

**KEMAMPUAN APU-APU (*Pistia sp.*) SEBAGAI BIOREMEDIATOR LIMBAH PABRIK
PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN (SKALA LABORATORIUM)**

*The Ability of Apu-Apu (*Pistia sp.*) as Bioremediator for Fishery Factory Waste (Laboratory Scale)*

Nazla Ni'ma, Niniek Widyorini^{*)}, Ruswahyuni

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax +6224 7474698

Email : Nazla.faris45@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair industri perikanan dapat bersumber dari air pencucian, air pembersihan peralatan, lelehan es dari ruang produksi dan lain sebagainya. Limbah cair ini mengandung bahan-bahan organik dan berpotensi untuk menimbulkan efek negatif bagi lingkungan. Bioremediasi merupakan pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan *Pistia sp* dan bakteri terhadap penurunan kandungan bahan organik limbah pengolahan hasil perikanan. Metode yang digunakan adalah eksperimen skala laboratorium dengan menggunakan wadah percobaan berupa akuarium bervolume 10 l yang diisi dengan limbah dengan konsentrasi 12,5% sebanyak 10 l. Variabel utama penelitian adalah kandungan bahan organik pada media percobaan yang didukung dengan berat basah tanaman, total bakteri serta kualitas air (suhu, cahaya, BOD, COD, DO dan pH.). Rancangan percobaan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan berupa penutupan *Pistia sp.* dengan konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%. Data bahan organik dan total bakteri dianalisis dengan analisis Regresi dan Korelasi dengan taraf signifikan 95%. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara luas penutupan *Pistia sp.* dan bakteri terhadap penurunan kandungan bahan organik dengan penutupan yang baik adalah 25%, 50% dan 75%.

Kata Kunci: *Pistia sp.*, Bahan organik, Limbah Hasil Perikanan, Bioremediasi

ABSTRACT

*Wastewater in fishery industry occurs because of washing water, equipment cleaning, melted ice from production room, and so on. Wastewater consists of organic materials, which potentially cause negative effect toward the environment. Bioremediation is the development of environmental biotechnology by utilizing biological process in controlling pollution. The purpose of the research is to find correlation between *Pistia sp.* and bacteria as bioremediator, and the reduction of organic materials from fishery waste. The method used in this research was laboratory scale experiments using a container which form a 10 l aquarium filled with 10 l of wastewater with 12,5% of concentration. The independent variable of the study was the content of organic material in the experiment media and the support variable were the wet weight of plants, total bacteria as well as the water quality (temperature, light, BOD, COD, DO, pH, and total bacteria). The design of experiment used in this research was Completely Randomized Design consist of 4 treatments and 3 times of repetition. The treatments were a closure of *Pistia sp.* with a concentration of 25%, 50%, 75%, and 100%. Data of organic material and total bacteria was analyzed using Regression and Correlation analysis with a significant level of 95%. The result showed a correlation between the closure and bacteria to reduction of organic material content, which the good closure was at 25%, 50% and 75%.*

Keyword: *Pistia sp.*, Organic material, Fishery waste, Bioremediation

**) Penulis Penanggung Jawab*

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya industrialisasi dan aktifitas manusia, khususnya dibidang perikanan memberikan dampak positif bagi perekonomian masyarakat dan memberikan peningkatan nilai sektor industri perikanan. Dampak negatif juga sering terjadi karena industri pengolahan ikan ini belum menerapkan prinsip pengelolaan lingkungan yang baik. Hal ini mengakibatkan bertambahnya limbah yang masuk ke lingkungan khususnya di perairan. Pada konsentrasi tertentu limbah ini memberikan dampak negatif bagi kualitas air dan kelangsungan hidup organisme yang ada di perairan tersebut (Wibowo *et al.*, 2013).

Industri perikanan dalam operasionalnya akan menghasilkan sesuatu yang diinginkan yaitu produk akhir dan materi yang tidak diinginkan yang akan dibuang ataupun masih dapat diolah kembali yang disebut limbah. Bila limbah yang mengandung senyawa kimia tertentu yang berbahaya dan beracun dilepaskan ke lingkungan, maka hal ini akan mengakibatkan pencemaran baik di sungai, tanah maupun udara. Efek yang ditimbulkan oleh limbah cair ini berbeda terhadap lingkungan karena dipengaruhi oleh konsentrasi bahan-bahan organik yang terkandung di dalamnya, kuantitas limbah cair yang dibuang ke alam dan kapasitas pembauran dari perairan yang menerimanya (Sjafei, 2002).

