

## **Karakterisasi Limbah Padat Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) untuk Kultur Murni *Chlorella* sp.**

**Sartika Tangguda<sup>1\*</sup>, Diana Arfiati<sup>2</sup>, Arning Wilujeng Ekawati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Budidaya Kelautan, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

<sup>2</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Brawijaya, Malang

*tika.tangguda@gmail.com*

### **Abstrak**

Limbah padat tambak udang vaname mengandung 1,92% C organik, 0,54% N total, dan 1,70% P. Limbah organik ini harus diubah menjadi bahan anorganik untuk dapat dimanfaatkan oleh mikroalga dalam bentuk amonium, nitrat, dan fosfat. Perendaman merupakan salah satu cara untuk merubah bahan organik menjadi bahan anorganik dengan bantuan berbagai kelompok bakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan unsur hara pada limbah padat tambak udang, mengetahui jenis bakteri yang terkandung pada limbah padat tambak udang, dan mengkaji waktu penguraian bahan organik menjadi bahan anorganik dalam proses perendaman limbah padat tambak udang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian menggunakan 7 perlakuan (24, 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 jam) serta 3 ulangan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar amonium, nitrat, dan fosfat. Data yang diperoleh dari penelitian selanjutnya dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan aplikasi statistik, yaitu SPSS versi 16.0. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah perendaman limbah selama 24 jam memberikan pengaruh terbaik pada kadar amonium (0,673 ppm), nitrat (1,213 ppm), dan fosfat (0,165 ppm). Kadar bahan anorganik tersebut mencukupi kebutuhan *Chlorella* sp. sehingga diharapkan limbah padat tambak udang vaname dapat dijadikan media kultur alternatif untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.

**Kata kunci:** perendaman, limbah padat tambak udang vaname, *Chlorella* sp.

### **Abstract**

White shrimp pond solid waste containing 1.92% organic C; 0.54% N total; and 1.70% P. Organic waste is to be converted into inorganic matter to be used by microalgae in the form of ammonium, nitrate, and phosphate. Soaking is one method to convert organic matter to inorganic matter by various bacteria. The purpose of this research was to know nutrients in shrimp pond solid waste, to know species bacteria in shrimp pond solid waste, and to assess the time decomposition of organic matter into inorganic matter in the soaking process of white shrimp pond solid waste. The method used in this research was experimental method. This research consisted of 7 treatments (24, 48, 72, 96, 120, 144, and 168 hours) and three replications. The parameters observed in this research was the content of ammonium, nitrate, and phosphate. The results obtained from this research is soaking of waste for 24 hours gives the best effect on ammonium (0.673 ppm), nitrate (1.213 ppm), and phosphate content (0.165 ppm). Anorganic contents sufficient for *Chlorella* sp. so white shrimp pond solid waste can be used as alternative medium for *Chlorella* sp. growth.

**Kata kunci:** soaking, white shrimp pond solid waste, *Chlorella* sp.

### **1. PENDAHULUAN**

Peningkatan target produksi menyebabkan perubahan pola budidaya udang, yang sebelumnya menggunakan pola ekstensif berubah menjadi pola intensif atau bahkan super intensif. Perubahan pola budidaya ini telah mempengaruhi penurunan kualitas lingkungan karena proses produksi akuakultur selalu diikuti oleh buangan limbah yang mengandung bahan organik dan nutrisi, baik yang bersifat partikel maupun terlarut. Volume limbah yang

dihasilkan sebanding dengan intensivitas operasi akuakultur. Limbah akuakultur tersebut meliputi amonia, bahan organik, dan padatan. Menurunnya kualitas/degradasi oksigen terlarut disebabkan oleh pendangkalan akibat dari sedimen dan tingginya nutrisi dalam limbah tersebut, selanjutnya akan menimbulkan produksi fitoplankton yang berlebihan (Muslim, 2013).

Limbah padat tambak udang mengandung 1,92% C organik; 0,54% N total; dan 1,70% P. Kadar unsur hara yang

terdapat dalam limbah padat tambak udang ini mencukupi kebutuhan *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya karena sel alga membutuhkan 0,063 g N dan 0,009 g P untuk menghasilkan 1 g sel alga yang baru (Zhang *et al.*, 2012). Kebutuhan nitrogen *Chlorella* sp. adalah 0,14–0,7 g/l sedangkan kebutuhan fosfornya adalah 0,0075–0,3 g/l (Meritasari *et al.*, 2012).

