

# PEMANFAATAN BIOSISTEM TANAMAN UNTUK MENURUNKAN KADAR FENOL, AMONIA, ION KLORIDA, DAN COD DARI PROSES BIODEGRADASI AIR LIMBAH YANG MENGANDUNG RHODAMIN B

Sri Dian Meita Sari<sup>1\*)</sup>, I Wayan Budiarsa Suyasa<sup>1)</sup>, I Gede Mahardika<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Pasacasarjana Universitas Udayana

<sup>2)</sup> Fakultas Peternakan Universitas Udayana

<sup>\*)</sup> Email : dianmeitasari2105@gmail.com

## ABSTRACT

The biodegradation of Rhodamine B may not be directly result in CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O, rather other pollutants such as phenol, ammonia, and chloride ions. The objective of this research are to determine the effectivity of the biosystem plants in degrading Rhodamine B and the capability to reduce the contents of phenol, ammonia, chloride ions and COD. Concentration artificial waste Rhodamine B that used in this research are 1 mg/L. Seeding sediment using microorganism selected from dyeing waste dislocated in the village Pemogan, South Denpasar then disseminated into a bath biosystem in which had given the sand, pebbles and *Ipomea carssicaulis*. Furthermore artificial waste Rhodamine B poured into the biosystem and waste water were analyzed with the time range every 6 hours from 0 until 48 hours. The results of the capability treatment system showed that the biosystems of plants was capable to reduce optimal levels of Phenol from 24 to 30 hours of processing amounted to 0.2906 mg / L, Ammonia from 24 to 36 hours of processing amounted to 0.1452 mg / L, Ion Klorida and COD from 18 to 30 hours of processing amounted to 2.127 mg / L and 3.848 mg / L. Biosystems plant is effective to lowering levels of phenol and ammonia (above 50%), but less effective in lowering levels of Chloride Ion and COD.

**Keywords:** Biosystems; biofiltration; biodegradation; rhodamine B; textile waste

## I. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan pakaian menjadi semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin besarnya permintaan pasar terhadap produk garmen. Industri tekstil selain mampu meningkatkan perekonomian juga memiliki dampak meningkatkan pencemaran oleh limbah cair ke lingkungan.

Limbah industri tekstil sebagian besar mengandung pencemar berupa zat warna yang digunakan pada proses pencelupan. Salah satu zat warna sintetik yang digunakan adalah Rhodamin B. Rhodamin B adalah zat warna sintesis berbentuk serbuk kristal, berwarna merah atau ungu kemerahan, tidak berbau, dan dalam larutan berwarna merah terang berfluoresensi. Rhodamin B semula digunakan untuk kegiatan histologi dan sekarang berkembang untuk berbagai keperluan seperti sebagai pewarna kertas dan tekstil. Pewarna ini terbuat dari *dietillaminophenol* dan *phthalic anhidrida* dimana kedua bahan baku ini sangat toksik bagi manusia. Biasanya pewarna ini digunakan untuk pewarna kertas, wol, dan sutra (Djarismawati, 2004).

Limbah yang mengandung bahan pencemar akan mengubah kualitas lingkungan bila lingkungan tersebut tidak mampu memulihkan kondisinya sesuai dengan daya dukung yang ada. Limbah yang

dilepas ke lingkungan dapat meracuni dan terakumulasi pada biota, mengganggu ekosistem akuatik, mencemari air tanah, serta mengancam kesehatan manusia.

Selama ini pengolahan limbah tekstil lebih menekankan pada cara fisika dan kimia. Cara ini memang terbukti efektif dalam mengelola limbah namun memiliki kekurangan yaitu belum bisa sepenuhnya diaplikasikan di lapangan terutama oleh industri kecil dan menengah karena membutuhkan bahan kimia yang banyak, biaya yang relatif tinggi dan menimbulkan lumpur yang banyak.