Salah satu pengolahan limbah yang cukup murah dan aman adalah pengolahan secara biologi dengan memanfaatkan tanaman tertentu sebagai biofilter, tanaman mempunyai kemampuan untuk mengikat unsur-unsur dari lingkungan sekitarnya dan sensitif terhadap semua perubahan habitat lingkungan baik fisik maupun kimia. Tanaman apu-apu (*Pistia* sp.) merupakan tanaman air yang biasanya dianggap gulma oleh masyarakat. Namun, tumbuhan tersebut dapat memberikan keuntungan bagi perairan yang tercemar. Tanaman apu-apu merupakan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru. Tanaman pengganggu ini dapat digunakan untuk menyerap unsur-unsur toksik pada air limbah (Fachrurozi, *et al*, 2010).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Hubungan *Pistia* sp. dengan penurunan kandungan bahan organik limbah pengolahan hasil perikanan.
2. Hubungan bakteri dengan penurunan kandungan bahan organik limbah pengolahan hasil perikanan.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

a. Materi Penelitian

Materi yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah cair pabrik pengolahan hasil perikanan Kelola Mina Laut yang bertempat di Desa Dero, Bonang Demak. Tanaman air yang digunakan adalah apu-apu (*Pistia* sp.) dan bakteri pada air limbah. Alat yang digunakan jerigen, bak penampungan, gelas ukur, akuarium, saringan, kertas hisap, timbangan elektrik, baskom, termometer air raksa, *pH paper*, *lux meter*, *DO meter*, *COD Reactor*, alat titrasi, botol winkler dan labu erlenmeyer, cawan petri, *autoclave*, *oven*, mikropipet, erlenmeyer, bunsen dan *hotplate magnetic stirrer* dan *sterofom*.

b. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental skala laboratorium. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan berbeda yaitu penutupan yang berbeda dengan replikasi sebanyak 3 kali. Replikasi diletakan secara acak. Hal ini dilakukan agar analisis data menjadi valid selain itu agar semua sampel mendapatkan perlakuan yang sama. Pengacakan sendiri dilakukan dengan sistem pengundian. Perlakuan penutupan tumbuhan air antara lain:

- A: Limbah pengolahan hasil perikanan dengan penutupan tanaman 100%, Biomasa *Pistia* sp. 250 gr.
- B: Limbah pengolahan hasil perikanan dengan penutupan tanaman 75%, Biomasa *Pistia* sp. 200 gr
- C: Limbah pengolahan hasil perikanan dengan penutupan tanaman 50%, Biomasa *Pistia* sp. 150 gr
- D: Limbah pengolahan hasil perikanan dengan penutupan tanaman 25%, Biomasa *Pistia* sp. 100 gr
- E: Limbah pengolahan hasil perikanan tanpa penutupan (Kontrol).

c. Prosedur Penelitian

Pengumpulan dan pengenceran air limbah

Pengambilan sampel dilakukan pada sore hari. Hal ini dilakukan untuk mengurangi pengaruh suhu dan cahaya pada air sampel terutama kandungan bakteri pada air limbah. Selanjutnya limbah pengolahan hasil perikanan terlebih dahulu ditampung pada bak penampungan sambil disaring agar kotoran tidak terikut ke media percobaan. Kemudian dilakukan pengenceran limbah, pengenceran ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran limbah pengolahan ikan menggunakan gelas ukur 1.000 ml hingga mencapai ukuran yang sesuai dan memasukkan ke dalam akuarium yang sudah dicuci bersih, kemudian menambahkan air hingga mencapai 10 l dan diberi label. Pelabelan untuk uji pendahuluan disesuaikan dengan tingkat pengenceran yaitu pengenceran 100%, 75%, 50%, 25% dan 12,5%. Kegiatan ini dilakukan bersamaan untuk menentukan tingkat pengenceran yang akan digunakan dalam penelitian. Caranya dengan memasukan tanaman uji ke dalam media yang sudah diencerkan. Kemudian dilakukan pengamatan yang dilakukan setiap hari dengan melihat perubahan kondisi tanaman dan ketahanan dari tanaman terhadap limbah. Berdasarkan kegiatan ini diketahui pada tingkat pengenceran 12,5% tanaman uji dapat bertahan hingga 18 hari sehingga tingkat pengenceran ini digunakan pada penelitian.

