

KAPASITAS DAN ENERGI ADSORPSI HUMIN TERHADAP EOSIN

Anshar A.M.¹, Santosa S. J.², Sudiono S².

¹Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada

Email: andianshar_unhas@yahoo.co.id

***Abstract:** Humic acid is a natural ingredient that is widely available in Indonesia, especially Borneo. Humic acid interacts and absorbs eosin compound that can cause environmental pollution. The interaction between eosin and humic acid was set on optimum time and pH so that the humic acid adsorption would be optimum. This research measured the adsorption capacity and energy required to adsorb eosin on humic acid by performing various concentrations of eosin. The amount of humic acid adsorption energy against eosin was 34.136 kJ/mol while the adsorption capacity was $1,611 \times 10^{-6}$ mol/g. This indicated that the type of interaction between humic acid and eosin was chemical interaction.*

***Keywords:** adsorption energy, adsorption capacity, eosin, humic acid*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara yang mempunyai topografi yang beraneka ragam, mulai dari pantai, dataran rendah dan dataran tinggi. Selain topografi yang bermacam-macam, jenis tanah yang ada di Indonesia juga bervariasi, salah satunya adalah tanah gambut yang banyak terdapat di daerah Kalimantan seperti Kalimantan Barat. Keberadaan bahan humat sesungguhnya tersebar di lingkungan baik itu pada tanah, perairan dan sedimen di lapisan bumi (Gaffee, 1996). Menurut Aiken, dkk (1985) ada 3 fraksi terbesar dari senyawa humat yang dapat dibedakan berdasarkan kelarutannya yaitu :

- Humic acid adalah fraksi dari senyawa humat yang tidak larut dalam air pada semua nilai pH.
- Asam humat adalah fraksi dari senyawa humat yang tidak larut dalam air pada kondisi asam tapi mudah larut pada pH basa.
- Asam fulvat adalah fraksi dari senyawa asam humat yang dapat larut pada berbagai nilai pH .

Humic acid di lingkungan merupakan fraksi terbesar penyusun senyawa humat dan cara memperolehnya juga relatif mudah (Stevenson, 1994). Penelitian yang dilakukan oleh Ishiwatari (1985) di beberapa danau di Jepang

memberikan hasil 17% asam humat, 11% asam fulvat dan 67% humin. Meskipun asam humat dan asam fulvat juga berpengaruh namun humin merupakan fraksi yang memegang peranan penting karena eosin akan berinteraksi dengan bahan organik dan bahan mineral yang terdapat pada humin.

Beberapa fungsi humin di dalam tanah antara lain adalah untuk meningkatkan daya serap air tanah, menjaga kestabilan tanah, dan meningkatkan kesuburan tanah. Berdasarkan fungsi tersebut di atas maka humin dapat dikatakan sebagai komponen dalam kesuburan tanah (Stevenson, 1994). Humin sendiri adalah residu padat yang terbentuk setelah adanya proses ekstraksi humus dalam alkali. Untuk memisahkan komponen organik humin dari komponen anorganiknya maka humin didekstruksi dengan menggunakan campuran hidrogen fluorida dan asam klorida dimana komponen anorganiknya akan mengalami dekomposisi namun komponen organiknya sendiri juga akan mengalami perubahan secara signifikan (Aiken, 1985).

Bahan organik dan bahan mineral yang terdapat pada humin dapat berinteraksi dengan eosin karena humin dapat dipandang sebagai suatu polielektrolit makromolekuler yang tidak larut dalam asam maupun basa memiliki gugus utama $-\text{COOH}$ dan gugus $-\text{OH}$ (fenolat) (Kaled. H, 2011) sehingga humin dapat berinteraksi membentuk ikatan dengan eosin secara maksimal pada waktu interaksi dan pH yang optimal (Anshar, 2014). Zat warna eosin sendiri merupakan zat warna yang cukup berbahaya bagi kesehatan manusia (Hamdaoui, 2006) yang sering digunakan di dalam industri selain metilena biru (Anshar, 2014) dan seiring dengan peningkatan jumlah industri maka penggunaannya juga semakin meningkat (Razae, 2008).

