

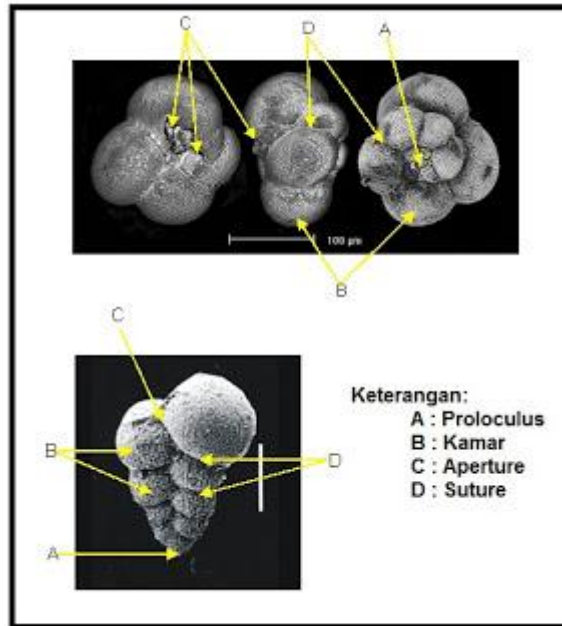
2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Foraminifera

Foraminifera berdasarkan habitat hidupnya dapat dikelompokkan kedalam dua jenis yakni, foraminifera planktonik dan foraminifera bentik. Foraminifera planktonik merupakan foraminifera yang hidup melayang-layang dalam kolom perairan dan biasanya ditemukan di perairan laut dalam (Dewi dan Darlan, 2008). Foraminifera jenis ini memiliki karakteristik dinding cangkang yang lebih bulat, pipih dan biasanya memiliki susunan kamar yang saling menumpuk.

Foraminifera bentik, merupakan foraminifera yang hidup dan bergerak diatas permukaan sedimen dasar, tertambat pada batuan atau tumbuhan, ataupun hidup di dalam sedimen (*infauna*). Umumnya berada diperairan laut dangkal (Seidenkrantz et al., 2000). Foraminifera jenis ini memiliki morfologi yang berbeda dengan Foraminifera planktonik. Karakteristik foraminifera bentik, bentuknya lebih pipih dibandingkan foraminifera planktonik dengan kamar planispiral, uniserial atau triserial. Dalam foraminifera bentik ditemukan juga foraminifera besar, yaitu foraminifera yang berukuran lebih dari 1 mm, foraminifera ini dapat dilihat secara kasat mata (Armstrong dan Brasier, 2005).

Perbedaan jenis foraminifera dapat dibedakan secara morfologi. Ciri morfologi dari foraminifera sangat perlu dipahami karena hal tersebut merupakan dasar dalam penentuan genera atau spesies dari foraminifera yang ditemukan. Ciri morfologi yang dimaksud adalah dinding cangkang, bentuk cangkang, susunan kamar, letak aperture, dan hiasan/ornamentasi (Pringgoprawiro, 2000). Berikut merupakan gambar letak bagian-bagian tubuh dari foraminifera.



Gambar 1. Bagian-Bagian Tubuh Foraminifera

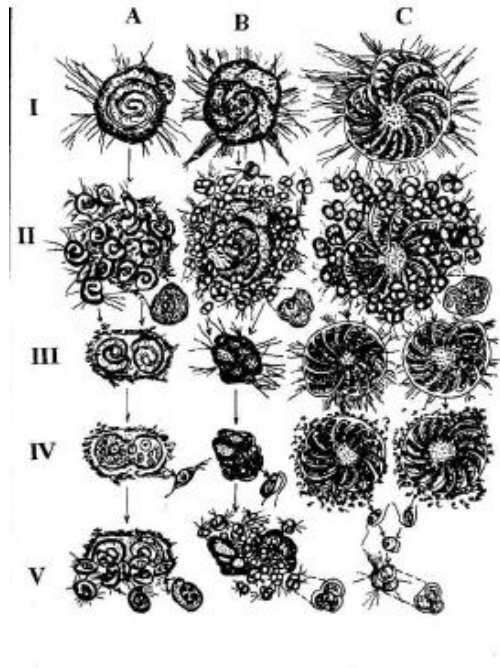
Saat ini jumlah foraminifera yang ditemukan dari seluruh perairan dunia baik yang planktonik maupun bentik sekitar 12.000 spesies (Puspasari, 2012). Spesies yang ditemukan tersebut terdiri dari 40 spesies foraminifera planktonik dan sisanya merupakan foraminifera bentik. Penelitian yang berhubungan dengan foraminifera kini mulai banyak dilakukan.

