**PENENTUAN TIPE ISOTERM SORPSI PADA PENYISIHAN ZAT WARNA CIRB 5 DENGAN MENGGUNAKAN BIAKAN TERCAMPUR JAMUR MATI**

**Fadjari Lucia Nugroho\*), Hary Pradiko\*), Martha Leliana Novita \*\*)**

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik – Universitas Pasundan

**Abstrak**: Dampak dari limbah industri dapat merusak lingkungan seperti menghambat proses fotosintesis karena sinar matahari sulit masuk ke dalam air. Penanganan permasalahan yang timbul dari pencemaran limbah cair tekstil dapat dilakukan melalui pengolahan biosorpsi. Biosorpsi adalah serapan yang dilakukan oleh mikroorganisme hidup maupun mati. Dalam penelitian ini, zat warna diolah secara biosorpsi oleh suatu biakan tercampur jamur mati yang terdiri dari jamur Aspergillus sp., Penicillium sp., dan Saccharomyces sp., yang diisolasi dari sludge collector instalasi pengolahan limbah. Zat warna yang digunakan adalah zat warna Colour Index Reactive Blue 5 (CIRB 5). Biosorpsi terhadap zat warna CIRB 5 oleh jamur mati dilakukan dengan variasi konsentrasi zat warna 60 mg/L - 100 mg/L, serta variasi berat 0,02 gr - 0,14 gr. Pengambilan sampel dilakukan dengan memeriksa konsentrasi dan pH, kemudian diplotkan ke dalam grafik dan menentukan nilai R2 dari persaman Freundlich dan Langmuir. Isoterm sorpsi penyisihan zat warna CIRB 5 menggunakan jamur mati mengikuti isoterm sorpsi Langmuir. Kapasitas adsorpsi jamur mati terhadap penyisihan zat warna CIRB 5 pada konsentrasi 60 mg/L sebesar 98,0392 mg/gr, konsentrasi 80 mg/L sebesar 99,0099 mg/gr dan konsentrasi 100 mg/L sebesar 126,5822 mg/gr.

**Kata kunci:** biakan tercampur jamur mati, biosorpsi, isoterm sorpsi, zat warna CIRB 5

1. **PENDAHULUAN**[[1]](#footnote-1)

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil biasanya mengandung BOD, TSS dan warna. Dampaknya dapat merusak lingkungan seperti menghambat proses fotosintesis karena sinar matahari sulit masuk ke dalam air. Selain itu, warna dari limbah tekstil dapat merusak nilai estetika badan air.

Oleh karena itu, zat warna yang terkandung pada limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil memerlukan pengolahan agar aman dan tidak mencemari badan air pada saat dibuang. Salah satu pengolahan limbah warna tersebut yaitu pengolahan secara biosorpsi.

Biosorpsi didefinisikan sebagai terakumulasi dan terkonsentrasinya zat pencemar dari larutan dengan menggunakan materi biologi, sehingga memungkinkan pembuangan zat pencemar yang berwawasan lingkungan, Aksu,Donmez[1]. Biosorpsi dapat berlangsung pada mikroorganisme hidup maupun mati.

Jamur biasanya dibudidayakan dan digunakan pada proses produksi industri makanan, minuman dan obat-obatan. Tetapi jamur belum dimanfaatkan secara maksimal untuk pengolahan limbah warna, dimana jamur bisa didapatkan dari limbah industri fermentasi. Berdasarkan penelitian Fu dan Viraraghavan [2], serta O’Mahony et.al [3], jamur dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah warna tekstil yaitu melalui proses biosorpsi.

Dalam penelitian ini jamur yang digunakan adalah biakan tercampur jamur mati. Biosorpsi menggunakan jamur mati lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan menggunakan jamur hidup, karena jamur mati tidak dipengaruhi oleh limbah beracun, tidak membutuhkan asupan nutrisi karena organisme sudah mati dan dapat diregenerasi dan digunakan kembali, Aksu [4].

Dengan pemanfaatan jamur ini dalam pengolahan limbah warna, diharapkan jamur dapat menjadi alternatif adsorben pengganti karbon aktif.

