

PENGARUH PERBEDAAN PROBIOTIK KOMERSIAL TERHADAP RASIO C:N DAN N:P MEDIA KULTUR BIOFLOK PADA BAK PERCOBAAN

Effect of Different Commercial Probiotics to the C:N and N:P Ratio of Media Culture Biofloc at Tubs Trial

Endang Dewi Masithah¹, Yurika Dwi Octaviana² dan Abdul Manan³.

¹Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

³Departemen Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya

*yurika-d-o-11@fpk.unair.ac.id

Abstrak

Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi ikan budidaya adalah adanya penurunan kualitas air sebagai akibat dari banyaknya akumulasi bahan organik baik yang berasal dari limbah metabolisme dan bahan organik lainnya. Bioflok merupakan teknologi yang menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah limbah budidaya yang paling menguntungkan. Aplikasi bakteri probiotik yang tepat dapat membantu mengurangi kandungan bahan organik di tambak dan mempertahankan tersedianya nutrisi dari hasil penguraian bahan organik. Peningkatan C:N rasio akan meningkatkan pertumbuhan bakteri heterotrof yang pada akhirnya akan mengurangi nitrogen anorganik perairan. Rasio N:P akan berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton jenis tertentu.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan probiotik komersial berbeda terhadap rasio N:P dan C:N media kultur bioflok pada bak percobaan. Penelitian ini menggunakan metode statistika Rancangan Acak Lengkap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian probiotik yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap rasio C:N dan N:P. Nilai rasio C:N tertinggi pada perlakuan B (3,63), dan terendah pada perlakuan A (3,13). Nilai rasio N:P tertinggi pada perlakuan A (5,68) dan terendah C (4,36), kandungan N tertinggi pada perlakuan A (1692,6 ppm) dan kandungan P tertinggi pada perlakuan B (451,8 ppm).

Kata kunci: Probiotik, Bioflok, Rasio C:N, Rasio N:P

Abstract

One of the factors that caused production decrease of farmedfish is decrease in water quality as a result of organic matter both from metabolic waste and other organic material accumulation. Biofloc technology become one most profitable alternative solutions to farming waste. Proper application of probiotic bacteria can help reduce the content of organic material in the pond and maintain the availability of nutrients decomposition of organic matter. Improved C: N ratio will increase the growth of heterotrophic bacteria, which in turn will reduce inorganic nitrogen. the ratio of N to P will affect certain types of phytoplankton abundance.

This study aims to determine the effect of different commercial probiotic use ratio of N: P and C: N biofloc culture media on tubs trial. This study uses a statistical method completely randomized design.

The main parameters in this study is the ratio of N: P and C: N. Water sampling done after bioflok formed as 500ml bottle is placed on the sample, which is then carried out laboratory tests to determine the ratio of N: P and C: N. Supporting parameters in this study are water quality culture media which include temperature, pH, ammonia and DO. Measurement of water quality parameters aimed to determine the possibility of influence of water quality to the study results.

The study results showed that different probiotic addition effect is not significantly different ($P > 0.05$) against the ratio of C: N and N: P. Value C: N highest ratio in treatment B (3.63), and the lowest in treatment A (3.13). Value highest ratio of N: P in treatment A (5.68) and the lowest in C (4.36), highest content N in treatment A (1692.6 ppm) and highest content P in treatment B (451.8 ppm).

Keywords: Probiotic, Biofloc, C:N Ratio, N:P Ratio.

PENDAHULUAN

Adanya penurunan dari kualitas air sebagai akibat akumulasi bahan organik baik yang berasal dari limbah metabolisme dan bahan organik lainnya merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi ikan budidaya (Yuniasari, 2009). Teknologi bioflok menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah limbah budidaya yang paling menguntungkan, karena dapat menurunkan limbah nitrogen anorganik (Crab *et al.*, 2007). Aplikasi bakteri probiotik yang tepat dapat membantu mengurangi kandungan bahan organik yang ada di tambak dan mempertahankan tersedianya nutrisi hasil penguraian bahan organik, sehingga plankton dapat terjaga kestabilannya (Purwanta dan Firdayati, 2002). Peningkatan C:N rasio akan meningkatkan pertumbuhan bakteri heterotrof yang pada akhirnya akan mengurangi nitrogen anorganik (Avnimelech, 1999). Rasio N:P akan berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton jenis tertentu (Makmur dkk., 2012).

