



**PEMANFAATAN FERMENTASI LIMBAH CAIR TAHU
MENGUNAKAN EM4 SEBAGAI ALTERNATIF NUTRISI
BAGI MIKROALGA *Spirulina* sp.**

***UTILIZATION OF FERMENTED TOFU LIQUID WASTE USING
EM4 AS AN ALTERNATIVE NUTRITION FOR MICROALGAE
Spirulina sp.***

Panji Muhammad Maulana^{1*}, Sofyatuddin Karina², Siska Mellisa¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan Perikanan, Universitas Syiah
Kuala, Darussalam, Banda Aceh. ²Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan Perikanan,

Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh

*Email korespondensi : panjielsyarawi@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. Penelitian ini dilakukan di laboratorium BPBAP Ujung Batee dan laboratorium Biologi Laut, Fakultas Kelautan Perikanan Universitas Syiah Kuala pada Bulan September sampai dengan Oktober 2016. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan konsentrasi EM4 yang ditambahkan ke dalam limbah cair tahu adalah A=0 mg/l ; B=15 mg/l ; C=20 mg/l ; D=25 mg/l ; E=30 mg/l. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dengan konsentrasi berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. Perlakuan terbaik pada penelitian ini diperoleh pada perlakuan E (30 mg/l) dengan rerata kepadatan populasi $1.406,75 \pm 39,32$ ind/ml.

Kata kunci: *Spirulina* sp., EM4, limbah cair tahu.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the fermented liquid waste of tofu using EM4 on the growth of *Spirulina* sp. The research was conducted at laboratory of Brackishwater Aquaculture Development Center and Laboratory of Marine Biology, Syiah Kuala University from September to October 2016. The research used Completely Randomised Design with five treatments and four repetitions. The concentration of EM4 that were added into the tofu waste were; A=0 mg/l ; B=15 mg/l ; C=20 mg/l ; D=25 mg/l ; E=30 mg/l. The result of ANOVA showed that the fermented liquid waste of tofu gave the significant effect on the growth of *Spirulina* sp. population. The best treatment in this study was found at E (30 mg/l) with the population density average of *Spirulina* sp. was $1,406.75 \pm 39.32$ ind/ml.

Keywords: *Spirulina* sp., EM4, fermented liquid waste of tofu.



PENDAHULUAN

Fitoplankton merupakan jenis organisme perairan yang memiliki peranan sangat penting dalam dunia perikanan. Keberadaan fitoplankton pada perairan dapat menjadi pedoman dalam menentukan kesuburan suatu perairan. *Spirulina* sp. merupakan golongan alga dari *Cyanobacteria* yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami dalam usaha pembenihan ikan maupun udang karena memiliki nutrisi yang cukup tinggi, antara lain protein 63-68%, karbohidrat 18-20%, dan lemak 2-3% (Hariyati, 2008).

Limbah industri tahu merupakan salah satu limbah industri yang belum banyak dimanfaatkan, sedangkan limbah tersebut diperkirakan masih banyak mengandung unsur yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya dari jenis tanaman mikroalga terutama *Spirulina* sp. Limbah cair tahu tersebut dapat dijadikan alternatif baru yang dapat digunakan sebagai pupuk sebab di dalam limbah cair tahu tersebut memiliki ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh *Spirulina* sp (Handajani, 2006).

