



## Kajian pendahuluan pendugaan cepat densitas *Spirulina* dengan turbidimeter untuk studi ekotoksikologi di era revolusi industri 4.0

Preliminary study of quick assessment of *Spirulina* density using turbidimeter for ecotoxicological studies in 4.0 industrial revolution era

Khusnul Yaqin<sup>\*1</sup>, Nur Fadhilah Rahim<sup>2</sup>, Liestiaty Fachruddin<sup>1</sup>, Rahmadi Tambaru<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, FIKP, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

<sup>2</sup>Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin

<sup>3</sup>Departemen Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 9024

\*e-mail korespondensi :khusnul@unhas.ac.id

Diserahkan: 26 Februari 2018; Diterima: 30 Maret 2018

### Abstrak

Pendugaan jumlah fitoplankton merupakan sesuatu yang penting dalam bidang ilmu perairan, termasuk di dalamnya bidang ekotoksikologi perairan. Turbidimeter adalah alat yang dapat mendeterminasi tingkat kekeruhan perairan baik yang disebabkan oleh materi non organik maupun organik, seperti fitoplankton. Telah dilakukan penelitian pendahuluan untuk menduga jumlah fitoplankton, *Spirulina*, dengan alat turbidimeter. Hasilnya menunjukkan antara jumlah *Spirulina* yang diduga secara langsung yang menggunakan alat haemositometer dengan tingkat kekeruhan yang dideteksi oleh turbidimeter berkorelasi sangat kuat dan signifikan secara statistik ( $R = 0,9762$  dan  $S = 0,012$ ). Persamaan linear yang diperoleh dapat digunakan untuk menduga secara tidak langsung jumlah *Spirulina* dengan eror 4,17-20,99 %. Kesimpulan dari penelitian ini adalah turbidimeter dapat digunakan untuk menduga jumlah fitoplankton secara tidak langsung.

**Kata kunci:** Pendugaan cepat, ekotoksikologi, *Spirulina* sp, turbidimeter, revolusi, industri 4.0

### Abstract

Estimating the number of phytoplankton is something important in the field of aquatic science, including the field of aquatic ecotoxicology. Turbidimeter is a device that can determine the level of turbidity of the water both caused by non-organic and organic matter, such as phytoplankton. Preliminary research has been conducted to estimate the number of phytoplankton, *Spirulina*, using turbidimeter. The results showed that the correlation between the number of *Spirulina* which was directly estimated using the haemocytometer and the turbidity level detected by the turbidimeter was statistically very strong and significant statistically ( $R = 0.9762$  and  $S = 0.012$ ). The linear equations of the correlation can be used to estimate the number of *Spirulina* with an error of 4.17-20.99% indirectly. The conclusion of this study is that turbidimeter can be used to predict the number of phytoplankton indirectly.

**Keywords :** Quick assesment, ecotoxicology, *Spirulina* sp, turbidimetry, revolution, industry 4.0

## 1. PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 membutuhkan suatu gerakan cepat namun tepat. Bidang ekotoksikologi merupakan salah satu bidang penting dalam era industri 4.0, karena ia diperlukan untuk menganalisis dan mengantisipasi bahaya entropi era revolusi industri 4.0. Perkembangan ilmu dan teknologi yang pesat dalam era revolusi industri 4.0 tidak saja menghasilkan suatu percepatan dan efektifitas manusia dalam menghasilkan barang-barang produksi, tetapi juga memproduksi limbah dalam jumlah yang cepat dan masif yang akan memengaruhi kualitas lingkungan, habitat, organisme dan manusia yang hidup di dalamnya. Untuk menangani limbah diperlukan bidang studi ekotoksikologi yang sudah diadaptasi dengan perkembangan ilmu dan teknologi di era revolusi industri 4.0. Ekotoksikologi harus mampu menyediakan data hasil studi laboratorium maupun lapangan dengan cara yang cepat dan tepat, sehingga data yang disediakan dapat dengan mudah diintegrasikan dengan data dari bidang ilmu yang lainnya untuk mengelolah limbah dan atau dimanfaatkan untuk kepentingan kehidupan manusia.