Penelitian tentang probiotik serta eksplorasinya secara komersial dengan berbagai jenis produk di dunia telah dilakukan sekelompok masyarakat yang sadar akan manfaat probiotik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perbedaan probiotik komersial terhadap rasio N:P dan C:N media kultur bioflok pada bak percobaan.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya. Pemeriksaan kandungan N:P dan C:N rasio dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2015.

Materi Penelitian

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium, aerator, batu aerasi, pipet, selang aerasi, pH meter, termometer, DO kit, amoniak kit, timbangan analitik.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu probiotik B (mengandung bakteri *Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas*, *Saccarhomyces*), probiotik C (mengandung bakteri *Lactobacillus*, *Nitrosomonas*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp.), air tawar, molase, dedak, pellet ikan, kaporit, pupuk ZA dan kapur kaptan atau dolomit.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental, rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan percobaan ini terdiri atas tiga perlakuan yaitu perlakuan A, B, dan C yang diulang sebanyak enam kali sehingga terdapat 18 satuan percobaan.

Prosedur Kerja

Sterilisasi Alat dan Bahan

Strerilisasi air yaitu dengan pemberian kaporit sebanyak 4 gram/20 liter air. Kemudian dilakukan aerasi selama dua hari sampai bau kaporit hilang (Gunarto dan Suwoyo, 2011).

Pembuatan Bioflok pada Akuarium

Pembuatan bioflok dilakukan dengan memasukkan 20 liter air tawar ke dalam akuarium berukuran 40 cm x 20 cm x 35 cm yang diberi aerasi, kemudian memasukkan dua macam probiotik ke masing-masing akuarium sebanyak 0,1 g/20 liter/hari masing-masing perlakuan (Rangka dan Gunarto, 2012). Selanjutnya, memasukkan pakan ikan, molase dan dedak. Kapur kaptan atau dolomite 1 mg/liter ditambahkan untuk stabilitas pH (Gunarto dan Suwoyo, 2011)

Pemberian molase pada pembuatan bioflok diberikan sebanyak 84 g/20 liter air pada seluruh perlakuan. Sedangkan untuk

pemberian dedak sebanyak 1 kg/20 liter air (Rangka dan Gunarto, 2012).

Pemberian pupuk ZA sebagai sumber N ditambahkan sebanyak 10g/20 liter setiap lima hari sekali seperti disarankan oleh Gunarto dan Suwoyo (2011).

Parameter Penelitian

Parameter utama dalam penelitian ini adalah rasio N:P dan C:N. Pengambilan sampel air setelah terbentuk bioflok sebanyak 500ml diletakkan pada botol sampel, yang kemudian dilakukan uji laboratorium untuk menentukan rasio N:P dan C:N. Parameter pendukung dalam penelitian ini adalah kualitas air media kultur yang meliputi suhu, pH, amoniak dan DO.

Pengambilan Data Rasio N:P dan C:N

Apabila flok telah terbentuk, maka akan diambil sampel air untuk di uji rasio C:N dan N:P.

Analisis Data

Analisis yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah adalah dengan uji ANOVA dengan Rancangan Acak Lengkap. Apabila hasil uji ANOVA yang didapat menunjukkan adanya perbedaan maka akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan tingkat kepercayaan 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan satu dengan perlakuan lain (Kusriningrum, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Rasio C:N

Data nilai rasio C:N diperoleh dari data kandungan C dan N media, kemudian diperbandingkan untuk mendapatkan nilai rasio C:N. Hasil uji C, N, P, rasio C:N dan rasio N:P pada awal penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Rata-Rata Kandungan C, N, P, Rasio C:N dan N:P

| Perlakuan | N (ppm) | | P (ppm) | | C (ppm) | | Rasio C:N | | Rasio N:P | |
|-----------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | Awal | Akhir | Awal | Akhir | Awal | Akhir | Awal | Akhir | Awal | Akhir |
| A | 608,1 | 1692,6 | 201,3 | 324,6 | 4206,0 | 5257,8 | 6,9 | 3,13 ^a | 3 | 5,68 ^a |
| B | 921,2 | 1668,6 | 210,0 | 451,8 | 6111,0 | 5833,0 | 6,6 | 3,63 ^a | 4,4 | 4,78 ^a |
| C | 531,5 | 1631,0 | 255,5 | 372,6 | 4128,0 | 5425,2 | 7,8 | 3,35 ^a | 2,1 | 4,36 ^a |