1. **METODOLOGI**

# Persiapan Zat Warna CIRB 5

Zat warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah CIRB 5 yang kemudian dibuat limbah tekstil buatan (artifisial). Adapun konsentrasi larutan zat warna CIRB 5 yang digunakan adalah 60 mg/L, 80 mg/L dan 100 mg/L

# 

# Persiapan Jamur Mati

Langkah-langkah dalam menyiapkan jamur mati sebagai biosorben :

1. Menginokulasikan jamur dengan 10% v/v yang berasal dari PDA miring ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi PDC berpH 4.
2. Kemudian, diinkubasi pada *shaker* pada suhu kamar (26 – 30oC) selama 4 hari.
3. Setelah terbentuk pelet-pelet jamur, mensterilkan jamur dalam *autoclave* bersuhu 121oC dan bertekanan 1,5 atm selama 30 menit [2].
4. Setelah biakan jamur mati, memisahkan miselium dari filtratnya dengan cara disaring pada kertas saring dan dicuci dengan aquadest beberapa kali [3].
5. Mengeringkan miselia yang telah mati dalam oven pada suhu 60 – 70oC selama 48 jam [2].
6. Menghaluskan miselia yang telah kering dan disaring menggunakan saringan 40–60 mesh, dan biosorben yang digunakan berukuran 50 mesh (Ø biosorben 0,508 mm).
7. Biosorben yang belum digunakan disimpan dalam desikator untuk menjaga agar tetap kering.

# 

# Penentuan Persamaan Isoterm Sorpsi

Penentuan persamaan isoterm sorpsi dilakukan dalam kolom adsorpsi dengan variasi berat biosorben jamur mati (0,02 gr; 0,04 gr; 0,06 gr; 0,08 gr; 0,1 gr; 0,12 gr dan 0,14 gr) yang dicampur dengan zat warna CIRB 5 sebanyak 75 ml. Penelitian ini dilakukan pada pH 1 dengan konsentrasi zat warna 60 mg/L, 80 mg/L dan 100 mg/L.

Langkah-langkah penentuan persamaan isoterm sorpsi :

1. Memasukkan biosorben jamur mati dengan variasi berat (yaitu 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12 dan 0,14 gr) ke dalam larutan zat warna CIRB 5 yang telah divariasikan konsentrasinya (yaitu 60, 80 dan 100 mg/L).
2. Kemudian melakukan pengadukan dalam kolom adsorpsi pada kecepatan 125 rpm dan mengoperasikan kolom adsorpsi pada suhu 25oC.
3. Setelah tercapai waktu kesetimbangan/ waktu jenuh, mengambil 10 ml larutan sampel zat warna setiap 30 menit dan mensentrifugasi selama 10 menit pada 2000 rpm.

Penggunaan waktu pengambilan sampel setiap 30 menit, karena pada penentuan isoterm sorpsi terdapat pada lingkungan yang berbeda dari perlakuan saat di*shaker* yaitu dilakukan pada kolom adsorpsi dan dilakukan perlakuan temperatur yang konstan (tetap).

1. Pengukuran sample dilakukan secara triplo atau sebanyak tiga kali pengukuran.
2. Melakukan pula koreksi volume dalam kolom adsorpsi setiap setelah melakukan pengambilan sampel yaitu dengan memasukkan kembali sampel yang telah dilakukan pengukuran.

Persamaan isoterm sorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah persamaan isoterm sorpsi Freundlich dan isoterm sorpsi Langmuir.

Persamaan isoterm sorpsi Freundlich adalah :

** = 1/n** (1)

Dimana :

X/M : jumlah senyawa yang teradsorpsi per satuan berat adsorben (mg/gr)

Kf : konstanta Freundlich yang menunjukkan kapasitas adsorpsi (mg/gr)

Ce : konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg/L)

1/n : konstanta yang menunjukkan intensitas adsorpsi

Penurunan persamaan isoterm sorpsi Freundlich

log  = log  +  log  (2)

Dari persamaan diatas dapat dibuat kurva linear antara log  terhadap log Ce, dan diperoleh intersep log Kf dan slope 1/n.