Persiapan tumbuhan uji

Sebelum digunakan dalam penelitian, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi terhadap apu-apu. Aklimatisasi ini bertujuan untuk menetralkan apu-apu dari media sebelumnya. Caranya adalah membersihkan apu-apu dari lumpur dan kotoran yang masih menempel, kemudian menyiapkan bak penampungan yang sudah diisi oleh air. Memilih apu-apu yang sehat dan segar kemudian memasukkan kedalam bak penampungan. Aklimatisasi dilakukan selama seminggu dengan sistem pencahayaan alami (sinar matahari). Tahap selanjutnya adalah memilih tanaman yang mempunyai ukuran yang seragam untuk selanjutnya ditimbang biomasanya.

Sebelum dilakukan penimbangan terlebih dahulu air yang masih ada pada tanaman dihilangkan dengan cara meletakkan tanaman pada kertas hisap selama 20 menit.

Pengukuran kualitas air

Pengukuran kualitas air dilakukan secara berkala selama masa penelitian. Parameter yang diukur antara lain:

a) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Pengukuran BOD dalam penelitian ini menggunakan alat DO meter. Untuk menentukan BOD terlebih dahulu diukur DO awal (DO 0 hari), sementara sampel yang lainnya diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C, selanjutnya setelah 5 hari diukur DO-nya (DO 5 hari). Kadar BOD ditentukan dengan rumus:

$$\text{BOD} = 5 \times [\text{kadar}\{\text{DO 0 hari} - \text{DO 5 hari}\}] \text{ppm.}$$

b) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengukuran COD dilakukan dengan cara mengambil volume contoh uji atau larutan kerja, kemudian menambahkan *digestion solution* dan menambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampu. Menutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen. Meletakkan tabung pada COD *Reactor* dan dipanaskan pada suhu 150 °C selama 2 jam. Setelah meneteskan larutan Feroin pada sampel kemudian dititrasi dengan menggunakan FAS. Catat nilai titrasinya kemudian dimasukkan ke dalam rumus :

$$\text{COD mg/l} = \frac{\text{blanko} - \text{titran} \times N.FAS \times 8000}{V \text{ sampel}}$$

c) Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan lux meter. Pengukuran dilakukan dengan cara mendekatkan sensor ke media uji kurang lebih dengan jarak 10 cm, kemudian mencatat nilai intensitas cahayanya.

d) pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH paper. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan pH paper ke dalam media uji, kemudian mencocokkan hasilnya pada label pH.

e) Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer air raksa. Termometer dimasukkan ke dalam media uji, kemudian diamati suhunya dengan posisi termometer masih di dalam air.

f) DO

Pengukuran oksigen terlarut dalam air menggunakan DO meter dilakukan dengan cara memasukkan sensor kedalam air, kemudian mencatat nilai DO-nya.

g) TOM (*Total Organic Matter*)

Pengukuran TOM atau bahan organik terlarut yaitu pertama masukkan 10 ml natrium oksalat 0,01 N kedalam erlenmeyer 250 ml, lalu masukkan 5 ml H₂SO₄ 4N dan dipanaskan dengan suhu 70°C. Setelah itu diangkat dan titrasi KMNO₄ 0,01 N hingga berubah menjadi warna merah muda, catat berapa ml titrannya (a ml). Tahap selanjutnya masukan 50 ml air sampel kedalam erlenmeyer, bila diduga bahan organik yang terdapat dalam sampel tinggi maka perlu melakukan pengenceran dengan cara mengambil 10 ml sampel air dan ditambahkan 40 ml akuades. Setelah itu tambahkan 5 ml H₂SO₄ 4N. lalu menambahkan "a" ml 0,01 N KMNO₄ dari buret dan dididihkan selama 10 menit dengan suhu 70 °C kemudian diangkat. Bila suhunya sudah turun menjadi 60 °C, langsung ditambahkan natrium oksalat 0,01 N secara perlahan-lahan sampai tak berwarna. Setelah itu dititrasi dengan KMNO₄ 0,01 N sampai berubah warna menjadi merah jambu atau pink dan catat berapa ml titrannya (x ml). selanjutnya mengambil 50 ml akuades, dan lakukan prosedur yang sama seperti perlakuan pada sampel air, dan catat berapa ml titrannya (y ml), kemudian masukkan kedalam rumus berikut:

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

Keterangan:

x : ml titran untuk air sampel

y : ml titran untuk akuades (larutan blanko)

31,6 : seperlima dari BM KMNO₄ karena tiap mol KMNO₄ melepaskan 5 dalam reaksi ini

0,01 : Normalitas KMNO₄

Pengukuran total bakteri

Cara kerja untuk perhitungan total bakteri adalah sebagai berikut :