Effective Microorganism (EM4) merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. EM4 akan mempercepat proses fermentasi bahan organik sehingga unsur hara yang terkandung akan mudah terserap. Di dalam EM4 terdapat mikroorganisme yang bersifat fermentasi (peragian) yang terdiri dari empat kelompok mikroorganisme bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.), jamur fermentasi (*Saccharomyces* sp.), bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), dan *Actinomycetes* (Winedar *et al.*, 2006). Sehingga mikroorganisme tersebut memanfaatkan senyawa kompleks yang terkandung dalam limbah cair tahu sebagai bahan nutrisi dalam proses metabolisme dirinya sendiri sehingga terbentuknya senyawa yang lebih sederhana yang nantinya dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroalga (Sutrisno *et al.*, 2015). Pemanfaatan EM4 dalam pakan telah berhasil meningkatkan pertumbuhan, daya cerna dan kelangsungan hidup ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Fadri *et al.*, 2016), namun pemanfaatannya dalam kultur *Spirulina* sp. belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp yang bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum fermentasi limbah cair tahu.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan September sampai dengan Oktober 2016. Penelitian ini dilakukan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee, dan Laboratorium Biologi Laut, Fakultas Kelautan Perikanan, Universitas Syiah Kuala.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian ini yaitu dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 5 perlakuan konsentrasi limbah cair tahu hasil fermentasi dengan 4 kali pengulangan. Penelitian ini menggunakan volume air sebanyak 20 liter dengan penentuan perlakuan media kultur yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Perlakuan A = 0 mg/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan B = 15 mg/l fermentasi limbah cair tahu



- Perlakuan C = 20 mg/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan D = 25 mg/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan E = 30 mg/l fermentasi limbah cair tahu

Prosedur Penelitian

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples berbentuk bulat dengan volume 25 liter, terlebih dahulu dilakukan pencucian menggunakan klorin dan dijemur di bawah terik matahari selama 2 sampai 3 jam. Persiapan media air dengan salinitas 20 ppt sebanyak 20 liter per wadah. Salinitas 20 ppt diperoleh dengan cara mencampurkan 12,5 liter air laut bersalinitas 32 ppt dengan 7,5 liter air tawar bersalinitas 0 ppt hingga diperoleh volume 20 liter.

Menurut Sutrisno *et al.* (2015), pembuatan fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 tahap pertama diawali dengan pengenceran EM4 dengan akuades menggunakan perbandingan 1/20 (5%), yaitu EM4 sebanyak 32,4 ml dan akuades sebanyak 615,6 ml yang kemudian didiamkan selama 5-7 hari pada suhu ruang. Proses ini bertujuan untuk mengembangbiakkan mikroorganisme dan mengaktifkan mikroorganisme yang ada pada EM4 dari kondisi dorman sehingga mikroorganisme dapat bekerja dengan efisien dan optimal pada saat dicampurkan ke dalam limbah cair tahu. Setelah proses pengenceran selesai, selanjutnya dilakukan proses fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dengan perbandingan 1:20 (5%), yaitu sebanyak 648 ml EM4 aktif dan 12.312 ml limbah cair tahu yang kemudian difermentasikan selama 15 hari.

Bibit *Spirulina* sp. sebagai kultur stok diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee. Kultur stok *Spirulina* sp. dihitung menggunakan mikroskop untuk diketahui kepadatannya. Tiap-tiap wadah ditebarkan *Spirulina* sp. sebanyak 100 individu/ml.

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1}$$

Keterangan:

V1= volume bibit untuk penebaran awal (ml)

N1= kepadatan bibit/stock *Spirulina* sp. (ind/ml)

V2= volume media kultur yang diinginkan (L)

N2 = kepadatan bibit *Spirulina* sp. (ind/ml)

Kepadatan *Spirulina* sp.

Pengamatan kepadatan populasi *Spirulina* sp. dilakukan setelah 24 jam penebaran awal dan diamati setiap hari (Weng *et al.*, 2008). Perhitungan pola pertumbuhan atau populasi *Spirulina* sp. dilakukan setiap hari dari awal penebaran sampai hari ke 14. Perhitungan kepadatan *Spirulina* sp. dilakukan secara manual dengan menggunakan *sandwiczrafter* dan *handcounter*.

Parameter Kualitas Air

Pengelolaan parameter kualitas air dilakukan setiap hari yakni pada saat pagi hari selama penelitian, yang bertujuan untuk menjaga pertumbuhan *Spirulina* sp. dan mengetahui perubahan yang terjadi pada media kultur *Spirulina* sp. Parameter yang diukur diantaranya adalah suhu, pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, nitrat, dan fosfat.



Analisa Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA), serta uji lanjut Beda Nyata Jujur berdasarkan nilai koefisien keragaman sebesar 4,61%.

