

Persebaran Diatom Epipelik secara Vertikal pada Ekosistem Mangrove Muara Sungai Banjir Kanal Timur Semarang

Riche Hariyati*, Tri Retnaningsih Soeprbowati*, Siti Chotidjah*

*Laboratorium Ekologi dan Biosistemika Jurusan Biologi FMIPA UNDIP

Abstrak

Diatom is a widespread and cosmopolite micro alga, some can used as bio-indicator of the past environmental change because of its sensivity to its habitat condition and because it is well fossilized. This study has been done on the estuary of Banjir Kanal Timur Semarang which has ecosystem mangrove; this region is often affected by coast abrasion, flooded by spring-tide inundation water, rain, and freshwater inflow of the river. The study was aimed to examine relative abundance difference, diversity, and vertically variety level of diatom per 2 cm per sediment layer. Sampling method used in the research was "Judgemental Random Sampling". The result shows that diatom in the mangrove ecosystem of Banjir Kanal Timur Estuary is stable in the upper layer sediment and middle from lower layer and the mangrove ecosystem of Banjir Kanal Timur Estuary is affected by freshwater estuary, based on the domination of the existence of freshwater diatoms (*Navicula radiosa*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, *Sellaphora bacillum*, and *Eunotia lunula*) on the 8-20 layer.

Key words: bio-indicator, diatom, mangrove, vertical.

Abstrak

Diatom merupakan mikroalga dengan persebaran yang luas dan bersifat kosmopolitan, beberapa diatom dapat digunakan sebagai bioindikator perubahan lingkungan masa lampau, karena sensitifitasnya terhadap kondisi habitatnya dan sifat diatom yang mampu terfosil dengan baik. Penelitian dilakukan di muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang yang memiliki lahan ekosistem mangrove, kawasan ini sering terkena abrasi pantai, tergenang air banjir pasang (rob) dan air hujan serta aliran air tawar dari sungai Banjir Kanal Timur Semarang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan kelimpahan relatif, keanekaragaman, dan perataan jenis diatom tiap 2 cm per lapisan sedimen secara vertikal. Penentuan lokasi sampling di muara sungai Banjir Kanal Timur dengan metode "Judgemental Random Sampling". Hasil penelitian menunjukkan bahwa diatom di ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang merupakan ekosistem yang kurang stabil pada kondisi saat ini yang tercermin pada lapisan atas (0-6 cm) dan tengah (6-12 cm) daripada lapisan bawah (12-20 cm) dan ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang pada lapisan bawah merupakan ekosistem yang lebih dipengaruhi oleh perairan tawar, hal ini didasarkan atas dominannya jenis diatom tawar (*Navicula radiosa*, *Meridion circulare*, *Sellaphora bacillum*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunula*) pada lapisan 8-20 cm.

Kata kunci: bioindikator, diatom, mangrove, vertikal.

PENDAHULUAN

Secara administratif wilayah pantai Semarang terdiri atas 6 kecamatan, 17 kelurahan dengan luas \pm 5.039, 17 Ha, dan mempunyai panjang

pantai \pm 13,6 km. Secara geografis, terletak pada $6^{\circ}55'52,5''$ LS – $6^{\circ}58'45''$ LS dan $110^{\circ}17'18''$ BT – $110^{\circ}29'25''$ BT, merupakan dataran rendah dengan kemiringan 0 – 2%, ketinggian 0 – 3 m

di atas permukaan laut. Kawasan pantai Semarang masih memiliki lahan ekosistem mangrove seluas 36, 51 hektar yang 11 hektar diantaranya semakin rusak kondisinya, selain itu selama tahun 2004 sepanjang 5-6 km garis pantai di Semarang tergerus oleh abrasi (Anonim 2004).

Tekanan lingkungan, erosi dari aliran air hujan ataupun erosi dari hulu akan memperkaya materi yang terbawa sungai ke muara sehingga dapat mempengaruhi komunitas diatom yang hidup pada ekosistem mangrove di lingkungan muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang. Perakaran mangrove efektif untuk perangkap sedimen, memperlambat kecepatan arus dan mencegah erosi pantai .

Rusaknya vegetasi mangrove akibat konversi lahan, dan abrasi, menyebabkan muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang sering mengalami banjir pasang atau banjir kiriman sehingga mempengaruhi materi yang ada pada sedimennya. Perubahan materi akibat sedimentsi akan mempengaruhi ekosistem mangrove dan mempengaruhi keanekaragaman, kelimpahan dan pemerataan jenis pada komunitas diatom yang hidup di sedimen ekosistem mangrove pada muara sungai Banjir Kanal Timur.

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji komunitas diatom pada tiap lapisan secara vertikal dengan melihat perbedaan kelimpahan relatif, keanekaragaman, dan pemerataan jenis diatom sebagai bioindikator perubahan lingkungan di ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang.

Monitoring kondisi pantai menggunakan diatom sebagai bioindikator dapat menjelaskan kondisi-kondisi masa lampau dan perubahannya. Penelitian ini diharapkan menambah data khususnya informasi mengenai potensi diatom pada sedimen mangrove sebagai bioindikator lingkungan, sehingga mampu mengkaji kondisi masa lampau muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang serta sebagai acuan pengelolaan wilayah yang memperhatikan kelestarian lingkungan pantai.