Saat ini telah banyak dikembangkan pengelolaan limbah secara biologi (biosistem). Faktor yang menentukan efektivitas dalam sistem ini adalah penggunaan mikroorganisme serta terbentuknya sistem biofiltrasi di dalam biosistem. Biofiltrasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah secara biologi seperti menggunakan tanaman sebagai media penyerap limbah. Pengolahan limbah dengan menggunakan sistem biofiltrasi yaitu menggunakan biofilter tanaman teraerasi terbukti efektif dalam meminimalkan bahan-bahan pencemar seperti dalam air limbah pencelupan (Nailufary, 2008). Dalam proses biofiltrasi digunakan tanaman air sebagai media filtrasi. Akar tanaman akan memberikan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan mikroba (Sumastri, 2009). Penggunaan biosistem tanaman digunakan untuk pengolahan limbah pencucian

rumpun laut dengan penambahan mikroorganisme aktif dalam penelitian yang dilakukan oleh Suyasa dan Dwijani (2015) mampu menurunkan kadar COD sebesar 117,32 mg/L selama 8 jam pengolahan.

Dalam proses biodegradasi dari Rhodamin B, zat tersebut kemungkinan tidak akan terdegradasi langsung menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  namun bisa menimbulkan dampak pencemaran lain seperti senyawa fenol, amonia, dan ion klorida. Senyawa-senyawa tersebut sangat berbahaya jika berada di perairan karena merupakan polutan. Maka dalam penelitian ini perlu diketahui efektifitas dari biosistem yang terjadi pada proses degradasi Rhodamin B dan kemampuannya dalam menurunkan konsentrasi dari senyawa fenol, amonia, ion klorida dan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebagai indikator bahwa air hasil dari pengolahan tidak membahayakan lingkungan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Unud, Laboratorium UPT Analitik Unud dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Unud di Kampus Bukit Jimbaran. Penelitian berlangsung bulan Juli-Januari 2015.

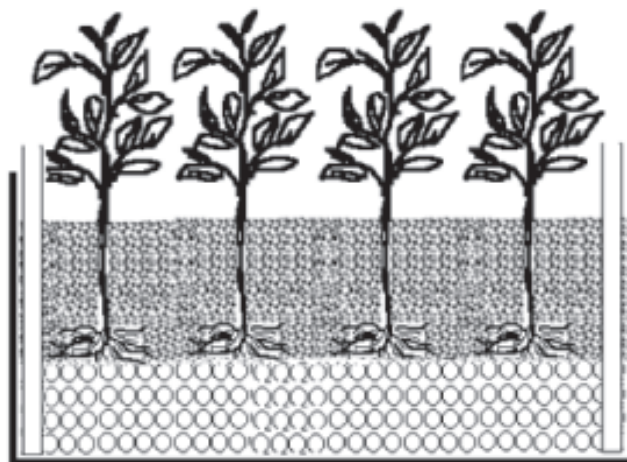
### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sampel tanah sebagai sumber bibit yang akan diambil dari selokan disekitar pembuangan limbah pencelupan di Denpasar Selatan. Tanaman yang akan dibiakkan *Ipomoea crassicaulis* serta media campuran pasir/koral. Beberapa bahan kimia utama yaitu Rhodamin B,  $\text{HgSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , reagen perak sulfat-asam sulfat, indikator feroin, larutan  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ , n-heksana,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat, reagen Folin, pereaksi Nessler, garam Rochell, Larutan  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Natrium Karbonat), indikator  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5%,  $\text{AgNO}_3$  dan Cathecin.

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain : peralatan gelas untuk pembibitan, petak kedap untuk media tanaman, pipa dan saluran sampling port. Seperangkat alat reflux, buret, pH meter, statif, alat-alat gelas, kertas saring, timbangan analitik, desikator, Spektrofotometer UV-Vis.

Untuk konstruksi unit rhizoekosistem pada lahan basah berupa unit pengolahan terdiri dari sebuah tempat semaian ukuran 125 cm x 58 cm x 36 cm dan dilengkapi dengan tabung tempat pengambilan sampel. Bak perlakuan diisi dengan batu koral setinggi 10 cm kemudian di atasnya diisi pasir setinggi 20 cm. Pada lapisan pasir ini akan



Gambar 1. Susunan Media Dalam Bak Pengolahan Biosistem Tanaman

ditanam tumbuhan *Ipomoea crassicaulis* yang banyaknya disesuaikan dengan panjang dan lebar akar yang memungkinkan sebagian besar lapisan itu terisi oleh risosfir. Tanaman ini diadaptasikan selama 2 minggu.

