

**PEMANFAATAN HASIL NITRIFIKASI LIMBAH CAIR PERIKANAN SECARA BIOLOGIS SEBAGAI PUPUK
NITROGEN PADA TANAMAN BAYAM (*Amaranthus* sp.)**

*Utilization of Biologically Nitrified Fishery Industrial Wastewater as Nitrogenous Fertilizer for Spinach Vegetable
(Amaranthus sp.)*

BUSTAMI IBRAHIM*, ANNA C. ERUNGAN, IRMA

* Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, IPB. Jl. Lingkar Kampus, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Email: bustamibr@yahoo.com

Abstract

Indonesian's fish processing industry developed very rapidly. During the operational production, these industries consumed clean water in enormous volume, as much as wastewater has been produced. One of technologies frequently used is using wastewater aeration pond. This clean treated wastewater can be used as a liquid organic fertilizer, as it contains nutrient such as N, P and K which is good for growing plant. The research objective is to study utilization of treated fishery industry wastewater by activated sludge as a liquid organic fertilizer for growing of spinach vegetable (*Amaranthus* sp.). The study resulted that spinach fertilized by liquid treated wastewater grew better than the one that fertilized by other treatments. Concentration of liquid fertilizer from wastewater within treatment was not significant.

Keyword: *fishery industrial wastewater, liquid organic fertilizer, spinach.*

PENDAHULUAN

Industri perikanan di Indonesia telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dalam operasi produksinya, industri perikanan ini mengkonsumsi air dalam jumlah besar, untuk tujuan penanganan, pengolahan, dan pencucian. Hal ini menyebabkan volume limbah cair yang dihasilkan juga besar, mencapai 20 m³ per ton produk yang dihasilkan (River *et al*, 1998). Salah satu teknologi pengolahan limbah cair yang sering digunakan di industri perikanan adalah menggunakan kolam aerasi secara biologis dengan lumpur aktif (Fauzie *et al*, 2003)

Aerasi limbah cair merupakan proses nitrifikasi amoniak dalam limbah cair yang akan menghasilkan nitrat (Metcalf dan Eddy, 1991), yang sangat baik untuk digunakan sebagai pupuk cair organik. Penggunaan pupuk organik saat ini semakin meningkat dari tahun ke tahun dalam rangka menghindari penggunaan bahan-bahan kimia secara berlebihan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memanfaatkan limbah cair perikanan. Limbah cair perikanan mengandung unsur hara N, P, dan K serta mineral-mineral yang lain dalam jumlah yang cukup tinggi (Islam *et al*, 2004). Unsur-unsur ini sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman (Tay *et al*, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh nitrogen dari limbah cair perikanan yang diolah dengan lumpur aktif sebagai pupuk terhadap pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus* sp.).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat. Bahan yang digunakan adalah limbah cair perikanan yang dibuat dengan perbandingan limbah padat dan limbah cair yaitu 1 : 5 (Fauzi *et al* 2003), lumpur aktif yang diambil dari unit pengolahan limbah yang ada di Muara Baru, tanah jenis latosol sebagai media tanam yang diambil dari tanah yang ada di sekitar Darmaga. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah aerator yang

digunakan dalam pengolahan limbah cair dan *polybag* serta alat-alat pertanian yang digunakan dalam proses penanaman dan pemupukan.

Analisis. Analisis kimia yang dilakukan antara lain analisis *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS), *Mixed Liquor Volatile Suspended Solid* (MLVSS), *Disolved Oxygen* (DO), pH, COD, NH₃-N, NO₃-N dan *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN) dari limbah cair (APHA 1992). Sedangkan analisis statistik yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dan semua data pengamatan dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam. Apabila ada perbedaan yang nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Tukey's pada selang kepercayaan 95%. Data diolah dengan menggunakan SPSS 13 *for windows*. Tujuh taraf dosis perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

D1= Sampel 300 ml + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
D2= Sampel 550 ml + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
D3= Sampel 800 ml + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
D4= Sampel 1050 ml + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
D5= Limbah cair segar 207 ml + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
KP= Urea 0,38 gr + SP-36 0,4 gr + KCl 0,15 gr
KN= SP-36 0,6 gr + KCl 0,3 gr

