

## Identifikasi Mikroalga Epilitik di Kawasan Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta

Efri Roziaty<sup>1\*</sup>, Nur Fatimah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: er375@ums.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan di Kawasan Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis alga epilitik apa saja yang terdapat di wilayah Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta. Penelitian menggunakan metode *Purposive Sampling* dalam menentukan titik-titik lokasi pengambilan sampel yang selanjutnya dinamakan stasiun. Pengambilan sampel dilakukan di 5 titik stasiun di sepanjang pantai. Di masing-masing stasiun di tentukan 2 sub stasiun sebagai ulangan. Di dapatkan sebanyak 5 spesies dari Kelas *Bacillariophyceae* dan *Cyanophyceae*. Untuk Kelas *Bacillariophyceae* ditemukan *Nitzschia* sp., *Surirella comis*, *Navicula cincta*, *Navicula* sp. Mikroalga ditemukan pada perairan di wilayah perairan laut.

**Kata kunci :** Mikroalga, alga epilitik, Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta

### ABSTRACT

Research conducted in the coastal area along Gunung Kidul Jogjakarta on May until June 2018 . This study aimed to determine what types of epilytic algae are found in the coastal area along Gunung Kidul Jogjakarta. The study used *Purposive Sampling method* in determining the points of the sampling location which is then called the station. Sampling was carried out at 5 stations points along the coast. At each station divided into 2 sub-stations are designated as replications. There were 5 species from the *Bacillariophyceae* and *Cyanophyceae* classes. For *Bacillariophyceae* class found *Nitzschia* sp., *Surirella comis*, *Navicula cincta*, *Navicula* sp. Microalgae is found in waters in the marine waters.

**Keywords :** Microalgae, epilytic algae, Sepanjang Beach Gunung Kidul Jogjakarta

@ Copyright © 2018 Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. All Right Reserve

### Pendahuluan

Mikroalga adalah salah satu kelompok mikroorganisme yang terkategori tumbuhan, termasuk kelompok Protista eukariotik yang melakukan fotosintetik dengan penyebaran yang sangat luas. Kelompok ini merupakan kelompok organisme autotrof di wilayah perairan walaupun

ada pula yang hidup di tanah. Mikroalga merupakan sumber beberapa senyawa bioaktif seperti polimer, peptida, asam lemak, karotenoid, toksin dan sterol. Ada tiga kelas utama alga yaitu Chlorophyceae (alga hijau), diatom (Bacillariophyceae), dan alga kersik (golden brown algae) (Chrisophyceae), dan mikroalga Cyanophyceae (alga hijau

biru), contoh *Spirulina* (*Arthrospira platensis* dan *Arthrospira maxima*). Beberapa penelitian menyatakan bahwa mikroalga merupakan fitoplankton (Abubakar, Mutie, & Kenya, 2011).

Selain itu, dalam kelompok ini juga termasuk Cyanobacteria prokariotik (alga hijau biru) (Singh & Saxena, 2015). Mikroorganisme ini berkontribusi pada mekanisme fotosintetik global di permukaan bumi karena keterlibatan mikroba tersebut pada rantai makanan terutama di wilayah perairan baik perairan tawar dan laut. Umumnya, mikroalga merupakan produsen dan dimakan oleh ikan – ikan herbivora (Abubakar, Mutie, & Kenya, 2011).

Cyanobacteria bentik dan alga (khususnya diatom) adalah produsen primer di wilayah yang memiliki arus deras, hal itu disebabkan karena plankton umumnya jarang terdapat di wilayah yang berarus deras sehingga wilayah tersebut didominasi oleh alga bentik (Canani, Torgan, & Menezes, 2010). Alga bentik memenuhi kebutuhan rantai makanan karena berperan sebagai produsen.

Alga diklasifikasikan ke dalam kelompok – kelompok besar berdasarkan atas pigmen warna yang dikandung, produk simpanan dalam tubuhnya, dan keragaman ultrastruktur yang dimiliki. Diperkirakan sekitar 200.000 spesies mikroalga yang ada di dunia khususnya di perairan, sebagian besar menempati permukaan perairan dan sedikit di zona fotik.

Mikroalga memiliki banyak manfaat selain sebagai komponen dalam ekosistem. Mikroalga adalah sebagai bioindikator kualitas lingkungan khususnya lingkungan perairan, dan darat yaitu tanah. Diketahui ada sekitar empat kelompok alga yang berbeda yang terdapat di tanah yaitu chlorophyta (alga hijau), cyanobacteria (alga hijau biru), xanthophyta (alga hijau kuning) dan

bacillariophyta (diatom) (Heger, Straub, & Mitchell, 2012).