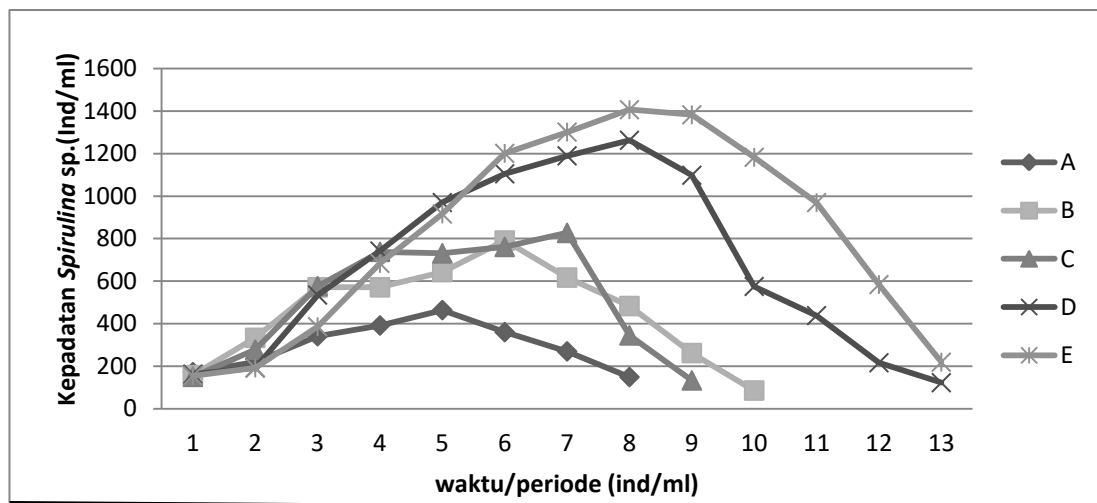
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil uji *Analysis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penggunaan fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. Rerata kepadatan populasi *Spirulina* sp. yang diperoleh pada fase puncak yang dianalisis dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk setiap perlakuan disajikan.

Tabel 1. Tabel rerata pola puncak kepadatan *Spirulina* sp.

| No. | Perlakuan | Rerata Pola Puncak Populasi (ind/ml) |
|-----|-------------|--------------------------------------|
| 1 | A (0 mg/l) | 464,00 ± 46,92 ^a |
| 2 | B (15 mg/l) | 791,25 ± 57,97 ^b |
| 3 | C (20 mg/l) | 827,25 ± 27,84 ^b |
| 4 | D (25 mg/l) | 1.262,75 ± 41,84 ^c |
| 5 | E (30 mg/l) | 1.406,75 ± 39,32 ^d |



Gambar 1. Grafik pola pertumbuhan *Spirulina* sp.



Tabel.2 Data pengujian nutrien pada media kultur

| Parameter Uji | Perlakuan | | | | |
|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | A(0 mg/l) | B (15 mg/l) | C (20 mg/l) | D (25 mg/l) | E (30 mg/l) |
| Fosfat (PO_4^{3-}) | 0,51 ppm | 0,69 ppm | 0,69 ppm | 0,93 ppm | 1,07 ppm |
| Nitrat (NO_3^-) | 0,68 ppm | 0,65 ppm | 0,61 ppm | 0,59 ppm | 0,63 ppm |

Tabel 3. Kisaran nilai kualitas air selama penelitian untuk setiap perlakuan.