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah cair Buatan. Karakteristik limbah cair buatan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1. Limbah cair buatan mengandung N dalam jumlah yang cukup tinggi. Derajat keasaman (pH) dari limbah cair buatan ini mendekati alkali yaitu 6,87. Menurut Gonzalez (1996) limbah cair yang dihasilkan dari industri pengolahan ikan mempunyai pH mendekati 7 atau alkali yang disebabkan oleh adanya dekomposisi bahan-bahan yang mengandung protein. Sedangkan nisbah COD/TKN limbah buatan ini adalah 6,44. Limbah cair industri perikanan mempunyai nisbah COD/TKN berkisar 1,1-11,3 (Sendic 1995).

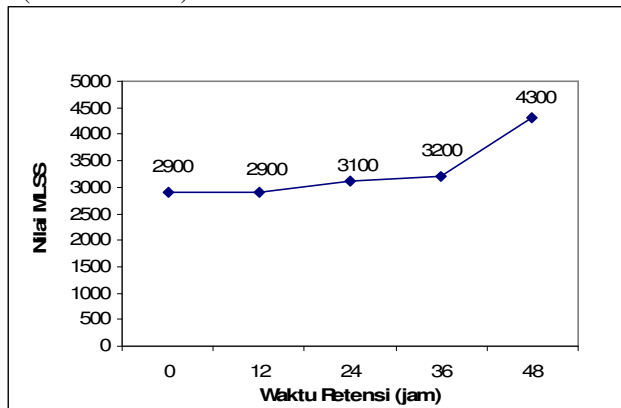
Tabel 1. Karakteristik limbah cair buatan

Parameter	Satuan	Nilai
Amonia	mg/l	409,449
NO ₃ -N	mg/l	0,326
Total N	mg/l	574,4
COD	mg/l	3700
pH		6,87

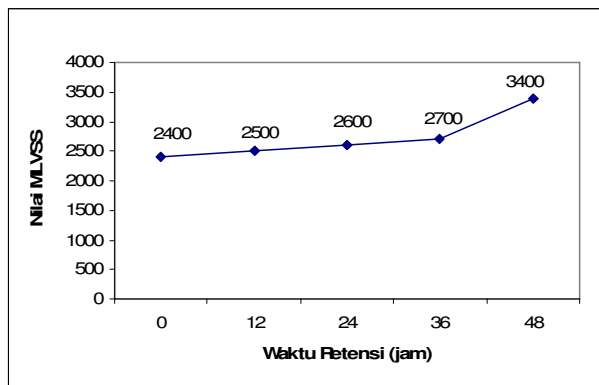
Kondisi Nitrifikasi

1. MLSS dan MLVSS

Nilai MLSS dan MLVSS dapat digunakan untuk mengetahui adanya pertumbuhan mikroorganisme yang ada dalam reaktor. Nilai MLSS dan MLVSS limbah cair buatan selama proses pengolahan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Selama proses pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif terjadi peningkatan nilai MLSS dan MLVSS. Hal ini disebabkan terjadi pertumbuhan mikroorganisme atau biomassa dalam reaktor. Pada proses pengolahan air limbah zat organik akan semakin turun, sedangkan komposisi biomassa semakin besar (Henze *et al*, 1987). Hal ini disebabkan terjadi pertumbuhan mikroorganisme atau biomassa dalam reaktor. Mikroorganisme menguraikan senyawa nitrogen organik dan inorganik yang terdapat dalam limbah menjadi energi, bahan seluler baru, air dan karbondioksida (Lee *et al*. 1999).



