

## STUDI ANALISIS KISTA (CYST) HARMFUL ALGAL BLOOM

Wisjachudin Faisal <sup>\*)</sup>, Kris Tri Basuki <sup>\*)</sup> dan Boy Rahardjo Sidharta <sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> P3TM - BATAN

<sup>\*\*)</sup> Universitas Atma Jaya Yogyakarta

### ABSTRAK

STUDI ANALISIS KISTA (CYST) HARMFUL ALGAL BLOOM. Telah dilakukan analisis kista (cyst) harmful algal bloom (HAB) di daerah Limay-Bataan ( $14^{\circ} 34' N$ ,  $120^{\circ} 38' E$ ), Teluk Manila, Filipina. Suatu daerah yang pernah mengalami tragedi cukup parah akibat merebaknya kista (cyst) pyrodinium bahamense varian compressum yang dapat menyebabkan gejala Paralytic Shellfish Poisoning (PSP). Gejala PSP tersebut cukup berbahaya bagi manusia apabila mengkonsumsi kerang-kerangan yang tercemar dari toksin cyst tersebut. Sebagai studi kasus telah dilakukan penelitian di daerah pantai Ciamis Selatan ( $-7,67731^{\circ}S$ ,  $108,8^{\circ}E$ ). Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Fukuyo dan Matsuoka. Cuplikan sedimen diambil dengan alat khusus semacam tombak (corer) pada kedalaman 12 m dari permukaan laut. Pada jarak 2 cm dari cuplikan sedimen yang diperoleh pada ujung tombak tersebut diambil dimasukkan pada kantong plastik khusus. Setelah dilakukan sonikasi, cuplikan kemudian disaring dengan saringan ukuran 125  $\mu$ m dan dilanjutkan dengan saringan 20  $\mu$ m. Beningannya diamati dengan mikroskop yang dihubungkan dengan komputer kamera maka akan teridentifikasi macam dari cyst tersebut. Dari hasil pengamatan ternyata diperoleh cyst yang cukup toksis yaitu Pyrodinium bahamense varian compressum, terdapat juga cyst yang lain yaitu Spiniferites mirabilis, Brigantedinium sp., Votadinium spp.(Protoceratium reticulatum), Stelladinium stelatum. Sedangkan di pantai Ciamis Selatan belum ditemukan adanya kista (cyst) tetapi ditemukan beberapa alga jenis diatom dimana salah satunya termasuk yang berbahaya (HAB) yaitu pseudonitzschia sp yang dapat menyebabkan Amnestic Shellfish Poisoning (ASP), yang menghasilkan toxin domoic acid yang menyebabkan gangguan gastrointestinal dan neurological.

### ABSTRACT

CYST ANALYSIS STUDY OF HARMFUL ALGAL BLOOM. Cyst analysis of HAB in Limay Bataan ( $14^{\circ} 34' N$ ,  $120^{\circ} 38' E$ ), Manila Bay, Philippines has been done. An area in which the severe tragedy due to the blooming of kind of cyst: Pyrodinium bahamense varian compressum that could lead to Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) symptom has been spread out. That symptom which is sufficiently dangerously because of consuming the molluscan shellfish contaminated by cyst's toxin. As a case study, the research on that matter has been conducted at the coastal areas of South Ciamis ( $-7.67731^{\circ} S$ ,  $108.8^{\circ} E$ ). This research has been done based on Fukuyo and Matsuoka method. Samples taken by special took resembling a spearheaded called corer at the depth of 12 m below the sea level. At 2 cm distant from the tip, the sediment's sample was taken and corer's put into the special plastic bag. After sonic vibrating, the sample was then sieved with a 125  $\mu$ m siever and follows by 20  $\mu$ m siever. The supernatant was observed by microscope connected to the PC provided by camera, by which the cyst type could be identified. From the observation results, the existent of both toxine cyst ( Pyrodinium bahamense varian compressum), and also other cyst Spiniferites mirabilis, Brigantedinium sp., Votadinium spp.(Protoceratium reticulatum), Stelladinium stelatum, are proven. While at the coastal of South Ciamis there are no cyst found, but some diatomae algae, one of which is a harmful algae namely Pseudonitzschia sp that can caused Amnestic Shellfish Poisoning (ASP), which produces domoic acid toxin that causes gastrointestinal and neurological.

### PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan salah satu bagian kecil dari realisasi atas kerjasama BATAN dan IAEA yang berkaitan dengan proyek RCA :

“Nuclear Techniques to Address Specific Harmful Algal Bloom Concerns” Adapun penelitiannya di daerah Limay-Bataan, Teluk Manila, Filipina dengan posisi  $14^{\circ} 34' N$ ,  $120$

°38' E, yaitu daerah yang pernah terjadi *red-tide*, dengan menelan korban manusia yang cukup banyak, sedangkan di tanah air sebagai studi kasus akan ditinjau penelitian di daerah Ciamis Selatan. .

Alga berbahaya, yang lazim dikenal sebagai harmful algae blooms, adalah organisme eukariotik (1) bersel tunggal dan mikroskopik yang sebagian hidup di laut. Hampir sebagian besar spesies alga atau fitoplankton tidak berbahaya dan berfungsi sebagai penghasil energi pada rantai makanan di laut. Pada waktu tertentu, alga tumbuh sangat cepat atau bloom dan berakumulasi dengan densitas sangat padat sehingga menimbulkan penampakan berupa perubahan warna pada permukaan air laut yang sangat jelas. *Red tide* (1,2) adalah nama untuk menggambarkan fenomena tersebut di mana spesies fitoplankton tertentu yang terdiri dari pigmen kemerah-merahan atau reddish pigments dan bloom tersebut mengakibatkan perairan menjadi berwarna merah.

Sejumlah spesies alga menghasilkan toksin yang dapat ditransferkan melalui jaringan makanan di mana mereka dapat mempengaruhi dan bahkan membunuh organisme yang lebih tinggi tingkatannya, seperti zooplankton, kerang-kerangan, ikan, burung, mamalia laut, dan bahkan manusia yang mengkonsumsinya baik secara langsung maupun tidak langsung. Sekarang para peneliti lebih memakai istilah harmful algae blooms (HABs) (3) untuk menggambarkan fenomena yang berkaitan dengan toksin maupun dampak negatif dari alga.

Dikenal berbagai jenis sindrom pada manusia yang dikaitkan dengan keberadaan toksin yang berasosiasi alga berbahaya ini. Secara umum, manusia terpapar oleh toksin yang diproduksi secara alamiah oleh alga berbahaya melalui produk makanan laut (seafood). Beberapa sindrom yang berkaitan dengan kesehatan publik yang disebabkan oleh alga berbahaya adalah *amnesic shellfish poisoning* (ASP), *ciguatera shellfish poisoning* (CSP), *diarrhetic shellfish poisoning* (DSP), *neurotoxic shellfish poisoning* (NSP) dan *paralytic shellfish poisoning* (PSP). Masing-masing sindrom tersebut disebabkan oleh spesies alga berbahaya yang berbeda dan terjadi di berbagai perairan pantai di dunia. Hal ini sebagai akibat dari transpor internasional dari makanan produk laut maupun perjalanan internasional oleh penggemar seafood sehingga tidak ada populasi manusia yang bebas dari risiko sindrom tersebut. Seperti diketahui bahwa *Paralytic Shellfish Poisoning* (PSP)

disebabkan oleh konsumsi kerang-kerangan yang terkontaminasi dengan sederetan *heterocyclic guanidines* yang disebut *saxitoxins* (STXs). Pada beberapa laporan menyebutkan bahwa hampir 2000 kasus keracunan pada manusia dilaporkan setiap tahunnya, dengan tingkat kematian sebesar 15% (4). Sedangkan *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP) adalah satu-satunya keracunan kerang yang disebabkan oleh diatom. Apabila mahluk hidup mengkonsumsi kerang-kerangan yang telah terkontaminasi oleh racun yang setelah diidentifikasi dikenal sebagai *domoic acid* (5,6). Sumber *domoic acid* adalah diatom, *Pseudo-nitzschia multiseriata*. *Domoic acid* merupakan asam amino *tricarboxylic* yang larut dalam air yang bertindak sebagai analog neurotransmitter glutamat reseptor agonist. *Domoic acid* terkait secara struktural dan fungsional dengan excitatory neurotoxin kainic acid, yang diisolasi dari makroalga merah *Digenea simplex* (7). Gejala ASP mencakup efek gastro-intestinal (contoh: mual, muntah, diare) dan efek syaraf seperti : pusing, disorientasi, lesu, serangan mendadak, dan hilangnya memori jangka pendek.