Mikroalga berpotensi sebagai biofuel (bahan bakar hayati) (Christi, 2007) dan berbagai jenis obat. Pemanfaatan mikroalga sebagai pengembangan bioteknologi telah banyak dilakukan yaitu sebagai bioteknologi bahan laut (marine biotechnology) khususnya dalam peningkatan biomassa mikroalga (Barra, Chandrasekaran, Corato, & Brunet, 2014).

### 1. Objek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis – jenis mikroalga epilitik apa saja yang terdapat di wilayah Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta Jawa Tengah.

### 2. Material dan Metode Area Studi

Penelitian dilakukan di wilayah Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta. Penelitian dilakukan di pantai dengan membuat lima titik yang tersebar di pantai Sepanjang, titik – titik tersebut dinamakan Stasiun. Dari kelima stasiun tersebut dibuat sebanyak 3 sub stasiun sebagai ulangan. Ke lima titik ini selanjutnya diambil koordinatnya dengan menggunakan GPS (Abubakar, Mutie, & Kenya, 2011). Penelitian di lapangan dilakukan pada Bulan Maret – Oktober 2018. Pengambilan sampel ke lapangan dilakukan pada Bulan Mei – Juni 2018.

### 3. Koleksi sampel alga epilitik

Koleksi sampel mikroalga epilitik adalah dengan mengambil beberapa batuan di pantai yang terkena pengaruh pasang surut air laut lalu menggosok – gosokan permukaan batu menggunakan sikat yang lembut lalu disiram dengan akuades. Air siraman ditampung di dalam botol untuk dianalisis dan diidentifikasi di laboratorium. Sebelumnya, dipastikan

bahwa permukaan batuan steril. Dan sampel yang diambil juga dimasukkan ke dalam wadah yang steril. Masing – masing kantong sampel disimpan secara aseptik dan didinginkan pada suhu sekitar 20 – 25 °C dalam lemari es.

Pengukuran faktor – faktor abiotik juga dilakukan misalnya pH air laut, suhu dan kelembaban air dan atmosfer. Sampel diambil lalu diuji di laboratorium mengenai spesies mikroalga yang menempel pada batuan (epilitik microlagae). Jenis mikroalga yang didapat diamatik di bawah mikroskop lalu diidentifikasi.

### Hasil dan pembahasan Identifikasi Alga Epilitik

Hasil penelitian tentang keanekaragaman alga epilitik di Pantai Sepanjang Desa Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2018 adalah sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis-Jenis Alga Epilitik di Pantai Sepanjang Desa Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Jenis	Stasiun				
		1	2	3	4	5
	<b>Kelas Bacillariophyceae</b>					
1	<i>Nitzschia</i> sp.	√	√	√	√	√
2	<i>Surirella comis</i>	-	√	-	√	-
3	<i>Navicula cincta</i>	-	√	√	-	-
4	<i>Navicula</i> sp.	-	√	√	-	-
	<b>Cyanophyceae</b>					
5	<i>Stigonema</i> sp.	√	√	√	√	-
Jumlah total spesies yang ditemukan		15				

Keterangan : (√) ditemukan, (-) tidak ditemukan

Genus *Nitzschia* sp. ditemukan di semua stasiun penelitian di Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta. *Nitzschia* sp. tidak hanya ditemukan di wilayah laut akan tetapi juga di temukan di perairan tawar (Scheggia, et al., 2008). *Surirella comis* adalah merupakan

jenis mikroalga epilitik yang jarang ditemui, karena penyebaran cukup sempit. Selain menempati habitat air laut juga menempati air tawar khususnya sungai yang terkena pengaruh pemukiman (Cocqyut & Taylor, 2015).

Deskripsi spesies yang ditemukan di Pantai Sepanjang Desa Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

a. *Nitzschia* sp.

*Nitzschia* sp. merupakan genus besar yang sel-selnya berbentuk elips, sempit linier, berbentuk spindle atau sigmoid. Pada beberapa spesies pusat katup sedikit menyempit. Sel panjang 20-250 µm dan lebar 4,5 – 16 µm. Sel bersifat soliter dan mungkin bentik atau planktonik. Genus ini sangat umum ditemukan diberbagai tipe perairan misalnya air tawar atau laut.

