

PENGARUH KEDALAMAN REAKTOR DAN DENSITAS ALGA DALAM MEREMOVAL AMONIA PADA LIMBAH DOMESTIK

THE EFFECT OF DEPTH REACTOR AND ALGAE DENSITY IN DECREASE AMMONIA IN DOMESTIC WASTE

Nabilla Salma Neo Krisna

nabillasalma81@gmail.com

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

ABSTRAK

Kandungan amonia pada limbah domestik dapat mengganggu ekosistem biota air, sehingga diperlukan pengolahan dahulu sebelum dibuang ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan reaktor dalam pengolahan amonia pada limbah domestik dan pengaruh kedalaman reaktor alga dan denstas alga dalam meremoval amonia. Penelitian ini menggunakan limbah effluent IPAL Komunal Mendiro yang berada di Ngaglik, Sleman. Dengan penambaham suplai CO₂ sebesar 0,2 L/menit, variasi kedalaman reaktor sebesar 25 cm dan 15 cm dan densitas alga. Pengecekan pH, suhu, klorofil-a, cahaya, DO, MLSS, dan amonia dilakukan setiap 2 hari sekali untuk mempermudah melihat hubungan antara bakteri dan alga. Hasil amonia dalam penelitian ini dapat disisihkan dengan optimal pada kedalaman reaktor 15 cm dengan densitas alga tinggi sebesar 75%.

Kata Kunci : Alga-Bakteri, Kedalaman Reaktor, Densitas Alga

ABSTRACT

Ammonia content in domestic waste can disturb the aquatic biota ecosystem, so processing is needed before being discharged into the water body. This study aims to analyze the ability of the reactor in processing ammonia in domestic waste and the influence of the depth of the algae reactor and the algae density in decrease ammonia. This study uses effluent from the Mendiro Communal Waste Water Treatment Plant in Ngaglik, Sleman. With addition the CO₂ supply of 0.2 L/ min, the variation of depth reactor is 25 cm and 15 cm and the algae density. Checking pH, temperature, chlorophyll-a, light, DO, MLSS, and ammonia every two days to make it easier to see the relationship between bacteria and algae. Ammonia results in this study can be set aside optimally at a depth reactor 15 cm with a high algae density as big as 75%.

Keywords : Algae-Bacteri, Reactor Depth, Alga Density

I. PENDAHULUAN

Alga merupakan organisme yang signifikan dalam purifikasi biologis air limbah dikarenakan kemampuannya dalam mengakumulasi nutrisi, logam berat, pestisida, bahan-bahan organik dan anorganik toksik, bahkan bahan radioaktif di dalam tubuhnya (Kalesh dan Nair, 2005).

Kultivasi mikroalga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan antara lain: intensitas cahaya, kedalaman media kultur, sirkulasi udara, serta kandungan nutrisi media pertumbuhan

(Lilly, 2002). Cahaya dibutuhkan oleh mikroalga sebagai energi dalam reaksi fotosintesis dan sistesis sel. Oleh karena itu semakin banyak cahaya yang masuk, maka akan mengakibatkan rekasi fotosintesis dan sistesis sel akan berjalan dengan baik, yang pada akhirnya akan mengakibatkan kepadatan sel (Huisman dan Weissing, 1995).

Paparan sinar matahari juga dapat dipengaruhi oleh kedalaman reaktor, semakin dalam kedalaman reaktor maka cahaya yang masuk sedikit sehingga dapat mempengaruhi alga dalam berfotosintesis. Namun bertambahnya kedalaman tidak mempengaruhi nutrisi yang tersedia, dalam laporan Sumardiyono (2012) Peningkatan kedalaman media kultur akan meningkatkan jumlah dari biomassa karena volume media kultur lebih besar dan lebih banyak nutrisi yang tersedia untuk pertumbuhan.

Maka, dalam penelitian ini dapat menganalisis efisiensi removal amonia dengan menggunakan variasi kedalaman reaktor alga dan densitas alga pada limbah domestik. Adanya pengolahan ini dapat menjadi teknologi terbaru dalam mengolah air limbah domestik, agar lingkungan tidak menerima akumulasi dari amonia yang berbahaya bagi makhluk hidup.