Keterangan: Nilai dengan superskrip yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

Berdasar analisis ragam data rasio C:N menunjukkan bahwa pemberian probiotik yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap rasio C:N. Hasil pengukuran rasio C:N pada akhir penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B memberikan rasio C:N paling tinggi (3,63), diikuti perlakuan C (3,35) dan terakhir adalah perlakuan A (3,13). Kandungan C paling tinggi juga diperoleh dari perlakuan B (5833 ppm), disusul perlakuan C (5425,2 ppm) dan yang paling rendah adalah perlakuan A (5257,8 ppm). Sedangkan kandungan N paling tinggi diperoleh dari perlakuan A

(1692,6 ppm) disusul perlakuan B (1668,6 ppm) dan yang paling rendah adalah perlakuan C (1631,04 ppm).

Nilai Rasio N:P

Berdasarkan analisis ragam data rasio N:P menunjukkan bahwa pemberian probiotik yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap rasio N:P. Hasil pengukuran rasio N:P pada akhir penelitian menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan rasio N:P paling tinggi (5,68), diikuti perlakuan B (4,78) dan terakhir adalah perlakuan C (4,36). Kandungan N paling tinggi

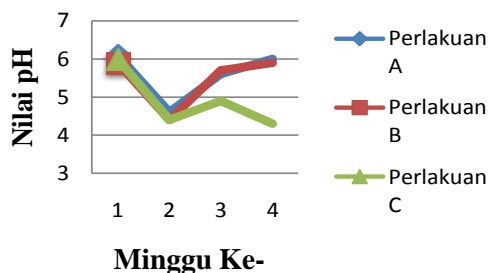
diperoleh dari perlakuan A (1692,6 ppm) disusul perlakuan B (1668,6 ppm) dan yang paling rendah adalah perlakuan C (1631,04 ppm). Sedangkan kandungan P paling tinggi adalah perlakuan B (451,8 ppm), disusul perlakuan C (372,6 ppm) dan yang paling rendah adalah perlakuan A (324,6 ppm).

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air selama penelitian dilakukan terhadap suhu, derajat keasaman (pH), amoniak, dan oksigen terlarut (DO). Parameter kualitas air diukur untuk melengkapi data utama.

Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan sehari 2 kali, yaitu pada pagi hari (pukul 06.00 WIB) dan sore hari (pukul 17.00 WIB). Grafik dinamika pH tiap minggu yang diukur bersamaan dengan amoniak ditampilkan pada Gambar berikut :



Gambar 1. Dinamika pH mingguan

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa pada awal penelitian nilai pH walaupun tergolong asam, tetapi masih tinggi. Tetapi pada minggu ke-2 sudah mulai turun hingga mencapai 4,4. Minggu ke-3, pH pada semua perlakuan meningkat kembali.

Amoniak

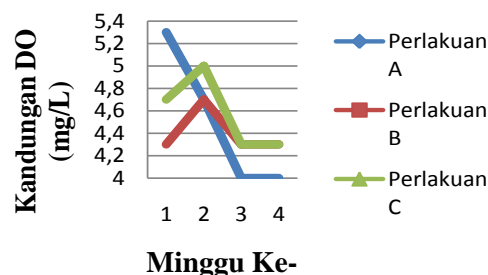
Nilai amoniak di awal penelitian berkisar antara 531,51 mg/l – 921,15 mg/l. Nilai amoniak di akhir penelitian berkisar antara 1.345,08 mg/l – 1.926,13 mg/l.

Suhu

Hasil penelitian menunjukkan suhu menunjukkan kisaran suhu media selama penelitian adalah 27,5⁰C – 28,5⁰C. Kisaran tersebut masih layak untuk budidaya perikanan.