Upaya penanganan masalah pencemaran zat warna sebenarnya sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya misalnya dengan menggunakan metode elektrokimia (Marlena, 2012), menggunakan metode adsorpsi untuk mengadsorpsi zat warna dengan menggunakan kitosan untuk metil oranye (Mahatmanti, 2003) dan untuk metilena biru (Tanasale, 2012), Kitosan-Bentonit (Muna, 2014), kombinasi metode karbon aktif dan fotokatalisis (Riyani, 2011), lumpur aktif (Prasetyo, 2005) maupun menggunakan adsorben karbon aktif (Lawakka, 2005) atau karbon aktif. Khusus untuk penelitian menggunakan metode adsorpsi, penelitian yang dilakukan dengan teknik adsorpsi sebagian besar hanya meneliti waktu optimum dan pH optimum terjadinya adsorpsi tanpa menganalisa besarnya kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben yang digunakan. Selain kapasitas adsorpsi dari bahan yang digunakan, energi adsorpsi biasanya juga jarang mendapatkan perhatian dari suatu penelitian adsorpsi.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai kapasitas dari humin dalam mengadsorpsi eosin serta besarenergi yang dibutuhkan untuk mengadsorpsi eosin sehingga dapat diketahui jenis interaksi antara humin dan eosin, apakah tergolong interaksi kimia atau interaksi fisika. Besarnya energi adsorpsi dapat diperoleh dari penurunan rumus yang dilakukan oleh Santosa (Anshar, 2014) terhadap model kinetika Langmuir-Hinshelwood yang diusulkan oleh Jin, dkk yang berupa :

$$\frac{\ln\left(\frac{C_0}{C_A}\right)}{C_0 - C_A} + k_0 = \frac{k_1 \cdot t}{C_0 - C_A}$$

di mana,

k_0 : konstanta laju adsorpsi orde nol, $(\text{mol/L})^{-1}$

k_1 : konstanta laju reaksi orde satu, min^{-1}

C_0 : konsentrasi awal adsorbat dalam larutan, mol/L

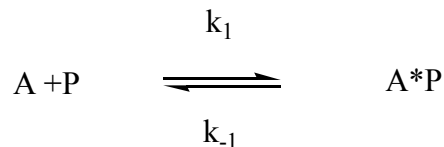
C_A : konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan setelah waktu t , mol/L

Plot grafik $\frac{\ln\left(\frac{C_0}{C_A}\right)}{C_0 - C_A}$ lawan $\frac{t}{C_0 - C_A}$, akan diperoleh garis lurus dengan k_1 sebagai

slope dan $-k_0$ sebagai intersep dimana Jin, dkk mengusulkan suatu rumusan kinetika adsorpsi orde satu yang mencapai kesetimbangan untuk kasus adsorpsi kation logam Cr(II) dan Cd(II) oleh asam humat.

Secara matematis rumusan tersebut diperoleh dengan asumsi sebagai berikut :

- Adsorpsi spesies tunggal A pada adsorben P digambarkan sebagai suatu proses adsorpsi yang mencapai suatu keseimbangan.



dengan k_1 adalah konstanta laju adsorpsi spesies A, sedangkan k_{-1} adalah konstanta laju desorpsi spesies A.

- Jika θ_0 adalah fraksi sisi kosong pada adsorben, θ_1 adalah fraksi sisi yang ditempati pada adsorben, $\theta_0 + \theta_1 = 1$, serta adsorpsi mengikuti adsorpsi isoterm Langmuir, maka laju adsorpsi (r_{ads}) untuk spesies A adalah

$$\begin{aligned} r_{ads} &= k_1 \cdot \theta_0 \cdot C_A \\ &= k_1 \cdot (1 - \theta_1) C_A \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

- Laju desorpsi (r_{des}) untuk spesies A adalah :

$$r_{des} = k_{-1} \cdot \theta_A \dots\dots\dots(2)$$

- Pada kesetimbangan $r_{ads} = r_{des}$ maka setelah dilakukan penataan ulang untuk spesies A, diperoleh :

$$k_1 \cdot (1 - \theta_1) C_A = k_{-1} \cdot \theta_1$$

$$\theta_1 = \frac{K \cdot C_A}{1 + K \cdot C_A} \dots\dots\dots(3)$$

dimana K adalah k_1 / k_{-1} .