#### 2.2.2 Penyiapan Konsorsia Mikroba yang akan ditambahkan pada Biosistem

##### a. Pembibitan (*seeding*) sedimen

Sebanyak 1 buah gelas beker 2 L dengan kondisi bersih disiapkan. Sebanyak 2 Liter media cair dimasukkan ke dalam gelas beker kemudian pada masing-masing gelas beker ditambahkan sedimen dari selokan tercemar limbah pencelupan sebanyak 2 gram. Media kemudian diaerasi dengan menggunakan aerator yang diberi selang, yang diletakkan pada dasar gelas beker. Gelas beker ditutup dengan kain kasa dan diikat dengan gelang karet didiamkan selama 1 jam agar homogen. Setelah homogen aerator dimatikan dan digenangkan beberapa saat 10-15 menit. Pengamatan dilakukan secara visual dengan melihat perubahan warna larutan dari berwarna kemerahan sampai putih keruh dan larutan mulai mengental yang menandakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme telah berlangsung dengan baik. Selanjutnya bibit mikroorganisme yang telah siap akan digunakan dalam pengolahan limbah pencelupan (Atlas *et al*, 1987).

##### b. Pengolahan dengan Biosistem Tanaman

Kadar air pada petak perlakuan biosistem dikurangi kadar airnya dengan dibiarkan selama 3-4 hari tanpa air. Mikroorganisme hasil pembibitan disebarkan secara merata pada petak perlakuan biosistem kemudian di biarkan selama 2-3 hari agar mikroorganisme dapat beradaptasi. Selanjutnya air limbah Rhodamin B yang dibuat pada proses sebelumnya yaitu *output*/efluen limbah ditambahkan ke dalam petak perlakuan sampai air limbah basah tergenang menutupi lapisan pasir. Kemudian diukur

volume air limbah yang masuk ke petak perlakuan sebagai kapasitasnya. Limbah dibiarkan selama 24 jam.

Pengamatan dilakukan dengan mengukur fenol, amonia, ion klorida dan COD setiap 6 jam selama 48 jam setelah dibiarkan 24 jam, hingga tercapai nilai konstan (kurva antara kadar polutan terhadap waktu mendatar). Analisis dilakukan secara duplo (pengambilan sampel sekali, pengukuran dilakukan dua kali). Data yang diperoleh dari pengukuran kadar fenol, amonia, ion klorida dan COD dalam sampel air limbah kemudian diplot terhadap waktu perlakuan sehingga diperoleh kurva yang menunjukkan kemampuan maksimal dari petak perlakuan ekosistem buatan yang digunakan dalam menurunkan kadar pencemar hasil degradasi dari air limbah Rhodamin B. Kurva dibuat dengan ketentuan sumbu x menunjukkan waktu pengolahan (t) dan sumbu y menunjukkan kadar pencemar.

**c. Parameter yang Diamati**

Parameter yang diukur dan diamati dalam proses biodegradasi Rhodamin B adalah fenol, amonia, nitrat, ion klorida dan COD dalam sampel larutan kemudian diplot dengan waktu perlakuan sehingga diperoleh kurva yang menunjukkan pemecahan Rhodamin B pada proses biodegradasi. Kurva dibuat dengan ketentuan sumbu x menunjukkan waktu pengolahan (t) dan sumbu y menunjukkan kadar pencemar.

**d. Penentuan Tingkat Efektivitas Biosistem dalam Menurunkan Kadar Polutan**

Tingkat efektivitas biosistem ditentukan berdasarkan persen penurunan konsentrasi polutan, jika hasilnya di atas 50% maka biosistem tersebut efektif dalam menurunkan kadar polutan. Data yang diperoleh kemudian dibuat grafik.

Adapun secara matematis efektivitas penurunan konsentrasi polutan air limbah dari ekosistem buatan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(Q_a - Q_t)}{Q_a} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Q<sub>a</sub> = nilai fenol tertinggi ; amonia tertinggi ; ion klorida tertinggi ; dan COD tertinggi

Q<sub>t</sub> = nilai fenol akhir ; amonia akhir ; ion klorida akhir ; dan COD akhir (pada waktu tertentu) (Metcalf and eddy, 1991)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Kemampuan Biosistem Tananaman dalam Menurunkan Kadar Fenol, Amonia, Ion Klorida (Cl-) dan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.**

Proses degradasi Rhodamin B oleh mikroorganisme terjadi akibat adanya enzim yang terdapat dalam mikroorganisme yang dapat memutus ikatan aromatik pada Rhodamin B. Hasil dari pemutusan ikatan dalam Rhodamin B akan menghasilkan senyawa-senyawa polutan yang dapat bersifat toksik diantaranya Fenol, Amonia (NH<sub>3</sub>) dan Ion Klorida (Cl<sup>-</sup>). Pengukuran COD (Chemical Oxygen Demand) dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran bahan organik dalam limbah hasil pengolahan biosistem tanaman.