Limbah padat tersebut dapat dijadikan pupuk untuk menstimulasi pertumbuhan *Chlorella* sp. Bahan organik harus diubah terlebih dahulu menjadi anorganik untuk dapat dimanfaatkan oleh mikroalga. Proses dekomposisi bahan organik secara biologis oleh mikroba dekomposer (probiotik) akan menghasilkan hara makro, mikro, hormon, vitamin, dan zat tumbuh (Zahidah, 2012). Kandungan anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga untuk pertumbuhannya adalah amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (Amini dan Syamdidi, 2006).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan unsur hara pada limbah padat tambak udang, mengetahui jenis bakteri yang terkandung pada limbah padat tambak udang, dan mengkaji waktu penguraian bahan organik menjadi bahan anorganik dalam proses perendaman limbah padat tambak udang untuk kultur murni *Chlorella* sp.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen yaitu penelitian yang menguji hipotesis berbentuk sebab akibat melalui manipulasi variabel bebas (misalnya perlakuan) dan menguji perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh perlakuan tersebut. Penelitian ini terdiri dari 3 bagian, yaitu analisis unsur hara pada limbah padat tambak udang, identifikasi bakteri pada limbah padat tambak udang, dan waktu perendaman limbah padat tambak udang.

Unsur hara terdiri dari unsur hara makro dan mikro. Unsur hara yang diamati adalah C, N, P, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Co, dan Mo. Identifikasi bakteri terdiri dari kultur bakteri, isolasi bakteri, pewarnaan gram, dan uji biokimia. Kultur bakteri heterotrof dilakukan selama 1-2 hari, sedangkan kultur bakteri nitrifikasi dilakukan selama

5-7 hari. Isolasi bakteri dilakukan untuk mendapatkan koloni bakteri yang terpisah. Pewarnaan gram dilakukan dengan 4 jenis larutan, yaitu kristal violet, lugol, alkohol, dan safranin. Kemudian dilakukan uji biokimia, dimana hasil uji tersebut akan dicocokkan dengan buku identifikasi *Bergey's Manual of Determinatif Bacteriology* untuk mengetahui jenis bakteri.

Perendaman merupakan salah satu cara untuk merubah bahan organik menjadi bahan anorganik (Chalid *et al.*, 2010) (Utomo *et al.*, 2005). Penelitian ini menggunakan 7 perlakuan perendaman, yaitu perlakuan A (24 jam), B (48 jam), C (72 jam), D (96 jam), E (120 jam), F (144 jam), dan G (168 jam) serta 3 ulangan untuk masing-masing perlakuan.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisa secara statistik dengan menggunakan program SPSS versi 16.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### • Unsur Hara Limbah Padat Tambak Udang Vaname

Limbah padat tambak udang vaname (*L. vannamei*) mengandung sejumlah besar unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp., seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kimia limbah padat tambak udang vaname

Parameter	Unit	Kadar unsur hara
C organik	g/100 g	30,679
N total	g/100 g	8,842
Total $\text{P}_2\text{O}_5$	g/100 g	12,700
Total $\text{K}_2\text{O}$	g/100 g	7,730
Total Fe	mg/100 g	166,926
Total Cu	mg/100 g	25,918
Total Zn	mg/100 g	55,373
Total Mn	mg/100 g	63,303
Total B	mg/100 g	29,406
Total Co	mg/100 g	22,436
Total Mo	mg/100 g	53,533

Menurut (Eyster, 1978), kebutuhan nutrisi *Chlorella* sp. adalah 0,14–0,7 g/l N; 0,015–0,62 g/l P; 0,0195–3,9 g/l K; 0,02–0,129 g/l Ca; 0,024–0,96 g/l Mg; 0,00055–0,55 g/l Mn; 0,00000064–0,064 g/l Cu; 0,00112–0,056 g/l Fe; dan 0,00065–0,65 g/l Zn. Kandungan unsur hara makro dan mikro yang terdapat pada

limbah padat tambak udang diharapkan dapat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. karena jumlah yang terkandung didalamnya sudah mencukupi kebutuhan mikroalga ini terhadap sejumlah unsur tersebut. Menurut (Chalid *et al.*, 2010), *Chlorella* sp. membutuhkan nutrisi yang terdiri atas unsur hara makro dan mikro untuk pertumbuhannya. Unsur hara makro yang diperlukan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah N, P, K, Mg, dan S. Unsur hara mikro terdiri dari Fe, Cu, Zn, Mn, B, dan Mo.

