

**ISOTERM ADSORPSI DARI ADSORBEN NATA DE IPOMOEA PADA  
ADSORPSI PEWARNA DIRECT RED TEKNIS  
ISOTHERM ADSORPTION OF NATA DE IPOMOEA AS ADSORBENT ON  
ADSORPTION TECHNICAL DIRECT RED DYES**

**Kuntadi, dan Endang W. Laksono**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta  
Jl. Colombo 1 Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281  
Email: endang\_widjajanti@uny.ac.id*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu kontak adsorpsi pewarna *direct red* teknis pada kesetimbangan dan pengaruh konsentrasinya dan isoterm adsorpsinya oleh adsorben *nata de ipomoea*.

Subjek dari penelitian ini adalah *nata de ipomoea* dan sebagai objek adalah daya adsorpsi *nata de ipomoea* pada adsorpsi pewarna *direct red* teknis. *Nata de ipomoea* dari air limbah pembuatan tepung ubi jalar difermentasi dengan bakteri *Acetobacter xylinum*. Nata dicuci dengan alkohol teknis dijemur di sinar matahari untuk mendapatkan adsorben kering dan bebas jamur. Karakterisasi *nata de ipomoea* menggunakan Spektrofotometer inframerah. Adsorpsi dilakukan dengan merendam *nata de ipomoea* dalam pewarna *direct red* teknis dengan perbandingan 1 : 100 (b/v). Adsorpsi dilakukan dengan memvariasi waktu kontak dan konsentrasi pewarna. Daya adsorpsi diperoleh dengan membandingkan konsentrasi pewarna sebelum dan sesudah adsorpsi dan konsentrasi diukur dengan alat spektronic-20. Isoterm adsorpsi ditentukan dengan memplot data dari variasi konsentrasi terhadap persamaan isoterm Langmuir dan freundlich.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: waktu kontak setimbang adalah 60 menit, peningkatan konsentrasi pewarna *direct red* teknis, telah meningkatkan daya adsorpsi adsorben *nata de ipomoea*, sedangkan isoterm adsorpsi *nata de ipomoea* mengikuti isoterm freundlich.

**Kata kunci:** adsorpsi, direct red, nata de ipomoea, isoterm freundlich

**Abstract**

This study aims to determine the contact time of technical direct red dyes adsorption at equilibrium, influence of its concentration and its isotherm asorption by nata de ipomoea adsorbent.

The subject of this study is nata de ipomoea and as the object is the adsorption capacity of nata de ipomoea on adsorption technical direct red

dye. Fermentation of waste water from flour sweet potatoes production by bacteria acetobacter xylinum produced nata de ipomoea. Nata washed with technical alcohol, dried in sunlight to get dried adsorbents and free of mildew. Characterization of nata de ipomoea used the infrared spectrophotometer. Data of adsorption was done by immersing the *nata de ipomoea* in technical direct dyes in the ratio 1: 100 (w / v). Adsorption was done by varying the contact time and the concentration of the dyes. The adsorption capacity was given by comparing the concentration of the dyes before and after adsorption and the concentration of the dyes was measured by spectronic-20. Isotherm adsorption of adsorption is determined by plotting the data on the variation of the concentration on Langmuir and Freundlich isotherms equations.

The results showed that the equilibrium contact time is 60 minutes, increasing of concentration of technical direct red dyes, have increased the adsorption capacity of the adsorbent nata de ipomoea, while the isotherm adsorption nata de ipomoea was fitted the freundlich isotherm.

**Keywords:** adsorption, direct red, nata deipomoea, freundlich isotherms

## PENDAHULUAN

Zat pewarna tekstil sintesis yang umum digunakan adalah pewarna *direct*. Sifat pewarna *direct* adalah larut dalam air, Sehingga dapat langsung dipakai dalam pencelupan serat selulosa seperti katun, rayon, dan rami. Pewarna *direct* relatif murah harganya dan mudah pemakaiannya. Pewarna *direct* merupakan pewarna tekstil dengan komposisi 87% azo tanpa logam, 5% azo kompleks logam, 5% stilben, oksazin 1% dan zat lain-lainnya 1% [1]. Zat warna sintesis yang memiliki struktur aromatik akan sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna reaktif karena terbentuknya ikatan kovalen yang kuat antara atom C dari

zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amina atau thiol dari polimer [2]. Zat warna ini umumnya mengandung senyawa azo atau turunannya yang mengandung gugus benzena yang sangat sulit didegradasi. Senyawa azo yang terlalu lama berada dilingkungan akan menjadi sumber penyakit karena sifat karsinogenik dan mutagenik.