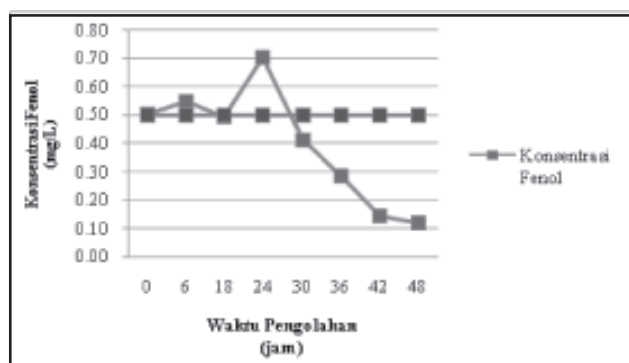
**3.1.1 Penurunan Kadar Fenol dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.**

Konsentrasi fenol hasil dari biodegradasi zat warna Rhodamin B pada waktu pengolahan jam ke 0 dan jam ke 6 mengalami peningkatan, pada jam ke 18 konsentrasi fenol turun. Nilai konsentrasi fenol yang turun kemudian kembali naik disebabkan oleh masih berlangsungnya proses pembentukan senyawa fenol oleh mikroba pengurai Rhodamin B. Jika dilihat dari proses degradasi dan pembentukan senyawa fenol maksimum terjadi pada jam ke 24. Pada waktu pengolahan dari 0 sampai jam ke 24, mikroba pendegradasi fenol belum tumbuh maksimal karena senyawa fenol yang terbentuk masih relatif rendah. Unsur Karbon sangat berperan dalam perkembangbiakan mikroba, semakin banyak fenol, semakin banyak pertumbuhan mikroba sehingga semakin banyak limbah yang dapat didegradasi oleh mikroba. Turunnya konsentrasi fenol pada jam ke 30 sampai jam ke 48 menunjukkan bahwa mikroorganisme yang ada dalam biosistem sudah mulai memanfaatkan fenol sebagai sumber nutrient. Menurut Nair *et al.* (2008) banyaknya lingkungan yang tercemar oleh fenol menyebabkan jumlah mikroorganisme yang menggunakan fenol sebagai sumber karbon dan energi baik secara aerob maupun anaerob meningkat. Menurut Rustamsjah (2001) biodegradasi fenol terjadi akibat adanya pengrusakan cincin aromatik oleh mikroba pada proses anaerobik dan aerobik. Senyawa aromatik

baik secara total maupun sebagian dapat didegradasi oleh mikroorganisme tergantung pada jumlah cincin dan jenis substituenya.

Tabel 1. Kadar Fenol dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi Rata-rata (mg/L)
0	0,5069
6	0,5502
18	0,4948
24	0,7024
30	0,4118
36	0,2837
42	0,1471
48	0,1194



Gambar 2. Kurva Penurunan Konsentrasi Fenol Hasil Biodegradasi Limbah Zat Warna Rhodamin B

Bedasarkan data penelitian dalam Tabel 1, pada jam ke 24 sampai 30 kadar fenol mengalami penurunan paling tinggi. Dari hasil isolasi dan identifikasi mikroorganisme yang diperoleh pada jam ke 30 pengolahan jenis yang paling banyak dijumpai adalah jenis *Pseudomonas sp* (Tabel 9). Bakteri ini, juga mengalami peningkatan jumlah populasi di jam ke 30. Menurut penelitian Dewilda *et al.* (2012) *Pseudomonas sp* aktif di lingkungan yang terdapat fenol dan memiliki kemampuan mendegradasi senyawa fenol. Bakteri tersebut memiliki kemampuan dan aktivitas fisiologis untuk berkembang pada media yang mengandung fenol sehingga bakteri tersebut memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi. Menurut hasil penelitian Rustamsjah (2001), dengan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27833 dapat mengaktifkan enzim pendegradasi fenol sehingga diperoleh produk asam asetat. Asam asetat merupakan senyawa yang tidak berbahaya karena berperan dalam siklus krebs dan bereaksi dengan CoA membentuk asetil CoA.