| Perlakuan | Parameter | | | |
|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------|------|
| | Salinitas (ppt) | Suhu ($^{\circ}\text{C}$) | DO (mg/l) | pH |
| A1 | 20,07 | 29,39 | 5,98 | 8,92 |
| A2 | 20,05 | 29,18 | 5,95 | 8,93 |
| A3 | 19,89 | 29,33 | 6,04 | 8,96 |
| A4 | 20,00 | 29,05 | 5,86 | 8,92 |
| B1 | 20,14 | 29,05 | 6,06 | 8,92 |
| B2 | 22,28 | 29,17 | 5,87 | 8,94 |
| B3 | 19,92 | 28,9 | 6,37 | 8,94 |
| B4 | 20,21 | 29,37 | 6,11 | 8,96 |
| C1 | 20,21 | 29,37 | 6,11 | 8,96 |
| C2 | 19,87 | 29,20 | 5,96 | 8,96 |
| C3 | 20,07 | 29,08 | 6,08 | 8,90 |
| C4 | 19,87 | 29,03 | 6,19 | 8,97 |
| D1 | 20,00 | 29,05 | 5,97 | 8,95 |
| D2 | 20,07 | 28,95 | 6,03 | 8,91 |
| D3 | 19,92 | 29,12 | 6,19 | 8,94 |
| D4 | 20,07 | 29,24 | 6,09 | 8,92 |
| E1 | 19,71 | 29,15 | 5,90 | 8,97 |
| E2 | 20,21 | 29,19 | 6,04 | 8,94 |
| E3 | 20,57 | 29,15 | 6,18 | 9,31 |
| E4 | 19,92 | 29,29 | 5,89 | 8,92 |

Pembahasan

Dalam siklus kehidupannya, *Spirulina* sp. mengalami beberapa fase diantaranya fase lag (adaptasi), fase eksponensial, fase stasioner, serta fase kematian. Fase lag pada setiap perlakuan cenderung sama yakni terjadi pada kisaran hari 1 dan 2 (Gambar 1). Fase lag ini merupakan fase dimana makhluk hidup menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang baru. Kemampuan mikroalga dalam beradaptasi dengan lingkungannya ini dipengaruhi oleh senyawa atau bahan organik dan anorganik



dalam media yang akan menjadi sumber nutrisi dan dapat juga menjadi nutrisi pembatas bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Fase eksponensial diawali dengan pembelahan sel dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan sehingga kepadatan populasi meningkat. Fase eksponensial pada masing-masing perlakuan diperoleh berbeda. Pada perlakuan A fase ini terjadi pada hari ke 2 hingga hari ke 5. Perlakuan B terjadi pada hari ke 2 hingga hari ke 6. Perlakuan C terjadi pada hari ke 2 hingga hari ke 7, sementara itu untuk perlakuan D serta perlakuan E memiliki fase yang sama yakni terjadi pada hari ke 2 hingga hari 8 (Gambar 1).

Puncak kepadatan *Spirulina* sp. perlakuan A sebesar $464,00 \pm 46,92$ ind/ml, perlakuan B sebesar $791,25 \pm 57,97$ ind/ml, perlakuan C sebesar $827,25 \pm 27,84$ ind/ml, perlakuan D sebesar $1.262,75 \pm 41,84$, dan perlakuan E sebesar $1.406,75 \pm 39,32$ ind/ml yang merupakan nilai kepadatan tertinggi pada setiap perlakuan (Tabel 1). Pada fase ini sel-sel membelah dengan cepat dan terjadi penambahan dalam jumlah sel (Kawaroe, 2010).

Fase stasioner ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi dalam sel mikroalga, sehingga akan berpengaruh pada laju reproduksi dan laju kematian. Fase ini terlihat diantara puncak kepadatan dengan penurunan *Spirulina* sp. Pada perlakuan A fase ini terjadi diantara hari 5 dan 6, perlakuan B terjadi diantara hari 6 dan hari ke 7, perlakuan C terjadi diantara hari 7 dan 8, sementara itu pada perlakuan D dan E terjadi diantara hari ke 8 dan 9. Menurut Kawaroe (2010), peningkatan jumlah sel tidak lagi terjadi atau tetap sama dengan sebelumnya, pada fase ini pertumbuhan *Spirulina* sp. mengalami perlambatan, dimana kecepatan pertumbuhan *Spirulina* sp. sudah mulai menurun secara bertahap sebanding dengan kematian *Spirulina* sp. Hal ini disebabkan karena jumlah nutrisi yang dapat dimanfaatkan dalam media sudah semakin berkurang (Gambar 1).