Beberapa cara telah dilakukan untuk menangani limbah zat warna antara lain dengan koagulasi, flokulasi, pengolahan secara biologi, filtrasi dengan membran. Namun pengolahan secara konvensional tidak dapat menghilangkan kandungan semua zat warna, khususnya yang terbentuk dari

pewarna-pewarna reaktif yang memiliki kelarutan tinggi dan biodegradabilitas yang rendah [3]. Sehingga dibutuhkan proses pengolahan limbah yang efektif, murah, dan aman.

Proses adsorpsi merupakan salah satu metode yang efektif untuk menghilangkan zat-zat tertentu dari limbah buangan industri. Kelebihan proses adsorpsi daripada metode lainnya adalah proses adsorpsi tidak meninggalkan lumpur, dan secara sempurna menyerap zat yang ingin dipisahkan, bahkan dari suatu larutan [4]. Selain itu, tempat pengolahan yang lebih kecil daripada pengolahan secara biologi, tidak dipengaruhi oleh bahan kimia beracun, dan memiliki kemampuan yang baik dalam menghilangkan kontaminan organik [3].

Menurut Eekenfelder [5] Adsorpsi adalah proses pemusatan molekul atau ion adsorbat secara fisik atau kimia pada permukaan adsorben sebagai akibat dari ketidakseimbangan gaya permukaan. Proses Adsorpsi memiliki banyak kelebihan yaitu relatif sederhana, efektifitas, dan efisiensinya tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun [6]. Untuk

proses adsorpsi ini perlu ada bahan adsorben yang mudah didapat.

Salah satu produk olahan yang belum banyak dibudayakan ialah limbah pembuatan tepung ubi jalar menjadi nata yang dikenal sebagai *nata de ipomoea*. *Nata de ipomoea* tersusun dari selulosa-selulosa mempunyai situs aktif yang memungkinkan untuk mengikat gugus aktif yang ada pada senyawa pewarna. Oleh sebab itu, perlu diteliti seberapa jauh nata de ipomoea dapat digunakan sebagai adsorben senyawa pewarna.

Proses Adsorpsi dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kecepatan pengadukan, luas permukaan, jenis dan karakteristik Adsorben, jenis dan karakteristik adsorbat, kelarutan adsorbat, struktur molekul adsorbat dan konsentrasinya, pH, temperatur dan daya adsorpsi yang tinggi dari suatu adsorben dapat diperoleh dengan mengatur berbagai faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Pada penelitian ini akan mempelajari pengaruh waktu adsorpsi dan konsentrasi zat warna terhadap daya adsorpsi pada adsorpsi *direct red* teknis dengan adsorben *nata de ipomoea* pada suhu tetap.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spektrofotometer UV-Visibel (Spectronic 20) dan spektrofotometer inframerah (FTIR) (Shimadzu FTIR-PRESTIGE 21).

### Bahan

Nata yang terbuat dari limbah air tepung ubi jalar (*Nata de ipomoea*), serbuk *direct red* teknis, alcohol teknis, dan aquades.

### Pembuatan Adsorben *Nata de ipomoea*

*Nata de ipomoea* dibuat dari air limbah pembuatan tepung ubi jalar melalui proses fermentasi dengan bakteri *Acetobacter xylinum*.

### Cara kerja

Proses adsorpsi dilakukan dengan cara merendam 1 gram adsorben ke dalam 100 ml pewarna *direct Red* 100 ppm dan dilakukan pengadukan dan setelah 10, 20, 30, 60, 90, 120 menit diambil dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 512 nm. Pengaruh konsentrasi dilakukan dengan cara yang sama pada berbagai konsentrasi selama 60 menit.

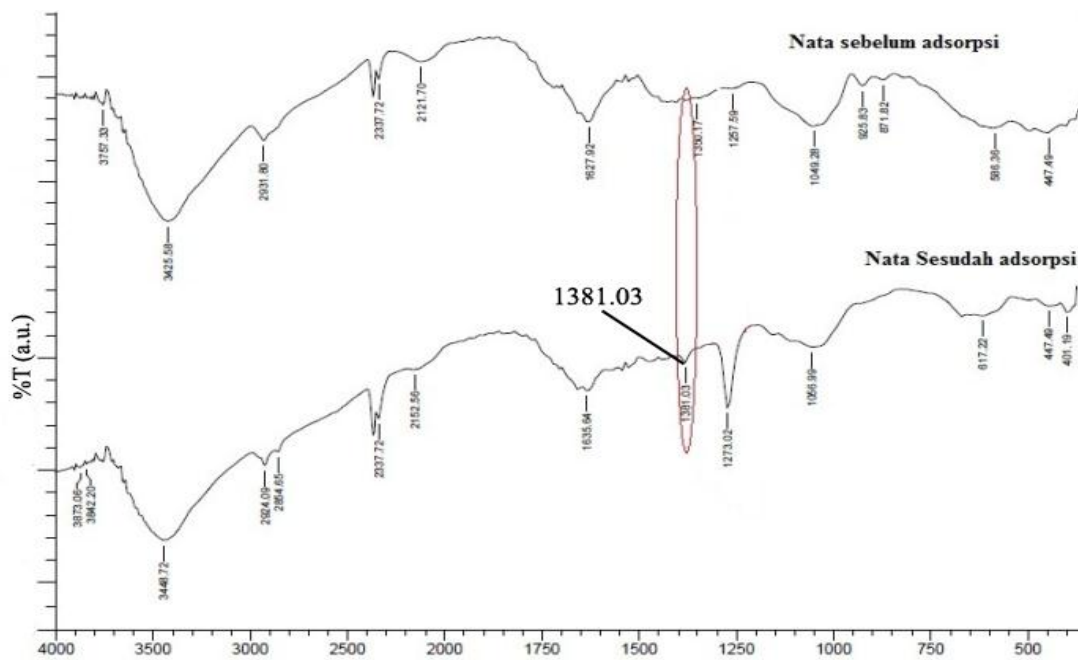
## HASIL DAN DISKUSI

Interpretasi gugus fungsi dari spektrum inframerah nata de ipomoea sebelum adsorpsi dan sesudah adsorpsi pada gambar 1 untuk konsentrasi 325 ppm terdapat serapan yang sama yaitu muncul serapan di panjang gelombang  $3425\text{ cm}^{-1}$  dan  $2924,09\text{ cm}^{-1}$ ,  $1627,92\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1049,28\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus alkohol ( $-\text{OH}$ ), gugus  $-\text{CH}$  alifatik, gugus alkohol ( $-\text{OH}$ ), dan gugus  $\text{C}-\text{O}$ . Selain itu ada serapan yang muncul setelah adsorpsi yaitu pada panjang gelombang  $1381,03\text{ cm}^{-1}$  yang diindikasikan adanya gugus  $\text{N}-\text{O}$  dan pada panjang gelombang  $1273,02\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus  $-\text{SO}_3$  dari *direct red* teknis. Ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Zvezdelina L. Yaneva dan Nedyalka V. Georgieva [7], bahwa pada panjang gelombang  $1378,5\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $\text{N}-\text{O}$  dan muncul serapan pada panjang gelombang  $1256\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus  $-\text{SO}_3$ . Munculnya gugus  $\text{N}-\text{O}$  ini, mungkin disebabkan adanya ikatan antara gugus azo ( $-\text{N}=\text{N}-$ ) dari *direct red* teknis dengan gugus  $-\text{OH}$  dari nata. Munculnya daerah Serapan pada spektra IR membuktikan bahwa zat warna *direct*

red berhasil diadsorpsi oleh material adsorben *Nata De Ipomoea* secara kemisorpsi.

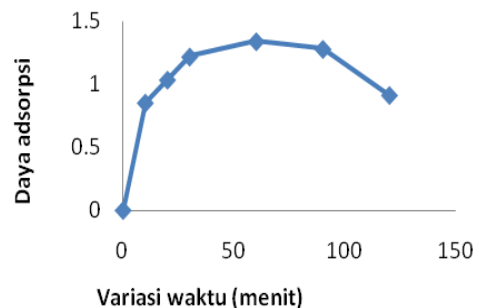
Pada Gambar 2 terlihat bahwa kenaikan daya adsorpsi meningkat sampai pada 60 menit Ketika 60 menit tidak ada penambahan daya adsorpsi.

Hal ini terjadi karena semakin lama waktu adsorpsi yang terjadi kontak antara adsorben dan adsorbat menyebabkan adsorbat semakin banyak yang teradsorpsi sehingga daya adsorpsinya akan semakin besar sampai mencapai titik kesetimbangan.



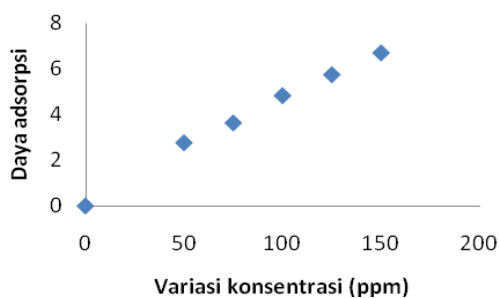
Gambar 1. Spektra Spektrofotometer infra merah (FTIR) *Nata De Ipomoea* Sebelum dan Sesudah Proses Adsorpsi

Pada saat titik kesetimbangan, terjadi titik jenuh atau setimbang dimana permukaan kosong adsorben telah terisi penuh oleh adsorbat.



Gambar 2. Kurva daya adsorpsi adsorben *nata de ipomoea* vs waktu

Gambar 3 memperlihatkan daya adsorpsi *nata de ipomoea* yang dilakukan pada variasi konsentrasi 50; 75; 100; 125; dan 150 ppm selama 1 jam. menunjukkan bahwa daya adsorpsi semakin meningkat sebanding dengan semakin besar konsentrasinya.

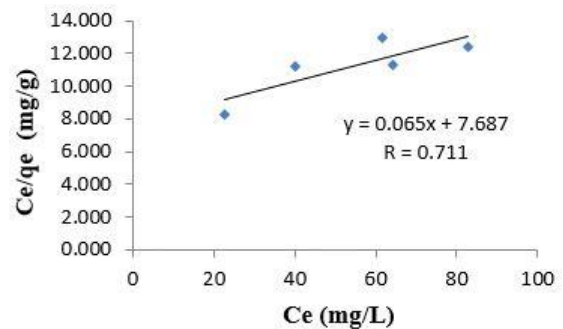


Gambar 3. Kurva daya adsorpsi *nata de ipomoea* vs konsentrasi *direct red*.

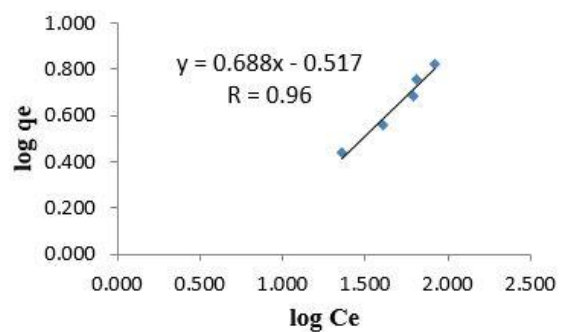
Hal ini terjadi karena konsentrasi yang semakin meningkat menyebabkan daya dorong molekul adsorbat untuk terikat pada permukaan adsorben hingga mencapai suatu keadaan yang setimbang.

Isoterm Langmuir diperoleh dengan membuat hubungan antara konsentrasi adsorbat dalam keadaan setimbang / daya adsorpsi ( $C_e/q_e$ ) dengan konsentrasi adsorbat dalam keadaan setimbang ( $C_e$ ). Sedangkan Grafik isoterm freundlich diperoleh dengan membuat hubungan antara log daya adsorpsi ( $\log q_e$ ) dengan konsentrasi

adsorbat dalam keadaan setimbang ( $\log C_e$ ).



Gambar 4. Grafik isotherm langmuir



Gambar 6. Grafik isotherm freundlich

Keterangan:

$C_e$  : Konsentrasi sampel sesudah diadsorpsi (mg/L) pada kesetimbangan

$q_e$  : Jumlah zat terlarut yang teradsorpsi per gram adsorben (daya adsorpsi) pada kesetimbangan (mg/gram)

Berdasarkan nilai linieritas dari grafik bahwa isotherm adsorpsi pewarna *direct red* dengan adsorben *nata de ipomoea* lebih cenderung mengikuti pola isotherm menurut teori freundlich. Model isotherm freundlich menunjukkan bahwa adsorben memiliki permukaan yang heterogen,

dan setiap tempat memiliki panas adsorpsi yang berbeda. Adsorbat yang telah terikat pada adsorben dapat mengikat adsorbat lain sehingga pada adsorpsi ini membentuk lapisan multilayer.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan : Waktu kontak pada adsorpsi *direct red* teknis dengan adsorben *nata de ipomoea* pada saat kesetimbangan adalah 60 menit, dan peningkatan konsentrasi *direct red* akan meningkatkan daya adsorpsi adsorben *nata de ipomoea*. Adsorpsi pewarna *Direct Red* menggunakan *Nata de Ipomoea* mengikuti pola isotherm adsorpsi freundlich.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Endang W. Laksono, M.S yang telah telah memberikan bimbingan, saran, pengarahan, motivasi serta sabar dalam penyelesaian tugas akhir skripsi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Dede Karyana. (2010). *Pengantar Kimia Zat warna*. Bandung: Sekolah Tinggi Tekstil.

2. Christie, R. M. (2001). *Colour Chemistry*. London: RSC Paperpack, The Royal Society of Chemistry,UK.
3. Deshuai Sun, Zhongyi Zang, Mengling wang, and Yude Wu, (2013), *Adsorption of Reactive Dyes on Activated Carbon Developed from Enteromorpha prolifera*, American journal of Analytical Chemistry, 4, 17-26.
4. Velmurugan, Rathina kumar, and Dhinakaran, (2011), *Dye Removal From Aqueous Solution Using Low Cost Adsorbent*, International journal of environmental sciences Vol 1, No. 7.
5. Syaiful Bahri, Muhdarina, Nurhayati, dan Fitri Andiyani. (2011). Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation  $\text{Cu}^{2+}$  Fasa Bercair pada Lempung cengar Terpillar. *Jurnal natur Indonesia*. 14(1):7-13.
6. Lijuan Wang and Jian Li, (2013). Adsorption of C.I. Reactive Red 228 dye from aqueous solution by modified cellulose from flax shive: Kinetics, equilibrium, and thermodynamics. *Industrial Crops and Products* 42 153–158

7. Zvezdelina L. Yaneva and Nedyalka V. Georgieva. (2012). Insights into Congo Red Adsorption on Agro-Industrial Materials Spectral, Equilibrium, kinetic,

Thermodynamic, Dynamic and Desorption Studies. *Internatioanal review of chemical engineering (I.RE.CH.E.)*, Vol.4, N. 2 ISSN 2035-1755, page 133.

Artikel ini telah disetujui untuk diterbitkan oleh Pembimbing pada tanggal

Pembimbing

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal

Penguji Utama

Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX  
NIP. 19621203 198601 2 001

Drs. Jaslin Ikhsan, M. App. Sc., Ph.D  
NIP. 19680629 199303 1 001



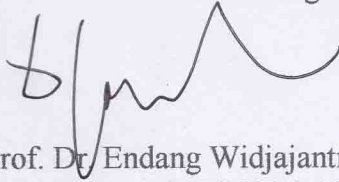
Industrial Materials Spectral,  
Equilibrium, kinetic,  
Thermodynamic, Dynamic and  
Desorption Studies. *International*

*review of chemical engineering*  
(I.RE.C.H.E.), Vol.4, N. 2 ISSN  
2035-1755, page 133.

Artikel ini telah disetujui untuk  
diterbitkan oleh Pembimbing pada  
tanggal

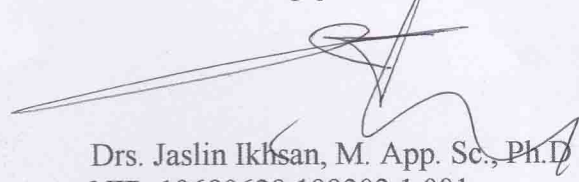
Artikel ini telah direview oleh  
Penguji Utama pada tanggal

Pembimbing



Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX  
NIP. 19621203 198601 2 001

Penguji Utama



Drs. Jaslin Ikhsan, M. App. Sc., Ph.D.  
NIP. 19680629 199303 1 001