Foraminifera seringkali ditemukan dalam sedimen biogenik yang merupakan campuran dari sisa organisme yang telah mati ataupun kumpulan dari organisme mikroskopis laut. Menurut Dewi dan Darlan (2008), sisa organisme yang terdapat dalam sedimen dapat dibedakan berdasarkan bahan cangkangnya, seperti foraminifera, ostracopoda, pteropoda, dan lainnya yang termasuk dalam kelompok berdinding gamping. Kemudian ditemukan pula kelompok organisme yang berdinding silikaan/Siliceous (radiolarian, diatom, silicoflagelata), berdinding organik (polen dan spora), dan berdinding fosfat (conont). Selain itu terdapat pula pecahan karang, moluska, spikula dan sebagainya yang berukuran mikroskopis.

2.2 Siklus Perkembangbiakan

Perkembangbiakan Foraminifera benthik dapat berlangsung secara aseksual dan seksual (Pringgoprawiro, 2000). Kedua siklus tersebut secara bergantian (akan terbentuk megalosfeer dan mikrosfeer) atau secara bersamaan sehingga akan membentuk dimorfisme. Megalosfeer merupakan hasil perkembangbiakan aseksual dengan sel yang berinti tunggal dan tidak mengandung gamet. Cangkang megalosfeer berukuran relative kecil dengan kamar utama (prolokulus) yang berukuran besar. Dari hasil perkembangbiakan seksual dihasilkan cangkang yang berbentuk mikrosfeer dengan inti sel yang multiple dan mengandung gamet. cangkang mikrosfeer merupakan cangkang yang berukuran relative besar dengan kamar utama berukuran kecil. Dimorfisme adalah proses perselingan antara perkembangbiakan aseksual dan seksual dalam satu siklus.

Menurut Shrock & twenhofel (1953) dalam Pringgoprawiro (2000), siklus perkembangbiakan (Gambar 2) terdapat 5 tahap reproduksi pada 3 jenis contoh foraminifera benthik: (A) *Spirillina vivipara*; (B) *Discorbis patelliformis*; dan (C) *Polystomella crista*. Tahap I dan II merupakan tahapan reproduksi secara aseksual sedangkan tahapan III sampai V merupakan tahapan reproduksi secara seksual. Namun dari hasil penyelidikan menduga perkembangbiakan yang utama adalah secara aseksual. Dugaan tersebut didasarkan pada banyaknya individu yang dijumpai memiliki bentuk morfologi megalosperik, dimana bentuk ini merupakan hasil perkembangbiakan aseksual.



Gambar 2. Siklus Perkembangbiakan Foraminifera

Tahap (I) Pada individu yang telah dewasa terdapat sebuah inti dalam protoplasmanya. Inti tersebut kemudian membelah diri terus menerus selama menjadi dewasa. Pada tahap selanjutnya inti-inti akan meninggalkan cangkangnya dan keluar sambil membawa sebagian dari protoplasmanya. Tahap (II) inti-inti dengan protoplasma tersebut membentuk cangkang baru dengan proloculum (kamar utama) yang besar (50-70 μm) dan cangkang yang relative kecil yang disebut megalosfeer. Tahap (III) Selanjutnya, pada bentuk megalosfeer ini akan terbentuk kembali inti-inti kecil (nucleioli) yang semakin banyak pada tahap dewasa, dan akhirnya akan pecah keluar melalui aperture sambil membawa protoplasma dan membentuk flagel untuk pergerakannya. Inti-inti dengan flagel ini yang disebut sebagai gamet jantan/ gamet betina. Tahap (IV) gamet tersebut akan saling bergerak untuk mencari pasangan yang berlawanan yang kemudian berkonyugasi (seksual fase) membentuk individu baru dengan proloculum kecil ($\sim 10 \mu\text{m}$) dan cangkang yang relative besar, yang disebut mikrosfeer. Tahap (V) mikrosfeer ini akan membelah diri seperti pada tahap (I) dan selanjutnya terulang kembali siklus yang sama hingga tahap (V).