Persamaan isoterm sorpsi Langmuir adalah :

 =  (3)

Dimana :

X/M : jumlah senyawa yang teradsorpsi per satuan berat adsorben (mg/gr)

a : konstanta kesetimbangan Langmuir

b : konstanta yang menunjukkan jumlah maksimum solute teradsorpsi per berat adsorben (kapasitas adsorpsi) (mg/gr)

Ce : konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg/L)

Penurunan persamaan isoterm sorpsi Langmuir

 (4)

Dari persamaan diatas dapat dibuat kurva linear antara 1/(X/M) terhadap 1/Ce, dan didapatkan intersep 1/b dan slope 1/(a\*b)

# 

# Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi ini adalah untuk mengetahui nilai kapasitas adsorpsi (b) dari jamur mati pada penyisihan zat warna CIRB 5 dengan konsentrasi 60 mg/L, 80 mg/L dan 100 mg/L.

Penentuan kapasitas adsorpsi ini dilakukan dengan menggunakan persamaan isoterm sorpsi yang terpilih.

# 

# Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah :

**1. pH**

pH merupakan istilah umum untuk menyatakan derajat keasaman atau basa pada suatu larutan. Oleh karena itu pH merupakan parameter penting dalam pengolahan air buangan.

**2. Konsentrasi Warna**

Konsentrasi warna diukur dengan spektrofotometer Spectronic 20D dengan panjang gelombang 600 nm sehingga diperoleh nilai adsorbansinya, dari nilai absorbansi tersebut diplotkan pada persamaan kalibrasi konsentrasi y = 0,0148x, sehingga didapatkan konsentrasi zat warna CIRB 5.

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penentuan pola persamaan biosorpsi zat warna CIRB 5 untuk konsentrasi 60 mg/L terdapat pada grafik pada Gambar 1 sampai Gambar 2.



**Gambar 1**

**Grafik Isoterm Sorpsi Freundlich untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5 Konsentrasi 60 mg/l oleh Jamur Mati**



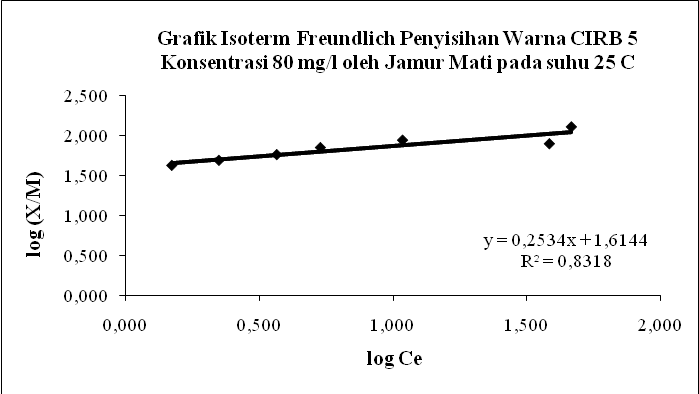
**Gambar 2**

**Grafik Isoterm Sorpsi Langmuir untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5 Konsentrasi 60 mg/l oleh Jamur Mati**

Gambar 1,2 memperlihatkan grafik isoterm sorpsi Freundlich dan Langmuir untuk konsentrasi zat warna 60 mg/L. Masing-masing grafik menghasilkan koefisien determinasi (R2). Nilai R2 = 0,8137 untuk persamaan Freundlich, menunjukkan bahwa hanya 81,37% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada di luar persamaan.

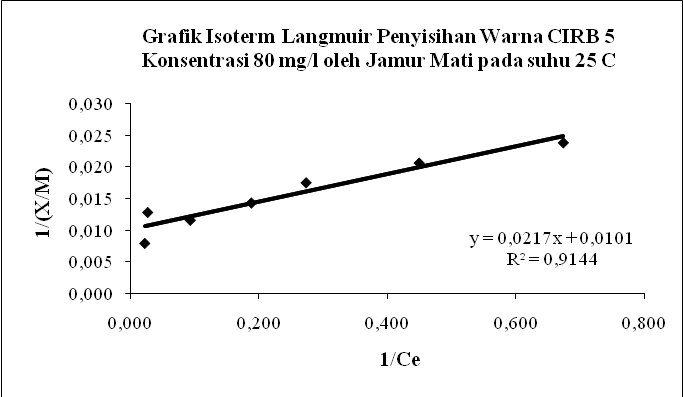
Nilai R2 = 0,8743 untuk persamaan Langmuir, menunjukkan bahwa hanya 87,43% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada di luar persamaan.