Gambar 2. Nilai MLSS selama proses pengolahan limbah cair

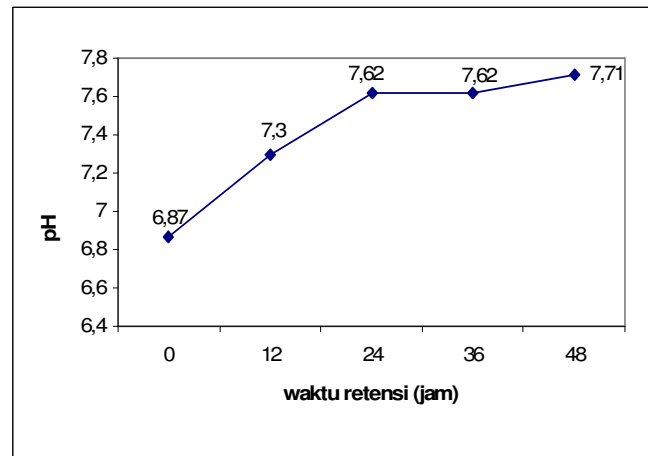


Gambar 3. Nilai MLVSS selama proses pengolahan limbah cair

2. Nilai pH

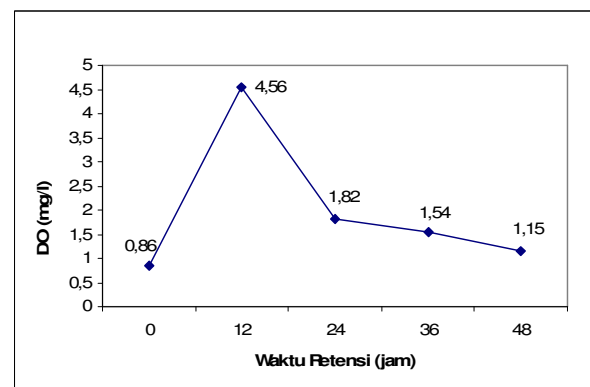
Derajat keasaman (pH) limbah cair selama proses pengolahan dengan lumpur aktif dapat dilihat pada Gambar 4. Proses pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif berlangsung dalam kondisi basa dengan kisaran pH 6,87 – 7,71. Menurut Wiesmann (1994), proses nitrifikasi akan optimal pada kisaran pH 8 dan 9, dibawah 6 akan menghentikan reaksi. Selama proses pengolahan limbah cair terjadi peningkatan pH. Hal ini disebabkan selama proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme terjadi pembentukan amonia yang menyebabkan peningkatan pH. Fenomena kenaikan pH selama proses dapat terlihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Derajat keasaman (pH) selama proses pengolahan limbah cair



3. Dissolved oxygen (DO)

Pada proses penguraian bahan organik diperlukan oksigen dalam jumlah yang besar. Nilai oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dapat dilihat pada Gambar 5.



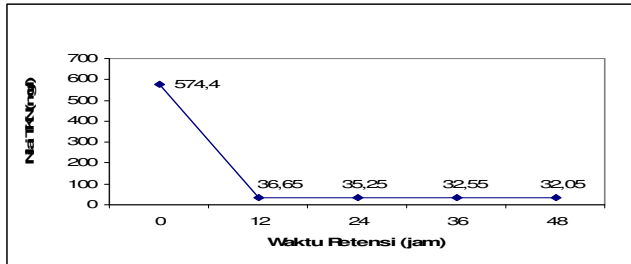
Gambar 5. Kadar oksigen terlarut (DO) selama proses pengolahan limbah cair

Selama proses pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif, nilai DO mengalami penurunan. Hal ini disebabkan mikroorganisme memerlukan oksigen yang cukup besar dalam menguraikan senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair (Holman dan Wareham, 2005). Selain itu, penurunan kadar oksigen terlarut dalam limbah

dapat disebabkan oleh tingginya kandungan lemak dalam air limbah. Pada keadaan basa, lemak akan membebaskan gliserin dan membentuk garam basa yang larut dalam air (Hwang *et al.* 2006). Lemak dalam limbah cair dapat membentuk lapisan tipis dan selaput sehingga dapat menghambat distribusi oksigen di dalam limbah cair (Wardhana 2001).

4. TKN

Total kjeldahl nitrogen (TKN) menunjukkan jumlah total nitrogen organik yang terdapat dalam limbah. Total nitrogen organik selama proses pengolahan limbah cair dapat dilihat pada Gambar 7.