Dalam mendukung berbagai kepentingan yang dijabarkan di atas, perlu terobosan dalam studi dan pengujian-pengujian ekotoksikologi untuk menghasilkan suatu teknik pengujian yang cepat dan tepat. Beberapa peneliti telah mengembangkan teknik-teknik monitoring yang sudah diintegrasikan dengan *smartphone* sebagai bagian dari era revolusi industri 4.0 (Hussain et al., 2017; Hussain et al., 2016; San Park & Yoon, 2015). Teknik-teknik pendukung dalam menjalankan uji ekotoksikologi, seperti teknik pendugaa fitoplankton untuk pakan suatu *sentinel organism* seperti kerang hijau, *Perna viridis*, perlu diimprovisasi.

Selama ini pendugaan densitas atau jumlah fitoplankton dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti haemositometer (LeGresley & McDermott, 2010); *sedgwick rafter cell* (LeGresley & McDermott, 2010) di bawah mikroskop. Ada juga yang menggunakan alat yang lebih otomatis misalnya dengan analisis klorofil (Travieso et al., 2006; Schumann et al., 2005), spektrofotometer (American Public Health Association, 1998; Rodrigues et al., 2011). Alat-alat itu dinilai belum cukup cepat untuk mengestimasi densitas fitoplankton. Oleh karena itu perlu dikembangkan penggunaan alat lain untuk menduga densitas fitoplankton seperti dengan menggunakan turbidimeter.

Turbidimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur pendaran dan absorpsi cahaya yang disebabkan oleh adanya partikel di dalam suatu bahan cair (Lewis & Eads, 2009; Mylvaganaru & Jakobsen, 1998; Hussain et al., 2016). Partikel itu dapat berupa bahan inorganik seperti lanau atau partikel tanah liat, atau partikel itu adalah bahan organik seperti fitoplankton. Berdasarkan pada konsep tersebut perlu dilakukan penelitian penggunaan alat pengukur kekeruhan untuk menduga densitas *Spirulina* dalam bentuk serbuk yang dijual di pasaran sebagai pakan biota air yang digunakan dalam penelitian atau uji ekotoksikologi.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, dan Oseanografi Kimia Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian dilakukan dengan mengorelasikan antara pendugaan jumlah *Spirulina* dengan menggunakan haemositometer dengan deteksi pendaran dan absorpsi cahaya yang terbaca pada alat turbidimeter Mi415. Spesifikasi dari alat turbidimeter Mi415 yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Rentang pengukuran Range : 0,00 to 50.00 FNU (*Formazine Nephelometric*); 50 to 1000 FNU
2. Resolusi : 0,01 FNU; 1 FNU
3. Akurasi :  $\pm 0,5$  FNU or  $\pm 5\%$  of pembacaan
4. Metode : Mendeteksi penderaan cahaya
5. Sumber cahaya : *high emission infrared LED*
6. Detektor cahaya : *silicon photocell*
7. Kondisi lingkungan : 0-50°C

Selanjutnya, tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tepung *Microfine Spirulina* dengan merek dagang *Mackay Marine* ditimbang dengan timbangan elektrik dengan ketelitian 0,1 gram dengan seri bobot 0,3; 0,5; 0,7 dan 1 gram.
2. Tepung *Spirulina* dilarutkan ke dalam satu liter aquades, sehingga membentuk seri konsentrasi 0,3; 0,5; 0,7 dan 1 gram/l. Dalam setiap seri konsentrasi *Spirulina* dibuat empat kali ulangan.

3. Larutan 0,1 ml *Spirulina* dari masing-masing seri konsentrasi larutan *Spirulina* diteteskan ke haemositometer dan jumlah sel *Spirulina* dihitung di bawah mikroskop.
4. Masing-masing seri konsentrasi dimasukkan ke dalam cuvet untuk dianalisis tingkat kekeruhannya dengan menggunakan alat turbidimeter.

### 2.1. Analisis Data

Korelasi *Pearson* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara bobot tepung dengan jumlah sel *Spirulina*, bobot tepung *Spirulina* dengan nilai kekeruhan (FTU), dan jumlah sel *Spirulina* dengan nilai kekeruhan (FTU). Kekuatan korelasi ditentukan berdasarkan kategori Fowler et al., (2013) (Tabel 1).