METODOLOGI

Tempat Penelitian

Lokasi penelitian adalah ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur. Penentuan lokasi sampling dengan metode “*Judgemental Random Sampling*”, lokasi tersebut merupakan tegakan berumur tua dilihat dari keseragaman tajuk dan diameter pohon serta memiliki sedimen yang

terlindungi oleh perakaran mangrove sehingga merupakan tempat yang baik bagi sedimentasi. Preparasi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas

Diponegoro Semarang. Uji akumulasi ukuran butiran sedimen di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Mesin, sedangkan uji kandungan logam pada Laboratorium Wahana Kopertis Semarang.



Gambar 3.1. Citra satelit lokasi pengambilan sampel (ketinggian 9 kaki dari permukaan dan koordinat: 6°54'46.53" S 110°29'19.11" E). (www. Google.com)

Tabel 3.1. Kode sampel kedalaman dari permukaan

Kode	Keterangan
S-1	lapisan 0-2 cm
S-2	lapisan 2-4 cm
S-3	lapisan 4-6 cm
S-4	lapisan 6-8 cm
S-5	lapisan 8-10 cm
S-6	lapisan 10-12 cm
S-7	lapisan 12-14 cm
S-8	lapisan 14-16 cm
S-9	lapisan 16-18cm
S-10	lapisan 18-20cm

Alat dan Bahan

Corer yang dimodifikasi dengan pralon untuk mengambil sedimen, cutter, timbangan *O'House* untuk menimbang sampel sedimen, sarung tangan, masker, Erlenmeyer/Beaker Glass, gelas ukur, pipet 10 mL, botol sampel, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, Mikropipet *Soccorex*, gelas benda dan gelas penutup, *warmer*, pH meter, thermometer, DO meter,

refraktosalinometer dan mikroskop digunakan untuk preparasi dan identifikasi. Sedangkan bahan yang dipakai dalam preparasi adalah H_2O_2 , $K_2Cr_2O_7$ (Potassium dikromat), Aquadest, dan enthellan.

Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan corer yang dimodifikasi dengan pralon sepanjang 25 cm.

Diambil sampel yang diperoleh sepanjang 20 cm dari permukaan dan diambil per lapisan setebal 2 cm dan diberi kode (tabel 3.1).

Pengukuran Faktor Fisika-Kimia

Pengukuran temperatur, pH, DO, dan salinitas dilakukan pada perairan di lokasi sampling dengan tiga kali ulangan, selain itu dilakukan pengukuran akumulasi logam berat dan jenis sedimen.

Preparasi Diatom

Pembuatan preparat diatom berdasarkan prosedur Hauer and Lamberti (1996). Sampel sedimen sebanyak 4 gram ditempatkan dalam gelas *becker*, secara hati-hati kemudian ditambahkan 50 mL H₂O₂ dan 10 gram Potasium dikromat (K₂Cr₂O₇). Residu diatom diteteskan sebanyak 200 µL pada gelas penutup dengan menggunakan mikropipet lalu dipanaskan pada *warmer plate*. Diteteskan enthelan pada gelas benda kemudian gelas penutup direkatkan di atasnya dan diberi label. Setiap kode dibuat 3 ulangan masing-masing 3 deckglass.

Identifikasi Diatom Epipelik

Identifikasi jenis pada preparat dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan perbesaran 400 X. Identifikasi menggunakan buku Allen & Cupp (1933), Germain (1981), Holland &

Clark (1989), Hasle & Syvertsen (1996), Gell *et al.* (1999), dan Round (1990).

Pengelompokan Diatom

Pengelompokan diatom berdasarkan sifat hidup (*planktonik*, *epifitik*, *epilitik*, *epipelik*) dan habitat (marine, fresh water) menurut Pyle *et al.* (1998), Round *et al.* (1990). Berdasarkan pengelompokan diatom yang dilihat dari bentuk *frustula* (diatom *centric* dan diatom *pennate*), maka dibuat rasio diatom *centric* dan *pennate* (Sabater, 1995) dengan tujuan mengetahui jenis yang lebih dominan pada tiap lapisan.

Analisis Data

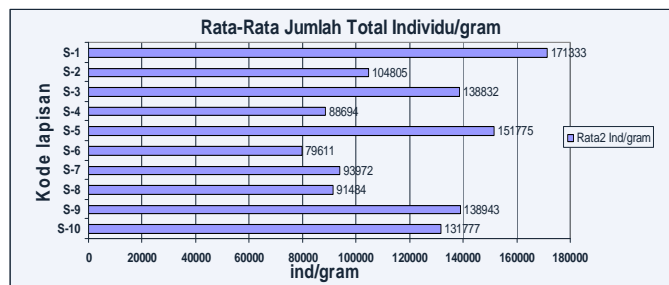
Analisis komunitas diatom dilakukan dengan penghitungan kemelimpahan relatif (D_i), indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H'), perataan jenis (*e*). Pengukuran indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') menunjukkan hubungan antara jumlah jenis dengan jumlah seluruh individu yang menyusun komunitas. Pemerataan jenis dapat dihitung dengan indeks perataan (*Evenness index*).

Analisis untuk mengetahui pengelompokan antara lapisan satu dengan lapisan yang lainnya digunakan analisis *Cluster* sehingga dapat menampilkan pola persebaran (distribusi) diatom (Hammer, *et al.*, 2001).