II. METODE

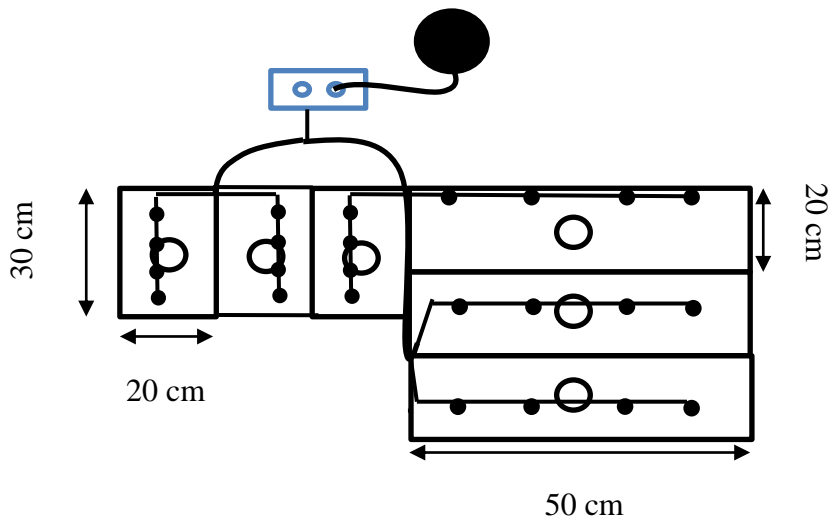
2.1. Metode Penelitian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian amonia menggunakan acuan SNI SNI 06-6989.30-2005. Selain itu juga dilakukan pengujian parameter kualitas air seperti pH, suhu, DO, intensitas cahaya, dan klorofil-a.

Tabel 2.1 Alat dan Pengujian Kualitas Air

No	Parameter	Alat yang Digunakan	Unit
1.	pH	pH meter	-
2.	DO	Titrasi	mg/L
3.	Suhu	Termometer	°C
4.	Intensitas Cahaya	Luxmeter	lux

Pengujian ini dilakukan selama 14 hari dan reaktor alga dengan tambahan variasi kedalaman reaktor 25 cm dan 15 cm dan densitas alga 0,4 mg/L dan 0,5 mg/L . Selain kedalaman reaktor juga ditambahkan konsentrasi CO₂ sebesar 0,2 L/menit dan menggunakan tambahan pompa *Luckiness Water Pump 1200*.



Gambar 2.1 Reaktor Alga

2.2. Seeding

Seeding dilakukan dilakukan selama 2 minggu dengan menambahkan pupuk NPK sebanyak 35 mg/L setiap 2 hari sekali (Mulyanto dan Titin, 2015). Setelah warna bak kultur hijau pekat dan sel alga dapat terpenuhi mencapai sekitar 6×10^6 sel/ml media. Pada tingkat kepadatan tersebut mikroalga dapat dipindahkan ke kolam kultur volume 1000 L (Mulyanto dan Titin, 2015).

2.3. Limbah Yang Digunakan

Kultur alga yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kolam fakultatif yang ada di IPLT Sewon sedangkan air limbah yang digunakan diambil dari outlet IPAL komunal.

2.4. Analisis Korelasi

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefesien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Adapun rumus yang digunakan menurut Sugiyono (2012) adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n(\sum X^2) - (\sum X)^2) (n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Tabel 2.2 Pedoman Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi

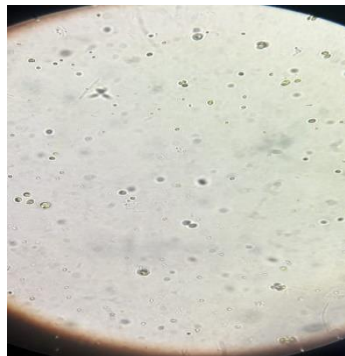
Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 0,10	Sangat Kuat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi Alga

Kultur alga yang digunakan didapat dari bak fakultatif IPLT (Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja), Sewon, Bantul, Yogyakarta. Sedangkan air limbah yang digunakan saat running adalah limbah yang berasal dari IPAL Komunal Mendirol. Limbah domestik yang digunakan adalah limbah domestik yang sudah terolah yang keluar dari effluent.