Dissolved Oxygen (DO)

Dinamika kandungan DO selama penelitian disajikan pada Gambar berikut



Gambar 2. Dinamika Oksigen Terlarut (DO) Mingguan

Berdasarkan grafik diatas, diketahui bahwa pada minggu pertama, kandungan oksigen terlarut paling tinggi terdapat pada perlakuan A (5,3 mg/L) disusul perlakuan C (4,7 mg/L) dan terakhir adalah perlakuan B (4,3 mg/L). Selanjutnya pada minggu ke-2 kandungan oksigen terlarut pada perlakuan A menurun, sementara pada perlakuan C dan perlakuan B meningkat. Pada minggu ke-3, semua perlakuan mengalami penurunan kandungan oksigen terlarut. Pada minggu ke-4, kandungan oksigen terlarut semua perlakuan adalah sama dengan minggu ke-3.

Pembahasan

Pada semua perlakuan, rasio C:N pada akhir penelitian mengalami penurunan dibandingkan rasio C:N awal penelitian. Pada awal penelitian, rasio C:N yang terjadi berkisar antara 6,6 – 7,8. Bila dibanding penelitian Gunarto dan Suwoyo (2011), rasio C:N yang dihasilkan penelitian ini adalah lebih rendah. Penelitian Gunarto dan Suwoyo (2011) tersebut, menggunakan probiotik yang mengandung bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus cereus* dengan penambahan molase dan

pupuk ZA menghasilkan rasio C:N mencapai 20. Pada penelitian ini, rasio C:N awal hanya mencapai nilai tertinggi 7,8. Pada akhir penelitian, rasio C:N semakin menurun menjadi berkisar antara 3,1 – 3,6. Walaupun pada penelitian ini juga digunakan molase dan pupuk ZA, namun diduga perbedaan kombinasi bakteri baik antara penelitian ini dengan penelitian Gunarto dan Suwoyo (2011) menyebabkan terjadinya perbedaan rasio C:N yang dihasilkan. Pada penelitian Gunarto dan Suwoyo (2011) kombinasi bakteri yang digunakan adalah *Bacillus subtilis* dan *Bacillus cereus*. Sedang pada penelitian ini, pada perlakuan B menggunakan bakteri *Lactobacillus*, *Rhodopseudomonas* dan *Saccarhomyces*. Sementara pada perlakuan C menggunakan bakteri *Lactobacillus*, *Nitrosomonas*, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus* sp. Perbedaan kombinasi bakteri ini diduga menyebabkan perbedaan rasio C:N akibat perbedaan kemampuan masing-masing jenis bakteri dalam menghasilkan C dan N pada proses degradasi serta kebutuhan C dan N untuk proses pertumbuhannya.

Kandungan N pada semua perlakuan mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa perombakan bahan organik akibat pemberian probiotik mampu menghasilkan N pada perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeharsono (2002) dan Munawaroh, dkk (2013) bahwa *Lactobacillus* merupakan bakteri asam laktat yang mampu mendegradasi asam amino menjadi unsur N; Wahyudi dan Astuti (2011) menambahkan bahwa *Rhodopseudomonas* dapat meningkatkan nilai N; Krisnadwi (2013) *Nitrosomonas* dapat menguraikan amoniak dan nitrit; Irianto (2003) bahwa *Bacillus subtilis* mampu meningkatkan kandungan nitrat serta Irianto (2003) menambahkan bahwa *Bacillus* sp dapat mendegradasi kandungan nitrogen organik menjadi nitrogen anorganik serta mampu menghasilkan kandungan nitrat lebih tinggi pada perairan.

Pada akhir penelitian, rasio N:P pada semua perlakuan berkisar antara 4,4 –

5,6. Nilai rasio N:P ini tergolong rendah. Upaya meningkatkan konsentrasi N pada penelitian ini adalah dengan pemberian ammonium berupa pupuk ZA. Hal ini sesuai dengan yang dilakukan Gunarto dan Suwoyo (2011) dan saran dari Aiyushirota (2009). Namun pada penelitian ini, dosis pupuk ZA yang diberikan (10g/20 liter air), belum mampu meningkatkan kandungan N yang lebih signifikan, agar rasio N:P >10. Rendahnya rasio N:P pada penelitian ini (<10), menyebabkan plankton jenis *Blue Green Algae* menjadi dominan. Hal ini ditunjang oleh hasil penelitian bahwa pada semua perlakuan, terjadi dominasi plankton jenis *Microcystis*.

Diduga nilai rasio C:N yang tidak mencapai 10 dikarenakan aktivitas bakteri yang melakukan degradasi terus menerus, menghasilkan asam-asam organik, yang tidak mampu dinetralisir dengan penggunaan sumber kapur yang digunakan (dolomit). Menurut Ratnawati (2008) kemampuan dolomit dalam meningkatkan pH, lebih lambat dibanding penggunaan kapur CaCO_3 .

Nilai tertinggi rasio N:P pada perlakuan A yaitu mencapai 5,6. Nilai rasio ini dari perbandingan kandungan N dan P, walaupun nilai rasio rendah namun kandungannya semakin meningkat. Menurut Aiyushirota (2009) distribusi plankton seperti *Blue Green Algae* dan dinoflagellata ditentukan oleh proporsi nilai nitrogen terhadap fosfor, pada lingkungan eutrofik dengan perbandingan total ppm N dibagi total ppm P apabila di bawah 10 (N:P rasio<10) maka didominasi dengan pertumbuhan BGA atau *Blue Green Algae*. Sementara *Blue Green Algae* dan beberapa spesies *Dinoflagellata* dapat mengabsorpsi N langsung dari udara, sehingga pertumbuhannya tidak terbatas. Maka hal ini dapat dikatakan tidak mendukung keseimbangan suatu perairan.

Nitrogen dan fosfor sebagai nutrisi utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton (Asriyana dan Yuliana, 2012). Menurut Aiyushirota (2009), bioflok dapat terbentuk jika secara visual di dapat warna air

kolam coklat muda (krem) berupa gumpalan yang bergerak bersama arus air. pH air cenderung di kisaran 7 (antara 7,2 – 7,8) dengan kenaikan pH pagi dengan pH sore yang kecil (rentang pH antara 0,02 – 0,2). Wardoyo (1982) dalam Asriyana dan Yuliana (2012) menambahkan bahwa pH sangat memengaruhi kehidupan makhluk hidup, termasuk di dalamnya fitoplankton. pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton di perairan adalah 6,5 – 8,0. Derajat keasaman (pH) pada penelitian ini cenderung asam, walaupun kenaikan pH pagi dengan sore kecil. Menurut Gunarto dan Suwoyo (2011) untuk menjaga kestabilan pH dapat ditambahkan kapur kaptan atau dolomit, namun pada penelitian ini kenaikan pH tidak terjadi secara signifikan dan masih cenderung asam.

Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Odum, 1971 dalam Asriyana dan Yuliana, 2012). Nilai pH juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas perairan. Pada penelitian ini nilai pH pada minggu pertama masih tinggi (6), walaupun sudah tergolong asam. Setelah minggu ke-2, pH semakin menurun, hal ini menunjukkan terjadinya proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri yang ditambahkan. Menurut Subowo (2010) dekomposisi menghasilkan asam-asam organik yang dapat menurunkan pH. Pada minggu ke-3, pH mulai meningkat kembali. Nilai pH secara keseluruhan tergolong rendah. Hal ini diduga disebabkan penambahan kapur dolomit kurang mampu menghasilkan peningkatan pH secara cepat.

Pengaruh pertama proses dekomposisi bahan organik di perairan adalah terjadinya penurunan oksigen terlarut pada perairan. Jika jumlah bahan organik dalam perairan bertambah maka proses dekomposisi akan memerlukan oksigen lebih besar dan akibatnya perairan akan mengalami deplesi oksigen sehingga perairan menjadi anaerob (Singgih, 2010). Pada

minggu pertama dan kedua semua perlakuan menunjukkan penurunan oksigen terlarut (DO). sedangkan pada minggu ketiga dan keempat mengalami oksigen terlarut (DO) stabil karena adanya aerasi yang mendukung.