• **Identifikasi Bakteri pada Limbah Padat Tambak Udang Vaname**

Limbah padat tambak udang vaname (*L. vannamei*) mengandung beberapa kelompok bakteri yang berperan dalam perubahan bahan organik menjadi bahan anorganik tersebut seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis bakteri pada limbah padat tambak udang vaname

Jenis bakteri	Kelimpahan (sel/ml)
<i>Corynebacterium</i> sp.	$6,97 \times 10^4$
<i>Pseudomonas</i> sp.	$1,69 \times 10^5$
<i>Pseudomonas putida</i>	$1,20 \times 10^7$
<i>Pseudomonas pickettii</i>	$8,0 \times 10^7$
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	$5,22 \times 10^7$
<i>Pseudomonas acidovorans</i>	$1,35 \times 10^4$
<i>Alcaligenes bronchisepticus</i>	$5,68 \times 10^4$
<i>Bacillus</i> sp.	$3,96 \times 10^6$
<i>Bacillus coagulans</i>	$2,00 \times 10^3$
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	$5,20 \times 10^4$
<i>Bacillus megaterium</i>	$2,00 \times 10^4$
Bakteri nitrifikasi ( <i>Nitrosomonas</i> sp.)	$2,19 \times 10^6$
Bakteri nitrifikasi ( <i>Nitrobacter</i> sp.)	$6,10 \times 10^7$

Kasmita (2010) menyatakan bahwa genus *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. memiliki kemampuan yang paling besar dalam melarutkan fosfat tak larut menjadi bentuk larut dalam tanah. Spesies-spesies bakteri yang memiliki kemampuan tinggi untuk melarutkan fosfat adalah *P. striata*, *P. rathonis*, *B. polymyxa*, dan *B. megaterium*. Januar *et al.* (2013) menemukan bahwa *Bacillus* sp. mampu menurunkan kadar lipid sebanyak 25%

dikarenakan enzim *membrane-bound oxygenase* yang dihasilkan oleh bakteri untuk meningkatkan kontak secara langsung antara minyak dan bakteri sehingga bakteri dapat memanfaatkan minyak tersebut sebagai sumber karbon.

Pikoli *et al.* (2010) menyebutkan bahwa jenis-jenis bakteri dari genus *Bacillus* yang mampu mendegradasi lipid adalah *B. polymyxa*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophilus*, *B. brevis*, dan *B. coagulans*. *Alcaligenes* sp. dan *Corynebacterium* sp. merupakan agen bioremediasi. Mikroorganisme ini menghasilkan enzim-enzim yang mampu merubah struktur polutan beracun menjadi tidak kompleks sehingga menjadi senyawa yang tidak beracun dan berbahaya (Priadi, 2012).

Nitrifikasi terdiri dari dua reaksi, yaitu nitritasi yaitu perubahan dari amonia menjadi nitrit yang dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* sp. dan nitrifikasi, yaitu perubahan dari nitrit menjadi nitrat yang dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* sp. (Sige, 2005). Terdapatnya bakteri nitrifikasi pada limbah padat tambak udang menggambarkan bahwa proses nitrifikasi dapat berlangsung dengan baik.

• **Waktu Perendaman Limbah Padat Tambak Udang Vaname**

**Kadar Amonium pada Perendaman Limbah Padat Tambak Udang Vaname**

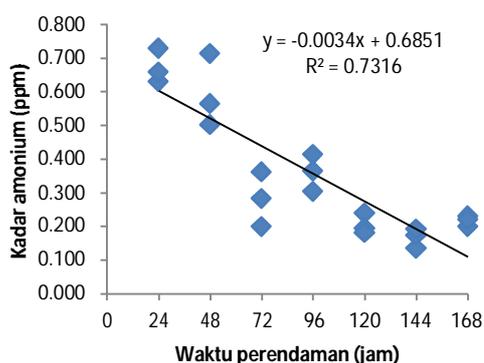
Perendaman limbah padat tambak udang akan menghasilkan amonium yang dibutuhkan oleh *Chlorella* sp. seperti yang tersaji pada Tabel 3 dan Gambar 1.

