilihat dengan mengamati komposisi dari organisme apa saja yang terdapat pada wilayah perairan tersebut.

Mengingat makrozoobentos merupakan salah satu organisme yang cukup potensial karena memiliki peranan penting dalam rantai makanan dan memiliki nilai ekonomis maka perlu diperhatikan keberadaannya. Terutama pada daerah seperti Perairan Bojonegara, Teluk Banten karena daerah tersebut sudah mulai dibangun pabrik-pabrik yang aliran buangan limbahnya dibuang ke perairan tersebut.