Dibuat seri pengenceran : 10¹; 10²; 10³; 10⁴; 10⁵ dengan bahan pengencer berupa *Trisalt*; cara kerjanya adalah dengan mengambil 1 ml air sampel kemudian dimasukkan ke 9 ml *Trisalt* steril untuk mendapatkan tingkat pengenceran 10¹ kemudian dilakukan pemvortexan. Dari pengenceran 10¹ diambil 1 ml untuk dimasukkan ke

tingkat pengenceran 10^2 kemudian dilakukan pervortexan. Dengan cara yang sama dilakukan pengenceran hingga seri pengenceran 10^5 . Dari pengenceran 10^5 diambil sebanyak 50 μ ml untuk ditaburkan ke media, kemudian ratakan dengan menggunakan *spreader* yang disterilkan dengan pembakaran. Inkubasikan selama 24 jam dalam posisi plate terbalik. Hitung jumlah koloni yang tumbuhan kemudian dimasukkan kedalam rumus:

$$N \text{ (cfu/ } \mu\text{l)} = n(\text{cfu})/50(\mu\text{l}) \times 10^x \text{ atau,}$$

$$N \text{ (cfu/ml)} = n(\text{cfu})/50(\mu\text{l}) \times 10^x \times 1000$$

Keterangan : jika volume yang diinokulasikan 50 μ l, n = jumlah koloni bakteri dalam plate agar, 10^x = seri pengenceran.

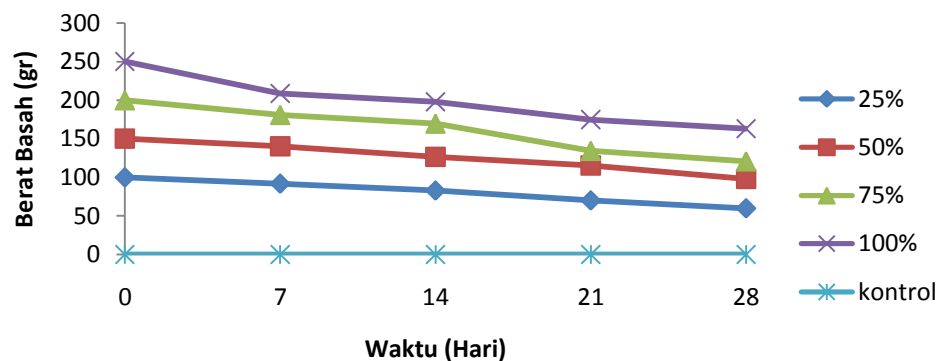
Penelitian Utama

Berdasarkan hasil ketahanan tanaman uji terhadap limbah maka ditetapkan pada penelitian menggunakan pengenceran 12,5%. Sebelum tanaman uji dimasukkan terlebih dahulu dilakukan pengukuran awal nilai bahan organik, total bakteri dan kualitas air. Setelah dilakukan pengukuran awal kemudian tanaman mulai dimasukkan pada media percobaan, pada permukaan diberi pembatas berupa *sterofoam* untuk menjaga agar penutupan selalu konstan, kemudian dilakukan pengukuran nilai kandungan bahan organik, total bakteri, berat biomassa tanaman uji dan kualitas air. Berdasarkan hipotesis, analisis data yang digunakan untuk mengetahui hubungan *Pistia* sp. dan bakteri terhadap penurunan kandungan bahan organik menggunakan uji regresi dan korelasi yang dibantu dengan *software* SPSS 16. Sedangkan parameter pendukung berupa data kualitas air menggunakan analisis diskriptif yang diinterpretasikan pada tabel maupun grafik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa Tumbuhan Uji

Gambaran kecenderungan perubahan biomassa tumbuhan uji selama masa penelitian tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata Biomassa *Pistia* sp. selama Penelitian

Berdasarkan Gambar 1 diatas nampak jelas pada semua penutupan mengalami penurunan biomassa tanaman hingga hari ke- 28. Masing-masing penurunan per penutupannya adalah pada penutupan 25% dari 100 gram menjadi 59,9 gram, penutupan 50% 150 gram menjadi 97,82 gram, penutupan 75% 200 gram menjadi 120,59 gram dan penutupan 100% 250 gram menjadi 162,91 gram.