Tabel 3. Kadar amonium selama perendaman limbah padat tambak udang vaname

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (ppm)
	1	2	3	
A	0,630	0,729	0,659	0,673
B	0,502	0,565	0,714	0,594
C	0,200	0,283	0,362	0,282
D	0,414	0,364	0,304	0,361
E	0,239	0,195	0,182	0,205
F	0,135	0,174	0,192	0,167
G	0,213	0,200	0,221	0,217

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa kadar amonium tertinggi selama proses perendaman berlangsung terdapat pada perlakuan A, yaitu 0,673 ppm. Kadar amonium terendah terdapat pada perlakuan F, yaitu 0,167 ppm. Penelitian yang

dilakukan oleh Pirzan dan Masak (2008) menyatakan bahwa kandungan amonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) berkisar antara 0,1786 – 1,0440 mg/l termasuk kategori yang dapat ditoleransi oleh organisme budidaya, termasuk fitoplankton. Berdasarkan literatur tersebut dapat diketahui bahwa kadar amonium selama proses perendaman berlangsung dapat mendukung kehidupan fitoplankton *Chlorella* sp. Ion amonium lebih banyak dijumpai pada kondisi lingkungan yang asam atau netral daripada kondisi lingkungan yang basa.



Gambar 1. Kurva regresi amonium pada waktu perendaman yang berbeda

Berdasarkan Gambar 1 didapatkan persamaan:  $y = -0,0034x + 0,6851$  dengan nilai  $R^2 = 0,7316$  dan  $r = 0,8553$  yang menyatakan bahwa perlakuan waktu perendaman limbah padat tambak udang berpengaruh sebesar 85,53% terhadap kadar amonium.

Semakin lama waktu perendaman limbah padat tambak udang menyebabkan peningkatan nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*). Semakin tinggi bahan organik dalam air limbah menunjukkan nilai BOD semakin tinggi. Nilai BOD pada perlakuan A, B, C, D, E, F, dan G secara berturut-turut adalah 1,43 ppm; 1,74 ppm; 1,91 ppm; 2,09 ppm; 2,27 ppm; 2,93 ppm; dan 3,01 ppm. Meningkatnya kandungan BOD menunjukkan tingginya jumlah bahan organik yang belum terdegradasi sehingga menyebabkan penumpukan bahan organik dengan semakin lamanya proses perendaman limbah. Menurut Sumarsih (2003), *Nitrosomonas* sp. memperoleh energi dari oksidasi amonium, selain itu amonium juga berfungsi sebagai sumber nitrogen bagi bakteri tersebut untuk proses metabolisme selnya. Dari literatur tersebut

dapat diketahui bahwa *Nitrosomonas* sp. memanfaatkan amonium sebagai sumber nitrogen sehingga semakin lama waktu perendaman, maka jumlah amonium semakin berkurang.

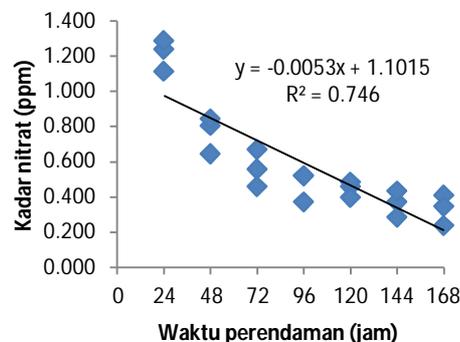
### Kadar Nitrat pada Perendaman Limbah Padat Tambak Udang Vaname

Perubahan bahan organik menjadi nitrat terjadi melalui proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi. Kadar nitrat mengalami perubahan selama proses perendaman limbah padat tambak udang berlangsung seperti terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Kadar nitrat selama perendaman limbah padat tambak udang

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (ppm)
	1	2	3	
A	1,238	1,114	1,287	1,213
B	0,804	0,842	0,644	0,763
C	0,668	0,557	0,458	0,561
D	0,520	0,520	0,371	0,470
E	0,458	0,483	0,396	0,446
F	0,371	0,285	0,433	0,363
G	0,235	0,408	0,347	0,330

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa perlakuan A menghasilkan rata-rata kadar nitrat tertinggi, yaitu 1,213 ppm; sedangkan perlakuan G menghasilkan rata-rata kadar nitrat terendah, yaitu 0,330 ppm. Menurut Mackentum (1969), fitoplankton membutuhkan kadar nitrat sebesar 0,9 – 3,5 mg/l untuk pertumbuhan selnya. Berdasarkan literatur tersebut hanya proses perendaman 24 jam yang menghasilkan kadar nitrat yang cukup untuk mendukung pertumbuhan fitoplankton, termasuk *Chlorella* sp.



