

**VARIASI SPESIES DIATOM PADA TIPE PERAIRAN BERBEDA UNTUK  
KEPENTINGAN FORENSIK SEBAGAI PETUNJUK KEMATIAN AKIBAT  
TENGGELAM**

**VARIATION OF DIATOM SPECIES IN DIFFERENT TYPES OF WATER FOR  
FORENSIC STUDY AS DEATH INDICATION CAUSED BY DROWNING**

**Adelina Arifiani Purnomo, I Ketut Junitha, Ni Made Suartini**

*Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran - Bali*

*Email: adelina.arifiani@yahoo.com*

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesies diatom yang ada di Sungai Unda, Sungai Badung, Danau Beratan, Estuari dan Pantai Padang Galak, sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk tempat kematian akibat tenggelam. Air disaring sebanyak 50 liter menggunakan *plankton net* yang ditampung dalam botol 25 ml. Hasil penelitian memperoleh 60 spesies diatom dari 26 genus, 23 famili, 2 ordo, dan 1 klas. Diantara 60 spesies yang ditemukan pada penelitian ini, sebanyak 12 spesies merupakan spesies yang hanya ditemukan di Sungai Unda, 5 spesies di Sungai Badung, 1 spesies di Danau Beratan, 9 spesies di Estuari Padang Galak, dan 19 spesies di Laut Padang Galak. Masing-masing lokasi penelitian memiliki satu spesies khas yang paling banyak jumlahnya dan hanya ditemukan di lokasi tersebut saja, yaitu spesies *Fragilaria* sp. 1 di Sungai Unda, *Gomphonema* sp. 3 di Sungai Badung, *Cymbella* sp. 3 di Danau Beratan, *Cyclotella* sp. di Estuari Padang Galak, dan *Cocconeis* sp. 2 di Laut Padang Galak.

**Kata kunci:** *forensik, diatom, sungai, danau, laut*

**ABSTRACT**

The purpose of this research was to determine diatom species in Unda River, Badung River, Lake Beratan, estuarine and marine waters of Padang Galak, that can be used to indicate death scene caused by drowning. Waters collected to 50 liters by using plankton net and carried in a 25 ml glass bottle. The results of the research found that there were 60 species diatom from 26 genera, 23 families, 2 orders, and 1 class. Among the 60 species in this research, can be indicate as 12 species are typical species of Unda River, 5 species are typical species of Badung River, 1 species is typical of Lake Beratan, 9 species are typical of Padang Galak Estuary, and 19 species are typical to Padang Galak Sea. Among the typical species in every research site, there are one species that has higher number: *Fragilaria* sp. 1 in Unda River, *Gomphonema* sp. 3 in Badung River. *Cymbella* sp. 3 in Lake Beratan, *Cyclotella* sp., in Padang Galak Estuarine, and *Cocconeis* sp. 2 in Padang Galak Sea.

**Keywords:** *forensic, diatom, river, lake, sea*

## PENDAHULUAN

Diatom adalah organisme uniseluler, berukuran mikroskopik, dan hidup melayang-layang di berbagai perairan, baik di perairan tawar, payau, maupun laut (Sasidharan and Resmi, 2014). Diatom merupakan salah satu kelompok fitoplankton yang non-motil sehingga pergerakannya sangat ditentukan oleh pergerakan air, tetapi ada beberapa diatom yang dapat bergerak namun dengan sangat lambat (Nontji, 2008). Diatom umumnya ditemukan dalam bentuk bersel satu (uniseluler), namun pada beberapa spesies hidup berkoloni yang menempel satu sama lain (Astuti dkk., 2012).

Keberadaan diatom di berbagai perairan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator atau petunjuk tempat kematian dan penyebab kematian seseorang baik karena tenggelam atau ditenggelamkan (Punia, 2011). Pada saat seseorang tenggelam atau ditenggelamkan di suatu perairan, diatom yang berada di perairan tersebut akan masuk ke dalam tubuh bersamaan dengan terhirupnya air (Piette and Letter, 2006). Diatom yang berada di dalam tubuh korban dapat digunakan sebagai bukti pendukung dalam menunjukkan tempat kematian

korban atau TKP (Tempat Kejadian Perkara) (Peabody and Cameron, 2010).