Dalam pengolahan dengan biosistem menggunakan tanaman kangkungan (*Ipomea crassicaulis*), hasil degradasi dari senyawa fenol yang berupa unsur/ion-ion sederhana langsung diserap oleh tanaman. Menurut Hamamah dan Yulinah (2008), tumbuhan tidak memilih jenis unsur yang

akan diserapnya karena tumbuhan tidak dapat memilih unsur apa yang diperlukan maupun yang merugikan baginya, sehingga unsur hara yang terdapat pada media tanamnya langsung diserap tanpa diseleksi terlebih dahulu.

Waktu pengolahan untuk menurunkan kadar fenol terjadi setelah jam ke 24 pengolahan. Perubahan nilai konsentrasi Fenol selama proses biodegradasi Limbah Rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 2.

### 3.1.2 Penurunan Kadar Amonia dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.

Pada proses pengolahan limbah zat warna Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman selama 48 jam, konsentrasi amonia yang terbentuk dari proses degradasi Rhodamin B paling tinggi terdapat pada jam ke 12 (Tabel.2). Proses pembentukan amonia berasal dari pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah dan air yang berasal dari penguraian bahan organik yang dilakukan oleh mikroba dan jamur (amofikasi). Konsentrasi amonia turun pada jam ke 18 dan naik lagi pada jam ke 24. Hal ini disebabkan mulai adanya pemakaian amonia oleh mikroba meskipun dalam jumlah yang masih sedikit dan proses pembentukan amonia oleh mikroba pembentuk amonia yang masih terjadi menyebabkan kadar amonia naik. Kadar amonia mulai mengalami penurunan pada jam ke 30. Penurunan kadar amonia tersebut disebabkan adanya proses rizodegradasi dimana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktivitas mikroba pada perakaran tanaman air. Mikroba dapat hidup dari pasokan sumber karbon organik dari tumbuhan, asam amino, protein, alkohol, dan vitamin. Selain itu amonia yang dihasilkan dapat diserap oleh tanaman kangkungan (*Ipomea crassicaulis*).

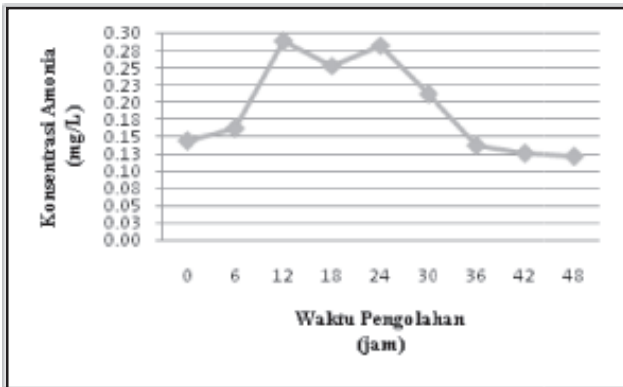
Tabel 2. Kadar Amonia dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi Rata-rata (mg/L)
0	0,1438
6	0,1620
12	0,2880
18	0,2531
24	0,2821
30	0,2107
36	0,1369
42	0,1248
48	0,1204

Amonia sangat berguna bagi tumbuhan dan mikroorganisme untuk asimilasi menjadi sel baru yang memberikan lebih banyak nitrogen organik. Senyawa nitrat dan amonia dalam air digunakan oleh tumbuhan dan mikroorganisme dalam proses biosintesis (asimilasi) untuk membentuk sel baru

yang akan menghasilkan nitrogen organik (Bitton, 1994). Perubahan nilai konsentrasi Amonia selama proses biodegradasi Limbah Rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam Gambar 3 terlihat bahwa pada jam ke 24 sampai 36 kadar Amonia mengalami penurunan paling tinggi. Penurunan kadar amonia yang terjadi tidak terlalu signifikan, hal ini bisa disebabkan oleh kurangnya oksigen sehingga mikroba kurang optimal dalam mendegradasi amonia.