Untuk mengetahui kadar dari kedua racun tersebut dapat dilakukan dengan metoda *Receptor Binding Assay* yaitu dengan cara menambahkan racun yang telah dilabel (8) dengan zat radioaktif tritium ( $^3\text{H}$ ) sebut saja ( $\text{T}^*$ ) kedalam inkubasi receptor racun yang telah diketahui (R), sedemikian sehingga akan terbentuk kompleks receptor racun yang radioaktif ( $\text{T}^*\text{R}$ ). Dengan menambahkan racun yang tidak radioaktif (T) kedalam campuran inkubasi tersebut maka akan terjadi kompetisi antara racun radioaktif dengan yang tidak radioaktif pada receptor tersebut, sehingga terbentuk kompleks yang tidak radioaktif (TR). Kandungan kompleks receptor racun yang radioaktif ( $\text{T}^*\text{R}$ ) dapat diukur dengan alat cacah kelip cair atau liquid scintillation counter (LSC). Dengan bertambahnya jumlah racun yang tidak radioaktif (T) maka dengan sendirinya harga kompleks receptor racun yang radioaktif akan berkurang, sehingga dapat dibuat kurva standar antara  $\text{T}^*\text{R}$  dengan T. Dari kurva standar itulah suatu cuplikan yang belum diketahui kadar racunnya dapat diplotkan pada kurva tersebut sehingga dapat diketahui kadar racunnya.

## TATA KERJA

### Alat

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah pengambil cuplikan berbentuk tombak

yang khusus dirancang untuk mengambil cuplikan di dasar laut, timbangan analitis Mettler PE 3600, Sonicator Sanyo Somprep 150 MSE, serta Mikroskop yang dilengkapi dengan kamera yang bisa disesuaikan buatan Zeiss Plan-Neofluor AxioCam HRC dilengkapi komputer P.C Fujitsu Siemens. Mikroskop Nikon. Sedangkan penyaring dengan ukuran 125  $\mu\text{m}$  dan 20  $\mu\text{m}$  digunakan untuk menyaring cuplikan sedimen.

#### Bahan

Adapun bahan yang digunakan antara lain cuplikan sedimen dari pantai Limay Bataan, teluk Manila, sedimen dari pantai Ciamis Selatan (SBCT 4) serta air laut dari lokasi setempat.

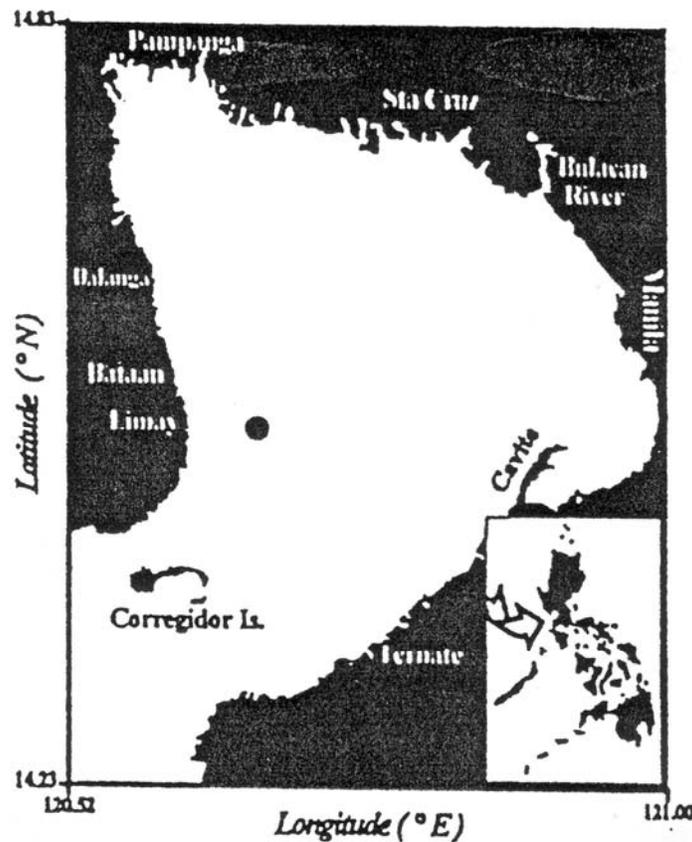
#### Metode

Cuplikan sedimen dari Teluk Manila diambil dengan alat khusus semacam tombak (corer) pada kedalaman 12 m dari permukaan laut. Pada jarak 2 cm dari cuplikan sedimen yang diperoleh