Salah satu contohnya penggunaan diatom dalam forensik adalah pada kasus kematian seorang wanita yang tubuhnya ditemukan mengambang di sungai. Setelah dilakukan penyelidikan dengan mengambil sampel air sungai tempat mayat tersebut ditemukan, menunjukkan bahwa korban memang tenggelam di sungai tersebut (Horton *et al.*, 2006). Kasus lain pada penelitian yang dilakukan oleh Malik *et al.* (2013) adalah pada kasus ditemukannya mayat laki-laki berumur 30 tahun di sebuah kanal di Haryana, India. Setelah dilakukan penyelidikan, ditemukan adanya dua spesies diatom, yaitu *Cymbella ventricosa* dan *Cocconeis placentula*. Kedua spesies tersebut memiliki kecocokan dengan salah satu dari dua stasiun yang dicurigai sebagai tempat tenggelamnya korban di sepanjang kanal tersebut, dimana stasiun tersebut terletak jauh dari tempat ditemukannya korban. Menurut Rohn and Frade (2006), informasi ini dapat digunakan sebagai bukti dalam mendukung investigasi kasus-kasus tersebut.

Di pulau Bali terdapat berbagai perairan yaitu danau yang memiliki lingkungan yang berbeda seperti antara

Danau Batur di Kintamani dan tiga danau di kawasan Bedugul yaitu Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan (Watanabe *et al.*, 2010). Demikian juga terdapat banyak sungai yang mengalir ke sisi selatan dan utara pulau Bali yang memiliki perbedaan kondisi lingkungan. Perbedaan kondisi antar sungai dipengaruhi oleh perbedaan kedalaman airnya, sempit dan lebarnya sungai serta sedimennya (Mulyanto, 2009). Jenis perairan lainnya adalah estuari dan laut yang ada di sekeliling pulau Bali. Perbedaan lingkungan jenis perairan tentunya akan mendukung kehidupan spesies diatom yang berbeda, sehingga pada jenis perairan berbeda memungkinkan ditemukan spesies diatom yang berbeda pula (Oktavianingsih dan Oktavia, 2009).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian tentang diatom sebagai pendukung untuk mengungkap kasus kematian dengan tempat kejadian perkara (TKP) yang berkaitan dengan macam-macam perairan, sangat perlu untuk dilakukan, mengingat terbatasnya data mengenai spesies-spesies diatom yang ada di berbagai perairan di Bali. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi spesies diatom yang terdapat pada beberapa perairan di Bali.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai *database* dalam forensik untuk kepentingan investigasi dan analisis lokasi terjadinya kematian seseorang yang patut diduga akibat tindak pidana pembunuhan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesies diatom yang ada di Sungai Unda, Sungai Badung, Danau Beratan, Estuari dan Laut Padang Galak, untuk kepentingan forensik.

## **MATERI DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di empat jenis perairan yang berbeda, yaitu Sungai Unda yang terletak di Kabupaten Klungkung, Sungai Badung yang terletak di Kota Denpasar, Danau Beratan yang terletak di Kabupaten Tabanan, serta estuari dan laut Padang Galak yang terletak di Kota Denpasar. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari hingga Maret 2014.

Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 10.00 WITA sampai 14.00 WITA. Pengambilan air untuk daerah sungai dan estuari dilakukan di bagian tepi dan tengah

sungai yang dikompositkan menjadi satu. Pengambilan air di danau dilakukan di tiga titik, yaitu tepi danau, daerah tengah danau bagian permukaan, dan daerah tengah danau kedalaman 2 meter. sedangkan untuk laut dilakukan di satu titik dengan jarak antara 1-3 meter dari bibir pantai.