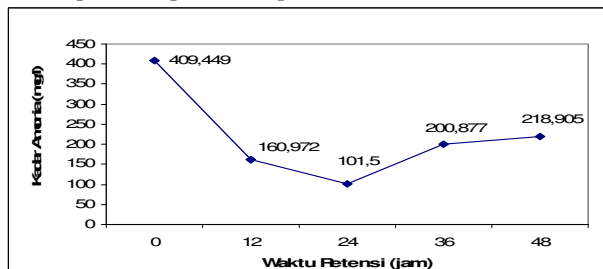


Gambar 7. Nilai TKN selama proses pengolahan limbah cair

Nilai TKN mengalami penurunan yang sangat signifikan pada selang waktu retensi 0 jam dan 12 jam. Selanjutnya tetap terjadi penurunan nilai TKN walaupun dalam jumlah yang sangat kecil yang disebabkan nutrient yang tersedia dalam limbah tinggal sedikit. Nitrogen organik akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi amonia yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrit serta nitrat. Menurut Barnes dan Bliss (1983) degradasi senyawa organik yang berikatan N menjadi amonia disebut amonifikasi. Reaksi ini menghasilkan senyawa karbon organik sebagai penyedia energi dan berfungsi sebagai substrat untuk sintesis.

5. Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ (nitrogen amonia)

Kadar amonia selama proses pengolahan limbah cair dapat dilihat pada Gambar 8. Kadar amonia selama proses pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif mengalami penurunan pada waktu retensi 0 jam sampai waktu retensi 24 jam dan selanjutnya mengalami peningkatan sampai waktu retensi 48 jam. Pada awal nitrifikasi sampai waktu retensi 24 jam proses nitrifikasi berlangsung sangat cepat dan selanjutnya kecepatannya semakin menurun. Hal ini sejalan dengan kenaikan pH yang terjadi pada Gambar 4. Kadar amonia yang terjadi selama proses dapat dilihat pada Gambar 8.

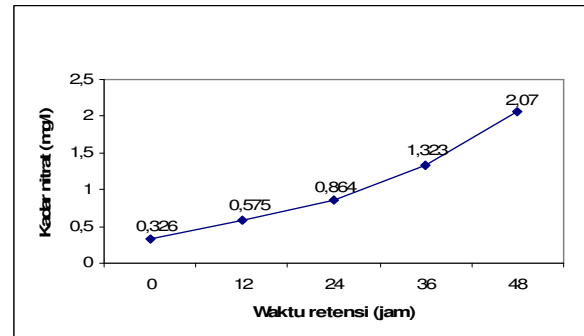


Gambar 8. Kadar amonia selama proses pengolahan limbah cair

Menurut Carta-Escobar *et al* (2005), mendiamkan bahan organik selama 30 jam tanpa aerasi dapat memberikan hidrolisis yang menyebabkan laju konsumsi substrat meningkat. Hal ini menandakan bahwa proses amonifikasi penting dalam hal meningkatkan laju proses penyisihan bahan-bahan organik dalam limbah.

6. Kadar $\text{NO}_3\text{-N}$ (nitrogen nitrat)

Kadar nitrat selama proses nitrifikasi limbah cair dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kadar nitrat selama proses pengolahan Limbah cair

Selama proses pengolahan limbah cair, terjadi peningkatan kadar nitrat sampai batas waktu retensi 48 jam. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu retensi semakin banyak nitrit yang dioksidasi oleh mikroorganisme menjadi nitrat.

Laju Pertumbuhan Tinggi Bayam

Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Nitrogen dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak atau disebut juga unsur makro bagi tanaman. Pada Tabel 2 dapat dilihat pengaruh unsur nitrogen terhadap tanaman bayam.

Tabel 2. Laju pertumbuhan tanaman bayam (*Amaranthus sp.*) (cm/minggu)

Perlakuan	Laju pertumbuhan tinggi bayam(cm/minggu)		
	1 MST*	2 MST	3 MST
D1	0,70±0,44 ^a	4,40±1,18 ^a	12,07±0,75 ^{ac}
D2	1,25±0,10 ^a	5,28±1,49 ^a	14,28±0,85 ^{ab}
D3	1,22±0,37 ^a	5,15±2,15 ^a	16,97±0,60 ^b
D4	0,93±0,18 ^a	4,65±0,78 ^a	14,92±1,55 ^{ab}
D5	0,92±0,14 ^a	6,23±1,53 ^a	15,38±2,49 ^{ab}
KP	0,92±0,40 ^a	4,48±1,71 ^a	16,72±1,11 ^b
KN	1,12±0,13 ^a	3,32±0,08 ^a	9,85±2,17 ^c