pada ujung tombak tersebut diambil dimasukkan pada kantong plastik khusus. Sedangkan cuplikan sedimen pada Pantai Ciamis Selatan pada saat sampling menggunakan pipa PVC dengan diameter 7,5 cm. Pada cuplikan Pantai Ciamis Selatan dilakukan variasi kedalaman, untuk mengetahui kandungan fitoplankton pada kedalaman tertentu. Setelah dilakukan sonikasi, cuplikan kemudian disaring dengan saringan ukuran 125  $\mu\text{m}$  dan dilanjutkan dengan saringan 20  $\mu\text{m}$ . Beningannya diamati dengan mikroskop yang dihubungkan dengan komputer kamera maka akan teridentifikasi macam dari cyst atau fitoplankton tersebut.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti telah disebutkan di muka bahwa letak daerah pengambilan cuplikan di Limay Bataan, Teluk Manila Filipina pada posisi  $14^{\circ} 34' \text{ N}$ ,  $120^{\circ} 38' \text{ E}$  (lihat Gambar 1), sedangkan posisi di Pantai Ciamis Selatan adalah ( $-7,67731^{\circ}\text{S}$ ,  $108,8^{\circ}\text{E}$ ) (lihat Gambar 2).



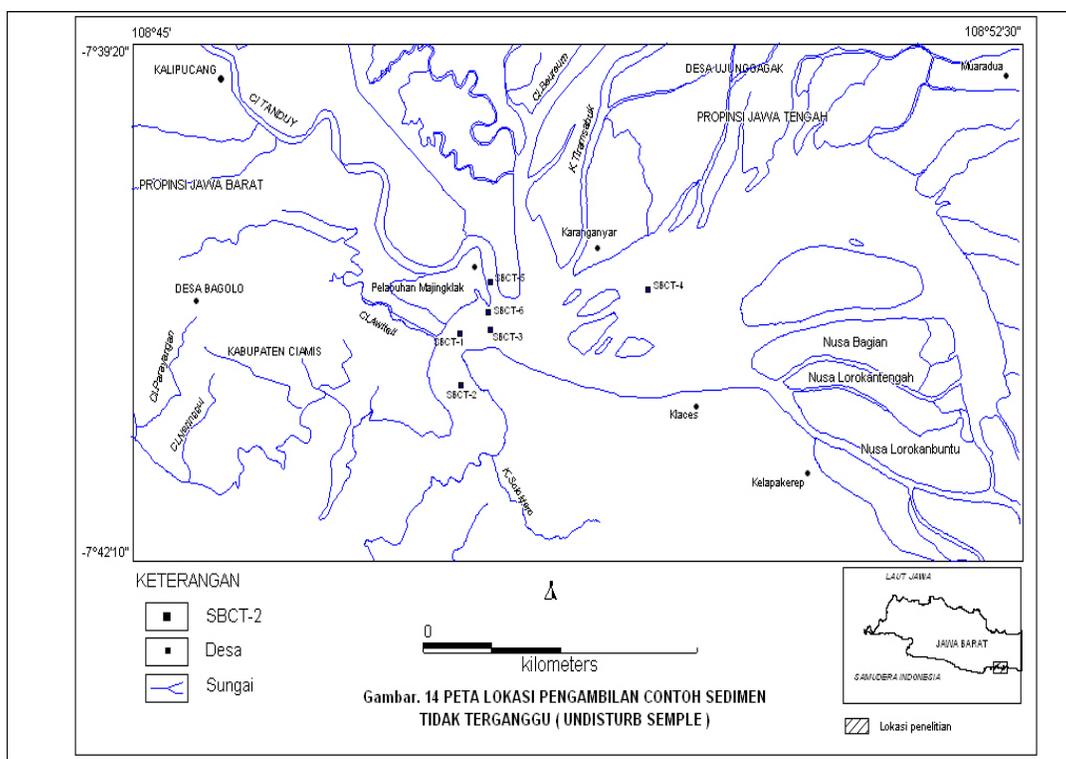
Gambar 1. Lokasi Pengambilan cuplikan di Teluk Manila, Filipina

Pada saat preparasi cuplikan perlu digetarkan dengan alat sonicator terlebih dahulu agar supaya butiran-butiran sedimen terlepas satu dengan yang lain dan fitoplankton yang ada akan terlepas dari butiran-butiran lumpur sedemikian sehingga masuk dalam larutan. Setelah diamati dengan peralatan mikroskop yang cukup lengkap, dari cuplikan teluk Manila terlihat beberapa spesies kista atau cyst (Tabel 1) antara lain *Spiniferites mirabilis*, *Brigantedinium sp.*, *Votadinium spp.(Protoceratium reticulatum)*, *Stelladinium stelatum* dan yang terpenting dengan terdeteksinya *Pyrodinium bahamense varian compressum*. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2004, ternyata spesies cyst jenis *Pyrodinium bahamense varian compressum* masih terdeteksi, padahal terjadinya bloom ditempat tersebut sudah sejak tahun 1980.an. Sudah barang tentu hal tersebut memberikan peringatan untuk segera diantisipasi serta diwaspadai kemungkinan akan terjadinya red-