Kondisi morfologi tanaman setelah digunakan sebagai bioremediator limbah pabrik pengolahan ikan mengalami beberapa perubahan morfologi, perubahan morfologi yang nampak diantaranya perubahan warna daun dan panjang akar, perubahan ini nampak sejak persiapan penelitian sampai akhir penelitian. Keadaan tanaman sebagian masih hidup akan tetapi ada juga yang sudah rusak dan mulai menguning. Sebelum digunakan untuk pengolahan limbah daun berwarna hijau segar, sedangkan setelah digunakan daunnya berubah menjadi kuning bahkan kecoklatan. Pada penutupan 25%, 50% dan 75% beberapa tanaman mulai layu dan menguning akan tetapi pada minggu ke 3 dan ke 4 mulai tumbuh tanaman baru dari stolonya. Hal ini karena apu-apu juga bisa berkembangbiak dengan stolonya. Stolon ini mudah sekali terpotong dan pada ujungnya dapat tumbuh menjadi individu baru (Safitri, 2009). Sedangkan pada penutupan 100% tanaman banyak yang berubah kuning, hal ini karena sudah tidak ada ruang untuk tumbuh, sehingga kemampuan tumbuhan untuk bertahan hidup dan fotosintesis menjadi berkurang dan akhirnya cepat menguning. Menurut Phatoni (2000) dalam Hermawati *et al*, (2005), tanaman dalam kondisi air yang terbatas proses fotosintesisnya akan terhambat. Terhambatnya proses fotosintesis akan berdampak pada penurunan jumlah asimilat yang dibentuk oleh tanaman sehingga berpengaruh pada biomassa tanaman.

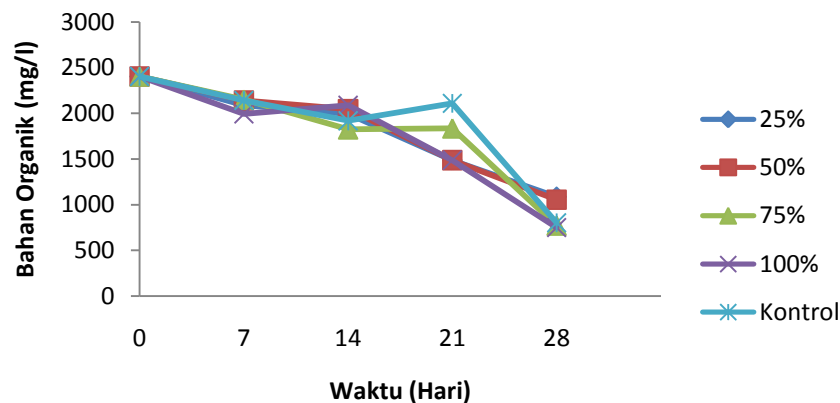
Setelah digunakan sebagai bioremediator, akarnya bertambah panjang dan semakin banyak jumlahnya. Jika dilihat juga terjadi perubahan warna pada media uji yang awalnya keruh menjadi bening. Diduga fungsi dari akar berkembang dengan baik melihat pertumbuhan akar yang semakin panjang, akan tetapi kondisi air yang tidak sesuai sehingga mengakibatkan daun menguning. Untuk mendapatkan unsur hara di lingkungan tumbuhnya, pertumbuhan akar tanaman mempunyai pengaruh yang besar. Perakaran yang baik (perakaran lebat berbentuk seperti benang, banyak rambut akar) akan mampu menyerap unsur hara dengan baik pula. Sedangkan perakaran yang tidak baik (matinya akar) akan menghambat penyerapan unsur hara (Widianingsih, 1999 dalam Hermawati *et al.*, 2005).

Apu-apu (*Pistia* sp.) sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi. Kemampuan mencengkeram lumpur dengan berkas-berkas akarnya kadang dimanfaatkan sebagai pembersih sungai yang sangat kotor. Dalam industri tanaman ini biasanya digunakan sebagai penyerap unsur-unsur toksis pada air limbah. Tanaman apu-apu mempunyai keunggulan dibandingkan dengan tumbuhan lain seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, tingkat absorpsi atau penyerapan unsur hara dan air yang besar, mudah ditemukan dan daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim (Fachrurrozi *et al.*, 2010).

Jika dibandingkan penurunan biomassa dengan kandungan bahan organik terlihat bahwa kadar bahan organik juga mengalami penurunan sejalan dengan penurunan biomassa tanaman, penurunan ini diduga karena kemampuan menyerap bahan organik yang sangat besar diawal sehingga menyebabkan apu-apu menjadi layu. Hal itulah yang menyebabkan biomassa apu-apu menurun selama penelitian. Pengaruh *Pistia* sp. dalam peningkatan kualitas air menunjukkan hasil *Pistia* sp. memiliki kemampuan penyerapan dan pengikatan bahan organik yang cukup baik (Priyono, 2007).