Gambar 3. Kurva Penurunan Konsentrasi Amonia Hasil Biodegradasi Limbah Zat Warna Rhodamin B

### 3.1.3 Penurunan Kadar Ion Klorida dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.

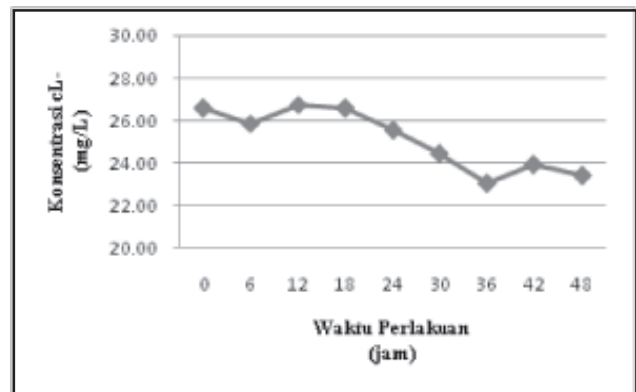
Kadar Ion klorida pada jam ke 0 sampai ke 12 masih mengalami dinamika pelepasan ion klorida dari proses pemutusan ikatan senyawa aromatik oleh mikroba sehingga terjadi peningkatan kadar Cl. Konsentrasi ion klorida mulai mengalami penurunan pada jam ke 12 sampai jam ke 36, pada jam ke 18 sampai 30 kadar Ion Klorida mengalami penurunan paling tinggi (Tabel 3). Turunnya kadar ion klorida disebabkan mulai dimanfaatkannya ion klorida oleh tanaman. Bagi tanaman ion Cl merupakan hara mikro esensial yang berguna untuk pertumbuhan tanaman, sistem pembagian air pada tempat oksidasi fotosistem II, aktivasi enzim, pengaturan osmotik, pembatasan ion untuk transport kation, dan

Tabel 3. Kadar Ion Klorida dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi Rata-rata (mg/L)
0	26,588
6	25,879
12	26,765
18	26,588
24	25,524
30	24,461
36	23,043
42	23,929
48	23,397

pengaturan pembukaan stomata (Kasno dan Effendi, 2013).

Dalam grafik dapat dilihat penurunan yang belum signifikan dengan pengolahan biosistem tanaman yang digunakan dalam mengurangi konsentrasi ion klorida yang terdapat dalam sampel. Setelah 48 jam perlakuan, telah terjadi penurunan konsentrasi ion klorida pada jam ke 18 pengolahan (Gambar 4). Perubahan konsentrasi yang tidak signifikan ini disebabkan karena ion Cl merupakan unsur mikro esensial yang dibutuhkan sedikit jumlahnya oleh tumbuhan maka ion Cl yang diserap oleh tanaman kecil.



Gambar 4. Kurva Penurunan Konsentrasi Ion Klorida (Cl-) Hasil Biodegradasi Limbah Zat Warna Rhodamin B

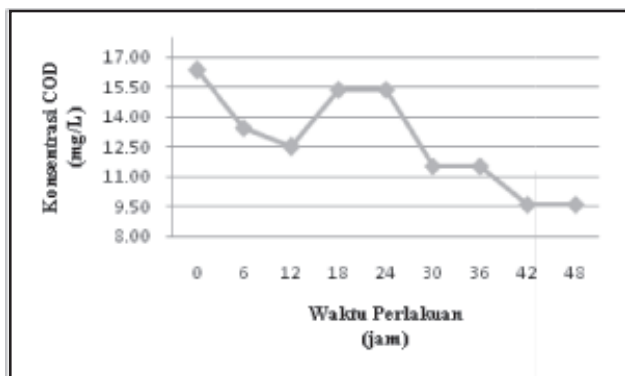
### 3.1.4 Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.

Hasil analisis COD dari pengolahan biosistem tanaman dalam Tabel 4 diperoleh pada jam ke 0 sampai jam ke 12 mengalami penurunan konsentrasi. Kemudian naik pada jam ke 18 dan ke 24. Hal ini menunjukkan bahwa proses oksidasi senyawa dalam air limbah yang membutuhkan oksigen paling tinggi terjadi pada jam ke 18 dan 24. Meningkatnya kadar COD pada jam ke 18 dan 24 disebabkan oleh meningkatnya biomassa mikroorganisme yang dibuktikan dengan data dalam Tabel 9 di mana bakteri *Pseudomonas sp* mengalami peningkatan populasi pada jam ke 18. Peningkatan biomassa akan menyebabkan turunnya konsentrasi bahan organik pada limbah. Peningkatan biomassa disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme dalam limbah tersebut. Adanya penggunaan oksigen terlarut oleh bakteri aerob untuk mengoksidasi karbon dan nitrogen dalam bahan organik menjadi karbondioksida dan air sehingga kadar oksigen terlarut akan berkurang dengan cepat.