Penentuan pola persamaan biosorpsi zat warna CIRB 5 untuk konsentrasi 80 mg/L terdapat pada Gambar 3, 4.



**Gambar 3**

**Grafik Isoterm Sorpsi Freundlich untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5 Konsentrasi 80 mg/l oleh Jamur Mati**



**Gambar 4**

**Grafik Isoterm Sorpsi Langmuir untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5 Konsentrasi 80 mg/l oleh Jamur Mati**

Gambar 3, 4 memperlihatkan grafik isoterm sorpsi Freundlich dan Langmuir untuk konsentrasi zat warna 80 mg/L. Masing-masing grafik menghasilkan koefisien determinasi (R2). Nilai R2 = 0,8318 untuk persamaan Freundlich, menunjukkan bahwa hanya 83,18% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada di luar persamaan. Nilai R2 = 0,9144 untuk persamaan Langmuir, menunjukkan bahwa hanya 91,44% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada diluar persamaan.

Penentuan pola persamaan biosorpsi zat warna CIRB 5 untuk konsentrasi 100 mg/L terdapat pada Gambar 5 sampai Gambar 6.



**Gambar 5**

**Grafik Isoterm Sorpsi Freundlich untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5**

**konsentrasi 100 mg/l oleh Jamur Mati**



**Gambar 6**

**Grafik Isoterm Sorpsi Langmuir untuk Biosorpsi Zat Warna CIRB 5 k**

**onsentrasi 100 mg/l oleh Jamur Mati**

Gambar 5 dan 6 memperlihatkan grafik isoterm sorpsi Freundlich dan Langmuir untuk konsentrasi zat warna 100 mg/L. Masing-masing grafik menghasilkan koefisien determinasi (R2). Nilai R2 = 0,8597 untuk persamaan Freundlich, menunjukkan bahwa hanya 85,97% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada di luar persamaan.

Nilai R2 = 0,9177 untuk persamaan Langmuir, menunjukkan bahwa hanya 91,77% variasi nilai Y yang dapat dijelaskan oleh persamaan tersebut, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang berada diluar persamaan.

Tabel 1 berikut memperlihatkan rekapitulasi persamaan garis lurus isoterm sorpsi Freundlich dan Langmuir yang diperoleh dari Gambar 1 hingga Gambar 6.

**Tabel 1**

**Rekapitulasi Persamaan Isoterm Sorpsi Freundlich dan Langmuir pada**

**Penyisihan Zat Warna CIRB 5 oleh Jamur Mati**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konst.**  **(mg/L)** | **Isoterm Sorpsi Freundlich** | | **Isoterm Sorpsi Langmuir** | | **Persamaan Terpilih** |
| **Pers. Garis** | **R2** | **Pers. Garis** | **R2** |
| 60 | y = 0,4681x + 1,4475 | 0,8137 | y = 0,0278x + 0,0102 | 0,8743 | Langmuir |
| 80 | y = 0,2534x + 1,6144 | 0,8318 | y = 0,0217x + 0,0101 | 0,9144 | Langmuir |
| 100 | y = 0,311x+ 1,561 | 0,8597 | y = 0,044x + 0,0079 | 0,9177 | Langmuir |

Tabel 1 memperlihatkan bahwa baik persamaan Langmuir maupun persamaan Freundlich cocok untuk penyisihan zat warna CIRB 5 oleh jamur mati pada konsentrasi 60, 80 dan 100 mg/L. Namun nilai R2 pada persamaan Langmuir lebih besar dibandingkan dengan nilai R2 persamaan Freundlich. Oleh sebab itu pola persamaan untuk penyisihan warna CIRB 5 lebih mengikuti pola persamaan isoterm sorpsi Langmuir. Diperkirakan bahwa proses biosorpsi zat warna CIRB 5 terjadi secara monolayer pada permukaan homogen.