Kandungan Bahan Organik dan Bakteri Media Percobaan

Gambaran kecenderungan penurunan kandungan bahan organik media uji selama masa penelitian tersaji pada Gambar 2 dan gambaran perubahan total bakteri media percobaan tersaji pada Gambar 3.



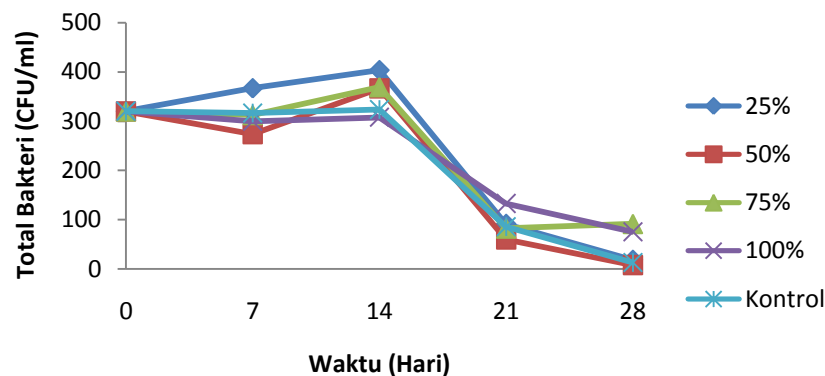
Gambar 2. Rerata Kandungan Bahan Organik Media Percobaan

Berdasarkan Gambar 2 nampak terjadi penurunan kadar bahan organik pada media percobaan. Walaupun pada penutupan 100% terjadi sedikit kenaikan, akan tetapi kemudian terus menurun hingga puncak penurunan pada hari ke 28. Nilai awal kandungan bahan organik adalah 2401,6 mg/l, pada minggu pertama sudah nampak terjadi penurunan. Pada akhir penelitian kandungan bahan organik turun pada masing-masing penutupan yaitu 25% turun menjadi 1084,93 mg/l, penutupan 50% menjadi 1053,33 mg/l, penutupan 75% menjadi 768,93 mg/l, penutupan 100% menjadi 747,87 mg/l dan pada kontrol menjadi 800,53 mg/l. Persentase penurunan kandungan bahan organik tersaji pada Tabel 1.

Berdasarkan Gambar 3 tampak bahwa terjadi penurunan total bakteri. Pada penutupan 25% mengalami kenaikan, sedangkan pada penutupan 50%, 75%, 100% dan kontrol mengalami penurunan pada minggu pertama. Kemudian dari keempat penutupan mengalami kenaikan pada minggu ke 2 dan turun secara drastis pada minggu ke 3. Pada minggu ke 4 pada semua penutupan terus turun kecuali pada penutupan 75% yang mengalami sedikit kenaikan.

Tabel 1. Persentase Penurunan Kandungan Bahan Organik Perpenutupan.

No	Penutupan	Bahan Organik Awal (mg/l)	Bahan Organik Akhir (mg/l)	Persentase Penurunan
1	25%	2401,6	1084,93	55%
2	50%	2401,6	1053,33	25%
3	75%	2401,6	768,93	66%
4	100%	2401,6	747,87	25%



Gambar 3. Rerata Total Bakteri pada Media Percobaan selama Penelitian

Berdasarkan hasil pengukuran kadar bahan organik, bila dilihat dari kemampuannya dalam penyerapan bahan organik dari semua penutupan diduga memberikan respon yang positif. Terbukti kandungan bahan organik mulai turun pada minggu pertama dan terus turun sampai minggu terakhir masa percobaan. Penurunan konsentrasi bahan organik menggunakan apu-apu dipengaruhi rasio tanaman dan lama waktu tinggal tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal dengan rasio tanaman apu-apu dengan jumlah tanaman yang berbeda-beda serta kebutuhan hara yang cukup maka proses fitoremediasi dapat berjalan dengan baik (Wardhana, 2013).

Penurunan kandungan bahan organik juga dipengaruhi oleh mikroorganisme pada limbah. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah total bakteri pada awal penelitian mencapai $3,2 \times 10^2$, kemudian pada semua penutupan total bakteri naik pada minggu pertama dan minggu ke 2. Pada minggu ke 3 total bakteri mengalami penurunan yang drastis, kemudian terus turun hingga akhir masa penelitian.