Tabel 1. Kekuatan Korelasi.

Nilai koefisien R (positif atau negatif)	Makna
0,00 – 0,19	Korelasi sangat lemah
0,20-0,39	Korelasi lemah
0,40-0,69	Korelasi sedang
0,70-0,89	Korelasi kuat
0,90-1,00	Korelasi sangat kuat

Rumus regresi linear yang diperoleh ( $Y = a + bx$ ) dari hasil korelasi antara jumlah sel *Spirulina* dengan nilai FTU digunakan untuk memprediksi jumlah sel *Spirulina*. Setelah itu, hasil yang diperoleh digunakan untuk menghitung persen eror dengan rumus:

$$\% \text{ Eror} = \frac{\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Perkiraan}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\%$$

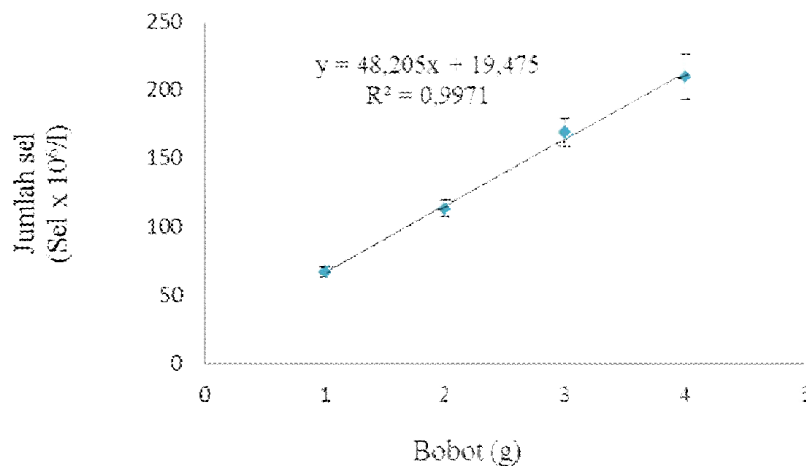
Persen eror ini merupakan nilai mutlak.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

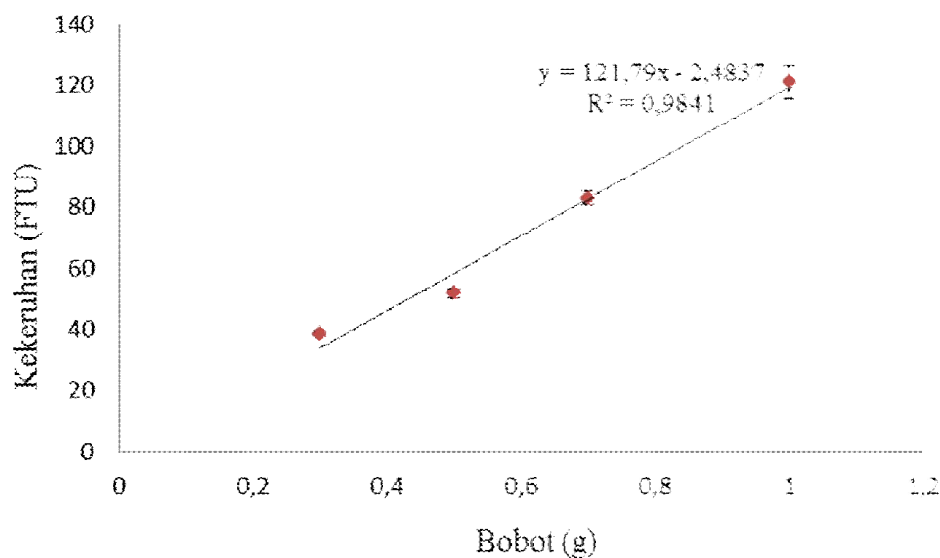
### 3.1. Hasil

Hasil analisis korelasi antara bobot tepung *Spirulina* dengan jumlah sel *Spirulina* dan dengan nilai kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Dari hasil korelasi dapat dilihat bahwa bobot tepung *Spirulina* dengan jumlah sel *Spirulina* berkorelasi sangat

kuat dan signifikan secara statistik ( $R = 0,9986$ ;  $p = 0,006$ ). Korelasi antara bobot tepung *Spirulina* dengan nilai kekeruhan juga sangat kuat ( $R = 0,9920$ ) dan signifikan ( $p = 0,004$ ) (Tabel 2).