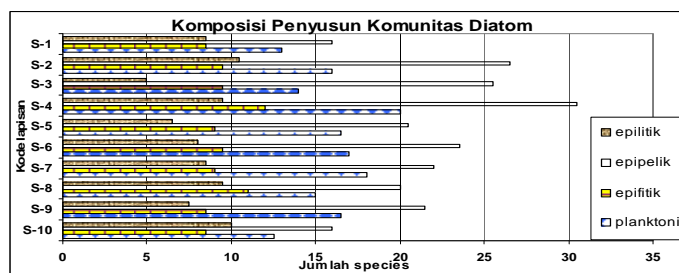
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dijumpai 97 spesies diatom pada sedimen ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur. Total individu per gram rata-rata paling tinggi dijumpai di lapisan 0-2 cm (kode S-1) yakni 171.333 individu/gram, disusul dengan 151.775 individu/gram pada lapisan 8-10 cm (kode S-5). Secara umum lapisan atas (0-6 cm) merupakan lapisan yang masih terpengaruh secara langsung perubahan-perubahan lingkungan seperti pasang surut, aliran sungai, suhu harian, iklim, pH, salinitas,

arus dan angin secara langsung, sehingga memiliki total individu yang relatif tinggi. *Cyclotella meneghiniana*, *Delphineis angustata*, *Meridion circulare*, *Sellapora bacillum* dan *Synedra ulna* adalah spesies diatom dominan yang ditemukan pada lapisan atas, spesies ini hadir diduga karena pengaruh akumulasi sedimentasi yang terjadi. Sungai Banjir Kanal Timur memiliki tingkat sedimentasi yang tinggi yakni 0,5 – 1 cm/tahun (Anonim, 2005)



Gambar 4.1. Rata-Rata Jumlah Total Individu/gram Diatom pada Ekosistem Mangrove Pantai Semarang.



Gambar 4.2. Komposisi penyusun diatom planktonik, epipelik, epifitik, dan epilitik pada ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang.

Tabel 4.1. Data faktor fisik, kimia pada perairan dan sedimen Pantai Semarang

Parameter	Air laut	Sedimen
DO (mg/L)	5.1	
PH	6.5	
Temperatur °C	28.6	
Salinitas (%)	1.9	
Kemiringan (m)	5.1	
N total (ppm)	3.246	0.263
P total (ppm)	0.016	0.196
K (ppm)	3.488	0.363
Cu (ppm)	0.041	10.120
Cd (ppm)	0.004	1.560
Fe (ppm)	1.988	1601
Zn (ppm)	0.081	106.800
Pb (ppm)	0.011	36.930
SiO ₂ (ppm)		45.021
Mn (ppm)		1.008
Klorofil a (ppm)		52.700

Lapisan tengah (6-12 cm) memiliki jumlah total individu pergram yang relatif lebih rendah dibanding lapisan atas dan bawah, selain itu komposisi penyusun komunitas sebanyak 53-72 diatom dengan total individu pergram (79.611-151.775) yang rendah dan sifat dominasi (3-6 spesies) menyebabkan pemerataan dan keanekaragamannya rendah. Sebagai contoh pada lapisan S-6 yang memiliki jumlah rata-rata total individu/gram yang paling rendah dari seluruh lapisan yang ada (979.611), namun dengan penyusun komunitas diatom sejumlah 59 spesies yang 3 diantaranya bersifat dominan (*N. radiosa*, *M. circulare* dan *Synedra ulna*) mencerminkan pemerataan jenis yang merata dengan spesies yang cukup beranekaragam.

Lapisan bawah (12-20 cm) memiliki jumlah total individu per gram yang tinggi daripada lapisan tengah (91.484 – 138.943 ind/gram), dari 13-18 spesies diatom planktonik yang ditemukan satu spesies planktonik berhabitat air laut yang dominan yakni *Triceratium* sp (Di = 3, 98 – 6,19), hal ini dapat mengindikasikan bahwa saat spesies ini hidup, komunitas mangrove yang ada dipengaruhi oleh masuknya air laut terutama saat pasang air laut (rob) maupun abrasi. Diatom epifitik juga ditemukan pada lapisan bawah (*Eunotia curvata*, *Eunotia diodon* dan *Synedra ulna*), ditemukannya spesies dominan ini menunjukkan bahwa habitat tersebut masih didukung oleh adanya komunitas mangrove. Lapisan 12-16 cm memiliki jumlah total individu per gram yang

rendah, hal ini berkaitan dengan ditemukannya fraksi organik dan cangkang foraminifera atau molusca kecil yang diasumsikan terdapat hubungan mangsa (*grazing*).

Penyusun komunitas ekosistem mangrove yang masih tersisa di pantai Semarang didominasi oleh *Rhizophora* sp. Berdasarkan hasil data litologi, sedimen dibagi 3 lapisan besar yaitu pada kedalaman 0-6 cm (lapisan atas) merupakan lempung pasir yang berwarna hitam kecoklatan, 6-12 cm (lapisan tengah) merupakan lempung pasir berwarna kehitaman dengan sedikit fraksi organik, dan 12-20 cm (lapisan bawah) merupakan lempung pasir berwarna hitam kecoklatan dengan fraksi organik dan cangkang moluska/foraminifera.

Jumlah total individu per gram pada sedimen di ekosistem mangrove disusun oleh diatom subkelas Pennatophycideae dan subkelas Centrophycideae. Subkelas Centrophycideae memiliki jumlah spesies yang berfluktuatif relatif sama. Hal ini karena kesamaan pengaruh permukaan air yang sampai dan menutupi permukaan sedimen secara merata baik air laut maupun air tawar ketika air pasang (*elevasi/kemiringan* pantai 5,1). Subkelas Centrophycideae berfluktuatif hampir rata antara 12-19

spesies, kemungkinan karena sedimen dan diatom di tengah komunitas mangrove terlindungi oleh tegakan mangrove dari arus gelombang secara langsung dan permukaan air di lokasi lebih tenang daripada yang letaknya lebih di pinggir yang terpengaruh langsung oleh arus gelombang ataupun aliran sungai.