- Penggantian nilai θ_1 pada persamaan (2) dengan θ_1 pada persamaan (3) diperoleh persamaan berikut :

$$r_{ads} = k_1 \left\{ 1 - \frac{K C_A}{1 + K C_A} \right\} \cdot C_A \text{ atau}$$

$$= \frac{k_1 \cdot C_A}{1 + K \cdot C_A} \dots\dots\dots(4)$$

- Laju adsorpsi spesies A dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi spesies A (C_A) dalam larutan.

$$r_{ads.} = - \frac{dC_A}{dt} = \frac{k_1 \cdot C_A}{1 + K \cdot C_A} \dots\dots\dots(5)$$

- Setelah dilakukan pemisahan variabel, dapat dihasilkan hubungan sebagai berikut:

$$dC_A / C_A + K \cdot dC_A = -k_1 \cdot dt$$

$$\ln C_A + K \cdot C_A = -k_1 t + Y \dots\dots\dots(6)$$

Dimana Y adalah konstanta integrasi

- Pada saat $t = 0$, $C_A = C_{A0}$, dan parameter K belum terbentuk karena adsorpsi belum berlangsung . oleh karena itu $Y = \ln C_{A0} \dots\dots\dots(7)$

- Dengan memasukkan harga Y kedalam persamaan (6) dihasilkan :

$$\ln C_A + K \cdot C_A = -k_1 t + \ln C_{A0} \text{ atau } \ln(C_{A0} / C_A) = k_1 t + K C_A \dots\dots\dots(8)$$

- Pembagian dengan C_A menghasilkan :

$$\frac{\ln\left(\frac{C_{A0}}{C_A}\right)}{C_A} = k_1 \cdot \frac{t}{C_A} + K \dots\dots\dots(9)$$

Dengan membuat plot $\frac{\ln\left(\frac{C_{A0}}{C_A}\right)}{C_A}$ lawan $\frac{t}{C_A}$ akan dihasilkan hubungan linier

dengan slop = k_1 dan intersep = K

Dengan membuat plot $\frac{\ln\left(\frac{C_{A0}}{C_A}\right)}{C_A}$ lawan $\frac{t}{C_A}$ akan dihasilkan hubungan linier

dengan slop = k_1 dan intersep = K

Rumusan model adsorpsi isoterm Langmuir digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi suatu adsorben dan tetapan afinitas adsorbat pada permukaan adsorben. Dengan mengetahui harga tetapan afinitas tersebut maka energi adsorpsi berupa energi bebas Gibbs standar untuk adsorpsi dapat ditentukan. Energi adsorpsi suatu adsorbat pada permukaan adsorben dirumuskan sebagai berikut :

$$E = -\Delta G = R T \ln K$$

dengan : ΔG = perubahan energi bebas Gibbs (J/mol)

R = tetapan gas umum (8,314 J/molK)

T = temperatur (Kelvin)

K = konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mol)

Bila energi bebas adsorpsi bernilai negatif, berarti adsorpsi tersebut terjadi secara spontan karena adsorpsi terjadi segera setelah terjadi kontak antara partikel-partikel adsorbat dengan partikel-partikel adsorben. Bila energi adsorpsi bernilai positif, maka proses adsorpsi tersebut merupakan reaksi yang tidak spontan karena membutuhkan energi untuk terjadinya adsorpsi. Energi adsorpsi yang dihasilkan pada adsorpsi fisika < 20 kJ/mol, sedangkan adsorpsi kimia > 20 kJ/mol (Lynam, dkk., 1995).