Banyaknya akar tumbuhan apu-apu dan mikroba perombak yang berasosiasi dipermukaan akarnya membuat tumbuhan apu-apu mampu menyerap bahan organik dalam air limbah. Kemampuan akar tumbuhan apu-apu yang dapat melakukan pemisahan terhadap zat yang tersuspensi semakin memudahkan bagi mikroba perombak untuk mendegradasi bahan organik pada limbah cair yang nantinya hasil perombakannya dapat digunakan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan apu-apu (Mustaniroh, *et al.* 2009).

Kandungan bahan organik yang menurun menunjukkan adanya proses perombakan bahan organik oleh tumbuhan. Akan tetapi diduga penurunan ini juga dipengaruhi oleh kerja mikroorganisme dalam merombak bahan organik menjadi unsur hara (N dan P) yang kemudian digunakan pada proses fotosintesis.

Tumbuhan memiliki tiga mekanisme dalam bioremediasi air limbah. Mekanisme yang pertama yaitu fitostabilisasi sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam air disebabkan oleh terbawa aliran air tanah melalui pori kapiler. Mekanisme yang kedua yaitu rizofiltrasi yang berhubungan dengan adsorpsi kontaminan yang ada di akar. Mekanisme yang ketiga rizodegradasi dimana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktivitas mikroba pada perakaran tanaman air (Wulandari, 2013).

Penyerapan bahan organik pada tanaman juga diduga dipengaruhi oleh adanya mikroba rhizofera yang terdapat pada akar tanaman yang mampu menguraikan bahan organik maupun non organik. Mikroba ini terdapat pada tanaman, khususnya yang hidup di air. Bahan organik maupun non organik yang terlarut di dalam air direduksi oleh mikroba rhizofera dengan cara menyerapnya dari perairan dan sedimen kemudian mengakumulasi bahan terlarut ini ke dalam struktur tubuhnya (Suriawiria, 2003).

Pencemaran limbah pada suatu perairan mempunyai hubungan dengan jenis dan jumlah mikroorganisme dalam perairan tersebut. Berdasarkan pengamatan dan identifikasi bakteri pada air limbah pengolahan ikan spesies bakteri yang terdapat pada air limbah adalah *Escherchia coli*, *Salmonella arizona*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas putida* dan *Acenotobakter bauumani* (Rokhma, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian nampak terjadi perubahan warna pada air limbah yang awalnya keruh menjadi bening, selain itu bau tidak sedap yang berasal dari air limbah menjadi berkurang. Umumnya air lingkungan yang tercemar kandungan oksigennya sangat rendah, hal ini karena oksigen terlarut didalam air diserap oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap yang ditandai dengan bau busuk. Apu-apu dan bakteri mendegradasi bahan organik pada air limbah sehingga kadar bahan organiknya berkurang (Fachrurazi *et al.*, 2010).

Kualitas Air

Rerata nilai kualitas air berupa suhu, cahaya, pH, DO, BOD dan COD media percobaan akan disajikan pada Tabel 2 berikut .

Tabel 2. Rerata Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Media Percobaan

Parameter	Satuan	Nilai Pengamatan	Nilai Optimum	Pustaka
Suhu	(°C)	23 – 28	20 – 30	Effendi, H, 2003
Cahaya	(Lux)	2200 - 2400	2400	Ofish, 2012
pH	-	7 – 8	6 - 9	PP No. 82 tahun 2001
DO	(mg/l)	0,19 – 2,71	4	PP No. 82 tahun 2001
BOD	(mg/l)	0,37 – 7,38	3	PP No. 82 tahun 2001
COD	(mg/l)	162,7 – 282,7	25	PP No. 82 tahun 2001

Berdasarkan hasil pengukuran nilai kualitas air dapat disimpulkan bahwa untuk parameter suhu, cahaya dan pH masih memenuhi baku mutu, untuk nilai DO masih kurang dari nilai baku mutu, sedangkan nilai BOD dan COD masih melebihi nilai baku mutu yang diperolehkan.

Analisis Statistik

Setelah dilakukan pengukuran pada semua variabel, kemudian dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh perlakuan *Pistia* sp. terhadap penurunan kandungan bahan organik. Hasil uji regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,133 dengan signifikansi sebesar $0,004 < 0,05$, maka H_0 ditolak dan terima H_1 . Jadi dengan kata lain dalam tingkat signifikansi 95% faktor penutupan tanaman yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar bahan organik pada media percobaan.