Kehadiran diatom subkelas Centrophycideae sebagai penyusun komunitas diatom kemungkinan karena diatom tersebut merupakan diatom yang telah mati dan mengendap ke dasar perairan. Diatom *centric* mempunyai valva yang simetri radial, bentuk valva dapat sirkular, silindris atau segitiga, dan diatom ini kebanyakan *planktonik* (Gell *et al.*, 1999). Subkelas Centrophycideae yang lebih banyak bersifat *planktonik* ini hidupnya melayang di permukaan air, sehingga umumnya hanya sedikit yang dijumpai sebagai penyusun komunitas diatom pada sedimen, namun bisa saja terjadi bila sedimen tersebut sering digenangi oleh air. Disamping diatom-diatom *planktonik* yang ditemukan di semua masa air terbuka, juga ditemukan beberapa bentuk diatom *benthik* yang hidup di sedimen atau melekat pada makroalga (Falcatore, 2002). Diatom Centrophycideae diantaranya ditemukan 12 genus yakni, Aulacoseira,

Asterolampra, Bidulbia, Campyloneis, Coscinodiscus, Cyclotella, Melosira, Raphoneis, Stephanodiscus, Thalassiosira, dan Triceratium, Anorthoneis dan Hydrosera.

Subkelas Pennatophycideae memiliki karakteristik yang mampu hidup melekat pada substrat. Komunitas diatom disusun oleh banyak spesies dari genus yang berbeda, subkelas Pennatophycideae lebih dominan. Subkelas Pennatophycideae memberikan gambaran jumlah spesies yang berfluktuasi berbeda antara tiap lapisan. Jumlah spesies penyusun diatom subkelas Pennatophycideae diwakili genus-genus yang dominan yaitu (Eunotia, Navicula, Synedra, Sellapora, Tabellaria, Delphineis, Meridion). Diatom Pennatophycideae dapat menempel erat pada substrat karena memiliki raphe, yaitu struktur melintang sepanjang valve yang mensekresi *mucilage* atau bantalan lendir (Gell *et. al.*, 1999).

Menurut Hauer and Lamberti (1996), komunitas diatom dalam suatu habitat dapat disusun oleh lebih dari dua tipe atau bahkan empat atau lebih (epipelik, epifitik, episamnik, dan epizoik). Komposisi penyusun diatom di sedimen ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang dihuni oleh diatom *epipelik* yang selalu

lebih banyak jumlahnya daripada diatom *planktonik*, kemudian diikuti diatom *epifitik* dan *epilitik*. Jumlah diatom *epilitik* yang rendah disebabkan sedikitnya partikel batu atau pasir sebagai habitatnya, namun diatom *epipelik* selalu memiliki jumlah yang tinggi pada tiap lapisan. Hal ini juga berkaitan dengan ukuran partikel sedimen yang didominasi oleh *silt (lanau)* atau lumpur halus (65, 02 %), diikuti dengan butiran pasir (30, 20 %) dan *clay* atau lempung (4, 78 %) tanpa ditemui batuan.

Jenis partikel-partikel inilah, terutama *silt* yang memungkinkan diatom *benthik* khususnya diatom *epipelik* memiliki jumlah spesies yang lebih banyak dan jumlah individu per gram yang tinggi. Kondisi litologi bawah permukaan wilayah pantai Semarang terdiri atas sedimen berfraksi halus yang bersifat lunak dan pasirannya bersifat relatif padat (Sarbidin, 2001). Dominannya sedimen berupa lumpur halus menyebabkan jumlah spesies diatom *epipelik* selalu tinggi. Sedangkan jumlah spesies *planktonik* hampir sama karena meratanya pencampuran air ketika sedimen tergenang.

Clay mineral, seperti *illite*, *kaolinite* dan *montmorillonite* dapat mengadsorb atau mengikat logam-logam berat yang ada di perairan laut, seperti

Cobalt, Selenium, Silver. Selain itu mineral-mineral tersebut diketahui juga mempunyai kemampuan mengadsorpsi unsur hara, *silicon, phosphorus* dan *nitrogen*. Dengan dominannya lumpur halus sebagai penyusun sedimen maka jumlah logam-logam berat yang terjerab di sedimen lebih tinggi daripada di perairan, seperti halnya besi yang ada pada perairan dan sedimen dalam konsentrasi yang tinggi.

Kandungan nutrisi (total N dan K) pada perairan (N= 3.246 ppm, K= 3.488 ppm) lebih besar daripada konsentrasinya di sedimen (N= 0.263 ppm, K= 0.363 ppm), hal ini mengindikasikan kondisi perairan yang lebih tinggi kandungannya, sedangkan pada sedimen ditemui kandungan logam berat yang jauh lebih tinggi konsentrasinya (tabel 4.1.). Menurut Suyasa (1997), materi dari laut yang mengendap di sepanjang pantai jumlahnya lebih sedikit dibanding lumpur yang terbawa aliran sungai. Hal ini berarti logam-logam tersebut merupakan akumulasi dari daerah hulu yang terbawa aliran sungai dan terendapkan di pantai. Genangan air di daerah seperti muara sungai dan pantai memiliki sedimen yang mengakumulasi diatom termasuk campuran dari kumpulan diatom *allocthonous* dan *autochthonous* (Gell *et al.*, 2005).

Diatom *allocthonous* merupakan diatom pendatang yang bukan merupakan penghuni asli habitat tersebut, jadi diindikasikan banyak terdapat akumulasi diatom terutama air tawar dari bagian hulu sungai Banjir Kanal Timur atau perairan yang dilaluinya dan dari lautan.