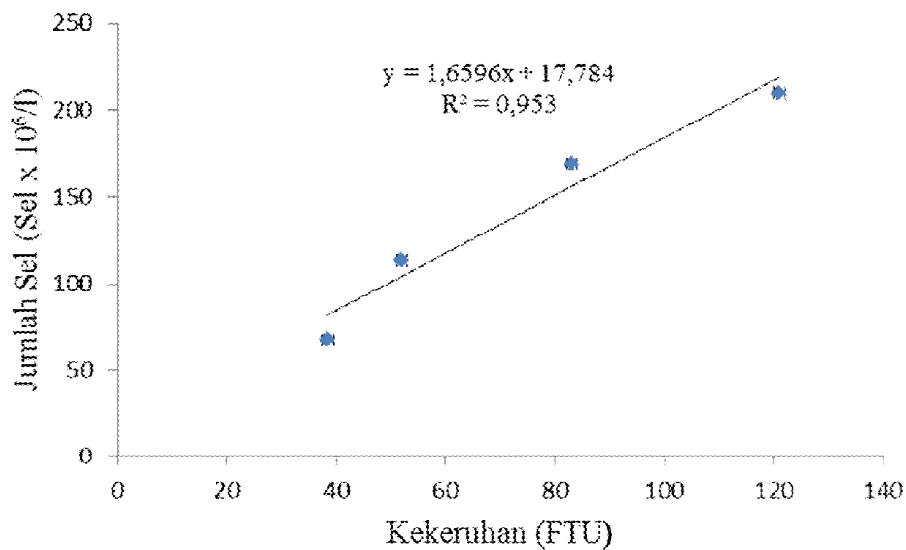


Gambar 1. Korelasi antara bobot tepung *Spirulina* dengan jumlah sel *Spirulina*.



Gambar 2. Korelasi antara bobot tepung *Spirulina* dengan nilai kekeruhan.

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa bobot tepung *Spirulina* dengan nilai kekeruhan berkorelasi sangat kuat ( $R = 0,9762$ ) dan signifikan ( $p = 0,012$ ) (Tabel 2). Hal ini bermakna bahwa nilai kekeruhan yang terbaca pada turbidimeter dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah fitoplankton, *Spirulina*. Data ini diperkuat oleh data persen eror yang mana persen eror tidak lebih dari 25 % (Tabel 3). Dalam penelitiannya, Ferrando et al., (2015) menganalisis persen eror penggunaan turbidimeter dalam menduga jumlah fitoplankton hidup berkisar antara 12,7-59,3 %.



Gambar 3. Korelasi antara bobot tepung *Spirulina* dengan nilai kekeruhan.

Tabel 2. Koefisien korelasi

No	Korelasi	R	Signifikansi (p)
1	Bobot tepung <i>Spirulina</i> dengan jumla sel <i>Spirulina</i>	0,9986	0,006
2	Bobot tepung <i>Spirulina</i> dengan nilai kekeruhan	0,9920	0,004
3	Jumlah sel <i>Spirulina</i> dengan nilai kekeruhan	0,9762	0,012

Tabel 3. Persen error dari nilai perkiraan jumlah *Spirulina*

Nilai Sebenarnya	Nilai Perkiraan	% Error
67,55	81,728	20,990
113,7	104,083	8,4581
168,85	155,531	7,888
209,85	218,596	4,168

### 3.2. Pembahasan

Cara mengestimasi jumlah fitoplankton menjadi penting dalam penelitian ekotoksikologi terutama yang menggunakan fitoplankton baik sebagai *sentinel organism* atau sebagai pakan dari *sentinel organism*. Estimasi itu digunakan untuk mendukung penelitian yang berkaitan langsung (pertumbuhan fitoplankton) atau yang tidak berkaitan langsung dengan fitoplankton (laju filtrasi kerang yang menggunakan

fitoplankton sebagai bahan pakannya). Selama ini teknik yang sering digunakan untuk mengestimasi jumlah fitoplankton yang dikultur adalah dengan menggunakan haemositometer (LeGresley & McDermott, 2010), *sedgwick rafter cell* (LeGresley & McDermott, 2010) di bawah mikroskop, dan spektrofotometri (Rodrigues et al., 2011). Cara ini selain menghasilkan bias dari manusia yang menghitung, juga dianggap kurang cepat dalam memproduksi hasil estimasi (Rodrigues et al., 2011). Hal ini bertentangan dengan kebutuhan di era industri 4.0 yang membutuhkan suatu gerakan cepat dan tepat serta mudah dalam penggunaannya. Untuk memenuhi kebutuhan itu perlu dilakukan terobosan baru sedemikian sehingga ditemukan cara pendugaan jumlah sel fitoplankton yang cepat, tepat, murah dan mudah digunakan.

Dengan memahami prinsip kerja turbidimeter, telah dilakukan eksperimen untuk mengorelasikan antara pendugaan jumlah fitoplankton dengan haemositometer dengan hasil absorpsi tingkat kekeruhan yang diproduksi oleh alat turbidimeter. Hasilnya menunjukkan adanya korelasi yang sangat kuat dan signifikan secara statistik antara bobot *Spirulina* baik dengan jumlah dan tingkat kekeruhan larutan *Spirulina* (Tabel 2 dan Gambar 1 dan 2). Hal ini menunjukkan bahwa baik jumlah maupun tingkat kekeruhan *Spirulina* merefleksikan bobot tepung *Spirulina*.

Untuk memperoleh teknik pendugaan jumlah *Spirulina* melalui alat turbidimeter, dikorelasikan antara jumlah *Spirulina* dan tingkat kekeruhan larutan *Spirulina* yang terbaca pada alat turbidimeter. Hasilnya menunjukkan bahwa korelasi antara jumlah *Spirulina* dengan tingkat kekeruhan sangat kuat dan signifikan secara statistik (Tabel 2 dan Gambar 3). Persen eror estimasi dari teknik ini berkisar antara 4,17-20,99 % (Tabel 3). Ferrando *et al.*, (2015) dalam penelitiannya yang mengorelasikan antara jumlah fitoplankton hidup dengan tingkat kekeruhan menemukan bahwa persen erornya 12,7-59,3 %. Berdasarkan hal itu, hasil penelitian sekarang ini masih lebih baik bila dibandingkan dengan apa yang dilakukan oleh Ferrando *et al.*, (2015). Hal ini mungkin karena Ferrando *et al.*, (2015) mengestimasi sel fitoplankton hidup, sehingga pigmen yang diabsorpsi dan dipendarkan relatif tidak seragam (Griffiths *et al.*, 2011). Di samping itu, pada pengestimasian sel fitoplankton hidup, ukuran sel yang tidak bervariasi dan adanya bakteri kontaminan merupakan sumber eror (Griffiths *et al.*, 2011). Oleh karenanya, untuk kepentingan uji ekotoksikologi di laboratorium yang menjadikan misalnya laju filtrasi biota perairan dari kelompok kerang sebagai *end point* atau biomarker, tepung *Spirulina* sangat bagus digunakan sebagai materi percobaan daripada menggunakan sel fitoplankton hidup.

Hasil korelasi itu juga menunjukkan bahwa semakin padat jumlah fitoplakton, maka semakin rendah eror yang dihasilkan. Hasil ini harus menjadi bahan pertimbangan bagi peneliti dalam pengestimasian sel fitoplankton yang mana ketepatan pengestimasian dipengaruhi oleh kepadatan sel. Pada sampel dengan kepadatan rendah harus ditangani secara hati-hati sedemikian sehingga eror yang disebabkan oleh peniliti atau penguji dapat diminimalkan. Sebab bila tidak ditangani dengan lebih hati-hati dapat menambah eror yang *inheren* pada teknik pengestimasian. Di samping itu hasil korelasi itu dapat digunakan untuk memverifikasi apakah pendugaan secara langsung dengan menggunakan haemositometer sudah tepat atau masih mengandung *human error*, terutama bagi pemula.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan korelasi yang sangat kuat dan signifikan secara statistik antara jumlah *Spirulina* dan tingkat kekeruhan larutan *Spirulina* yang terbaca pada alat turbidimeter. Hal ini mengindikasikan bahwa turbidimeter yang diintegrasikan dengan pendugaan jumlah *Spirulina* secara langsung dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah *Spirulina* secara tidak langsung, dengan eror 4,17-20,99 %. Teknik pendugaan jumlah *Spirulina* secara tidak langsung dengan turbidimeter memberikan alternatif teknik pendugaan jumlah *Spirulina* dengan hasil yang cepat dan mudah dilakukan.

#### 5. SARAN

Dalam penelitian ini kurva korelasi antara jumlah sel *Spirulina* dan tingkat kekeruhan belum menunjukkan adanya kecenderungan plateau atau kondisi stagnasi yang mana hal tersebut sangat mungkin bila terjadi kepadatan yang sangat tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah konsentrasi *Spirulina*. Dengan cara itu akan diperoleh titik korelasi yang lebih banyak antara jumlah sel *Spirulina* dengan tingkat kekeruhan dan akan diketahui pada kepadatan berapa tingkat kekeruhan tidak merefleksikan jumlah *Spirulina* yang sebenarnya.



## PERSANTUNAN

Terima kasih disampaikan kepada kepala laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan (Prof. Dr. Ir. Hilal Ansari, M.Sc) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar atas dukungannya dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ferrando, N.S. , Benítez, H.H. , Gabellone, N.A. , Claps, M.C. & Altamirano, P.R. 2015. A quick and effective estimation of algal density by turbidimetry developed with *Chlorella vulgaris* cultures. *Limnetica*. 34(2):397–406.
- Fowler, J. , Cohen, L. & Jarvis, P. 2013. *Practical statistics for field biology*. John Wiley & Sons.,.
- Griffiths, M.J. , Garcin, C. , van Hille, R.P. & Harrison, S.T.L. 2011. Interference by pigment in the estimation of microalgal biomass concentration by optical density. *Journal of microbiological methods*. 85(2):119–123.
- Hussain, I. , Ahamad, K. & Nath, P. 2016. Water turbidity sensing using a smartphone. *RSC Advances*. 6(27):22374–22382.
- Hussain, I. , Das, M. , Ahamad, K.U. & Nath, P. 2017. Water salinity detection using a smartphone. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 239:1042–1050.
- LeGresley, M. & McDermott, G. 2010. Counting chamber methods for quantitative phytoplankton analysis—haemocytometer, Palmer-Maloney cell and Sedgewick-Rafter cell. *UNESCO (IOC Manuals and Guides)*. :25–30.
- Lewis, J. & Eads, R.E. 2009. *Implementation guide for turbidity threshold sampling: principles, procedures, and analysis*. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.,.
- Mylvaganaru, S. & Jakobsen, T. 1998. Turbidity sensor for underwater applications. In: *IEEE Oceanic Engineering Society. OCEANS'98. Conference Proceedings (Cat. No. 98CH36259)*. vol. 1. IEEE.,. pp. 158–161.
- Rodrigues, L. , Arenzon, A. , Raya-Rodriguez, M. & Fontoura, N. 2011. Algal density assessed by spectrophotometry: A calibration curve for the unicellular algae *Pseudokirchneriella subcapitata*. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*.
- San Park, T. & Yoon, J.-Y. 2015. Smartphone Detection of *Escherichia coli* From Field Water Samples on Paper Microfluidics. *IEEE Sensors Journal*. 15(3):1902–1907.
- Schumann, R. , Häubner, N. , Klausch, S. & Karsten, U. 2005. Chlorophyll extraction methods for the quantification of green microalgae colonizing building facades. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 55(3):213–222.
- Travieso, L. , Benítez, F. , Sánchez, E. , Borja, R. , Martín, A. & Colmenarejo, M.F. 2006. Batch mixed culture of *Chlorella vulgaris* using settled and diluted piggery waste. *Ecological Engineering*. 28(2):158–165.