Dari Tabel 1, terlihat bahwa persamaan isoterm yang terpilih untuk biosorpsi zat warna CIRB 5 oleh jamur mati adalah persamaan isoterm Langmuir.

Dari persamaan isoterm Langmuir dapat ditentukan kapasitas adsorpsi dan konstanta yang menunjukkan tingkat adsorpsi. Kapasitas adsorpsi dari persamaan isoterm Langmuir dengan menggunakan jamur mati dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2**

**Kapasitas Adsorpsi (b) dan Konstanta Langmuir (a) Jamur Mati**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi**  **(mg/L)** | **b**  **(mg/gr)** | **a** |
| 60 mg/L | 98,0392 | 0,3669 |
| 80 mg/L | 99,0099 | 0,4654 |
| 100 mg/L | 126,582 | 0,1795 |

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi jamur mati cukup besar. Selain itu, semakin besar konsentrasi zat warna maka kapasitas adsorpsi menjadi semakin besar.

Konsentrasi zat warna mempengaruhi efisiensi dari penyisihan warna. Konsentrasi awal memberikan suatu daya pendorong yang penting untuk mengatasi semua perlawanan perpindahan massa zat warna dan larutan ke zat padat (adsorben). Konsentrasi zat warna yang lebih tinggi dapat mempertinggi kapasitas adsorpsi [4].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Zhang et. al [5], tentang biosorpsi zat warna Reactive Blue 19 dengan kromofor antrakinon oleh hasil isolasi jamur *Penicillium oxalicum* dengan miselium yang berbentuk pelet-pelet. Pelet-pelet tersebut memiliki affinitas yang tinggi terhadap zat warna Reactive Blue 19. Isoterm adsorpsi zat warna yang sangat cocok adalah Langmuir dengan dengan nilai R2 > 0,99. Kapasitas adsorpsi maksimum (Qmax) sebesar 159 mg/gr dengan konsentrasi awal 100 mg/L pada suhu 20oC.

1. **KESIMPULAN**

Dalam penelitian Penentuan Tipe Isoterm Sorpsi pada Penyisihan Zat Warna Colour Index Reactive Blue 5 (CIRB 5) dengan Menggunakan Biakan Tercampur Jamur Mati disimpulkan :

* Proses biosorpsi zat warna CIRB 5 oleh biakan tercampur jamur mati lebih mengikuti pola persamaan isoterm sorpsi Langmuir.
* Kapasitas adsorpsi biakan tercampur jamur mati terhadap zat warna CIRB 5 untuk konsentrasi 60 mg/L sebesar 98,0392 mg/gr, untuk konsentrasi zat warna 80 mg/L sebesar 99,0099 mg/gr dan untuk konsentrasi zat warna 100 mg/L sebesar 126,5822 mg/gr.
* Semakin besar konsentrasi zat warna maka kapasitas adsorpsi akan semakin besar. Hal ini menunjukkan adanya hubungan interaksi antara zat warna dengan biomassa jamur mati.

1. **DAFTAR RUJUKAN**

[1] Aksu Z, Donmez G (2003). *“A Comparative Study on The Biosorption Characteristics of Some Yeasts for Remazol Blue Reactive Dye”,* Chemosphere,: 1075 – 1083.

[2] Fu Y, Viraraghavan T (2002), *“Removal of Congo Red from an Aqueous Solution by Fungus Aspergillus niger”*, Advances in Environmental Research,: 239 – 247.

[3] O’Mahony T, Guibal E, Tobin J.M. (2002), *“Reactive Dye Biosorption by Rhizopus Arrhizus Biomass”*, Enzyme and Microbial Technology,: 456 – 463.

[4] Aksu Z (2005)., *“Application of Biosorption for The Removal of Organic Pollutans : a Review”,* Process Biochem,: 997 – 1026.

[5] Zhang S.J, M. Yang. (2003), *“Biosorption of Reactive Dyes by The Mycelium Pellets of A New Isolate Of Penicillium Oxalicum”,* Biotechnology Letters 25,: 1479-1482.

1. \*) lnugroho@melsa.net.id

   \*\*) Alumni Prodi Teknik Lingkungan FT-Unpas [↑](#footnote-ref-1)