Suhu air merupakan salah satu faktor abiotik yang keberadaannya dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Peningkatan suhu pada kisaran toleransi akan meningkatkan laju metabolisme dan aktivitas fotosintesis fitoplankton. Reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesis dipengaruhi secara langsung oleh suhu (Asriyana dan Yuliana, 2012). Menurut Effendi (2003), kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30⁰C. Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa suhu masih berada pada kisaran yang dapat ditolerir untuk kehidupan ikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian probiotik yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap rasio C:N dan N:P. Nilai rasio C:N terbaik pada perlakuan B, dan terendah pada perlakuan A. Nilai rasio N:P terbaik pada perlakuan A dan terendah pada perlakuan C. Rata-rata kandungan C terbaik pada perlakuan B, kandungan N terbaik pada perlakuan A dan kandungan P tertinggi pada perlakuan B.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk dilakukan penggantian kapur dolomite menjadi kapur yang mampu meningkatkan pH lebih cepat. Penelitian lebih lanjut dapat dibutuhkan untuk mengetahui penggunaan pupuk ZA dengan dosis yang lebih tinggi agar tidak terjadi *Blue Green Algae*.

DAFTAR PUSTAKA

Aiyushirota. 2009. Konsep Budidaya Udang Sistem Bakteri Heterotrof dengan Bioflocs. Artikel Sains. Hal

- 2-5. Dikutip dari www.aiyushirotabiota.com diakses pada 31 Oktober 2014.
- Alexander, M., 1994. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press., San Diego. 135pp.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. Bumi Aksara. Jakarta. hal 21-23.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/Nitrogen Ratio as a Control Element in Aquaculture Systems. *Aquaculture*. 176: 227-235.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., and Verstraete, W. 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for Sustainable Production. *Aquaculture*. 270:1-14.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Gunarto dan Suwoyo, H.S. 2011. Produksi Bioflok dan Nilai Nutrisinya dalam Skala Laboratorium. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. hal 1009-1017.
- Irianto, A. 2003. Probiotik Akuakultur. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 125 hal.
- Kusriningrum, R.S. 2012. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya. Hal 43.
- Krisnadwi. 2013. Siklus Nitrat. bisakimia.com/2013/06/05/siklus-nitrat/. Diakses tanggal 26 Mei 2015. 5 hal.
- Makmur, M., Kusnoputranto, H., Moersidik, S.S., dan Wisnubroto, D.S. 2012. Pengaruh Limbah Organik dan Rasio N/P terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Kawasan Budidaya Kerang Hijau Cilincing. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. 15(2):59-64.
- Munawaroh, U., Sutisna M., dan Pharmawati, K., 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. 2(1):1-12.
- Purwanta, W., dan Firdayati., M. 2002. Pengaruh Aplikasi Mikroba Probiotik pada Kualitas Kimiawi Perairan Tambak Udang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(1):62-65.
- Rangka, N.A., dan Gunarto. 2012. Pengaruh Penumbuhan Bioflok pada Budidaya Udang Vaname Pola Intensif di Tambak. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2):142-145.
- Ratnawati, E. 2008. Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) Sistem Semi-Intensif pada Tambak Tanah Sulfat Masam. <http://isjd.pdi.lipi.go.id/admin/jurnal/3108610.pdf>. Diakses 26 Mei 2015.
- Singgih. 2010. Eutrofikasi Perairan. <https://sing6ih.wordpress.com/2010/12/04/eutrofikasi-perairan/>. diakses tanggal 26 Mei 2015. 1 hal.
- Soeharsono, H. 2002. Probiotik sebagai Alternatif Pengganti Antibiotik dalam Bidang Peternakan. Laboratorium Fisiologi dan Biokimia. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran Bandung.
- Subowo, G. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 4(1):13-25.
- Wahyudi, J., dan Astuti, A.D., 2011. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Biogas (Pemanfaatan Limbah Biogas di Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo). Kantor Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Pati. litbang.patikab.go.id. di akses tanggal 26 Mei 2015. 1 hal.
- Yuniasari, D. 2009. Pengaruh Pemberian Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi serta Molase dengan C/N Rasio Berbeda Terhadap Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan

Pertumbuhan Udang Vaname. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Skripsi.