Sel *Chlorella* berbentuk bulat, hidup soliter, berukuran 2-8 μm . Dalam sel *Chlorella* mengandung 50% protein, lemak serta vitamin A, B, D, E dan K, disamping banyak terdapat pigmen hijau (klorofil) yang berfungsi sebagai katalisator dalam proses fotosintesis (Sachlan, 1982).



Gambar 3.1 Hasil Pengamatan Sel *Chlorella sp*

3.2. Analisis Klorofil-a

Chlorella sp yang digunakan saat running adalah fase eksponensial/logaritma karena mikroalga tumbuh dalam kondisi yang optimum. Kondisi dengan konsentrasi O_2 maksimum ini terjadi semestinya berada pada fase logaritma karena pada fase logaritma terjadi pembelahan sel secara intensif (Arifin dan Gatut, 2013). Kandungan klorofil-a pada kedalaman 25 densitas tinggi sebesar 1,43 mg/L dan densitas rendah 0,89 mg/L sedangkan pada kedalaman 15 densitas tinggi

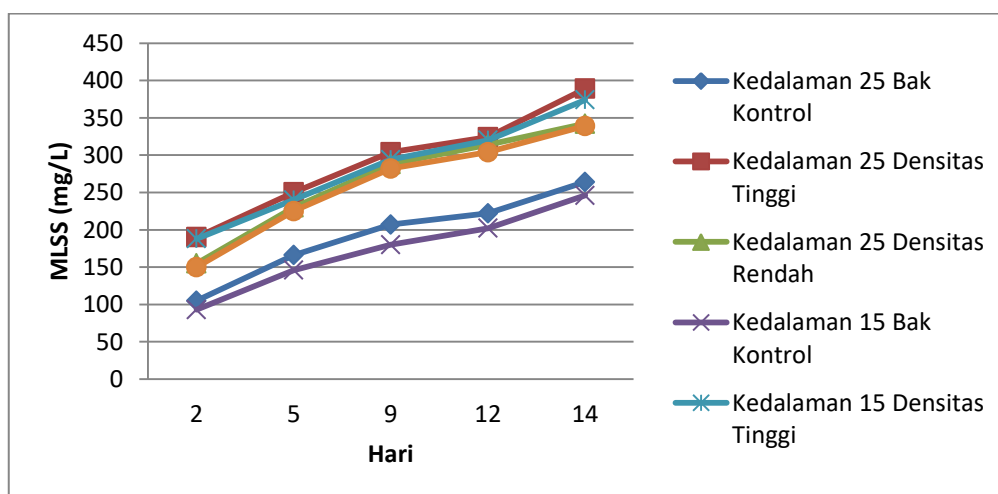
sebesar 1,28 mg/L dan densitas rendah sebesar 0,71 mg/L. Adanya perbedaan hasil tersebut dikarenakan adanya perbedaan kedalaman dan densitas alga pada masing-masing reaktor. Adanya paparan sinar matahari juga dapat mempengaruhi alga dalam memproduksi klorofil a, karena sinar matahari merupakan sumber utama alga dalam berfotosintesis.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Klorofil a

Hari	Kedalaman 25		Kedalaman 15	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
1	0,61	0,45	0,55	0,48
2	0,71	0,45	0,64	0,53
5	0,83	0,59	0,74	0,57
9	0,93	0,72	0,88	0,65
12	0,98	0,79	0,97	0,68
14	1,43	0,89	1,28	0,71

3.3. Analisis MLSS

Menurut Cheremisinoff (1996) MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*) merupakan campuran antara massa bakteri tersuspensi dalam reaktor untuk mendegradasi senyawa organik yang terlarut dan tersuspensi dan air limbah yang mengandung senyawa organik.