Gambar 2. Kurva regresi nitrat pada waktu perendaman yang berbeda

Uji polinomial ortogonal menghasilkan kurva regresi dengan persamaan  $y = -0,0053x + 1,1015$  dengan  $R^2 = 0,746$  dan r

=0,864. Koefisien korelasi sebesar 86,40% menunjukkan bahwa perlakuan perendaman limbah padat tambak udang berpengaruh sebesar 86,40% terhadap kadar nitrat.

Reaksi nitrifikasi menghasilkan sejumlah ion  $H^+$  sehingga menyebabkan penurunan pH lingkungan (Sumarsih, 2003). pH lingkungan yang asam akan menghambat proses nitrifikasi karena bakteri nitrifikasi tidak mampu bekerja optimal. Proses nitrifikasi yang terhambat ini menyebabkan pembentukan nitrat menjadi terhambat sehingga kadar nitrat menurun dengan semakin lamanya waktu perendaman limbah. Nilai pH pada perlakuan A, B, C, D, E, F, dan G, secara berturut-turut, adalah 8,11; 7,65; 7,43; 6,98; 6,76; 6,25; dan 5,81. Nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin lamanya proses perendaman menyebabkan pH berkurang. Menurunnya nilai pH menyebabkan proses nitrifikasi terhambat karena proses nitrifikasi berlangsung pada pH 7,0 – 8,2.

**Kadar Fosfat pada Perendaman Limbah Padat Tambak Udang Vaname**

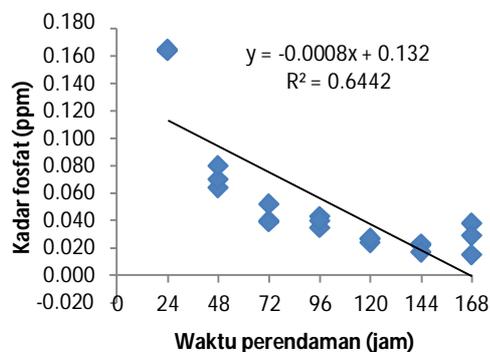
Limbah padat tambak udang vaname (*L. vannamei*) mengandung sejumlah unsur fosfor organik yang harus diubah menjadi fosfat terlarut melalui proses perendaman. Proses ini menyebabkan fosfat mengalami penurunan selama proses perendaman berlangsung, seperti terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 3.

Tabel 5. Kadar fosfat selama perendaman limbah padat tambak udang

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (ppm)
	1	2	3	
A	0,165	0,165	0,164	0,165
B	0,064	0,070	0,080	0,071
C	0,040	0,039	0,052	0,044
D	0,043	0,035	0,040	0,039
E	0,024	0,027	0,027	0,026
F	0,022	0,023	0,017	0,021
G	0,038	0,015	0,029	0,027

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa perlakuan A menghasilkan rata-rata fosfat tertinggi, yaitu 0,165 ppm, dan terendah yaitu F (0,021 ppm). Menurut Mackentum (1969), kadar ortofosfat yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal plankton adalah 0,09 – 1,80 mg/l. Kemudian, menurut Sumardianto (1995), apabila kandungan ortofosfat kurang dari

0,02 mg/l maka akan menjadi faktor pembatas. Berdasarkan literatur tersebut dapat diketahui bahwa proses perendaman 24 jam (perlakuan A) menghasilkan kadar fosfat yang optimal untuk pertumbuhan plankton, termasuk *Chlorella* sp.



Gambar 3. Kurva regresi nitrat pada waktu perendaman yang berbeda

Kurva regresi (Gambar 3) menghasilkan persamaan  $y = -0,0008x + 0,132$  dengan  $R^2 = 0,6442$  dan  $r = 0,803$ . Pada analisis ini dapat diketahui bahwa perlakuan perendaman limbah padat tambak udang berpengaruh sebesar 80,30% terhadap kadar fosfat.