Keterangan :

Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

*MST = Minggu Setelah Tanam

Laju pertumbuhan tinggi bayam yang paling besar terjadi pada bayam yang diberi perlakuan D3 atau pemupukan dengan 800 ml sampel yaitu 16,97 cm/minggu. Hal ini disebabkan tanaman ini diberikan

unsur nitrogen sesuai dengan dosis yang diperlukan sehingga mengalami pertumbuhan yang maksimal. Nitrogen berperan untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Lingga 1998). Sedangkan laju pertumbuhan tinggi bayam yang paling kecil terjadi pada bayam yang diberi perlakuan tanpa pemupukan nitrogen atau tanpa pemberian unsur nitrogen yaitu 9,85 cm/minggu. Tanaman bayam ini hanya memanfaatkan nitrogen yang tersedia dalam tanah untuk pertumbuhannya sehingga kekurangan unsur nitrogen dan pertumbuhannya tidak optimal. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang kekurangan nitrogen akan kerempeng atau kerdil karena tumbuhnya tersendat-sendat (Lingga 1998).

Dari hasil uji lanjut, didapatkan bahwa pengaruh perlakuan tanpa pemberian nitrogen terhadap pertumbuhan tinggi bayam berbeda nyata dengan pengaruh semua perlakuan kecuali perlakuan D1 atau pemupukan dengan 300 ml limbah cair yang diolah dengan lumpur aktif. Perlakuan tanpa tambahan unsur nitrogen memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap pertumbuhan tinggi bayam. Pengaruh Perlakuan D1 terhadap pertumbuhan tinggi bayam berbeda nyata dengan pengaruh perlakuan D3 atau pemupukan dengan 800 ml limbah cair yang diolah dengan lumpur aktif dan pengaruh perlakuan bayam yang dipupuk dengan urea. Perlakuan D1 memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap pertumbuhan tinggi bayam.

Jumlah Daun Bayam

Rataan pengaruh unsur nitrogen terhadap jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh nitrogen terhadap jumlah daun bayam

Perlakuan	Jumlah Daun (lembar)			
	0 MST*	1 MST	2 MST	3 MST
D1	2,00 ± 0,00 ^a	3,83±0,29 ^a	5,83±0,29 ^a	8,67±0,58 ^a
D2	2,00 ± 0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	6,33±0,58 ^a	8,00±0,00 ^a
D3	2,00 ± 0,00 ^a	3,83±0,29 ^a	6,00±0,50 ^a	8,50±1,00 ^a
D4	2,00 ± 0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	6,33±0,58 ^a	8,67±1,04 ^a
D5	2,00 ± 0,00 ^a	3,83±0,29 ^a	6,33±0,58 ^a	8,17±0,58 ^a
KP	2,00 ± 0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	6,33±0,58 ^a	7,33±0,29 ^a
KN	2,00 ± 0,00 ^a	4,00±0,00 ^a	6,17±0,29 ^a	7,83±0,29 ^a

Keterangan :

Superskrip dengan huruf yang sama pada kolom yang sama

menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0.05$).

Data di atas didapatkan dari rata-rata jumlah daun bayam pada setiap perlakuan dengan 3 kali ulangan dan masing-masing ulangan duplo.

*MST = Minggu Setelah Tanam

Bayam yang dipupuk dengan limbah cair perikanan yang diolah dengan lumpur aktif maupun yang masih segar rata-rata mengalami pertambahan jumlah daun yang lebih banyak daripada bayam yang tidak diberi tambahan unsur nitrogen dan bayam yang dipupuk dengan urea. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa unsur nitrogen tidak terlalu berpengaruh terhadap pertambahan jumlah daun bayam. Hal ini disebabkan rata-rata umur pertambahan jumlah daun sama untuk semua perlakuan.

Dari hasil analisis ragam, didapatkan bahwa perlakuan pemberian unsur nitrogen tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun bayam.