2. METODE PENELITIAN

Alat

Alat penelitian yang digunakan adalah kertas pH, kertas saring biasa, kertas saring Whatmant 42, spektrometer UV-vis Hitachi 150-20, spektrometer inframerah Shimadzu FTIR-820IPC, shaker, furnace karbolit, alat titrasi, pH meter Orion model 290A, ayakan, timbangan digital, peralatan plastik seperti botol plastik gelap, labu takar berbagai ukuran, cawan porselin, alat-alat gelas yang ada di Lab. Kimia Fisika dan Lab. Anorganik UGM.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu tanah gambut dari Pontianak serta bahan kimia berupa eosin, natrium hidroksida (NaOH) 0,1 M, asam klorida (HCl) pekat 37,5 %, asam klorida (HCl) 0.1 M, asam flourida (HF) 0,3 M, barium

hidroksida ($\text{BaOH} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$), kalsium asetat ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), asam klorida 0,5 % (E merck), Gas N_2 (PT Samator Gas), air destilat bebas CO_2 dan aquades.

Prosedur Kerja

Isolasi Humin

Isolasi humin dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi yang menggunakan NaOH 0,1 M selama 24 jam dalam kondisi atmosfer nitrogen. Untuk menghilangkan bahan-bahan anorganik seperti silika, lempung dan logam maka digunakan larutan campuran 0,1 M HCl dan 0,3 M HF .

Penetapan Kadar Abu Humin

Sebanyak 50 miligram humin netral dan humin dengan pemurnian HCl/HF dimasukkan ke dalam cawan porselin kemudian dipanaskan dalam tungku (furnace) pada temperatur 750°C selama 4 jam. Berat sampel awal sebelum dan sesudah dipanaskan dicatat. Masing-masing sampel dilakukan dengan 3 kali pengukuran (triplo).

Penetapan Komposisi Kuantitatif Gugus $-\text{COOH}$ dan $-\text{OH}$ Fenolat

Kandungan komposisi kuantitatif humin yang diukur dalam penelitian ini adalah keasaman total dan kandungan gugus karboksilat dari humin. Penentuan gugus $-\text{OH}$ fenolat ditentukan dengan menghitung selisih keasaman total dan kandungan gugus $-\text{COOH}$.

1. Penetapan kandungan keasaman total

Seratus miligram humin dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan di tambah 20 mL larutan jenuh $\text{Ba}(\text{OH})_2$ sambil dialiri gas nitrogen. Setelah dialiri gas nitrogen, labu takar ditutup dan diaduk selama 24 jam pada temperatur kamar. Secara simultan dilakukan pula terhadap larutan blanko yang hanya mengandung 20 mL larutan jenuh $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Suspensi yang terbentuk disaring dengan kertas saring whatman 42 dan residu dibilas dengan air destilat bebas CO_2 . Filtrat dan air bilasan digabung, lalu dititrasi secara potensiometri dengan larutan standar 0,5 M HCl hingga pH 8,4.

Harga keasaman total (mol/kg) ditentukan dengan persamaan:

$$\frac{(V_b - V_s) \times N \times 10^5 \text{ mol/kg}}{\text{milligram sampel}}$$

dengan:

V_b = Volume larutan standar asam yang digunakan untuk titrasi blanko

V_s = Volume larutan standar asam yang digunakan untuk titrasi sampel

N = Normalitas larutan standar asam

2. Penetapan Kandungan Gugus Karboksilat

Seratus miligram humin dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL kemudian ditambahkan larutan 10 mL $Mg(CH_3COO)_2$ 0,5 M dan 40 mL air destilat bebas CO_2 . Secara simultan disiapkan pula blanko yang hanya mengandung 10 mL larutan $Mg(CH_3COO)_2$ 0,5 M dan 40 mL air distilat bebas CO_2 kemudian diaduk selama 24 jam pada temperatur kamar. Suspensi yang terbentuk disaring dengan kertas saring whatman 42. Residu dibilas dengan air destilat bebas CO_2 . Filtrat dan air bilasan digabung, lalu dititrasi secara potensiometri dengan larutan standar 0,1 M NaOH hingga pH 9,8. Percobaan tersebut dilakukan dengan 2 kali pengulangan (diplo).