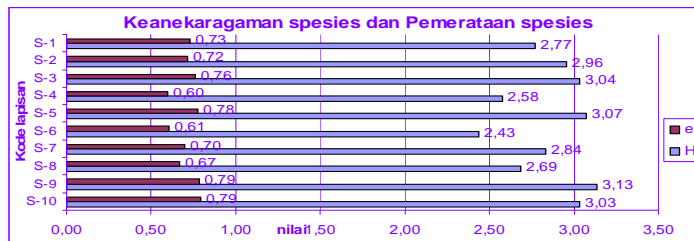
Akumulasi bukan hanya terjadi pada diatom, namun sedimen dari hulu dan dari laut juga terakumulasi di muara sungai Banjir Kanal Timur. Hal ini dapat dilihat dari struktur sedimen yang menyusun litologi muara sungai Banjir Kanal Timur yang utamanya disusun oleh lumpur (*clay*) dan hasil pengujian logam berat pada perairan maupun sedimennya (tabel 4.1). Akibat dari sedimentasi ini, lapisan sedimen semakin bertambah tinggi sehingga ketika volume air masuk ke sungai maka akan meluap. Diatom mampu hidup pada tingkat kelarutan oksigen antara 7 sampai 12 mg/L, tetapi ada beberapa jenis yang mampu hidup pada konsentrasi oksigen di bawah 6,5 mg/L, karenanya diatom dapat dijadikan sebagai indikator perairan tercemar (Reynolds, 1990). Oksigen dimanfaatkan oleh diatom untuk respirasi. DO yang terukur pada perairan di ekosistem tersebut (5,1 mg/L) masih baik untuk kehidupan diatom. Menurut Odum (1993), DO masih baik bagi

organisme perairan selama tidak kurang dari 4 mg/L.

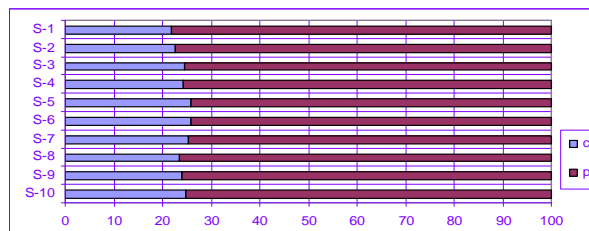
Kondisi lingkungan pada sedimen mangrove di pantai Semarang memiliki pH 6.5 tipe habitat acidobiontik (Vos dan Wolf, 1993); dengan temperatur 28,6⁰ C dan mesohalobous dengan salinitas 19 ‰ (Vos dan Wolf, 1993). Lumpur yang terbawa oleh aliran sungai mungkin yang menyebabkan banyaknya diatom *benthik* yang berhabitat air tawar dalam jumlah yang dominan sehingga banyak ditemukan di ekosistem mangrove, diantaranya: *Eunotia diodon*, *E. curvata*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, *Navicula radiosa*, *N. reinhardii*, dan *Sellaphora bacillum*. Selain itu juga karena kondisi sedimen di muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang di dominasi oleh lumpur halus yang merupakan habitat diatom *epipelik*. Pada ekosistem mangrove ditemukan pula diatom *epifitik*, diatom tersebut lebih sedikit daripada diatom *epipelik* dan *planktonik* karena habitat diatom *epifitik* di pantai tersebut terutama hutan mangrove sudah mengalami kerusakan. *Eunotia* pada

prinsipnya merupakan genus *epifitik*, meskipun beberapa spesiesnya dapat ditemukan sebagai plankton.

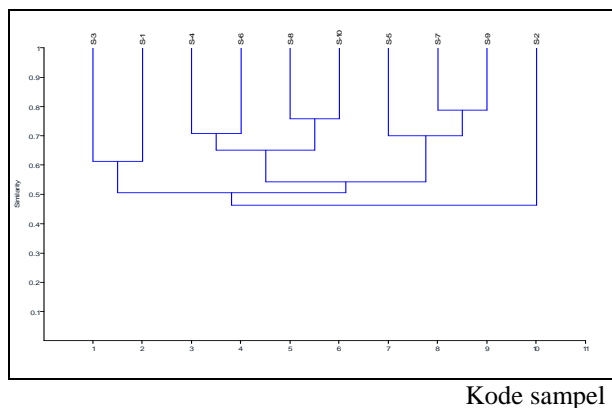
Adanya spesies ini yang hidup sebagai *epifitik* dimungkinkan tumbuh menempel pada perakaran mangrove yang ada. Dari pengamatan yang dilakukan, selain mangrove tegakan tua (tempat pengambilan sampel), ditemukan pula beberapa tegakan muda *Rhizophora* sp. di ekosistem tersebut yang merupakan hasil rehabilitasi hutan pada awal tahun 1994 (Anonim, 2001). Hal ini mengindikasikan bahwa pada tahun 1994 atau sebelumnya telah terjadi kerusakan tegakan mangrove sehingga perlu dilakukannya rehabilitasi ekosistem mangrove. Beltrones *et al.* (2005), mengungkapkan bahwa diatom *benthik* yang ditemukan di akar mangrove atau akar tunjang sangat penting pada estuari sebagai produsen primer dan sebagai bagian utama dari komunitas mikroorganisme pada sistem mangrove, dimana mereka membantu proses penstabilan dan pencegahan kekeringan sedimen.



Gambar 4.3. Nilai indeks *Shannon-Wiener* yang menunjukkan Keekaragaman spesies dan indeks Perataan (*Evenness index*) pada ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang.



Gambar 4.4. Rasio *Centrophycidae/c* (%): *Pennatophycidae/p* (%) penyusun komunitas diatom di ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang.