2.3 Foraminifera Sebagai Bio-Indikator Lingkungan

Partikel sedimen biogenik yang bersumber dari organisme banyak ditemukan diberbagai ekosistem antara lain, ekosistem terumbu karang, ekosistem lamun, ekosistem mangrove, ekosistem estuary, ekosistem laut dangkal hingga ekosistem laut dalam. Partikel tersebut dapat berupa mikroorganisme, pecahan cangkang dari organisme atau gigi dan tulang dari ikan.

Foraminifera banyak digunakan sebagai objek penelitian karena memiliki cangkang yang mudah diamati, kelimpahannya tinggi, kisaran hidup relative pendek, sebaran geografisnya yang luas, sensitif terhadap perubahan lingkungan, perolehan spesimen mudah, serta cara preparasinya sederhana. Kehidupan foraminifera dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologis yang saling berkaitan seperti salinitas, suhu, kedalaman, pH, jenis sedimen, kandungan nutrient, kecerahan, arus, DO dan sebagainya.

Terkait dengan kedalaman, foraminifera dapat dibedakan berdasarkan habitat hidupnya yaitu foraminifera planktonik dan bentik, sehingga didapat perbandingan antara keduanya (*P/B ratio*). Perbandingan rasio ini menjelaskan makin dalam suatu perairan maka makin besar akumulasi foraminifera planktonik dalam perairan (Dewi dan Darlan, 2008). Sedangkan di perairan dangkal dihiasi oleh keanekaragaman foraminifera bentik yang tinggi dan sekitar pulau-pulau kecil akan dicirikan oleh kumpulan spesies foraminifera tertentu (Dewi dan Natsir, 2013).

Pada daerah yang memiliki intensitas cahaya yang cukup, memiliki produsen primer (algae bentik dan plankton) yang tinggi dan sangat menarik bagi foraminifera terutama jenis-jenis yang bercangkang porcelaneous (seperti porselen) seperti *Miliolina* dan foraminifera dari jenis yang berukuran besar

(Seidenkrantz et al., 2000). Sehingga foraminifera jenis ini akan menjadi pengukur atau parameter secara biologi terhadap intensitas cahaya yang baik.

Foraminifera sering digunakan pula sebagai indikator kondisi ekosistem terumbu karang, dimana foraminifera yang umum ditemukan pada ekosistem ini merupakan foraminifera bentik besar dan memerlukan sinar matahari sebagai faktor pembatas. Hallock (1974) berhasil menemukan suatu formula khusus yaitu, *Foraminiferal Index (FI)* yang didasarkan dari tiga kelompok fungsional foraminifera. Tiga kelompok tersebut yaitu, kelompok fungsional foraminifera yang bersimbiosis dengan terumbu karang, kelompok foraminifera oportunistik, dan kelompok foraminifera kecil yang heterotrofik.

Ekosistem Lamun merupakan salah satu ekosistem yang berada dikawasan pesisir yang dapat menunjang kehidupan biota laut. Ekosistem lamun sangat dipengaruhi oleh suhu dan salinitas perairannya. Foraminifera yang banyak ditemukan pada ekosistem ini merupakan foraminifera bentik terutama dari genera *Miliolinela*, *Quinqueloculina*, dan *Triloculina* yang biasanya tahan terhadap salinitas, dan menempel pada rumput laut dan lamun (Dewi dan Natsir, 2013).

Bakau atau mangrove dapat dijumpai pada lingkungan yang khas yaitu berada di daerah estuari, dimana pada daerah estuari masih terpengaruh oleh pasokan material asal daratan yang terbawa oleh aliran sungai dan pasang-surut air laut. Ekosistem mangrove sering ditemukan di teluk yang terlindung atau di sekitar muara sungai, dan di kawasan estuary pesisir. Foraminifera yang umum ditemukan pada ekosistem ini dari genera *Trochammina*, *Ammobaculitea*, *Rotalia*, dan *Miliammina* (Dewi dan Natsir, 2013).