Kandungan gugus karboksilat ditentukan dengan persamaan:

$$\frac{(V_b - V_s) \times N \times 10^5 \text{ mol/kg}}{\text{milligram sampel}}$$

dengan :

V_b = Volume larutan standar basa yang digunakan untuk titrasi blanko

V_s = Volume larutan standar basa yang digunakan untuk titrasi sampel

N = Normalitas larutan standar basa

3. Penetapan Kandungan Gugus OH Fenolat

Gugus $-OH$ fenolat merupakan selisih dari keasaman total dengan kandungan gugus $-COOH$ sehingga kandungan gugus OH fenolat dapat ditentukan dengan persamaan :

Gugus $-OH$ fenolat = Selisih antara Keasaman total dengan gugus $-COOH$

Penetapan pH Optimum Adsorpsi Eosin pada Humin

Sebanyak masing-masing 50 mg humin diinteraksikan dengan 25 mL larutan eosin dengan konsentrasi larutan 10 mg/L yang merupakan hasil pengenceran dari larutan awal dengan konsentrasi 100 mg/L. Selanjutnya pH diatur dengan penambahan HCl atau NaOH sehingga didapatkan nilai pH awal 2,0 ; 4,0 ; 6,0 ; 8,0 ; 10,0 ; 12,0 ; dan 14,0. Larutan yang telah diatur pH-nya kemudian diaduk selama 120 menit. Setelah interaksi, filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis.

Penetapan Waktu Adsorpsi Maksimum Eosin pada Humin

Sebanyak masing-masing 50 mg humin diinteraksikan dengan 25 mL larutan eosin dengan konsentrasi awal larutan eosin masing-masing 10 mg/L. Campuran diinteraksikan dengan cara diaduk dengan bantuan *shaker* pada pH optimum terjadinya adsorpsi dengan variasi waktu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 menit. Setelah selesai filtrat dan endapan dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisis konsentrasi eosinnya dengan Spektrofotometer UV-vis

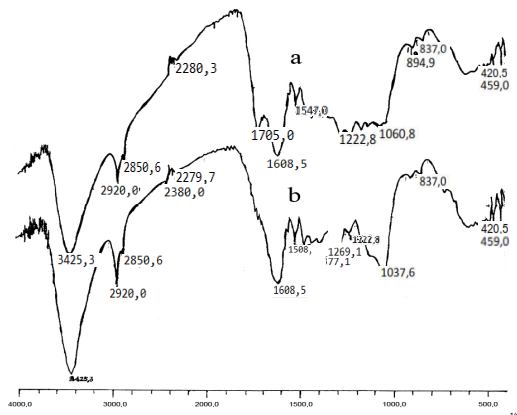
Penetapan Konsentrasi Optimum Eosin yang Terserap pada Humin

Mula-mula dibuat larutan eosin dengan variasi konsentrasi awal 4, 8, 10, 16, 24 ppm, dan 50 ppm dengan volume masing-masing 50 mL, pada kondisi pH optimum. Kemudian ke dalam 50 mL, larutan tersebut ditambahkan 50 mg humin, dan diaduk selama waktu optimum. Selanjutnya, larutan disaring dengan kertas saring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang optimum eosin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Humin

Humin yang digunakan pada penelitian ini adalah humin yang sama dengan yang digunakan oleh Anshar (2014) pada penelitian dengan judul *adsorption rate constant of eosin in humin* yang diterbitkan oleh Indonesia Chemical Act Volume 8 No.1 yang spektranya ditunjukkan pada Gambar 1 dan gugus yang terdapat pada humin ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Spektra inframerah humin (a) dengan pencucian dan (b) tanpa pencucian HCl/HF

Tabel 1. Panjang gelombang inframerah humin setelah pencucian dan sebelum pencucian dengan HCl/HF