Gambar 4.5. Hasil analisis *cluster* untuk pengelompokan tiap lapisan sampel berdasarkan Kemelimpahan relatif ($D_i > 5\%$).

Kisaran rata-rata indeks keekaragaman *Shannon-Wiener* diatom di lokasi yaitu antara 2.43 – 3.13 mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove pantai Semarang stabil berdasarkan komunitas diatomnya. Berdasarkan nilai keekaragaman, lapisan tengah kurang stabil. Hal ini

dikarenakan pada lapisan ini mungkin terjadi konversi lahan yang tercermin oleh penyusun diatomnya, sejak tahun 1960-1990 seluas 269. 000 hektar hutan mangrove dikonversi menjadi tambak udang sehingga di akhir tahun 2006 diperkirakan hanya 1.9 juta hektar hutan mangrove yang tersisa (Anonim, 2007).

Lapisan tengah lebih sering tergenang oleh air dilihat dari komposisi penyusun diatomnya, yakni ditemukan diatom planktonik 17-18 spesies. Indeks pemerataan spesies yang tinggi (> 0.60) mengindikasikan penyebaran jumlah individu setiap spesies pada ekosistem mangrove di muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang hampir merata.

Struktur komunitas diatom pada ekosistem perairan yang stabil memiliki indeks keanekaragaman yang tinggi. Sebaliknya struktur komunitas diatom benthik pada ekosistem yang kurang stabil memiliki indeks keanekaragaman yang rendah (Odum, 1993). Berdasarkan nilai indeks *Shannon-Wiener* yang ditemui pada lapisan bawah umumnya lebih stabil daripada lapisan di atasnya. Pemerataan dan keanekaragaman spesies pada lapisan tengah relatif berfluktuatif daripada lapisan bawah. Hal ini juga mendukung terjadinya perubahan kondisi lingkungan pada komunitas mangrove tersebut. Indeks keanekaragaman diatom benthik merupakan pencerminan dari kondisi habitatnya (Reid *et al.*, 1995). Kondisi lingkungan tersebut akan mempengaruhi komunitas diatom yang ada di sedimen dan dimungkinkan terjadi pembalikan sedimen.

Nilai perataan merupakan nilai tidak bersatuan, berkisar antara 0-1

(Magguran, 1988). Nilai perataan berkisar antara 0,60 - 0,79, angka tersebut menunjukkan persebaran individu yang cukup merata tiap lapisan sedimen. Indeks perataan yang mendekati 1 menunjukkan persebaran yang merata, semakin meratanya persebaran spesies pada ekosistem maka memiliki nilai maksimum. Spesies-spesies yang persebarannya merata per lapisan sedimen karena selalu muncul tiap lapisannya antara lain *Triceratium sp.*, *Cocconeis placentula*, *Eunotia curvata*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare*, dan *Gyrosigma attenuatum*. Spesies-spesies yang selalu muncul menunjukkan bahwa spesies-spesies tersebut memiliki persebaran yang merata tiap lapisan. *Meridion circulare* adalah diatom air tawar yang mampu hidup pada kisaran suhu 5 – 10 ° C (Round, 1993).

Ditemukannya *Meridion circulare* yang selalu dominan di setiap lapisan (gambar 4.5), mengindikasikan bahwa spesies ini memiliki daya adaptasi dan persebaran yang luas dengan selalu hadirnya pada tiap lapisan atau bisa disebut spesies yang toleran. Ditemukannya jenis diatom air tawar mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove merupakan habitat payau yang lebih dipengaruhi masuknya air tawar dari sungai Banjir Kanal Timur

sehingga diatom air tawar ditemukan melimpah. Sedimen lumpur memiliki kelimpahan jenis pada lapisan yang beragam, kemelimpahan diatom pada tiap per lapisan sedimen berbeda mencerminkan kondisi lingkungan pada saat diendapkan (Bold and Wyne, 1985). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada saat pengendapan diatom tersebut merupakan perairan yang lebih bersifat tawar, dengan ditemukan banyaknya jenis diatom air tawar yang menyusun komunitas pada lapisan atas.

Penyusun komunitas diatom pada sedimen mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur Semarang adalah spesies-spesies diatom air tawar dan air laut. Lapisan atas terpengaruh kuat oleh perairan tawar, hal ini dapat dilihat dengan dominannya spesies air tawar yang mencapai 47, 65 % (*Sellaphora bacillum*), dan 41, 51 % (*Synedra ulna*). Ekosistem mangrove saat ini merupakan ekosistem yang lebih dipengaruhi oleh masuknya air tawar hal ini didasarkan atas dominannya jenis diatom tawar (*Navicula radiosa*, *Meridion circulare*, *Sellaphora bacillum*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunula*).