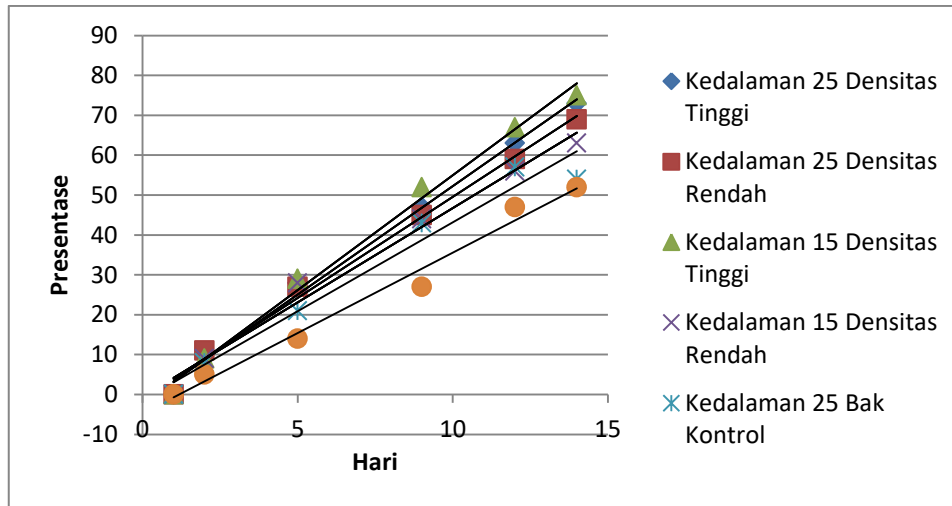


Gambar 3.2 Kandungan MLSS saat *running*

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa MLSS terbesar terdapat pada kedalaman 25 cm densitas tinggi sebesar 389 mg/L sedangkan MLSS terendah pada kedalaman 15 cm bak kontrol. Peningkatan bakteri di bak kontrol ini tidak sebanding dengan reaktor bakteri alga, karena kurangnya hubungan timbal balik antara bakteri alga, sehingga O₂ yang dihasilkan tidak optimal. MLSS yang tinggi ini menandakan pembentukan bakteri dengan ditandai juga dengan perubahan warna suspensi menjadi lebih pekat (Romli et al., 2004).

3.4. Analisis Amonia

Amonia nitrogen terdiri dalam dua bentuk, yaitu ion ammonia (NH_4^+) dan amonia nitrogen bebas (NH_3), yang dianggap sebagai penghambat dalam proses pencernaan anaerobik (Koster dan Koomen, 1988). Adanya kadar amonia yang tinggi saat running disebabkan oleh nutrien yang digunakan untuk kultur alga dari bak seeding.



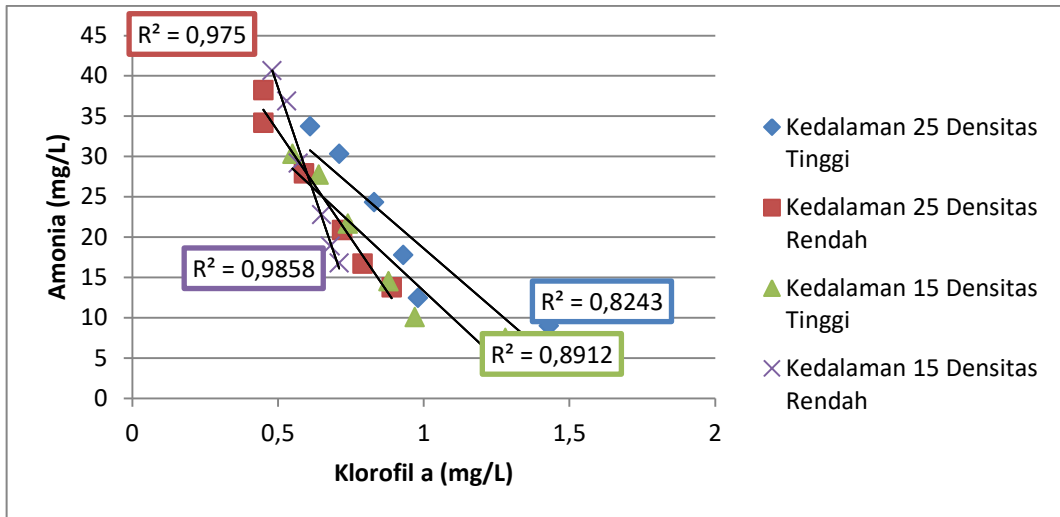
Gambar 3.3 Penurunan Amonia saat *running*