Kemudian dilakukan uji korelasi untuk mengetahui keeratan hubungan antara penutupan *Pistia* sp. dengan penurunan kandungan bahan organik dalam media percobaan. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,3645 dan nilai signifikansi sebesar $0,004 < 0,05$, maka H_0 ditolak dan terima H_1 . Jadi dengan tingkat kepercayaan 95% faktor penutupan mempunyai keeratan hubungan dengan penurunan kandungan bahan organik. Jika dilihat dari tanda koefisien korelasinya yang positif berarti arah hubungan positif.

Untuk mengetahui penutupan apu-apu yang memberikan pengaruh yang baik pada penurunan kadar bahan organik, maka dilakukan uji korelasi pada masing-masing penutupan. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Analisa Korelasi antara Luas Penutupan dengan Penurunan Kandungan Bahan Organik

No	Penutupan	Indeks Korelasi (r)	Signifikansi (Sig)	Keputusan
1	25%	0,942	0,000	H_0 ditolak
2	50%	0,934	0,000	H_0 ditolak
3	75%	0,840	0,000	H_0 ditolak
4	100%	0,524	0,045	H_0 diterima

Menurut Sugiyono (2007), pada rentang nilai $r = 0,80 - 1,00$ termasuk dalam rentang hubungan yang sangat kuat. Arah hubungan adalah positif karena nilai r positif.

Untuk membuktikan apakah ada pengaruh yang signifikan dari total bakteri terhadap penurunan kadar bahan organik maka dilakukan uji statistik. Hasil uji regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,452 dengan signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_0 ditolak atau dengan kata lain pada tingkat signifikansi 95% faktor total bakteri memberi pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kandungan bahan organik. Kemudian diuji korelasinya untuk mengetahui hubungan total bakteri dengan penurunan bahan organik dan hasilnya adalah nilai koefisien korelasinya 0,673 dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak dan terima H_1 . Jadi pada tingkat kepercayaan 95% faktor bakteri mempunyai hubungan dengan penurunan kadar bahan organik

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat hubungan antara perbedaan luasan penutupan apu-apu dengan penurunan kandungan bahan organik pada media percobaan, dimana penutupan yang menunjukkan penurunan yang baik adalah penutupan 25%, 50% dan 75%.
2. Terdapat hubungan antara total bakteri dengan penurunan kandungan bahan organik pada media percobaan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih Dr. Ir. Max Rudolf M, M.Sc, Ir. Anhar Solichin, M.Si dan Dr. Ir. Suryanti, M.Pi, selaku tim penguji dan Dr. Ir. Pujiono Wahyu Purnomo, M.S, selaku panitia ujian akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan serta kritik dan saran dalam penyusunan jurnal ini. Bapak Rudi selaku pengelola pabrik pengolahan hasil perikanan Kelola Mina Laut, Desa Dero, Bonang Demak atas bantuannya dalam pengambilan sampel. Serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fachrurrozi, M., B.U. Listiatie dan D. Suryani. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia stratiotes* L. terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta. ISSN : 1978-0575.
- Hermawati, E., Wiryanto dan Solichatun. 2005. Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) dan Genjer (*Limnocharis flava* L). Jurnal bioSMART Vol 7 Nomor 2 Hal 115-124. ISSN : 1411-321X.
- Mustaniroh, S. A., Wignyanto dan B. S Endi. 2009. Efektivitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratotes* L.) sebagai Biofilter. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 10 No 1. 10-18.
- Priyono, A. T. 2007. Pengaruh *Pistia stratiotes* L dalam Peningkatan Kualitas Air [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rokhma, L. 2011. Identifikasi Bakteri Aerob di Lingkungan Sungai Boni Desa Malten Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. [Skripsi]. Program Teknik Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Safitri. 2009. *Phytoremediation Greywater* dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) serta Pemanfaatannya untuk Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) secara Hidroponik. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sjafei, A. 2002. Studi Mengenai Karakteristik dan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sugiyono. 2007. Metode Penelitian. CV Alfabeta. Bandung.
- Suriawiria, U. 2003. Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan secara Biologi. Alumni. Bandung.
- Wardhana, R. 2013. Pengolahan Air Limbah Laundry secara Alami (Fitoremediasi) dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) [Skripsi]. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Wibowo, T. S., Purwanto dan B. Yulianto. 2013. Pengelolaan Lingkungan Industri Pengolahan Limbah Fillet Ikan. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013. ISBN 978-602-17001-1-2.
- Wulandari, R., F. Y. Siti., W. Eka S., J. Indah., Niken R.H. 2013. Pemanfaatan Tumbuhan Iris Air (*Neomarica gracilllis*) sebagai Agen Bioremediasi Air Limbah Rumah Tangga. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS.