**PENENTUAN TIPE ISOTERM SORPSI ZAT WARNA REMAZOL GOLDEN YELLOW 6 MENGGUNAKAN JAMUR MATI *Rhizopus sp* HASIL ISOLASI**

**DARI TEMPE**

**Deni Rusmaya\*), F. Lucia Nugroho\*), Tita Purwanti\*\*)**

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik – Universitas Pasundan

**Abstrak**: Industri tekstil biasanya menghasilkan limbah berwarna yang berasal dari proses pembilasan/pencucian kain. Seringkali limbah cair industri tekstil langsung dibuang ke sungai pada saat-saat tertentu. Penanganan permasalahan yang timbul dari pencemaran limbah cair tekstil dapat dilakukan melalui pengolahan secara biosorpsi. Biosorpsi merupakan suatu alternatif dalam proses pengolahan zat warna dari air buangan. Biosorpsi adalah serapan yang dilakukan oleh mikroorganisme. Dalam penelitian ini, zat warna yang diolah secara biosorpsi oleh suatu biakan murni jamur mati Rhizopus sp adalah zat warna RGY 6 yang merupakan zat warna reaktif dengan kromofor dari gugus azo. Biakan murni jamur mati Rhizopus sp merupakan jamur hasil isolasi dari tempe. Kapasitas adsorpsi menggunakan persamaan isoterm yang terpilih. Biosorpsi terhadap zat warna RGY 6 oleh jamur mati Rhizopus sp dilakukan dengan variasi konsentrasi zat warna 60 mg/L, 80 mg/L dan 100 mg/L, serta variasi berat jamur 0,05 gr; 0,14 gr; 0,23; gr 0,32 gr; 0,41 gr dan 0,5 gr. Isoterm penyisihan zat warna RGY 6 menggunakan jamur mati Rhizopus sp mengikuti pola isoterm Langmuir. Kapasitas adsorpsi jamur mati Rhizopus sp terhadap penyisihan zat warna RGY 6 pada konsentrasi 60 mg/L, 80 mg/L dan 100 mg/L masing-masing sebesar 70,922 mg/gr; 156,25 mg/gr dan 243,902 mg/gr. Kenaikan konsentrasi zat warna memberi pengaruh pada kapasitas adsorpsi yaitu dengan meningkatnya kapasitas adsorpsi. Konsentrasi awal memberikan suatu daya pendorong yang penting untuk mengatasi semua perlawanan perpindahan massa zat warna dari fase larutan ke fase padat (adsorben), sehingga konsentrasi zat warna yang lebih tinggi dapat mempertinggi kapasitas adsorpsi.

**Kata kunci :** biakan murni jamur mati Rhizopus sp, biosorpsi, isoterm sorpsi, zat warna tekstil RGY 6

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

**1.1 Latar Belakang**

Saat ini pertumbuhan industri sangat berkembang dengan pesat, hal ini dapat dilihat dari jumlah industri yang bertambah banyak baik industri kecil maupun industri besar. Tetapi, dengan banyaknya industri maka tingkat pencemaran pun akan semakin meningkat, baik itu pencemaran udara maupun pencemaran air dan pencemaran lainnya.

Industri tekstil biasanya menghasilkan limbah berwarna yang berasal dari proses pembilasan/pencucian kain. Selain warna, kandungan lainnya yang terdapat dalam limbah tekstil antara lain fenol, amoniak dan sebagainya. Diantara karakteristik-karakteristik tersebut, warna merupakan masalah yang masih mendapatkan perhatian yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena warna yang mencemari badan air dapat mengurangi intensitas cahaya matahari kedalam air, sehingga dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan juga mengganggu nilai estetika.

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. Penanganan permasalahan yang timbul dari pencemaran limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan pengolahan secara biosorpsi.

Biosorpsi merupakan penyisihan/ pemulihan dari suatu polutan dengan menggunakan mikroorganisme. Pada proses biosorpsi terjadi serapan (sorpsi) yang dilakukan oleh mikroorganisme (*Suhendrayatna, [1]*). Biosorpsi dapat berlangsung pada mikroorganisme hidup maupun mati.

Jamur biasanya banyak digunakan pada industri makanan, minuman dan obat-obatan. Oleh karena itu limbah dari industri tersebut akan banyak mengandung jamur. Jamur dalam limbah tersebut dapat diambil dan dimanfaatkan untuk pengolahan limbah industri tekstil. Jamur tersebut dapat berupa jamur hidup maupun jamur mati. Dalam penelitian ini jamur yang digunakan adalah jamur mati *Rhizopus sp*, yang diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pengganti karbon aktif dalam mengadsorpsi zat warna. Penggunaan jamur *Rhizopus sp* ini karena jamur mudah diperoleh dari limbah industri fermentasi tempe.

# 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan limbah warna yang dihasilkan pada proses produksi industri tekstil memerlukan penanganan yang baik agar tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, akibat sifat dari zat warna yang digunakan tidak mudah untuk dibiodegradasi secara alami.

Penggunaan karbon aktif dalam menyisihkan warna telah terbukti sangat efektif, namun menggunakan karbon aktif membutuhkan biaya yang besar, sehingga penggunaannya menjadi tidak ekonomis. Oleh karena itu, perlu mencari bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai adsorben yaitu dengan memanfaatkan jamur. Penggunaan jamur mati *Rhizopus sp.* dalam proses biosorpsi diharapkan dapat memperoleh efisiensi penyisihan zat warna yang baik.

# 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola penyisihan zat warna Remazol Golden Yellow 6 oleh biakan murni jamur mati *Rhizopus sp* dan kapasitas biosorpsi jamur mati *Rhizopus sp* terhadap warna RGY 6.

1. **METODOLOGI**

# 2.1 Penyiapan Zat Warna Remazol Golden Yellow 6

Zat warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah RGY 6 yang kemudian dibuat limbah tekstil buatan (artifisial). Adapun variasi konsentrasi larutan zat warna RGY 6 yang digunakan adalah 60, 80 dan 100 mg/l.

# 2.2 Persiapan Jamur Mati *Rhizopus sp*

Persiapan jamur mati sebagai biosorben dilakukan dengan cara menginokulasikan jamur yang berasal dari PDA miring ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 90 ml PDC steril dengan pH 4. Kemudian di*shaker* (150 rpm) dan diinkubasi pada suhu kamar selama 4 hari (*Fu* dan *Viraraghavan*, [2]).

Selama 4 hari jamur di atas *shaker*, jamur tersebut akan membentuk pelet-pelet yang selanjutnya disteril dalam autoclave bersuhu 121°C dan bertekanan 1,5 atm selama 30 menit. Setelah jamur disteril lalu miselium dipisahkan dari filtratnya dengan cara disaring pada kertas saring dan dicuci dengan aquadest beberapa kali (*O’Mahony* *et al*, [3]). Setelah miselia yang telah mati terpisah kemudian miselia tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 60 - 70°C selama 48 jam [2]. Selanjutnya, miselia yang telah kering dihaluskan dan disaring dengan menggunakan saringan 40 – 60 mesh, dan biosorban yang digunakan berukuran 50 mesh. Biosorban yang telah diperoleh disimpan dalam desikator untuk menjaga agar tetap kering.

# 2.3 Penentuan Persamaan Isoterm Sorpsi

Penentuan persamaan isoterm sorpsi terhadap penyisihan zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp.* dilakukan dalam kolom adsorpsi. Pengerjaannya dilakukan dengan cara, mencampur biosorben jamur mati *Rhizopus sp.* dengan variasi berat yaitu 0,05; 0,14; 0,23; 0,32; 0,41 dan 0,5 gr ke dalam larutan zat warna RGY 6 pada pH 1 yang konsentrasinya telah divariasikan yaitu 60, 80 dan 100 mg/l.

Kolom adsorpsi dioperasikan selama waktu kesetimbangan yang dibutuhkan. Waktu kesetimbangan biosorpsi zat warna RGY 6 dengan menggunakan jamur mati *Rhizopus sp* untuk konsentrasi 60 mg/l adalah 50 menit, konsentrasi 80 mg/l adalah 75 menit dan untuk konsentrasi 100 mg/l adalah 150 menit.

Pengambilan sampel dilakukan setiap 30 menit setelah waktu kesetimbangan. Sampel diambil sebanyak 10 ml, kemudian disentrifugasi dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer Spectronic 20 untuk mengetahui konsentrasi zat warna. Selanjutnya, dilakukan pengukuran pH larutan zat warna tersebut. Pemeriksaan sampel tersebut dilakukan secara triplo dan dilakukan koreksi volume pada kolom adsorpsi.

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

Persamaan isoterm Freundlcih adalah :

** = 1/n** (1)

Dimana :

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

1/n : konstanta yang menunjukkan intensitas adsorpsi

X/M : jumlah zat yang teradsorpsi pada adsorbat (mg/gr)

Ceq : konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg/L)

Penurunan persamaan isoterm sorpsi Freundlich

log  = log  +  log  (2)

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

Persamaan isoterm sorpsi Langmuir adalah :

 =  (3)

Dimana :

b : konstanta kesetimbangan Langmuir

X/M : jumlah zat yang teradsorpsi pada adsorbat (mg/gr)

Ceq : konsentrasi larutan pada kesetimbangan (mg/L)

qm : konstanta yang menunjukkan massa solut teradsorpsi (kapasitas adsorpsi)

 (mg/gr)

Penurunan persamaan isoterm sorpsi Langmuir

 (4)

Dari persamaan diatas dapat dibuat kurva linear antara 1/(X/M) terhadap 1/Ceq, dan didapatkan intersep 1/qm dan slope 1/(b·qm)

# 2.4 Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi ini adalah untuk mengetahui nilai kapasitas adsorpsi (qm) dari jamur mati *Rhizopus sp* pada penyisihan zat warna RGY 6 dengan variasi konsentrasi 60, 80 dan 100 mg/l.

Penentuan kapasitas adsorpsi ini dilakukan dengan menggunakan persamaan isotherm yang terpilih.

# 2.5 Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur pada 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.

1. **Konsentrasi Warna**

Konsentrasi warna diukur dengan spektrofotometer Spectronic 20 manual dengan panjang gelombang 405 nm sehingga diperoleh nilai absorbansinya, dari nilai absorbansi tersebut diplotkan pada suatu persamaan kalibrasi y = 0,0111x sehingga didapatkan nilai konsentrasi zat warna RGY 6.

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

# 3.1 Penentuan Persamaan Isoterm

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

Hasil perhitungan persamaan isoterm Freundlich terhadap penyisihan zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* pada kondisi kesetimbangan dapat dilihat pada Tabel 1, 2, dan 3.

**Tabel 1**

**Penentuan Isoterm Freundlich Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* Pada Konsentrasi 60 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **Log X/M** | **Log Ce** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.485 | 43.6937 | 60 | 16.3063 | 24.45946 | 1.3884 | 1.640419 | 1.65 |
| 0.14 | 0.275 | 24.7748 | 60 | 35.2252 | 18.8707 | 1.2758 | 1.39401 | 1.69 |
| 0.23 | 0.205 | 18.4685 | 60 | 41.5315 | 13.54289 | 1.1317 | 1.266431 | 1.75 |
| 0.32 | 0.153 | 13.7838 | 60 | 46.2162 | 10.83193 | 1.0347 | 1.139368 | 1.77 |
| 0.41 | 0.121 | 10.9009 | 60 | 49.0991 | 8.981543 | 0.9534 | 1.037462 | 1.78 |
| 0.5 | 0.102 | 9.1892 | 60 | 50.8108 | 7.621622 | 0.8820 | 0.963277 | 1.81 |

**Tabel 2**

**Penentuan Isoterm Sorpsi Freundlich Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* Pada Konsentrasi 80 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **Log X/M** | **Log Ce** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.51 | 45.9459 | 80 | 34.0541 | 51.08108 | 1.7083 | 1.662247 | 1.65 |
| 0.14 | 0.357 | 32.1622 | 80 | 47.8378 | 25.6274 | 1.4087 | 1.507345 | 1.72 |
| 0.23 | 0.235 | 21.1712 | 80 | 58.8288 | 19.18331 | 1.2829 | 1.325745 | 1.73 |
| 0.32 | 0.165 | 14.8649 | 80 | 65.1351 | 15.26605 | 1.1837 | 1.172161 | 1.74 |
| 0.41 | 0.135 | 12.1622 | 80 | 67.8378 | 12.40936 | 1.0937 | 1.085011 | 1.77 |
| 0.5 | 0.110 | 9.9099 | 80 | 70.0901 | 10.51351 | 1.0217 | 0.99607 | 1.78 |

**Tabel 3**

**Penentuan Isoterm Sorpsi Freundlich Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* Pada Konsentrasi 100 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **Log X/M** | **Log Ce** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.541 | 48.7387 | 100 | 51.2613 | 76.89189 | 1.8859 | 1.687874 | 1.66 |
| 0.14 | 0.402 | 36.2162 | 100 | 63.7838 | 34.1699 | 1.5336 | 1.558903 | 1.67 |
| 0.23 | 0.203 | 18.2883 | 100 | 81.7117 | 26.64512 | 1.4256 | 1.262173 | 1.74 |
| 0.32 | 0.152 | 13.6937 | 100 | 86.3063 | 20.22804 | 1.3060 | 1.136521 | 1.75 |
| 0.41 | 0.119 | 10.7207 | 100 | 89.2793 | 16.33158 | 1.2130 | 1.030224 | 1.77 |
| 0.5 | 0.104 | 9.3694 | 100 | 90.6306 | 13.59459 | 1.1334 | 0.97171 | 1.79 |

Kurva persamaan isoterm Freundlich yang diperoleh dari proses biosorpsi zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* pada konsentrasi 60, 80 dan 100 mg/l, dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.



**Gambar 1**

 **Grafik Isoterm Freundlich dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.***

**pada Konsentrasi 60 mg/l.**



**Gambar 2**

**Grafik Isoterm Freundlich dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.* pada Konsentrasi 80 mg/l.**



**Gambar 3**

**Grafik Isoterm Freundlich dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.***

**pada Konsentrasi 100 mg/l.**

Dari Gambar 1, 2, dan 3, diperoleh suatu persamaan garis lurus yang menunjukkan parameter log Kf, nilai 1/n dan nilai R2.

Tabel 4 berikut memperlihatkan parameter-parameter dari persamaan isoterm Freundlich yang diperoleh dari persamaan garis lurus pada gambar-gambar di atas.

**Tabel 4**

**Parameter Persamaan Isoterm Freundlich menggunakan Biosorben Jamur Mati *Rhizopus sp.***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konst. (mg/L)** | **Pers. Garis** | **Log Kf** | **1/n** | **R2** |
| 60  | Log X/M = 0,768x + 0,1586  | 0,1586 | 0,768 | 0,9822 |
| 80 | Log X/M = 0,95x + 0,0563 | 0,0563 | 0,95 | 0,9571 |
| 100 | Log X/M = 0,8949x + 0,2756 | 0,2756 | 0,8949 | 0,9192 |

Dari Tabel 1 di atas, dapat terlihat bahwa pada konsentrasi zat warna 60, 80 dan 100 mg/l persamaan garis lurus yang dihasilkan mempunyai derajat determinasi (R2) sebesar 0,9822, 0,9571 dan 0,9192.

Hasil perhitungan persamaan isoterm Langmuir terhadap penyisihan zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* pada kondisi kesetimbangan dapat dilihat pada tabel dan gambar-gambar di bawah ini.

**Tabel 5**

**Penentuan Isoterm Langmuir Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp***

**Pada Konsentrasi 60 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **1/Ce** | **1/(X/M)** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.485 | 43.6937 | 60 | 16.3063 | 24.45946 | 0.0229 | 0.040884 | 1.65 |
| 0.14 | 0.275 | 24.7748 | 60 | 35.2252 | 18.8707 | 0.0404 | 0.052992 | 1.69 |
| 0.23 | 0.205 | 18.4685 | 60 | 41.5315 | 13.54289 | 0.0541 | 0.073839 | 1.75 |
| 0.32 | 0.153 | 13.7838 | 60 | 46.2162 | 10.83193 | 0.0725 | 0.09232 | 1.77 |
| 0.41 | 0.121 | 10.9009 | 60 | 49.0991 | 8.981543 | 0.0917 | 0.111339 | 1.78 |
| 0.5 | 0.102 | 9.1892 | 60 | 50.8108 | 7.621622 | 0.1088 | 0.131206 | 1.81 |

**Tabel 6**

**Penentuan Isoterm Langmuir Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* Pada Konsentrasi 80 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **1/Ce** | **1/(X/M)** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.51 | 45.9459 | 80 | 34.0541 | 51.08108 | 0.0218 | 0.019577 | 1.65 |
| 0.14 | 0.357 | 32.1622 | 80 | 47.8378 | 25.6274 | 0.0311 | 0.039021 | 1.72 |
| 0.23 | 0.235 | 21.1712 | 80 | 58.8288 | 19.18331 | 0.0472 | 0.052129 | 1.73 |
| 0.32 | 0.165 | 14.8649 | 80 | 65.1351 | 15.26605 | 0.0673 | 0.065505 | 1.74 |
| 0.41 | 0.135 | 12.1622 | 80 | 67.8378 | 12.40936 | 0.0822 | 0.080584 | 1.77 |
| 0.5 | 0.110 | 9.9099 | 80 | 70.0901 | 10.51351 | 0.1009 | 0.095116 | 1.78 |

**Tabel 7**

**Penentuan Isoterm Langmuir Terhadap Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* Pada Konsentrasi 100 mg/l**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Berat** | **Abs.** | **Ce** | **Co** | **Co-Ce** | **X/M** | **1/Ce** | **1/(X/M)** | **pH** |
| **(gr)** |  | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/L)** | **(mg/gr)** |  |  |  |
| 0.05 | 0.541 | 48.7387 | 100 | 51.2613 | 76.89189 | 0.0205 | 0.013005 | 1.66 |
| 0.14 | 0.402 | 36.2162 | 100 | 63.7838 | 34.1699 | 0.0276 | 0.029266 | 1.67 |
| 0.23 | 0.203 | 18.2883 | 100 | 81.7117 | 26.64512 | 0.0547 | 0.03753 | 1.74 |
| 0.32 | 0.152 | 13.6937 | 100 | 86.3063 | 20.22804 | 0.0730 | 0.049436 | 1.75 |
| 0.41 | 0.119 | 10.7207 | 100 | 89.2793 | 16.33158 | 0.0933 | 0.061231 | 1.77 |
| 0.5 | 0.104 | 9.3694 | 100 | 90.6306 | 13.59459 | 0.1067 | 0.073559 | 1.79 |



**Gambar 4**

 **Grafik Isoterm Langmuir dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.***

**pada Konsentrasi 60 mg/l.**



**Gambar 5.**

**Grafik Isoterm Langmuir dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.***

**pada Konsentrasi 80 mg/l.**



**Gambar 6**

 **Grafik Isoterm Langmuir dari**

 **RGY 6 Oleh Jamur Mati *Rhizopus sp.***

**pada Konsentrasi 100 mg/l.**

Tabel 8 berikut memperlihatkan parameter-parameter dari persamaan sorpsi Langmuir yang diperoleh dari persamaan garis lurus pada Gambar 4 sampai 6.

**Tabel 8**

**Parameter Persamaan Isoterm Langmuir menggunakan Biosorben Jamur Mati *Rhizopus sp.***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konst (mg/L)** | **Pers. Garis** | **1/qm** | **1/(qm\*b)** | **R2** |
| 60  | 1/(X/M) = 1,0697x + 0,0141 | 0,0141 | 1,0697 | 0,9952 |
| 80  | 1/(X/M) = 0,8946x + 0,0064 | 0,0064 | 0,8946 | 0,9793 |
| 100 | 1/(X/M) = 0,6211x + 0,0041 | 0,0041 | 0,6211 | 0,9653 |

Berdasarkan Tabel 8 terlihat bahwa pada konsentrasi zat warna 60, 80 dan 100 mg/l persamaan garis lurus yang dihasilkan mempunyai derajat determinasi (R2) sebesar 0,9952, 0,9793 dan 0,9653.

Tabel 9 berikut memperlihatkan rekapitulasi persamaan garis lurus isoterm Freundlich dan Langmuir yang diperoleh dari Gambar 1 sampai 6.

**Tabel 9**

**Rekapitulasi Persamaan Isoterm Sorpsi Freundlich dan Langmuir pada Penyisihan Zat Warna RGY 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konst.****(mg/L)** | **Isoterm Freundlich** | **Isoterm Langmuir** |
| **Pers. Garis** | **R2** | **Pers. Garis** | **R2** |
| 60 | Log X/M = 0,768x + 0,1586  | 0,9822 | 1/(X/M) = 1,0697x + 0,0141 | 0,9952 |
| 80 | Log X/M = 0,95x + 0,0563 | 0,9571 | 1/(X/M) = 0,8946x + 0,0064 | 0,9793 |
| 100 | Log X/M = 0,8949x + 0,2756 | 0,9192 | 1/(X/M) = 0,6211x + 0,0041 | 0,9653 |

**Tabel 10**

**Perbandingan Koefisien Determinasi (R2) dengan Koefisien Korelasi (R) pada Isoterm Freundlich dan Isoterm Langmuir**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konst.****(mg/L)** | **Isoterm Freundlich** | **Isoterm Langmuir** |
| **R2** | **R** | **R2** | **R** |
| 60 | 0,9822 | 0,9911 | 0,9952 | 0,9976 |
| 80 | 0,9571 | 0,9783 | 0,9793 | 0,9856 |
| 100 | 0,9192 | 0,9587 | 0,9653 | 0,9825 |

Dari Tabel 9 dan 10 dapat dilihat berdasarkan nilai R2 yang diperoleh, bahwa proses adsorpsi zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* secara umum mengikuti baik pola isoterm Freundlich maupun isoterm Langmuir, tetapi R2 untuk Langmuir terlihat sedikit lebih besar, selain itu koefisien regresi linier (R) yang diperoleh untuk Langmuir lebih dari 0,98 hal tersebut menunjukan bahwa pola isoterm Langmuir lebih cocok dibandingkan isoterm Freundlich dalam menyisihkan zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp*.