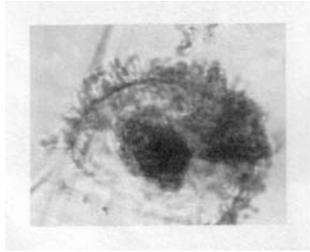
tide lagi di masa yang akan datang. Seperti telah dijelaskan di muka bahwa dengan terdeteksinya cyst *Pyrodinium bahamense var compressum* tersebut, terbukti bahwa didaerah tersebut telah pernah mengalami HABs.

**Tabel 1. Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Limay Bataan Teluk Manila Filipina**

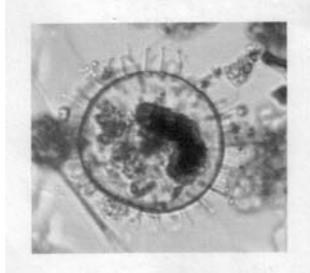
No.	Nama Species
1	<i>Pyrodinium bahamense varian compressum</i>
2	<i>Spiniferites mirabilis</i>
3	<i>Brigantedinium sp</i>
4	<i>Votadinium spp.(Protoceratium reticulatum)</i>
5	<i>Stelladinium stelatum</i>



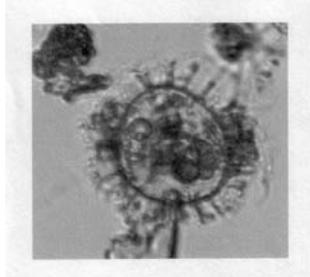
**Gambar 2. Lokasi Pengambilan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (SBCT 4)**



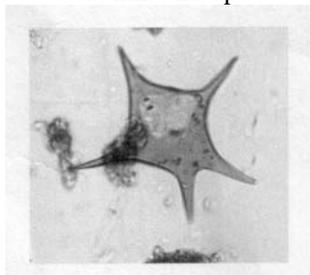
P. reticulatum sp



Pyrodinium behamense v.c.



S. mirabilis sp



S. stellatum sp.



Pseudonitzschia sp

**Gambar 3.** Hasil pengamatan cyst dan sel harmful algal bloom

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (kedalaman 2 cm)

No.	Nama Species
1	<i>Pseudonitzschia</i> sp
2	<i>Coscinodiscus</i> spp
3	<i>Pleurosigma</i> sp
4	<i>Cymbella</i> sp
5	<i>Bacteriastratum</i> sp
6	<i>Chaetoceros</i> sp
7	<i>Ditylum</i> sp
8	<i>Bacillaria</i> sp
9	<i>Nitzschia</i> sp

**Tabel 3.** Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (kedalaman 10 cm )

No.	Nama Species	Keterangan
1	<i>Pseudonitzschia</i> sp	Tidak teramati
2	<i>Coscinodiscus</i> sp	Paling dominan teramati
3	<i>Pleurosigma</i> sp	
4	<i>Cymbella</i> sp	
5	<i>Bacteriastratum</i> sp	
6	<i>Chaetoceros</i> sp	
7	<i>Ditylum</i> sp	
8	<i>Nitzschia</i> sp	
9	<i>Bacillaria</i> sp	

**Tabel 4.** Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (kedalaman 20 cm)

No.	Nama Species	Keterangan
1	<i>Pseudonitzschia</i> sp	Tidak teramati
2	<i>Coscinodiscus</i> sp	
3	<i>Pleurosigma</i> sp	Paling dominan teramati
4	<i>Cymbella</i> sp	
5	<i>Bacteriastratum</i> sp	
6	<i>Chaetoceros</i> sp	
7	<i>Ditylum</i> sp	
8	<i>Nitzschia</i> sp	
9	<i>Bacillaria</i> sp	

**Tabel 5. Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (kedalaman 30 cm )**

No.	Nama Species	Keterangan
1	<i>Pseudonitzschia</i> sp	Tidak teramati
2	<i>Coscinodiscus</i> sp	
3	<i>Pleurosigma</i> sp	Paling dominan teramati
4	<i>Cymbella</i> sp	
5	<i>Bacteriastratum</i> sp	
6	<i>Chaetoceros</i> sp	
7	<i>Ditylum</i> sp	
8	<i>Nitzschia</i> sp	
9	<i>Bacillaria</i> sp	