Pengambilan air di sungai, tepi danau, daerah tengah danau bagian permukaan, estuari, dan laut, dilakukan dengan menggunakan ember 5 liter, kemudian di tuang ke dalam *plankton net*. Pengambilan air untuk daerah tengah danau dengan kedalaman 2 meter, dilakukan dengan menggunakan pipa berukuran 1,5 dm, dengan panjang 2 meter. Salah satu ujung pipa ditempel dengan keran. Pipa dimasukkan secara vertikal ke dalam air hingga mencapai batas 2 meter, dengan ujung pipa yang berisi keran berada di atas, kemudian keran diputar hingga pipa terisi penuh dengan air. Kemudian air yang telah tertampung di dalam pipa dituang ke dalam *plankton net*. Pengambilan air dilakukan sampai mencapai volume 50 liter. Diatom yang diperoleh dari hasil penyaringan kemudian ditetesi 20 tetes larutan fiksatif lugol.

Sampel air yang diambil disaring dengan *plankton net*. *Plankton net* dibuat

dengan menggunakan kain *screen* dengan ukuran lubang 80,5 x 80,5  $\mu\text{m}$ , dan pada bagian ujungnya diikatkan pada botol berukuran 25 ml yang digunakan untuk menampung diatom.

Pengamatan dilakukan dengan mengaduk botol sampel, kemudian sampel diambil dengan menggunakan pipet tetes dan diteteskkan di atas kaca objek sebanyak satu tetes yang memiliki volume 0,04 ml. Setelah itu, diamati di bawah mikroskop cahaya *Polarizing Binocular JP.Selecta, Spain/206*, dengan perbesaran 10x40. Pengamatan yang diulang sebanyak sepuluh kali.

Jumlah diatom yang didapat dari sepuluh kali pengamatan kemudian dihitung dengan cara:

$$\frac{\text{Volume air pada botol}}{\text{Volume air yang diamati}} \times \text{Jumlah diatom}$$

---

$$\text{Volume air terambil}$$

Identifikasi spesies diatom dilakukan dengan membandingkan diatom yang ditemukan dengan acuan dari Hasle *et al.*, (1996), Taylor *et al.*, (2007), dan Bellinger and Sigeo (2010).

## HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari lima jenis perairan, ditemukan sebanyak 60 spesies diatom yang

termasuk ke dalam 1 kelas, 2 ordo, 23 famili, dan 26 genus. Sebanyak 20 spesies ditemukan di Sungai Unda, 14 spesies di Sungai Badung, 6 spesies di Danau Beratan, 17 spesies di estuari Padang Galak, dan 20 spesies di laut Padang Galak.

Enam puluh spesies yang didapat pada penelitian ini, ada 13 spesies yang *overlap* yaitu 5 spesies *overlap* antara spesies danau dengan spesies sungai, 7 spesies *overlap* antara spesies sungai dengan spesies estuari, dan 1 spesies *overlap* antara spesies estuari dengan spesies laut. Jadi, spesies diatom yang tidak *overlap* pada masing-masing lokasi penelitian terdiri dari 12 spesies Sungai Unda, 5 spesies Sungai Badung, 1 spesies Danau Beratan, 9 spesies Estuari Padang Galak, dan 19 spesies Laut

Padang Galak. Spesies diatom dan jumlah sel pada masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Setiap lokasi penelitian memiliki beberapa spesies diatom yang tidak ditemukan di lokasi penelitian lain sehingga menjadi ciri khas. Namun, diantara spesies yang khas terdapat satu spesies diatom yang paling banyak ditemukan karena lebih banyak jumlahnya diantara spesies khas yang lain. Spesies khas yang banyak ditemukan pada masing-masing lokasi nantinya dapat digunakan sebagai petunjuk dalam menginvestigasi tempat kematian akibat tenggelam. Spesies khas yang paling banyak ditemukan diantara spesies khas lainnya pada masing-masing lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Spesies diatom dan jumlah sel yang ditemukan pada masing-masing lokasi penelitian/Liter air