Deskripsi spesies yang ditemukan di Pantai Sepanjang Desa Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Tabel 2. Klasifikasi Alga Epilitik Yang Ditemukan di Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta

No	Nama Spesies	Klasifikasi
1	<i>Nitzschia</i> sp.	Divisi : Ocrophyta Classis: Bacillariophyceae Ordo : Bacillariales Family : Bacillariaceae Genus : <i>Nitzschia</i> Spesies : <i>Nitzschia</i> sp. (www.marinespecies.org)
		Kunci Determinasi : 126a, 127b, 139, 144b, 145b, 147b, 148b, 151b, 152b, 153b, 154b, 155b, 157b, 165b, 166b, 167b, 170b, 176b, 191b, 192a ... Genus <i>Nitzschia</i>
2	<i>Surirella comis</i>	Divisi : Bacillariophyta Classis : Bacillariophyceae Ordo : Surirellales Family : Surirellaceae Genus : <i>Surirella</i> Spesies : <i>Surirella comis</i> (http://eol.org)
		Kunci Determinasi : 126a, 127b, 139b, 144b, 145b, 147b, 148b, 151b, 152b, 153b, 154b, 1551, 156a . . . . Genus <i>Surirella</i>
3	<i>Navicula cincta</i>	Divisi : Ochrophyta Classis : Bacillariophyceae

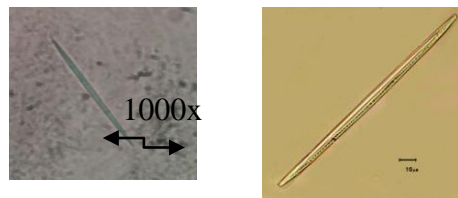
		Ordo : Naviculales Family : Naviculaceae Genus : Navicula Spesie : <i>Navicula cincta</i> (www.algaebase.org)
		Kunci Determinasi 1226a, 127b, 139b, 144b, 145b, 147b, 148b, 151b, 152b, 153b, 154b, 155b, 157b, 165b, 166b, 167b, 167b, 170b, 176b, 191b, 192b, 193b, 195b, 196b, 198b, 199b, 200b, 201b . . . . . Genus Navicula
4	<i>Navicula</i> sp.	Divisi : Ochrophyta Classis : Bacillariophyceae Ordo : Naviculales Family : Naviculaceae Genus : Navicula Spesie : <i>Navicula</i> sp. (www.algaebase.org)
		Kunci Determinasi 1226a, 127b, 139b, 144b, 145b, 147b, 148b, 151b, 152b, 153b, 154b, 155b, 157b, 165b, 166b, 167b, 167b, 170b, 176b, 191b, 192b, 193b, 195b, 196b, 198b, 199b, 200b, 201b . . . . . Genus Navicula
5	<i>Stigonema</i> sp.	Divisi : Cyanobacteria Classis : Cyanophyceae Ordo : Nostocales Family : Stigonemataceae Genus : Stigonema Spesie : <i>Stigonema</i> sp. (www.algaebase.org)
		Kunci Determinasi : 1b, 3a, 4b, 43b . . . Genus Stigonema

b. *Nitzschia* sp.

*Nitzschia* sp. merupakan genus besar yang sel-selnya berbentuk elips, sempit linier, berbentuk spindle atau sigmoid. Pada beberapa spesies pusat katup sedikit menyempit. Sel panjang 20-250 µm dan lebar 4,5 – 16 µm. Sel bersifat soliter dan mungkin bentik atau planktonik. Genus ini sangat umum ditemukan diberbagai tipe perairan misalnya air tawar atau laut.

*Nitzschia* sp. didapati cukup dominan pada sampel hal ini disebabkan karena *Nitzschia* sp. adalah mikroalga yang toleran sehingga distribusinya luas. *Nitzschia* sp. merupakan salah satu kelompok diatom yang paling banyak jumlahnya dalam kelompok fitoplankton. Penyebaran yang luas,

dapat ditemukan di perairan laut maupun tawar (Gambar 1) (Scheggia, et al., 2008).