**Tabel 6. Hasil Pengamatan Cuplikan Sedimen di Pantai Ciamis Selatan (kedalaman 40 cm)**

No.	Nama Species	Keterangan
1	<i>Pseudonitzschia</i> sp	Tidak teramati
2	<i>Coscinodiscus</i> sp	Paling dominan teramati
3	<i>Pleurosigma</i> sp	
4	<i>Cymbella</i> sp	
5	<i>Bacteriastratum</i> sp	
6	<i>Chaetoceros</i> sp	
7	<i>Ditylum</i> sp	
8	<i>Nitzschia</i> sp	
9	<i>Bacillaria</i> sp	

**Tabel 7. Data ekologi pada daerah penelitian (11)**

No.	Parameter	Satuan
1	Temperatur	29-30 °C
2	Salinitas	28-29 ppt
3	PH	7-8

Berdasarkan laporan dari Azanza et.al (9). akibat keracunan PSP di Filipina telah menelan korban sebanyak 1995 orang meninggal. Di Indonesia HABs akibat *Pyrodinium bahamense var compressum* telah dilaporkan pernah terjadi di Maluku Utara (tahun 1994), Teluk Ambon (pada tahun 1983 hingga 1987), Biak Irian Jaya (1983), bahkan di Teluk Jakarta pernah terjadi pada 1997. Disamping cyst alga tersebut ada beberapa cyst alga lain yang termasuk alga berbahaya yang dapat menimbulkan gejala PSP antara lain jenis *Alexandrium* spp., *Gymnodinium catenatum*. Gejala-gejalanya PSP biasanya neurological dan serangannya cepat. Lamanya pengaruh racun tersebut biasanya beberapa hari pada kasus yang tidak letal. Gejala

yang umum berupa rasa tebal, rasa terbakar pada daerah mulut, kejang, kehilangan keseimbangan, penurunan kesadaran, demam, gangguan pada kulit, dan gerakan yang tidak terkontrol. Pada kasus yang berat dapat mengakibatkan gangguan pernapasan dalam waktu 24 jam setelah konsumsi kerang-kerangan yang beracun. Jika pasien tidak dapat bernapas atau detak tidak terdeteksi, pernapasan buatan diperlukan sebagai pertolongan pertama. Tidak ada penawarnya dan terapi merupakan cara terbaik untuk penyembuhan pasien.

PSP dapat dihindari dengan program monitoring proaktif dalam skala besar, yaitu dengan mengukur tingkat toksin pada kerang-kerangan dan penutupan segera pada area yang terkontaminasi ini.

Dari cuplikan sedimen pantai Ciamis Selatan (SBCT 4) belum ditemukan adanya cyst tetapi berupa sel fitoplankton jenis diatom antara lain *Coscinodiscus* spp, *Pleurosigma* sp, *Cymbella* sp, *Bacteriastratum* sp, *Chaetoceros* sp, *Ditylum* sp, *Bacillaria* sp, *Nitzschia* sp, *Pseudonitzschia* sp (Tabel 2). Dari spesies yang ditemukan hanya alga jenis *Pseudonitzschia* sp (Gambar 3.) yang cukup berbahaya yaitu racunnya (domoic acid) dapat memberikan gejala Amnestic shellfish poisoning (ASP) yang menyebabkan gangguan gastrointestinal dan neurological. Gastroenteritis biasanya terjadi dalam waktu 24 jam setelah konsumsi kerang-kerangan yang beracun dengan gejala berupa muntah, kram perut, dan diare. Pada kasus yang akut, gejala neurological terjadi dalam waktu 48 jam setelah konsumsi seafood. Gejala yang ditimbulkan antara lain sakit kepala, disorientasi, kejang, kehilangan memori jangka pendek, dan koma. Banyak negara di dunia yang memiliki sejarah sindrom ASP ini melakukan monitoring terhadap perairannya untuk mendeteksi keberadaan alga penyebab ASP dan toksin domoic acid. Ketika konsentrasi domoic acid mencapai 20 ug/g daging kerang, daerah penghasil kerang tersebut ditutup dan tidak boleh dilakukan pemanenan ikan dan kepiting juga mengandung domoic acid sehingga perlu diwaspadai.