No	Nama Spesies	Lokasi				
		Sungai Unda	Sungai Badung	Danau Beratan	Estuari Padang Galak	Laut Padang Galak
1.	<i>Amphora</i> sp. 1	4	0	0	0	0
2.	<i>Amphora</i> sp. 2	1	0	0	0	0
3.	<i>Amphora</i> sp. 3	1	0	0	0	0
4.	<i>Amphora</i> sp. 4	0	0	0	1	0
5.	<i>Asterolampra</i> sp.	0	0	0	0	1
6.	<i>Biddulphia</i> sp.	0	0	0	0	28
7.	<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	0	6
8.	<i>Cocconeis</i> sp. 1	4	0	0	0	0
9.	<i>Cocconeis</i> sp. 2*	0	0	0	0	143
10.	<i>Cocconeis</i> sp. 3	0	1	0	0	0
11.	<i>Cocconeis</i> sp. 4	0	1	1	0	0
12.	<i>Cyclotella</i> sp.*	0	0	0	5	0

13.	<i>Cymbella</i> sp. 1	1	0	0	0	0
14.	<i>Cymbella</i> sp. 2	1	0	0	0	0
15.	<i>Cymbella</i> sp. 3*	0	0	23	0	0
16.	<i>Diatoma</i> sp. 1	0	0	0	1	0
17.	<i>Diatoma</i> sp. 2	4	0	0	0	0
18.	<i>Ephemera</i> sp.	0	0	0	0	1
19.	<i>Fragilaria</i> sp. 1*	9	0	0	0	0
20.	<i>Fragilaria</i> sp. 2	0	0	0	0	4
21.	<i>Fragilaria</i> sp. 3	3	0	0	0	0
22.	<i>Frustulia</i> sp.	0	0	0	1	0
23.	<i>Gomphonema</i> sp. 1	0	1	0	0	0
24.	<i>Gomphonema</i> sp. 2	4	39	0	3	0
25.	<i>Gomphonema</i> sp. 3*	0	4	0	0	0
26.	<i>Hyalodiscus</i> sp.	0	0	0	1	0
27.	<i>Licmophora</i> sp. 1	0	0	0	0	4
28.	<i>Licmophora</i> sp. 2	0	0	0	0	11
29.	<i>Licmophora</i> sp. 3	0	0	0	0	4
30.	<i>Mastogloia</i> sp.	0	0	0	0	10
31.	<i>Melosira</i> sp.	0	0	0	0	4
32.	<i>Navicula</i> sp. 1	0	3	0	0	0
33.	<i>Navicula</i> sp. 2	1	0	26	0	0
34.	<i>Navicula</i> sp. 3	0	3	4	0	0
35.	<i>Navicula</i> sp. 4	8	0	0	9	0
36.	<i>Navicula</i> sp. 5	1	1	0	4	0
37.	<i>Navicula</i> sp.6	0	5	0	3	0
38.	<i>Navicula</i> sp. 7	0	25	97	0	0
39.	<i>Navicula</i> sp. 8	0	0	4	0	0
40.	<i>Navicula</i> sp. 9	0	0	0	0	11
41.	<i>Navicula</i> sp. 10	0	0	0	0	10
42.	<i>Navicula</i> sp. 11	3	5	0	13	0
43.	<i>Navicula</i> sp. 12	6	0	0	0	0
44.	<i>Neidium</i> sp.	3	0	0	0	0
45.	<i>Nitzschia</i> sp. 1	0	0	0	1	0
46.	<i>Nitzschia</i> sp. 2	0	0	0	0	1
47.	<i>Nitzschia</i> sp. 3	3	23	0	29	0
48.	<i>Pinnularia</i> sp.	0	0	0	3	0
49.	<i>Pleurosigma</i> sp.	0	0	0	4	5
50.	<i>Stictodiscus</i> sp.	0	0	0	1	0
51.	<i>Surirella</i> sp.	0	3	0	0	0
52.	<i>Synedra</i> sp. 1	1	0	0	0	0
53.	<i>Synedra</i> sp. 2	1	0	0	1	0
54.	<i>Synedra</i> sp. 3	0	0	0	0	9
55.	<i>Synedra</i> sp. 4	0	0	0	0	4
56.	<i>Synedra</i> sp. 5	274	16	0	0	0
57.	<i>Tabellaria</i> sp. 1	0	0	0	0	28
58.	<i>Tabellaria</i> sp. 2	0	0	0	0	29
59.	<i>Thalassionema</i> sp. 1	0	0	0	0	4
60.	<i>Thalassionema</i> sp. 2	0	0	0	1	0

Keterangan: \*= Spesies khas pada masing-masing lokasi penelitian



**Gambar 1.** Spesies khas yang paling banyak dan hanya ditemukan pada masing-masing lokasi penelitian. A. *Fragilaria* sp. 1 (panjang 23  $\mu\text{m}$ , lebar 4,6  $\mu\text{m}$ ), B. *Gomphonema* sp. 3 (panjang 20,7  $\mu\text{m}$ , lebar 9,2  $\mu\text{m}$ ), C. *Cymbella* sp. 3 (panjang 46  $\mu\text{m}$ , lebar 13,8  $\mu\text{m}$ ), D. *Cyclotella* sp. (diameter 18,4  $\mu\text{m}$ ), E. *Cocconeis* sp. 2 (panjang 27,6  $\mu\text{m}$ , lebar 13,8  $\mu\text{m}$ ).

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, 60 spesies diatom yang ditemukan di kelima lokasi penelitian termasuk ke dalam Kelas Bacillariophyceae. Kelas Bacillariophyceae merupakan kelompok alga yang memiliki kromatofor berwarna kuning-cokelat (Nontji, 2008). Ciri khas dari kelas ini terletak pada cangkangnya yang berwarna bening dan terbuat dari silika. Kerangka silikanya disebut dengan frustul yang terdiri dari dua katup (Sasidharan and Resmi, 2014). Kelas Bacillariophyceae terdiri dari dua ordo, yaitu Ordo Centrales yang memiliki ciri bentuk sel simetri radial atau bulat, dan Ordo Pennales yang memiliki ciri bentuk sel simetri bilateral atau lonjong

(Nontji, 2008). Beberapa genus dari Ordo Centrales yang ditemukan dari penelitian ini yaitu genus *Amphora*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Ephemera*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gomphonema*, *Licmophora*, *Mastogloia*, *Navicula*, *Neidium*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Pleurosigma*, *Surirella*, *Synedra*, *Tabellaria* dan *Thalassionema*. Beberapa genus dari Ordo Pennales yang ditemukan yaitu *Asterolampra*, *Biddulphia*, *Chaetoceros*, *Cyclotella*, *Hyalodiscus*, *Melosira*, dan *Stictodiscus*.

Pada penelitian ini, dari enampuluh spesies yang ditemukan dari semua lokasi penelitian, terdapat satu spesies khas yang memiliki jumlah paling banyak dan hanya ditemukan di lokasi tersebut saja, yaitu

*Fragilaria* sp. 1 di Sungai Unda, *Gomphonema* sp. 3 di Sungai Badung, *Cymbella* sp. 3 di Danau Beratan, *Cyclotella* sp. di Estuari Padang Galak, dan *Cocconeis* sp. 2 di Laut Padang Galak. Spesies khas yang ada di perairan tersebut dapat dijadikan penciri dari suatu perairan. Menurut Horton *et al.* (2006) dan Punia (2011), spesies diatom yang khas di suatu perairan dapat digunakan untuk membantu dalam mengungkap lokasi kematian atau Tempat Kejadian Perkara (TKP) dari kasus kematian yang disebabkan karena tenggelam.

Ketika seseorang tenggelam, secara bersamaan air dan benda-benda lain khususnya diatom yang ada di perairan tersebut akan masuk ke dalam tubuh, terutama sistem pernafasan (Piette and Letter, 2006; Verma, 2013). Menurut Yuniaryaningsih (2012) dan Sasidharan and Resmi (2014) seseorang yang tenggelam akan berusaha untuk tetap bernafas. Usaha yang dilakukan tersebut selain akan menimbulkan kelelahan pada korban, juga akan menyebabkan air semakin banyak masuk ke dalam tubuh. Masuknya air secara terus menerus akan menyebabkan terganggunya sistem pernafasan sehingga korban akan mengalami kehilangan kesadaran, kejang, dan berakhir pada

kegagalan fungsi jantung. Menurut Piette and Letter (2006) dan Verma (2013), semakin banyak jumlah diatom yang ada di suatu perairan, maka semakin besar peluang diatom terhirup oleh korban, sehingga hal tersebut dapat memudahkan ahli forensik dalam melakukan investigasi suatu kasus kematian yang terjadi akibat tenggelam.

Data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Yuniaryaningsih (2012) di RSUP Sanglah Bali, ahli forensik di RSUP Sanglah menginvestigasi jaringan serta cairan yang terdapat dalam paru-paru pada korban yang diduga mati akibat tenggelam untuk pemeriksaan mikroskopik. Pemeriksaan mikroskopik dilakukan untuk mengetahui masuknya benda-benda asing yang mungkin ditemukan seperti pasir, alga, khususnya diatom yang dapat menembus sistem sirkulasi melalui difusi dan osmosis menuju ke pembuluh darah.

Apabila jantung korban masih berdenyut pada saat tenggelam, diatom yang telah masuk ke dalam pembuluh darah dapat tersalurkan ke organ-organ lain (Singh *et al.*, 2006). Menurut Rohn and Frade (2006) dan Gunatilake and Gooneratne (2010), diatom yang berada di dalam tubuh korban tidak hanya dapat ditemukan di organ paru-paru saja, namun diatom juga dapat ditemukan di

organ lain, seperti jantung, hingga ke sumsum tulang, hati, limpa, ginjal, dan bahkan jaringan otak.

Menurut Wilianto (2012), spesies yang termasuk ke dalam genus *Fragilaria*, yaitu *Fragilaria brevistriata* umumnya ditemukan pada organ paru-paru, dan spesies *Fragilaria ulna* var. *acus* umumnya ditemukan pada organ hati. Spesies yang termasuk ke dalam genus *Gomphonema*, yaitu *Gomphonema minutum* umumnya ditemukan pada usus halus, dan spesies *Gomphonema pumilum* umumnya ditemukan pada duodenum. Spesies yang termasuk ke dalam genus *Cyclotella*, yaitu *Cyclotella cyclopuncta* umumnya ditemukan pada organ paru-paru dan usus halus, dan spesies *Cyclotella comensis* umumnya ditemukan pada duodenum. Spesies yang termasuk ke dalam genus *Cocconeis*, yaitu *Cocconeis placentula* umumnya ditemukan pada organ hati. Menurut Malik *et al.* (2013), dari kasus mayat wanita yang ditemukan di sebuah kanal di Haryana, India, menemukan spesies diatom dari genus *Cymbella*, yaitu spesies *Cymbella cymbiformis* pada ekstraksi dari tulang dada, tulang selangka, tulang paha, dan paru-paru.

Informasi mengenai spesies diatom yang khas di suatu perairan akan sangat

bermanfaat untuk kepentingan forensik, karena akan memudahkan dalam proses investigasi suatu kasus yang berhubungan dengan perairan. Seperti pada spesies-spesies diatom di perairan tawar yang tidak ditemukan di perairan laut, begitupula sebaliknya. Hal tersebut tentu dapat membantu dalam menginvestigasi lokasi kematian korban. Oleh karena itu, penelitian tentang diatom di semua jenis perairan yang ada di Bali sangat perlu untuk diteliti.

## SIMPULAN

Spesies diatom yang ditemukan adalah 60 spesies. Spesies yang khas dan paling banyak ditemukan di Sungai Unda adalah *Fragilaria* sp. 1, di Sungai Badung adalah *Gomphonema* sp. 3, di Danau Beratan adalah *Cymbella* sp. 3, di Estuari Padang Galak adalah *Cyclotella* sp., dan di Laut Padang Galak adalah *Cocconeis* sp. 2.

## KEPUSTAKAAN

- Astuti, R. A., P. T. Imanto, dan G. S. Sumiarsa. 2012. Kelimpahan Beberapa Jenis Mikroalga Diatom di Perairan Pulau Gumilamo-Magaliho, Halmahera Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(1): 97-106.
- Bellinger, E G., and D. C. Sigeo. 2010. *Freshwater Algae: Identification and*

- Use as Bioindicators.* Wiley-Blackwell. United Kingdom.
- Gunatilake, P. G. L., and I. Gooneratne. 2010. Drowning Associated Diatoms in Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Forensic Medicine, Science, and Law.* **1**(2): 23-24.
- Hasle, G. R., E. E. Syvertsen, K. A. Steidinger, K. Tangen, and C. R. Tomas. 1996. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates.* Academic Press. California.
- Horton, B. P., S. Boreham, and C. Hillier. 2006. The Development and Application of a Diatom Based Quantitative Reconstruction Technique in Forensic Science. *Journal of Forensic Science.* **51**(3): 643-650.
- Malik, M. J., P. Jakhar, and A. Kadian. 2013. Role of Diatoms in Forensic Investigations: Case Study from Haryana. *International Journal of Forensic Science and Pathology.* **1**(3): 1-3.
- Mulyanto, H. R. 2006. *Sungai, Fungsi, dan Sifat-Sifatnya.* Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut.* LIPI Press. Jakarta.
- Oktavianingsih, L., dan T. Oktaviana. 2009. Identifikasi Fitoplankton di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS). *Bioprospek.* **6**(2): 1-6.
- Peabody, A. J., and N. G. Cameron. 2010. *The Diatoms Applications for the Environment and Earth Sciences, Second Edition.* Cambridge University Press. United Kingdom.
- Piette, M. H. A., and E. A. D. Letter. 2006. Drowning: Still a difficult autopsy diagnosis. *Forensic Science International.* **163**: 1-9.
- Punia, R. K. 2011. Case Report, Diatoms: Role in Drowning. *J Indian Acad Forensic Med.* **33**(2): 184-186.
- Rohn, E. J., and P. D. Frade. 2006. The role of Diatoms in medico-legal investigations II: a case for the development and testing of new modalities applicable to the diatom test for drowning. *American College of Forensic Examiners.* **15**(4).
- Sasidharan, A., and Resmi. 2014. Forensic Diatomology. *Health Sciences.* **1**(3): 1-16.
- Singh, R., R. Singh, S. Kumar, and M. K. Thakar. 2006. Forensic Analysis of Diatoms-A Review. *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology.* **7**(2).
- Taylor, J. C., W. R. Harding, and C. G. M. Archibald. 2007. *An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa.* Water Research Commission Pretoria. South Africa.
- Verma, K. 2013. Role of Diatoms in the World of Forensic Science. *J Forensic Res.* **4**(2): 1-4.
- Watanabe, K., T. Yamanaka, A. Harijoko, C. Saitra, and I W. Warmada. 2010. Caldera Activities in North Bali, Indonesia. *J. SE Asian Appl. Geol.* **2**(3): 283-290.

Wilianto, W. 2012. Pemeriksaan Diatom pada Korban Diduga Tenggelam (Review). *Jurnal Kedokteran Forensik Indonesia*. **14**(3): 39-46.

Yuniaryaningsih, I. A. 2012. Pemeriksaan Mikroskopik Getah Paru Pada Jenasah yang Diduga Tenggelam di RSUP Sanglah Tahun 2010. *E Jurnal Medica Udayana*. **1**(1).