Gugus	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Sebelum Pencucian	Setelah Pencucian
-OH	3425,3	3425,3
-C-H alifatik	2920	2850,6
-Si-O	1037,6	-
-C-O pada -COO ⁻	1382,9	-
-C=O dari -COOH	-	1705
Pengaruh Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ pada COO ⁻	1377,1	-

Untuk kadar abu dan kandungan keasaman total, gugus karboksilat dan gugus hidroksi fenolat humin ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Kadar abu humin tanpa pencucian dan dengan pencucian HCl/HF

Tahap Pencucian	Kadar abu (% b/b)
Tanpa pencucian	10,01
Pencucian dengan akuades	4,36
Pencucian dengan HF/HCl 3x	1,26

Tabel 3. Perbandingan kandungan keasaman total, gugus karboksilat, dan gugus hidroksi fenolat humin

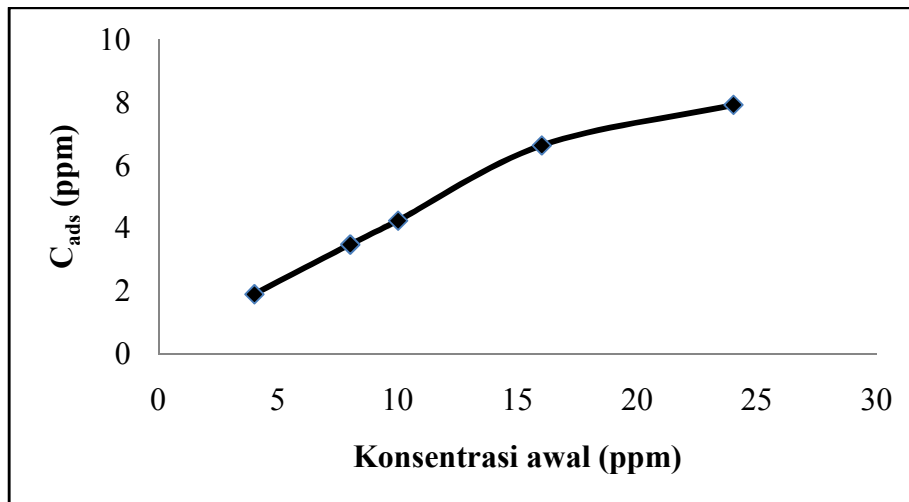
Gugus Fungsional	Kandungan (mol/Kg) dalam humin
Keasaman Total	5,535
Guguskarboksilat (-COOH)	2,1
Gugus -OH fenolat	3,435

Interaksi Humin dengan Eosin

Penentuan kapasitas adsorpsi pada penelitian ini dilakukan dengan bervariasi konsentrasi eosin yang teradsorpsi dengan mengkondisikan pH larutan eosin dan waktu kontak antara eosin dan humin pada pH dan waktu kontak optimum yaitu pada pH 4 dan waktu kontak 60 menit merujuk pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan telah dipublikasi dengan prosedur penetapan pH dan waktu optimum yang sama (Anshar, 2015). Dari hasil variasi konsentrasi diperoleh data yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi teradsorpsi (C_{ads}) dan persentase teradsorpsi

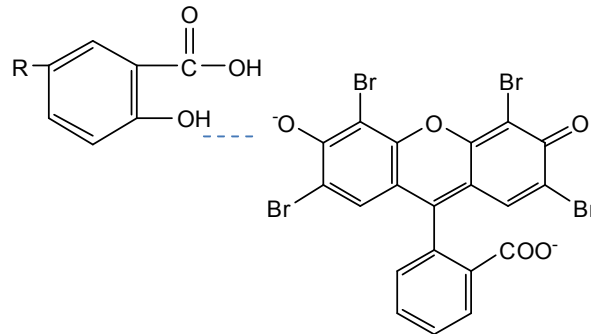
Konsentrasi (ppm)	C_{ads} (ppm)	Persentase teradsorpsi (%)
4	1,89	47,25
8	3,47	43,37
10	4,23	42,31
16	6,62	41,37
24	7,91	32,96