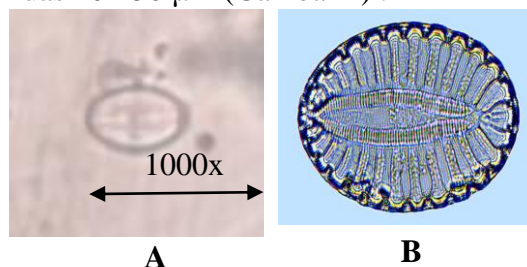


Gambar 1. *Nitzschia* sp. (A) dokumentasi pribadi (B)www.nordicmicroalgae.org

Habitat *Nitzschia* sp. tidak hanya di wilayah periran tropis akan tetapi di wilayah kutub dengan suhu antara -1 – 2 °C bahkan paling tinggi sekitar 8 °C, *Nitzschia* sp. merupakan salah satu diatom masih mampu tumbuh dan berkembang akan tetapi mengalami banyak pengurangan dalam fungsi 0 fungsi vital (Schlie & Karsten, 2016).

c. *Surirella comis*

Taksa *Surirella* merupakan salah satu taksa dalam mikroalga khususnya diatom yang telah dikenal luas. Ukuran sel cukup besar. *Surirella comis* memiliki panjang tubuh 20-400 µm dan luas 10-150 µm (Gambar 2).



Gambar 2. *Surirella comis* (A) dokumentasi pribadi (B) www.diatomloir.eu

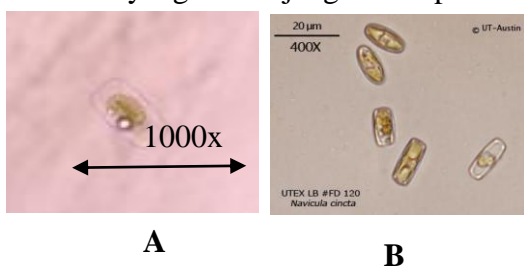
*Surirella comis* memiliki ujung yang membulat sampai ke ujung yang mungkin iso atau heteropolar. Raphe berjalan di sekitar margin sel. Ada dua kloroplas besar berbentuk lobop dan seperti piring. Genus ini tersebar luas melekat pada sedimen atau batuan. Beberapa spesies ditemukan di habitat payau dan laut.

Saat ini distribusi taksa *Surirella* termasuk ke dalam taksa dengan distribusi yang luas, memiliki sekitar 55 taksa dengan karakteristik khas bahkan endemik, umumnya bersifat planktonik di wilayah perairan khususnya danau – danau di Afrika Timur (Jahn, Kusber, & Cocquyt, 2017).

d. *Navicula cincta*

Anggota kelompok ini memiliki panjang 17-27  $\mu\text{m}$  dan luas 4,0 – 5,6  $\mu\text{m}$ . Memiliki katup linier- elips (Gambar 3). *Navicula cincta* ditemukan tersebar luas dan berlimpah pada perairan sungai dan laut.

*Navicula* sp. merupakan kelompok mikroalga epilitik yang penyebarannya cukup luas. Di wilayah perairan Arab Saudi kelimpahan mikroalga epilitik akan meningkat pada musim semi sekitar 27 % dibandingkan dengan musim dingin yaitu hanya sekitar 15 %, hal ini disebabkan karena pertumbuhan dan perkembangan mikroalga epilitik sangat dipengaruhi kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, selain itu geologis, cara makan, keterbatasan sumber daya alam, gangguan habitat dan ketersediaan makanan yang menunjang kehidupan.



Gambar 3. . *Navicula cincta* (A) dokumentasi pribadi (B) utex.org

Konsentrasi pencemaran yang berasal dari material anorganik, misalnya, oksida nitrogen juga memberikan tekanan dalam pertumbuhan mikroalga epilitik. Kombinasi antara suhu dan senyawa seperti (N,P dan K) mempengaruhi

mekanisme adaptasi pada diatom (Al-Harbi, 2017).

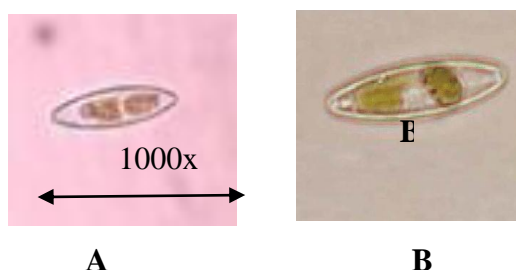
e. *Navicula* sp.

Genus *Navicula* merupakan alga yang berbentuk menyerupai kapal (Gambar 4). Kelompok ini mampu melakukan fotosintesis dan merupakan makhluk eukariotik. *Navicula* merupakan bentuk diatom yang memiliki banyak.

*Navicula* sp. tidak hanya ditemukan di wilayah perairan tropis tapi juga di wilayah kutub dengan kondisi beku sepanjang tahun pada kisaran suhu sekitar 1,8 – 2 °C di laut antartika. Terbukti bahwa spesies *Navicula* memiliki toleransi ketahanan tinggi dalam suhu dan salinitas yang ekstrim (Schlie & Karsten, 2016).