Nilai konsentrasi COD mulai mengalami penurunan di jam ke 24 sampai jam ke 48. Penurunan kadar COD yang paling tinggi terjadi pada jam ke 24 sampai 30. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa-senyawa kimia dalam

Tabel 4. Kadar COD (*Chemical Oxigen Demand*) dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi Rata-rata (mg/L)
0	16,354
6	13,468
12	12,506
18	15,392
24	15,392
30	11,544
36	11,544
42	9,620
48	9,620



Gambar 5. Kurva Penurunan Konsentrasi COD (*Chemical Oxigent Demand*) Hasil Biodegradasi Limbah Zat Warna Rhodamin B

air limbah dapat teroksidasi oleh aktivitas mikroorganismenya. Kurva konsentrasi COD selama proses biodegradasi disajikan dalam Gambar 5.

**3.2 Efektivitas Biosistem Tanaman dalam Menurunkan Kadar Fenol, Amonia, Ion Klorida (Cl<sup>-</sup>) dan COD (*Chemical Oxigen Demand*) dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman.**

Efektivitas Biosistem dalam persentase ditentukan dengan membandingkan konsentrasi tertinggi dari hasil degradasi Rhodamin B dengan penurunan konsentrasi hasil degradasi Fenol, Amonia, Ion Klorida dan COD sampai waktu akhir penurunan. Efektivitas Biosistem Tanaman dalam Menurunkan Kadar Fenol, Amonia (NH<sub>3</sub>), Ion Klorida (Cl<sup>-</sup>) dan COD (*Chemical Oxigent Demand*) dalam Proses Biodegradasi Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman disajikan dalam Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8, efektivitas penurunan kadar fenol, amonia, dan COD dengan waktu tinggal air limbah jam ke 48 berturut-turut yaitu sebesar 83,00 %, 57,32%, 12,00%

Tabel 5. Efektivitas Biosistem Kadar Fenol dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi rata-rata (mg/L)	Konsentrasi Tertinggi (mg/L)	Efektifitas Biosistem (%)
30	0,4118	0,7024	41,37
36	0,2837	0,7024	59,61
42	0,1471	0,7024	79,06
48	0,1194	0,7024	83,00

Tabel 6. Efektivitas Biosistem Kadar Amonia dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi rata-rata (mg/L)	Konsentrasi Tertinggi (mg/L)	Efektifitas Biosistem (%)
30	0,2107	0,2821	25,31
36	0,1369	0,2821	51,47
42	0,1248	0,2821	55,76
48	0,1204	0,2821	57,32

Tabel 7. Efektivitas Biosistem Kadar Cl<sup>-</sup> dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi rata-rata (mg/L)	Konsentrasi Tertinggi (mg/L)	Efektifitas Biosistem (%)
24	25,524	26,588	4,00
30	24,461	26,588	8,00
36	23,043	26,588	1,33
42	23,929	26,588	10,00
48	23,397	26,588	12,00

Tabel 8. Efektivitas Biosistem Kadar COD dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dengan Biosistem Tanaman

Waktu (jam)	Konsentrasi rata-rata (mg/L)	Konsentrasi Tertinggi (mg/L)	Efektifitas Biosistem (%)
30	11,544	15,392	25,00
36	11,544	15,392	25,00
42	9,62	15,392	37,50
48	9,62	15,392	37,50

dan 37,50%. Berdasarkan hasil tersebut, biosistem tanaman memiliki efektivitas yang tinggi dalam menurunkan kadar fenol dan amonia (di atas 50%) namun dalam menurunkan kadar ion klorida dan COD efektivitasnya masih rendah.

Tabel 9. Isolasi Jenis Mikroorganisme dari Proses Degradasi Limbah Rhodamin B dalam Biosistem Tanaman