Penurunan terbesar di kedalaman 15 cm densitas tinggi 7,49 mg/L saat hari ke empat belas karena kandungan oksigen yang tinggi dapat mengurangi jumlah amonia sehingga kandungan amonia dapat bertambah seiring bertambah kedalaman.

Hubungan penurunan amonia berkaitan dengan kedalaman reaktor dan densitas alga. Pada dasar perairan kemungkinan terdapat amonia dalam jumlah yang lebih banyak dibanding perairan dibagian permukaan karena oksigen terlarut pada bagian dasar relatif kecil (Wibowo, 2009). Penurunan juga dimungkinkan karena proses pembentukan NH_3 dan lepas ke atmosfer (Shi et al., 2007).

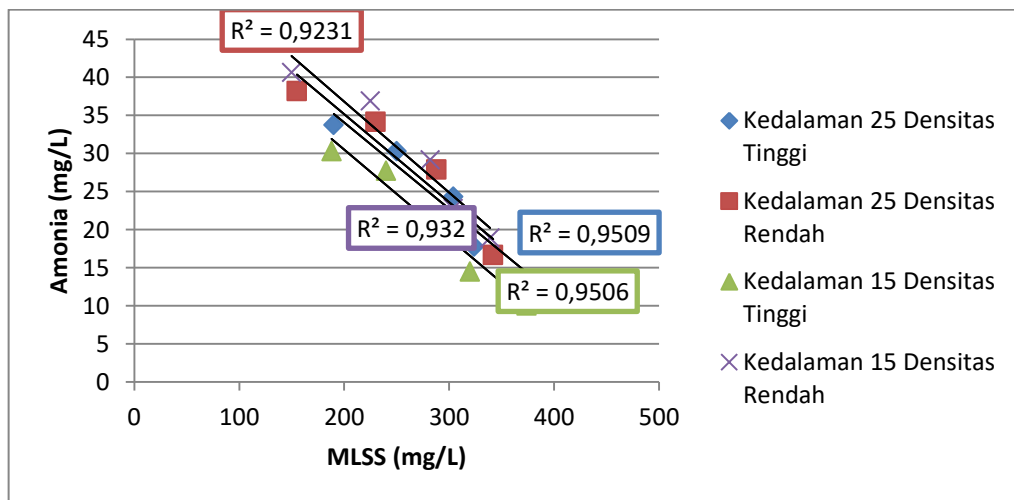
3.5. Korelasi Parameter

Penurunan amonia dapat dikaitkan dengan bertambahnya mikroalga yang berfotosintesis dengan penambahan CO_2 . Klorofil-a menggambarkan biomassa fitoplankton pada perairan. Mikroorganisme fotosintesis menggunakan karbon anorganik untuk tumbuh dan dengan demikian mengkonversi gas CO_2 menjadi biomasa (Hadiyanto dan Widayat, 2014).



Gambar 3.4 Korelasi Klorofil-a dengan Amonia

Hal ini menunjukkan bahwa klorofil a dan amonia mempunyai korelasi. Hasil korelasi menunjukkan nilai diatas 0,5 sehingga hubungan klorofil a dan amonia dalam reaktor menunjukkan korelasi sehingga amonia dapat mengalami penurunan. Penurunan amonia yang signifikan ini dikarenakan adanya hubungan antara alga dan bakteri. Hubungan ini dengan cara bakteri membantu memecahkan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti ammonium, nitrogen, fosfat, dan karbon dioksida, sehingga dapat dimanfaatkan oleh alga (Zhang et al., 2012). Tidak hanya klorofil a penurunan amonia juga dipengaruhi oleh MLSS. Adanya uji MLSS ini menandakan bahwa bakteri hidup dan saling berhubungan dengan alga.



Gambar 3.5 Korelasi MLSS dengan Amonia

Korelasi terbesar terdapat di kedalaman 25 cm densitas tinggi dan kedalaman 15 cm densitas tinggi sebesar 0,9509 dan 0,9506. Tingginya nilai korelasi ini diakibatkan pertumbuhan bakteri yang sangat optimal sehingga dalam memecah senyawa dapat dimanfaatkan oleh alga. Senyawa

tersebut dapat digunakan alga dalam proses fotosintesis. Karbon dioksida dimanfaatkan mikroalga sebagai karbon, sehingga meningkatkan penyisihan amonia yang dimanfaatkan mikroalga sebagai nutrisi (Budiantoro, 2017).

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah :

1. Efisiensi penurunan amonia menggunakan CO₂ 0,2 L/menit memiliki penurunan yang tidak signifikan antara kedalaman 25 cm dan 15 cm.
2. Variasi kedalaman reaktor dan densitas alga dalam penurunan amonia mempunyai efisiensi sebesar 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Agus Choirul dan Gatut Yudoyono. 2013. *Fiksasi CO₂ oleh Chlorella vulgaris sebagai Medium Pengkonversi dalam Bubble Column Reactors*. Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Cheremisinoff, Nicholas. P., 1996, *Biotechnology For Waste And Wastewater Treatment*. Noyes Publications : New Jersey.
- Hadiyanto dan Widayat. 2014. *Biofiksasi CO₂ Oleh Mikroalga Chlamydomonas sp Dalam Photobioreaktor Tubular*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Huisman, J and Weissing F.J. 1995. *Competition for Nutrient and Light in A Mixed Water Column: Theoretical Analysis*. The American Naturalist, 146, 536-564.
- Kalesh, N. S., Nair, S. M. 2005. *The Accumulation Levels of Heavy Metals (Ni, Cr, Sr, & Ag) in Marine Algae from Southwest Coast of India*. Toxicological & Environmental Chemistry, Vol. 87, No. 2, hal. 135-146
- Koster, I.W., Koomen, E., 1988. *Ammonia Inhibition Of The Maximum Growth Rate (μ_m) Of Hydrogenotrophic Methanogens At Various pH-Levels And Temperatures*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 28, 500–505.
- Lilly JW, Maul JE, Stern DB. 2002. *The Chlamydomonas reinhardtii organellar genomes respond transcriptionally and post-transcriptionally to abiotic stimuli*. Plant Cell, 14 (11), 2681-2706.
- Mulyanto A, dan Titin H., 2015. *Fiksasi Emisi Karbon Dioksida dengan Kultivasi Mikroalga Menggunakan Nutrisi dari Air Limbah Industri Susu*. Jurnal Riset Industri. Vol. 9 No.1 Hal. 13-21

- Romli, M., Suprihatin & Sulinda, D. 2004. *Penentuan Nilai Parameter Kinetika Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi Sampah (Leachate)*. J.Tek.Ind. Pert, Vol 14(2), 56- 66.
- Shi, J., Podola, B., Melkonian, M. 2007. *Removal of nitrogen and phosphorus from wastewater using microalgae immobilized on twin layers: An experimental study*. Journal of Applied Phycology 19, 417-423.
- Sumardiyono. 2012. *Kultivasi Mikroalga Chlamydomonas reinhardtii Sebagai Produsen Protein Sel Tunggal Dalam Bioreaktor Kolam Lintasan Terbuka (Raceway Open Pond Bioreactor)*. Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia.
- Wibowo, R.K.A. 2007. *Analisis Kualitas Air Pada Sentral Outlet Tambak Udang Sistem Terpadu Tulang Bawang Lampung*. ITB. Bandung.
- Zhang, Y, Hongyang, Yunna, Chunmin, Zeng Shen, Wenjing, Gang Yan, and Xufei Zhou. 2012. *The Effect of Bacterial Contamination On Yhe Heterotrophic Cultivation of Chlorella pyrenoidosa in Wastewater from The Production of Soybean Products*. Water Res. 46, 5509-551.