Spesies *Navicula* yang hidup di wilayah panas memiliki mekanisme yang toleran terhadap suhu yang lebih tinggi (thermohaline). Akan tetapi pada suhu tinggi *Navicula* akan mengalami hambatan dalam pertumbuhan normalnya. Suhu optimum dalam pertumbuhan *Navicula* adalah antara 20 – 25 °C, suhu tersebut masih dalam kisaran suhu normal pada wilayah tropik.

Spesies *Navicula* memiliki peran penting dalam rantai makanan karena mereka memberikan makanan pokok untuk banyak spesies akuatik. Genus *navicula* banyak ditemukan di perairan tawar maupun laut.



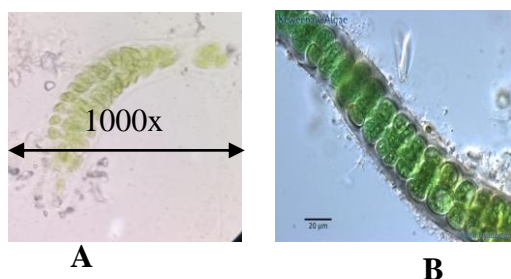
Gambar 4. *Navicula* sp. (A) dokumentasi pribadi (B) utex.org

f. *Stigonema* sp.

*Stigonema* sp. dikenal sebagai mikroorganisme yang berambut (*hairy*)

*microorganism*) yang dinamakan trikoma yang sangat tipis, bentuk tubuh tidak seragam, berukuran sekitar 8 - 22  $\mu\text{m}$ , berwarna hijau terang hingga hijau gelap, dikotom bercabang bahkan kadang – kadang memiliki kaki semu, memiliki filamen, tebal, tidak berlamela, dinding sel sangat tipis. Ditemukan di wilayah tropis. Habitat di tempat lembab sekitar 67 – 74 % pada suhu 11,5 – 25,8  $^{\circ}\text{C}$  (Gambar 5).

*Stigonema* sp. tumbuh dengan trikoma bercabang hingga berjumlah 50 lembar. Sel-sel muda di ujung cabang dapat diubah menjadi hormogonia. Tumbuh seperti tikar tipis diatas batu, batu tanah lembab. Habitat kelompok ini sebagian besar ditemukan pada batang lembab dan sol basah beberapa spesies juga melekat pada batu yang terendam. Terdapat pada perairan tawar dan laut.



Gambar 5. *Stigonema* sp. (A) dokumentasi pribadi (B) keweenawalgae.mtu.edu

Di India, spesies – spesies *Stigonema* sp. seperti *Stigonema togorum*, *S. hormoides* dan *S. ocellatum* ditemukan dengan ciri ekologi di bebatuan (patung) dan di perairan dengan kisaran filamen antara 7 – 22  $\mu\text{m}$ . sebagai tambahan di India, kehadiran takson *Stigonema togorum* dapat di perlakukan sebagai flora cyanobacteri (Keshari, Das, & Adhikary, 2016).

### Parameter abiotik

Hasil pengukuran faktor-faktor abiotik di Pantai Sepanjang Desa

Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, 2018.

Tabel 3. Parameter Abiotik Pantai Sepanjang Desa Kemadang, Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Parameter	Hasil Pengukuran				
		Stasiun n 1	Stasiun n 2	Stasiun n 3	Stasiun n 4	Stasiun n 5
1	Suhu air ( $^{\circ}\text{C}$ )	22	24	25	23	24
2	Suhu Udara ( $^{\circ}\text{C}$ )	26,9	25,5	26,3	25,6	25,7
3	Kelembaban Udara (%)	73	86	84	88,5	84,5
4	pH air	5	5	4,5	4,25	4,75

Suhu permukaan air berkisar antara 22 – 25  $^{\circ}\text{C}$ . Suhu daratan berkisar antara 25 – 26  $^{\circ}\text{C}$ . Suhu di wilayah darat lebih tinggi dibandingkan dengan suhu air (Tabel 3) . Komunitas mikroalga diatom bentik seperti *Navicula* sp. masih dijumpai dominan pada habitat di Pantai Sepanjang Gunung Kidul Jogjakarta. *Navicula* sp. umumnya memiliki karakteristik yang stabil sehingga mempengaruhi distrisusi dan kelimpahan spesies ini di habitatnya di laut (Witkowski, Kulikovskiy, & Nevrova, 2010).