Dari variasi kedalaman terlihat bahwa pada kedalaman 10 cm ternyata didominasi diatom *Coscinodiscus* sp, sedangkan pada kedalaman 20 cm didominasi oleh *Pleurosigma* sp, pada kedalaman 30 cm didominasi oleh *Pleurosigma* sp, kemudian pada kedalaman 40 cm didominasi oleh *Coscinodiscus* sp. Hal ini menunjukkan pada lapisan kedalaman tertentu telah terjadi "sukesi" yaitu didominasi oleh sel fitoplankton

tertentu. Dari penelitian terdahulu menunjukkan kecepatan sedimentasi pada daerah sekitar SBCT 4 ini adalah berkisar 0,07 – 1,24 cm/th dan 1,36 – 37,50 cm/tahun (10). Hal ini menunjukkan pada tahun-tahun sebelum era 2000 telah terdapat banyak fitoplankton yang sangat beracun maupun tidak beracun tetapi sangat membahayakan lingkungan disekitarnya yang mengendap pada sedimen tersebut dengan kecepatan pengendapan seperti tersebut di atas. Sangat boleh jadi pada tahun-tahun mendatang akan terjadi bloom dari fitoplankton-*fitoplankton* tertentu apabila kondisi ekologi disekitar memenuhi seperti salinitas, pH, suhu (11) sedemikian sehingga fitoplankton tersebut akan berkembang biak dengan cepat sehingga terjadilah bloom di kawasan tersebut. Sehingga perlu diantisipasi sejak dini. Seperti diketahui bahwa walaupun fitoplankton tersebut tidak bersifat racun tetapi dapat menyebabkan kematian pada biota laut, karena fitoplankton tersebut jumlah yang cukup banyak dapat menutup insang ikan misalnya sehingga akibatnya banyak terjadi didaerah tertentu pada saat itu banyak ikan mati dalam jumlah yang cukup banyak.

Untuk menentukan kadar racun dapat dilakukan dengan metoda yang merupakan penerapan analisis teknik nuklir yaitu *Receptor Binding Assay*, seperti yang telah dijelaskan di muka, yaitu dengan cara penambahan zat radioaktif tritium yang dilabelkan pada racun buatan tertentu. Tetapi karena belum tersedianya beberapa peralatan yang mendukung analisis tersebut maka analisis ini belum dapat dilakukan pada saat ini.

#### KESIMPULAN

Di daerah Teluk Manila tepatnya di pantai Limay Bataan terbukti masih terdeteksi adanya cyst yang berbahaya yaitu *Pyrodinium bahamense var compressum* yang mengandung racun saxitoxin dan dapat menimbulkan gejala Paralytic Shellfish Poisoning (PSP). Sedangkan di Pantai Ciamis Selatan tidak terdeteksi adanya cyst *Pyrodinium bahamense var compressum*, melainkan jenis alga lain yang juga berbahaya yaitu jenis diatom, *Pseudonitzschia* dimana racunnya (domoic acid) dapat menyebabkan gejala Amnestic shellfish poisoning (ASP) yang menyebabkan gangguan gastrointestinal dan neurological. Pada kedalaman tertentu telah terjadi dominasi spesies dari sel yang berganti-ganti, yang sangat boleh jadi pada kondisi

tertentu pada waktu mendatang akan terjadi bloom, sehingga harus diwaspadai sejak dini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. OCKY KARNA RADJASA, "RED TIDE AKIBAT EL NINO DAN PENCEMARAN DI LAUT" Harian Kompas 17 September 2003 .
2. DAHRIL., T."Red tide di Teluk Jakarta Pertengahan September 1979". *Terubuk VII*, No. 20, p. 1-12. (1981).
3. PRASENO, D.P. *A study on HAB organisms in Indonesian waters*. International Seminar on Marine Fisheries Environment, 9-10 March 1995, Rayong, Thailand (EMDEC-JICA), pp. 119-126.( 1995.).
4. HALLEGRAEFF, " A review of Harmful Algal Blooms and their apparent global increase", *Phycologia* 32:79-99 (1993).
5. MCMINN, A., HALLEGRAEFF, G.M., THOMSON, P., JENKINSON, A.V., HEIJNIS, H., "Cyst and radionucleotide evidence for the recent introduction of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium Catenatum* into Tasmanian waters, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168:165-172 (1997).
6. HALLEGRAEFF, G.M., "Transport of toxic dinoflagellate via ships' ballast water bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast water management strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168:297-309 (1998).
7. PERL, T.M., BEDARD, L., KOSATSKY, T., HOCKIN, J.C., TOOD, E.C.D., REMIS, A.S., " An outbreak of toxic encephalopathy caused by eating mussels contaminated with domoic acid" *N.Engl.J.Med.* 322:775-780 (1990).
8. VAN DOLAH, F.M., " Marine Algal Toxins: Health Effects, and Their Increased Occurrence", *Receptor Binding Assay Technique for HAB Toxin Quantification, Reference Manual, UNDP/IAEA/RCA/ Subproject 2.4 Application of Nuclear Techniques to Address Specific Harmful Algal Bloom Concerns, Regional Resource Unit PNRI, 3-5 (2000).*
9. AZANZA, R.V., MAX TAYLOR F.J.R., " Are Pyrodinium Blooms in the Southeast Asian Region Recurring and Spreading? A View at the End of Millennium" *AMBIO A Journal Of Human Environment*, Vol.XXX, No.6, (2001).
10. WISJACHUDIN, F., SUMINING, A.TAFTAZANI, KRIS TRI BASUKI , I