Bakteri pelarut fosfat (BPF) selain menghasilkan enzim fosfatase juga menghasilkan asam-asam organik, seperti asam sitrat, glutamat, suksinat, tartar, format, asetat, propionat, laktonat, glikonat, dan fumarat (Rao, 1994). Pembentukan asam organik ini akan menurunkan pH larutan yang selanjutnya akan menghambat proses perombakan bahan organik, termasuk fosfat. Penurunan pH larutan diikuti dengan penurunan oksigen terlarut sehingga mengurangi kemampuan bakteri untuk merombak bahan organik. Terhambatnya kemampuan bakteri untuk merombak bahan organik menyebabkan penurunan kadar fosfat seiring dengan bertambahnya waktu perendaman.

**KESIMPULAN**

Limbah padat tambak udang vaname (*L. vannamei*) mengandung unsur hara makro dan mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Limbah ini mengandung bakteri heterotrof dan bakteri nitrifikasi yang diperlukan untuk proses perombakan bahan organik. Perendaman 24 jam merupakan perendaman terbaik untuk

menguraikan bahan organik menjadi anorganik yang menghasilkan 0,673 ppm  $\text{NH}_4^+$ ; 1,213 ppm  $\text{NO}_3^-$ ; dan 0,165 ppm  $\text{PO}_4^{3-}$ . Kadar bahan anorganik tersebut mencukupi kebutuhan *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara; Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Laboratorium Bioteknologi Perairan, dan Laboratorium Workshop, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya; dan Laboratorium Kimia, Universitas Muhammadiyah Malang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amini, S. dan Syamdidi. 2006. Konsentrasi Unsur Hara pada Media dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan Pupuk Anorganik Teknis dan Analisis. *Jurnal Perikanan*. 8. 201-206.
- Chalid, S.Y., Amini, S., dan Lestari, S.D. 2010. Kultivasi *Chlorella* sp. pada Media Tumbuh yang Diperkaya dengan Pupuk Anorganik dan *Soil Extract*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11. 34-40.
- Eyster, C. 1978. Nutrient Concentration Requirements for *Chlorella sorokiniana*. *Ohio J. Sci.* 78. 78-81.
- Januar, W., Khotimah, S., dan Mulyadi, A. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN-XIII Ngabang, Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*. 2. 136-140.
- Kasmita, R. 2010. *Isolasi, karakterisasi, dan identifikasi molekuler Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari beberapa sampel tanah di Bogor, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT)*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 68 hlm.
- Mackentum, K.M. 1969. *The Practice of Water Pollution Biology*. Federal Water Pollution Control Administration. USA.
- Meritasari, D., Mubarak, A.S., Sulmartiwi, L., dan Masithah, E.D. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella* Sp.) dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4. 27-32.
- Muslim. 2013. Pengurangan Racun Amonia, Bahan Organik dan Padatan Tersuspensi di Media Budidaya Udang Galah dengan Biofilter dari Bahan Genteng Plastik Bergelombang. *Jurnal Bumi Lestari*. 13. 79-90.
- Pikoli, M.R., Pingkan, A., dan Dea, I.A. 2000. Isolasi Bertahap dan Identifikasi Bakteri Termofilik Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. *Jurnal Proc.* 32. 53-59.
- Pirzan, A.M., dan Masak, P.R.P. 2008. Hubungan Keragaman Fitoplankton dengan Kualitas Air di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Biodiversitas*. 9. 217-221.
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10. 38-48.
- Rao, S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta.
- Sigeo, D.C. 2005. *Freshwater Microbiology: Biodiversity and Dynamic Interaction of Microorganism in the Aquatic Environmental*. John Wiley and Sons Ltd. Chichester.
- Sumardianto. 1995. *Struktur komunitas fitoplankton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 87 hlm.
- Sumarsih, S. 2003. *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. UPN Veteran. Yogyakarta.
- Utomo, N.B.P., Winarti, dan Erlina, A.. 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang Dikultur dengan Pupuk Inorganik (Urea, TSP, Dan ZA) dan Kotoran Ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4. 41-48.
- Zahidah. 2012. Pertumbuhan Populasi *Daphnia* Sp. yang Diberi Pupuk Limbah Budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata yang Telah Difermentasi EM4. *Jurnal Akuatika*. 3. 84-94.
- Zhang, Y., Su, H., Zhong, Y., Zhang, C., Shen, Z., Sang, W., Yan, G., and Zhou X. 2012. The Effect of Bacterial Contamination on The Heterotrophic Cultivation of *Chlorella Pyrenoidosa* in Wastewater from The Production of Soybean Products. *Water Research*. 46. 5509-5516.