Suhu mempengaruhi kehidupan mikroalga. Tumbuhan yang hidup di perairan berisiko terdampak akibat perubahan suhu global dibandingkan dengan yang tumbuh dan hidup di darat (Greene, et al., 2016). Selain suhu dan kelembaban, diatom bentik tetap masih mampu berkembang biak pada kondisi laut laut yang tercemar maupun yang tidak tercemar (Witkowski, Kulikovskiy, & Nevrova, 2010).

Perubahan musim mempengaruhi komunitas mikroalga. Kelimpahan dan komposisi mikroalga khususnya diatom (mikroalga epilitik) terpengaruh berdasarkan perbedaan musim antara musim dingin dan musim gugur lalu

musim semi dan musim dingin (Al-Harbi, 2017).

### Kesimpulan

Penelitian ini mendapatkan 5 spesies dari Kelas Bacillariophyceae dan Cyanophyceae. Untuk Kelas Bacillariophyceae ditemukan *Nitzschia* sp., *Surirella comis*, *Navicula cincta*, *Navicula* sp. Mikroalga ditemukan pada perairan di wilayah perairan laut. Factor abiotik seperti suhu dan kelembaban sangat mempengaruhi kehidupan mikroalga epilitik.

### Daftar Pustaka

- Abubakar, L., Mutie, A., & Kenya, E. (2011). Microalgae Species Biodiversity And Abundance And Their Potential For Biofuel In Kenya. *Journal of Limnology & Oceanography*, 1-6.
- Al-Harbi, S. M. (2017). Seasonal Dynamics and Community Composition of Epilithic Microalgae in Relation with Environmental Factors at Northwest Coast of Jeddah: The Red Sea. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 1-8.
- Barra, L., Chandrasekaran, R., Corato, F., & Brunet, C. (2014). The Challenge of Ecophysiological Biodiversity for Biotechnological Applications of Marine Microalgae. *Marine Drugs*, 1641-1675.
- Canani, L., Torgan, L., & Menezes, M. (2010). Gadget for Epilithic Microalgal Sampling (GEMS). *Braz. J. Biol*, 289-291.
- Christi, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, 294-306.
- Cocqyut, C., & Taylor, J. C. (2015). New and interesting *Surirella* taxa (*Surirellaceae*, Bacillariophyta) from the Congo Basin (DR Congo). *European Journal of Taxonomy*, 1-15.
- Greene, C. M., Archibald, ..., Gerber, L., Sills, D., Granados, J., & Tester, J. (2016). Marine Microalgae Climate, Energy, and Food Security from the Sea. *Journal of The Oceanography Society*, Vol . 29, No. 4; 11-18.
- Heger, T., Straub, F., & Mitchell, E. (2012). Impact of farming practices on soil diatoms and testate amoebae: A pilot study in the DOK-trial at Therwil, Switzerland. *European Journal of Soil Biology*, 31-36.
- Jahn, R., Kusber, W.-H., & Cocquyt, C. (2017). Differentiating *Iconella* from *Surirella* (*Bacillariophyceae*): typifying four Ehrenberg names and a preliminary checklist of the African taxa. *PhytoKeys*, 82: 73-112.
- Keshari, N., Das, S. K., & Adhikary, S. P. (2016). *Stigonema tagorum* sp. nov. (*Stigonemataceae*, Cyanoprokaryota) from a stone monument of Santiniketan, West Bengal, India. *Nelumbo*, Vol 58, (152-156).

- Scheggia, S. Q., Garces, E., Sampedro, N., Lenning, K. v., Flo, E., Andree, K., . . . Camp, J. (2008). Identification and characterisation of the dominant *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) along the NE Spanish coast (Catalonia, NW Mediterranean). *Scientia Marina* , 343-359.
- Schlie, C., & Karsten, U. (2016). Growth of the Antarctic sea ice diatom *Navicula* cf. *normaloides* Cholnoky at different temperatures and salinities. *Algological Studies* , Vol 151/152, p. 39–50 .
- Singh, J., & Saxena, R. C. (2015). An Introduction to Microalgae: Diversity and Significance. In S. K. Kim, *Handbook of Marine Microalgae Biotechnology Advances* (pp. 11-20). Unites States of America : Elsevier .
- Witkowski, A., Kulikovskiy, M., & Nevrova, E. (2010). The genus *Navicula* in Ancient Basins. I. Two novelties from the Black Sea. *Plant Ecology and Evolution* , FastTrack: 307–317.