Pengelompokan diatom berdasarkan frustula dapat dipergunakan untuk mengetahui tingkat toleransi dan daya dukung diatom-diatom tersebut tiap lapisan sedimen. Rasio yang

terbentuk antara % diatom Pennatophycideae (p): Centrophycideae (c) menunjukkan bahwa diatom Pennatophycideae selalu lebih tinggi (>70%) sedangkan diatom Centrophycideae >20%. Tingginya jumlah total rata-rata individu/gram pada lapisan diduga karena lapisan tersebut memiliki kesamaan rasio c: p, penyusun komunitas diatom terbesar adalah diatom benthik

Muara sungai Banjir Kanal Timur yang masih ditumbuhi mangrove memiliki arus yang tenang sehingga menyebabkan diatom Centrophycideae lebih banyak jenisnya. Indeks keanekaragaman yang tinggi pada lapisan dalam (12-20 cm) menunjukkan bahwa habitat diatom tersebut memiliki kestabilan yang tinggi. Sedangkan lapisan atas masih terpengaruh langsung dengan perubahan lingkungan yang terjadi seperti sedimentasi, aliran air, pengadukan ataupun aktivitas lain di permukaan. Sedangkan lapisan bawah lebih stabil karena sudah terendapkan, dan tidak terganggu oleh aliran air, sedimentasi ataupun aktivitas lainnya dan jumlah individu serta persebarannya yang merata tersebut menunjukkan kondisi pada saat diatom terendapkan. Jumlah individu pada lapisan atas masih akan bertambah atau berkurang sesuai perubahan lingkungan yang terjadi pada

saat pengendapan. Sedimentasi yang terjadi di muara sungai Banjir Kanal Timur tergolong sangat tinggi, karena setiap tahunnya terjadi sedimentasi setebal 0,5 – 1 cm.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis penyusun diatom semakin stabil menuju lapisan terdalamnya dengan melihat indeks keanekaragaman jenis. Spesies-spesies yang relatif tidak terpengaruh antara lain: *Eunotia curvata*, *E. diodon*, *Sellaphora bacillum*, *Triceratium sp*, *Amphitetras sp*, *Synedra ulna*, *Gomphonema sp*, *Meridion circulare*, *Navicula radiosa* dan *Navicula reinhardii* karena kemelimpahan relatifnya menunjukkan spesies-spesies tersebut mendominasi di perairan. Perubahan habitat pada tiap lapisan memberikan peningkatan dan penurunan bagi kemelimpahan suatu spesies tertentu. Fluktuasi spesies dapat menjelaskan persebaran diatom tiap lapisan. Spesies-spesies yang relatif toleran dan tersebar merata antara lain: *Sellaphora bacillum*, *Triceratium sp*, *Amphitetras sp*, *Synedra ulna*, *Eunotia curvata*, *Delphineis angustata*, *Meridion circulare*, *Navicula radiosa*, dan *Navicula reinhardii* karena kemelimpahan relatifnya menunjukkan spesies-spesies tersebut mendominasi di perairan dan selalu hadir tiap lapisan,

spesies ini juga dapat digunakan sebagai bioindikator.

Analisis *cluster* yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pada setiap lapisan dengan pengelompokan lapisan yang memiliki tingkat kesamaan komunitas diatom berdasarkan jenis diatom penyusunnya. Analisis *cluster* di atas menunjukkan bahwa tingkat kesamaan yang lebih tinggi cenderung mengarah pada lapisan yang berdekatan, berdasarkan diatom penyusunnya, lapisan S-4 mengumpul dengan S-6, keduanya memiliki kesamaan dengan lapisan S-8, S-10 mengelompok dengan tingkat kesamaan 0,67 dan walaupun lapisannya jauh hal ini dapat terjadi karena adanya kemungkinan lapisan sedimen teraduk oleh hempasan gelombang atau arus yang kuat selama periode tertentu atau karena pengadukan oleh ulah manusia yang mempergunakan lahan pada ekosistem mangrove tersebut sebagai lahan pertambakan atau rehabilitasi hutan mangrove itu sendiri. Selain itu pengelompokan terjadi berdasarkan komposisi penyusun komunitasnya yang relatif sama. Menurut Innoue *et al.* (1999), lebih dari 200.000 ha ekosistem mangrove di Indonesia rusak setiap tahunnya. Lapisan S-7 dan S-9 memiliki tingkat kesamaan yang tinggi mendekati angka 1, dan mengumpul dengan lapisan S-5.

Hal ini dikarenakan penyusun komunitas diatom yang dominan pada lapisan tersebut adalah sama yakni: *Synedra ulna*, *Navicula radiosa* dan *Meridion circulare*, serta ketiganya adalah diatom air tawar. Lapisan S-2 memperlihatkan pemisahan dari pengelompokan yang terjadi, lapisan ini kemungkinan bukan merupakan lapisan dengan urutan yang sebenarnya. Hal ini bisa saja terjadi bila lapisan S-2 berasal dari lapisan di bawahnya yang teraduk sangat jauh sehingga indeks kesamaan dengan lapisan yang lainnya rendah.

KESIMPULAN

Dijumpai 97 spesies diatom di sedimen ekosistem mangrove muara sungai Banjir Kanal Timur, keanekaragaman jenis penyusun diatom epipelik stabil dengan melihat indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*. Spesies-spesies yang relatif toleran dan tersebar relatif merata antara lain: *Sellaphora bacillum*, *Triceratium sp*, *Amphitetras sp*, *Synedra ulna* *Eunotia curvata*, *Delphineis angustata*, *Meridion circulare*, *Navicula radiosa*, dan *Navicula reinhardii*. Ekosistem mangrove di muara Sungai Banjir Kanal Timur merupakan ekosistem yang lebih dipengaruhi oleh masuknya air tawar hal ini didasarkan atas dominannya jenis diatom tawar (*Navicula radiosa*,

Meridion circulare, *Sellaphora bacillum*, *Synedra ulna*, *Eunotia lunula*).