Waktu perlakuan(jam)	No	Jenis mikroorganisme	Populasi Koloni Bakteri (CFU/g tanah x 10 <sup>8</sup> )
0	1	<i>Pseudomonas sp</i>	131
	2	<i>Shigella sp.</i>	244
	3	<i>Pasteurella sp.</i>	10
6	1	<i>Pseudomonas sp</i>	122
	2	<i>Stenotrophomonas sp</i>	21
	3	<i>Yeast (Spesies x)</i>	131
12	1	<i>Pseudomonas sp</i>	150
	2	<i>Pasteurella sp.</i>	128
	3	<i>Yeast (Spesies x)</i>	33
18	1	<i>Pseudomonas sp</i>	279
	2	<i>Pasteurella sp.</i>	13
	3	<i>Prosteus sp.</i>	11
24	1	<i>Pseudomonas sp</i>	54
	2	<i>Stenotrophomonas sp</i>	8
	3	<i>Yeast (Spesies x)</i>	155
30	1	<i>Pseudomonas sp</i>	154
	2	<i>Stenotrophomonas sp</i>	1
	3	<i>Pasteurella sp.</i>	18
36	1	<i>Pseudomonas sp</i>	106
	2	<i>Pasteurella sp.</i>	20
	3	<i>Yeast (Spesies x)</i>	188
42	1	<i>Pseudomonas sp</i>	84
	2	<i>Yeast (Spesies x)</i>	213
48	1	<i>Pseudomonas sp</i>	109
	2	<i>Pasteurella sp.</i>	10
	3	<i>Yeast (Spesies x)</i>	156

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Biosistem tanaman mampu menurunkan kadar Fenol tertinggi dari jam ke 24 pengolahan sampai jam ke 30 pengolahan sebesar 0,2906 mg/L, Amonia dari jam ke 24 pengolahan sampai jam ke 36 pengolahan sebesar 0,1452 mg/L, Ion Klorida dan COD dari jam ke 18 pengolahan sampai jam ke 30 pengolahan sebesar 2,127 mg/L dan 3,848 mg/L.

Biosistem tanaman efektif dalam menurunkan kadar Fenol dan Amonia (di atas 50%), namun kurang efektif dalam menurunkan kadar Ion Klorida dan COD.

##### 4.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan menggunakan jenis mikroorganisme pendegradasi polutan yang mampu bertahan hidup dalam biosistem tanaman.

Perlu penelitian tentang dinamika oksigen dan pH dalam proses biodegradasi limbah pada biosistem tanaman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R.M., and Bartha, R. 1987. *Microbial Ecology, Fundamental and Applications*. California : The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc.
- Bitton, G. 1994. *Wastewater Microbiology*. Willey-Liss. New York
- Dewilda, Y., Reri, A., Fano, F.I, 2012, Degradasi Senyawa Fenol oleh Mikroorganisme Laut, *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, Vol: 9 (1) hal: 59-73, Universitas Andalas, Sumatera Barat.
- Djarismawati., Sugiharti, Riris N. 2004. Pengetahuan dan Perilaku Pedagang Cabe Merah Giling dalam Penggunaan Rhodamine B di Pasar Tradisional di DKI Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Ekologi Kesehatan. *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol: 3 (1), hal: 7 – 12.
- Hamamah, F., dan Yulinah T. 2008. *Penyisihan Fenol pada Limbah Industri dari PT XYZ*

- dengan *Eceng Gondok (Eichhornia crassipes)*). Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII. Jurusan Teknik Lingkungan Program Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Kasno, A., dan Effendi, D.S. 2013. Penambahan Klorida dan Bahan Organik pada Beberapa Jenis Tanah Untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit. *Jurnal Littri*. Vol: 19 (2), Hal: 78 – 87.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Waste Water Engineering*. New York : Mcgraw Hill
- Nailufary, L. 2008. “Pengolahan Air Limbah Pencelupan Tekstil Menggunakan Biofilter Tanaman Kangkungan (*Ipomoea crassicaulis*) dalam Sistem Batch (Curah) Teraerasi” (*Skripsi*). Bukit Jimbaran : Universitas Udayana.
- Nair, C. I., Jayachandran, K., Shashidhar, S.. 2008. Biodegradation of Phenol. *African Journal of Biotechnology*, Vol: 7 (25), page: 4951-4958.
- Rustamsjah. 2001. Rekayasa Biodegradasi Fenol oleh *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27833. Makalah Falsafah Sains (PPs 702). Program Pasca Sarjana / S3. Institut Pertanian Bogor.
- Sumastri. 2009. Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi. [dikutip 2 Agustus 2014]. Available from : URL: <http://www.p4tkipa.org/data/SUMASTRI.pdf>. 15.01.2010.
- Suyasa, I. W.B., dan Dwijani, W. 2015. Biosystem Treatment Approach for Seaweed Processing Wastewater. *Journal of Environment and Waste Management*, Vol. 2(2), page: 059-062.