Fase kematian terjadi ketika sel mikroalga mulai mati, ditandai dengan menurunnya kelimpahan sel. Fase kematian pada setiap perlakuan berbeda. Perlakuan A fase kematian total terjadi pada hari 8, perlakuan B terjadi pada hari 10, perlakuan C terjadi pada hari 9, sementara itu untuk perlakuan D dan E terjadi pada hari ke 13 (Gambar 1). Kematian *Spirulina* sp. ini dikarenakan habisnya sumber nutrisi sebagai asupan makanan bagi pertumbuhannya. Fase kematian disebabkan oleh nutrisi dalam media sudah sangat berkurang sehingga tidak mencukupi pembelahan sel dan populasi sel mengalami penurunan yang menandakan kultur telah memasuki fase kematian (Becker, 1995).

Hasil dari uji ANOVA menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang difermentasi menggunakan EM4 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan adanya perbedaan nilai kepadatan populasi antar perlakuan. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan E (30 mg/l) dengan rerata kepadatan populasi sebesar $1.406,75 \pm 39,32$ ind/ml (Tabel 1).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Handajani (2006) menggunakan limbah cair tahu tanpa fermentasi, diperoleh kepadatan *Spirulina* sp. terbaik sebesar 464 ind/ml pada perlakuan konsentrasi 31 mg/l. Pada penelitian ini, perlakuan fermentasi terhadap limbah cair tahu menggunakan EM4 telah meningkatkan pertumbuhan jumlah *Spirulina* sp. hingga 1.406,75 ind/ml. Hal ini mengindikasikan bahwa peran EM4 sangat berpengaruh terhadap peningkatan populasi *Spirulina* sp. Hal ini disebabkan oleh nilai nutrisi media kultur *Spirulina* sp.



khususnya Fosfat (PO_4^{3-}) (Tabel 2) berubah lebih tinggi akibat fermentasi dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Nitrat dan fosfat merupakan faktor pembatas bagi mikroalga secara umum kurangnya nutrisi pada mikroalga mempengaruhi penurunan kandungan protein, pigmen fotosintesis dan kandungan produk karbohidrat serta lemak (Widianingsih, 2008). Namun pada penelitian ini diperoleh nilai nitrat bersifat fluktuatif, peningkatan konsentrasi perlakuan tidak menyebabkan meningkatnya nilai nitrat secara linier. Hal yang sama juga diperoleh pada hasil kajian Handajani (2006), dimana nilai nitrat juga bersifat fluktuatif. Hal ini diduga disebabkan oleh proses nitrifikasi dan denitrifikasi dalam media kultur. Kehadiran bakteri fermentasi memungkinkan terjadinya reaksi nitrifikasi yaitu perubahan amonia menjadi nitrit serta nitrat, namun reaksi denitrifikasi dalam media kultur juga tidak dapat dikontrol, yaitu perubahan senyawa nitrat menjadi N_2 , sehingga menyebabkan nilai nitrat menurun (De Schryver, 2008).

Selain dipengaruhi oleh kandungan nutrisi, pertumbuhan *Spirulina* sp. juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan *Spirulina* sp. diantaranya suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas dan pH (Utomo *et al.*, 2005). Data dari hasil pengukuran kualitas air selama penelitian (Tabel 4.3) menunjukkan bahwa pH berkisar antara 8,2 – 9,5. Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 8,5-9,5 (Suryati, 2002). Kebanyakan alga hijau biru tumbuh baik pada pH 7 dan lebih mentolerir kondisi basa dari pada kondisi asam karena media pada kondisi basa tidak mudah terkontaminasinya oleh mikroalga lain yang pada umumnya hidup pada pH rendah atau asam (Ogawa, 1970).

Salinitas berpengaruh terhadap organisme air dalam mempertahankan tekanan osmotik dan mengakibatkan terjadinya hambatan proses fotosintesis. Salinitas yang optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 20 - 30 ppt (Edhy *et al.*, 2003). Salinitas yang diamati selama penelitian berkisar antara 20 - 23 ppt.

Oksigen terlarut (DO) selama penelitian berkisar antara 5,14 - 6,96 mg/l. Ketersediaan oksigen di dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis. Oksigen optimum bagi pertumbuhan fitoplankton berkisar 4,65 - 6,27 mg/l (Richmond, 2004).