- WAYAN LUGRA., “ Estimasi Kecepatan Dan Fluks Massa Sedimentasi Di Pantai Ciamis Selatan Menggunakan Metoda  $^{210}\text{Pb}$ ”, Prosiding PPI-PDIPTN, Puslitbang Teknologi Maju, BATAN, Yogyakarta (2004)
11. SRI NOEGROHATI, NARSITO, SUKARDI, EKO S. KUNARTI, “Specimen Bio-Indikator Pada Pemantauan Pencemaran Laut”, Studi Pencemaran Perairan Laut di Sekitar Kawasan Industri Cilacap, Jawa Tengah Indonesia, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UGM Departemen P dan K (1995)
  12. Damar, A. 2004. Teluk Jakarta, Tercemar Sekaligus Subur. *KOMPAS Daily Newspaper*, Wednesday, April 14<sup>th</sup>, p. 37. (in Indonesian)
  13. Hilman, A. & B.R. Sidharta. 2004. Vertical and Horizontal Distributions of Marine Phytoplankton in Lombok Strait During INSTSNT Program Cruise 2004. *In Press*.
  14. Panggabean, M.G.L. 2004. Kematian Massal Biota Laut Teluk Jakarta. *KOMPAS Daily Newspaper*, Wednesday, June 16<sup>th</sup>, p. 28. (in Indonesian)
  15. Sidharta, B.R. & W. Faisal. 2004. Possible Occurrence of Benthic HAB Organisms at Ciamis Bay, West Java, Indonesia. *In Press*.
  16. Wiadnyana, N.N., T. Sidabutar, K. Matsuoka, T. Oishi, M. Kodama, and Y. Fukuyo. 1996. Note on the occurrence of *Pyrodinium bahamense* in eastern Indonesian waters. In: Yasumoto, T., Y. Oshima, and Y. Fukuyo (eds). *Harmful and Toxic Algal Blooms*. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, pp. 53-56.
  17. Widiarti, R. 2004. Kista *Pyrodinium* di Teluk Lampung. *KOMPAS Daily Newspaper*, Saturday, June 26<sup>th</sup>, 2004, p. 28. (in Indonesian)

---

**TANYA JAWAB****Tri Murni**

- *Mengapa analisis Cyst perlu dilakukan?*

**Wisjachudin F.**

- Analisis Cyst (kista) alga berbahaya ini merupakan program IAEA. Cyst yang berbahaya ini dapat mengganggu ekologi lingkungan terutama di daerah pantai yang banyak terdapat biota laut. Apabila cyst ini dimakan kerang-kerangan atau ikan, kemudian ikan tersebut dikonsumsi manusia, maka dapat mengakibatkan kematian, sehingga perlu diantisipasi untuk mengatasi hal tersebut.

**Supriyanto C.**

- *Sejauh mana HAB ini mempengaruhi lingkungan?*

**Wisjachudin F.**

- HAB (Harmful algae bloom) yaitu sejumlah spesies alga yang menghasilkan toksin yang sangat berbahaya apabila dikonsumsi oleh kerang-kerangan kemudian kerang-kerangan dimakan manusia, maka apabila dikonsumsi dengan dosis tertentu akan mengakibatkan kematian.

**Yusuf N.**

- *Apa hubungan antara kecenderungan spesies mikroorganisme dalam sedimen air laut di pantai dengan laju sedimentasi bahan terlarut?*

**Wisjachudin F.**

- Bila laju sedimentasi diketahui (dengan metode  $^{210}\text{Pb}$ ), maka akan dapat diketahui lapisan endapan tersebut terjadi pada tahun berapa (misal 1980). Artinya pada tahun 1980 tersebut mikroorganisme tertentu (Cyst) telah mencemari pada daerah tersebut.