KESIMPULAN

Laju pertumbuhan tinggi tanaman bayam yang paling tinggi terjadi pada tanaman bayam yang diberi perlakuan pemupukan dengan 800 ml limbah cair. Pertumbuhan bayam yang paling kecil terjadi pada bayam yang diberi perlakuan tanpa tambahan unsur nitrogen. Nitrogen dari limbah cair pengolahan perikanan yang diolah dengan Lumpur aktif tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan tinggi bayam pada 1 MST dan 2 MST, tetapi memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan tinggi bayam pada 3 MST. Nitrogen dari limbah cair pengolahan perikanan yang diolah dengan Lumpur aktif tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun bayam. Rata-rata pertumbuhan bayam yang paling baik terjadi pada bayam yang dipupuk dengan 800 ml limbah cair perikanan yang diolah dengan lumpur aktif. Limbah cair perikanan yang diolah dengan lumpur aktif dapat memenuhi kebutuhan nitrogen pada tanaman bayam dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes D, Bliss PJ. 1983. *Biological Control of Nitrogen in Wastewater Treatment*. E.&F.N SPON. London.
- Carta-Escobar F, Pereda-Marin J, Alvarez-Mateos P, Romero-Guzman F, Duran-Barantes MM, Barriga-Mateos F. 2005. Aerobic Purification of Dairy Wastewater in Batch Reactors: Kinetic Study of The Influence of Pre-Storage Stage Without Aeration in The Degradation of Organic Matter and Ammonium Consumption by Nitrification. *Process Biochemistry* 40 (2005): 549 – 556.
- Fauzi AM, Romli M, Ismayana A, Ibrahim B. 2003. Optimasi Proses Sistem Anoksik – Aerobik untuk Penyisihan Nitrogen dalam limbah Cair Industri Hasil Perikanan. Laporan Hibah Bersaing X. Bogor.
- Gonzalez. 1996. Wastewater Treatment in Fisheries Industry. *FAO Fishery Tehnical Paper*. 333. Roma
- Hadisoeganda AWW. 1996. *Bayam : Sayuran Penyangga Petani di Indonesia*. Bandung: Balai penelitian Tanaman Sayur.
- Henze M., Grady CPL Jr, Gujer W, Marais GVR, Matsuo T. 1987. A General Modell for Single Sludge Wastewater Treatment Systems. *Water. Res.* 21(5), 505-515.
- Holman JB dan Wareham DG. 2005. COD, ammonia and dissolved oxygen time profiles in the simultaneous nitrification/denitrification process. *Biochemical Engineering Journal* 22 (2005) 125–133.

- Islam MdS, Khan S, Tanaka M. 2004. Waste loading in shrimp and fish processing effluents: potential source of hazards to the coastal and nearshore environments. *Marine Pollution Bulletin* 49 (103–110).
- Jenie BSL, Rahayu WP. 1993. *Penanganan Industri Pangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Lee TT, Wang FY, Newell R.B. 1999. Dynamic Modelling and Simulation Of Activated Sludge Process Using Orthogonal Collocation Approach. *Wat. Res.* 33(1). 73-86.
- Lingga P. 1998. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta : PT Penebar Swadaya.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse*. 3rd edition. Revisi oleh G Tchobanoglous dan F. Burton. Mc. Graw Hill Book Co. Singapore.
- River LE, Espe E, Roeckel M, Marti MC. 1998. Evaluation of clean technology process in the marine product processing industry. *Journal Chemical Technology and Biotechnology*. 73. 217-226
- Sendic MV. 1995. Strategic in Agro industrial Wastewater Treatment. *Water Science Technology*. Vol. 32(12) 113 - 120.
- Hwang S, Jang K, Jang H, Song J, Bae W. 2006. Factors affecting nitrous oxide production: a comparison of biological nitrogen removal processes with partial and complete nitrification. *Biodegradation* (2006) 17: 19–29
- Tay HS, Pan, He dan. Tay S. T. L. 2004. The effect of Hydraulic Retention Time on Stability of Aerobically Grown Granules. Website. [http://www.blackWell-synergy Y.X. com/links/doi/10.1111/j.1472-765X.2003.htm](http://www.blackWell-synergy.com/links/doi/10.1111/j.1472-765X.2003.htm)
- Wardhana WA. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.