Dengan terpilihnya pola isoterm Langmuir, menunjukkan bahwa proses adsorpsi zat warna RGY 6 diperkirakan terjadi pada permukaan adsorben secara lapisan tunggal (monolayer). Mekanisme adsorpsi monolayer terjadi dengan asumsi bahwa tidak ada interaksi antar molekul adsorbat, sehingga adsorpsi terjadi hanya antara satu molekul adsorbat dengan permukaan adsorben (*Weber dan Digiano,* [4]).

Aksu dan Tezer [5], melakukan penelitian tentang biosorpsi zat warna Remazol Black B oleh jamur mati *Rhizopus arrhizus*. Hasil yang diperoleh adalah pola isoterm Freundlich menunjukkan lebih sesuai dibandingkan pola Langmuir untuk biosorpsi zat warna dengan konsentrasi dan suhu yang bervariasi. Tetapi, pola Langmuir juga diperkirakan sesuai untuk penelitian zat warna dengan pertimbangan koefisien regresi linier yang diperoleh kira-kira lebih dari 0,95.

#

# 3.2 Kapasitas Biosorpsi Jamur Mati

Persamaan isoterm yang terpilih untuk biosorpsi zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* 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 *Rhizopus sp* dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.

**Tabel 11**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi****(mg/L)** | **qm****(mg/gr)** | **b** |
| 60 mg/L | 70,922 | 0,0132 |
| 80 mg/L | 156,25 | 0,0072 |
| 100 mg/L | 243,902 | 0,0066 |

Berdasarkan Tabel 11 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 (*Aksu,*[6],[7]).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aksu dan Tezer [5], nilai qm dan b pada suhu yang berbeda, dari hasil perhitungan yang diplotkan pada isoterm Langmuir.

Kapasitas maksimum Q0 ditentukan oleh isoterm Langmuir yang dibatasi oleh total kapasitas biosorben dari zat warna sebesar 588,2 mg/gr. Kapasitas adsorpsi maksimum oleh biomassa jamur mati berkurang dengan pertambahan suhu. Besarnya nilai b berarti, ikatan antara zat warna Remazol Black B dengan jamur mati *Rhizopus arrhizus* sangat kuat pada suhu 35°C.

1. **KESIMPULAN**

Dalam penelitian Penentuan Persamaan Isoterm pada Penyisihan Zat Warna Remazol Golden Yellow 6 oleh Jamur Mati *Rhizopus sp* dapat disimpulkan :

* Proses biosorpsi zat warna RGY 6 oleh jamur mati *Rhizopus sp* mengikuti/cocok pada persamaan isoterm Freundlich dan Langmuir.
* Kapasitas adsorpsi dari persamaan isoterm Langmuir dengan menggunakan jamur mati *Rhizopus sp* terhadap zat warna RGY 6 untuk konsentrasi 60 mg/L sebesar 70,922 mg/gr, untuk konsentrasi zat warna 80 mg/L sebesar 156,25 mg/gr dan untuk konsentrasi zat warna 100 mg/L sebesar 243,902 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] Suhendrayatna, 2001, “Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan”, Institute for Science and Technology Studies (ISTECS) – Chapter Japan Departement of Applied Chemistry and Chemical Engineering Faculty of Engineering, Kagoshima University 1-21-40 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

[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] Weber W.J. dan Digiano F.A., 1995, “Process Dynamics in Environmental System”, John Wiley and Sons Inc., New York

 [5] Aksu Z, Tezer S, 2000 “Equilibrium and Kinetic Modelling of Biosorption of Removal Black B by Rhizopus arrhizus in a Batch System: Effect of Temperature”, Process Biochem: 431 – 439.

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

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

1. \*) denirusmaya@gmail.com

\*\*) alumni Prodi Teknik Lingkungan UNPAS [↑](#footnote-ref-1)