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, W. E. and E. E. Cupp. 1933. **Plankton Diatom of The Java Sea**. Ann Jard. Bot. butenz Vol XLIV. USA.
- Anonim. 2001. Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. http://www.dephut.go.id/INFOR_MASI/RRL/RLPS/mangrove.htm
- Anonim. 2004. **Ketika Pantura Jateng Terjamah Abrasi**. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0408/09/teropong/1194656.htm>
- Anonim. 2005. **Tinggi, Sedimentasi Banjir Kanal Timur**. <http://www.suaramerdeka.com/kot05.htm>
- Anonim. 2006. <http://www.semarang.go.id/peta/petasmg.htm>.
- Anonim. 2007. **Udangku Sayang, Mangroveku Malang**. <http://www.satudunia.oneworld.net/article/view/147959/1/2220>
- Beltrones, D. Siqueiros, F.O. Lopez, and L. I. Garate. 2005. **Structure of Diatom Assemblages Living on Prop Roots of the Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the West Coast of Baja California Sur, Mexico**. Pasifik Science (2005), vol. 59, no. 1:79-96, University of Hawai'i Press.
- Bold, H. C. and Wynne, M. J. 1985. **Introduction to Algae: Structure and Reproduction**. 2nd edition, Prentice Hall Inc., New York.
- Canter-Lund, H. and J. W. G. Lund. 1995. **Fresh Water Algae: their microscopic world explored**. Biopress Limited, Hongkong.
- Falciatore, A. and C. Bowler. 2002. **Revealing the Molekular Secrets of Marine Diatoms**. Annu. Rev.

- Plant Biol. 2002. 53:109-30, Annual reviews, Italy.
- Gell, P. A., A. J. Sincock, J. A. Sonneman, M. A. Illman and M. A. Reid. 1999. **An Illustrated Key to Common Diatom Genera From Southern Australia**. University of Adelaide, Adelaide, New South Wales.
- _____, J. Tibby, J. Fluin, P. Leahy, M. Reid, K. Adamson, S. Bulpin, A. MacGregor, P. Wallbrink, G. Hancock and B. Walsh. 2005. **Assesing Limnological Change and Variability Using Fossils Diatom Assemblages, South-East Australia**. River Res. Applic. 21: 257-269 (2005). John Wiley & Sons, Ltd. South-East Australia.
- Germain, H. 1981. **Flores Des Diatomées: Eaux Douces et Saumâtres**. Société Nouvelle Des Édition. Boubée. Paris.
- Hammer, Ø., D. A. T Harper., and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hasle, G. R. and E. E. Syversten. 1996. **Identifying Marine Phytoplankton**. Academic Press, Inc. U.K.
- Hauer, F. Richard and Gary A. Lamberti. 1996. **Methods in Stream Ecology**. Academic Press, Inc. USA.
- Holland, J. and R. L. Clark. 1989. **Diatom of Burrinjuck Reservoir, New South Wales, Australia**. Division of Water Resources, New South Wales.
- Innoue, Y., O. Hadiyati, H.M. Afwan Effendi, K. R. Sudarma, and I. N Budiana. 1999. **Sustainable Management Models for Mangrove Forest**. Japan International Cooperation Agency, p: 46.
- Patrick, R. 1987. **Ecology of Freshwater Diatoms and Diatom Communities**. The Academy of Natural Sciences. 19th & the Parkway, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Pyle, L, S. R. Cooper, and J. K. Huvane. **Diatom Paleocology Pass Key Core 37, Everglades National Park, Florida Bay**. USGS. Open-File Report 98-522.
- Reavie, E., J. Smol and B. Charnichal. 1995. **Post-Settlement Eutrophication Histories of Six British Columbia (Canada) Lakes**. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 2388-2401.
- Round, F. E., R. M. Crawford, R. M. and D.G. Mann. 1990. **The Diatoms. Biology and Morphology of The Genera**. Cambridge University Press, 747 pp.
- Sabater, S and E. Y. Haworth. 1995. **An Assesment of Recent Trophic Changes in Windermere South Basin (England) based on Diatom Remains and Fosi Pigments**. *Journal of Paleolimnology* 14:151-163, © 1995 Kluwer Academic Publiser, Belgium.
- Sanna, S. 2001. **Climate Impacts on Remote Subarctic Lakes in Finnish Lapland: Limnological and Paleolimnological Assesment with a Particular Focus on Diatoms and Lake Saanajärvi**. Kilpisjärvi Notes 16: 1-50. University of Helsinki, Finland. (dissertation).
- Sarbidi. 2001. **Geomorfologi dan Wilayah Pantai Kota Semarang** (Pengaruh Rob pada Permukiman Pantai- Prosiding Seminar Dampak Kenaikan Muka Air Laut pada Kota-kota Pantai di

- Indonesia. Bandung 19-20 Maret 2001.
- Sharma, O. P. 1992. **Textbook of Algae**. Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Soeprbowati, T. R., H. Sugondo, I. B. Hendarto, I. Soemantri dan B. Toha. 2000. **Metode Monitoring : Diatomae sebagai Bioindikator dalam Menentukan Tingkat Kualitas Perairan**. Laporan Penelitian. Universitas Diponegoro, Semarang.
- _____, W. H. Rahmanto dan J. F. Hidayat. 2004. **Kajian Perubahan Lingkungan Ekosistem Lentik Danau Rawa Pening Menggunakan Diatom sebagai Bioindikator; Diatom dan kondisi ekologis Danau Rawa Pening sekarang**, Laporan Kegiatan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Supriharyono. 2000. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suyasa, I. N. 1997. **Ekologi Perairan**. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta.
- Vos, P. C. and H. D. Wolf. 1993. **Diatoms as Tool for Reconstructing Sedimentary Environment in Coastal Wetlands: Methodological Aspects in Van Dam (E.D)**. 12th International Diatom Symposium. Kluwer Academic Publisher. Netherland.
- Werner, R. G. 1983. **The Biology of Diatoms**. University of California Press. Berkeley. USA.