Suhu selama penelitian relatif stabil yaitu berkisar 31 - 33,7°C. Suminto (2009) menyatakan bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. adalah 25 - 35°C. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan limbah cair tahu yang difermentasi dengan EM4 tidak menyebabkan perubahan nilai kualitas air di luar kisaran normal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. sehingga dapat dinyatakan bahwa perubahan populasi *Spirulina* sp. yang diperoleh selama penelitian hanya dipengaruhi oleh konsentrasi perlakuan limbah cair tahu yang difermentasi.

KESIMPULAN

Penggunaan fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. serta perlakuan terbaik didapatkan pada perlakuan E dengan konsentrasi fermentasi limbah cair tahu 30 mg/l dan rerata kepadatan pada puncak populasi (hari ke-8) sebesar $1.406,75 \pm 39,32$ ind/ml.



UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terimakasih dan memberikan penghargaan (apresiasi) yang setinggi-tingginya kepada Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee.

DAFTAR PUSTAKA

- Becker, E.W. 1995. Microalgae biotechnology and microbiology. Cambridge University Press, New York.
- Deschryver, P, W. 2008. Nitrogen removal from aquaculturepoed water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reactor. Biorescorce Technology, 100; 1162-1167.
- Edhy, W. A, J. Pribadi, Kurniawan. 2003. Plankton di lingkungan PT. Central Pertiwi Bahari. Suatu Pendekatan Biologi dan Manajemen Plankton dalam Budidaya Udang. Mitra Bahari, Lampung.
- Fadri, S., Z.A. Muchlisin dan S. Sugito. 2016. Pertumbuhan, kelangsungan hidup dan daya cerna pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang mengandung tepung daunjaloh (*Salix tetrasperma roxb*) dengan penambahan probiotik EM-4. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah, 1(2): 210-221.
- Handajani, H. 2006. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif pada kultur mikroalga *Spirulina* sp. Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan-Perikanan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina* sp. dalam skala laboratoris. Biomassa Vol. 10 No. 1.
- Isnansetyo, A., Kurniastuty. 1995. Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton, Kanisius. Yogyakarta.
- Kawaroe. 2010. Mikroalga potensi dan pemanfaatan untuk produksi bahan bakar, IPB Press, Bogor.
- Ogawa, T. 1970. Studies on the growth of *Spirulina platensis*, on the pure culture of *Spiruilina platensis*. J. Ferment. Technol, 48: 361-367.
- Richmond, A. 2004. CRC Handbook of mikroalga mass culture. CRC Press, Inc. Florida. P. 199-244
- Suminto. 2009. Budidaya pakan alami mikroalga dan rotifer. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP, Semarang. Pp. 54-55.
- Suryati. 2002. Pemanfaatan limbah cair pabrik gula untuk pertumbuhan *Spirulina* sp., Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya. 24-31 hal.
- Sutrisno, A. Evie., R. Herlina, F. 2015. Fermentasi Limbah cair tahu menggunakan EM4 sebagai alternatif nutrisi hidroponik dan aplikasi pada sawi hijau. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. LenteraBio Vol.4 No. 1. 66-63. Universitas Negeri Surabaya.
- Utomo, N. B. P., Winarti, A. Erlina, 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dikultur dengan pupuk inorganik (Urea, TSP, dan ZA) dan kotoran ayam. Jurnal Akuakultur Indonesia, 4(1): 41-48.
- Weng, H., X. Sun, J. Weng, Y. Qin, H. Dong. 2008. Crucial roles of iron in the growth of *Prorocentrum micans ehreberg* Dinophyceae. Florida. Journal of Coastal Research, 24(2): 176-183



-
- Widianingsih. 2008. Kandungan nutrisi *Spirulina* plantis yang dikultur pada media yang berbeda. Ilmu Kelautan Vol. 13, No.3 hal. 169.
- Winedar, H., S. Listyawati, Sutomo. 2006. Daya cerna protein pakan, daging, dan penambahan berat badan ayam broiler setelah pemberian pakan yang difermentasi dengan Effective Microorganism-4 (EM4). Bioteknologi 3 (1): 14-19.