Gambar 2. Grafik konsentrasi eosin yang teradsorpsi untuk tiap konsentrasi

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin banyak pula konsentrasi yang terserap, tetapi jika dilihat dari persentase yang terserap maka akan terlihat bahwa persentase yang terserap semakin mengalami penurunan dari konsentrasi mula-mula (konsentrasi awal). Hal ini mengindikasikan bahwa pada jumlah tertentu humin mengalami penjumlahan

yang dapat diartikan bahwa kapasitas adsorpsi dari humin terhadap eosin telah maksimal. Kapasitas adsorpsi ini dipengaruhi oleh gugus aktif yang ada dipermukaan humin. Semakin banyak gugus aktif, maka adsorbat yang teradsorpsi akan semakin banyak. Bila eosin sudah berikatan dengan semua gugus aktif dari senyawa humin pada permukaan adsorben, maka senyawa humin tersebut tidak mempunyai kemampuan lagi untuk mengadsorpsi eosin. Ilustrasi ikatan yang terjadi antara humin dan eosin ditunjukkan pada Gambar 3

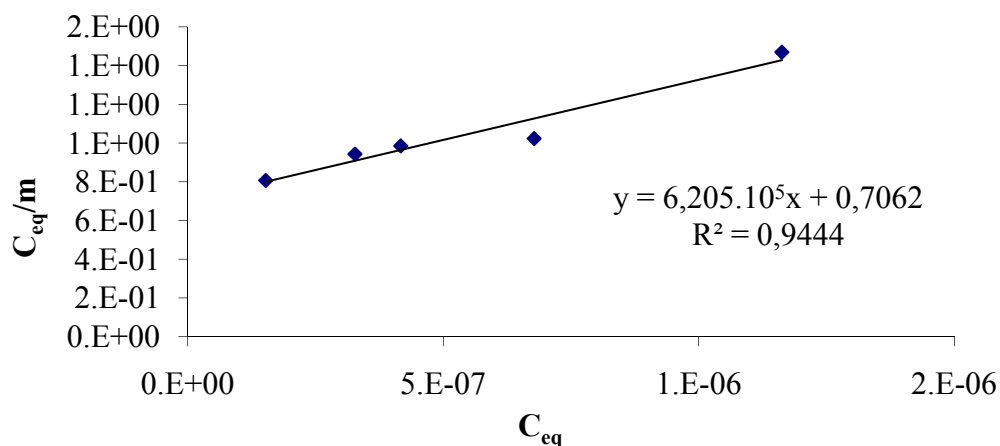


Gambar 3. Ilustrasi ikatan yang terjadi antara humin dan eosin

Dengan menggunakan persamaan Langmuir yang telah dimodifikasi oleh Santosa maka diperoleh data seperti pada Tabel 5. Sehingga jika dibuat grafik hubungan antara C_{eq} dengan C_{eq}/m maka diperoleh grafik seperti pada Gambar 4.

Tabel 5. Banyaknya konsentrasi eosin yang terserap pada tiap gram humin.

C_{eq} (mg dlm 50ml)	C_{eq} (mg)	C_{ads}	C_{eq}/m (g/L)	C_{eq} (mol/L)	C_{eq}/m (gr/l)
2,11	0,105	1,89	1,116	1,525E-07	0,807
4,53	0,226	3,47	1,305	3,274E-07	0,943
5,77	0,288	4,23	1,364	4,170E-07	0,986
9,38	0,469	6,62	1,417	6,779E-07	1,024
16,09	0,804	7,91	2,034	1,163E-06	1,470



Gambar 4. Grafik hubungan antara C_{eq} dengan C_{eq}/m untuk adsorpsi isoterm Langmuir pada eosin. Berat Humin 50 mg, volume larutan 50 mL, pH 4, dan waktu kontak 60 menit.

Dengan membuat grafik hubungan antara C_{eq} lawan C_{eq}/m , dapat diperoleh nilai kapasitas adsorpsi dimana kapasitas adsorpsi merupakan nilai dari $1/\text{slop}$. Pada hasil penelitian ini diperoleh grafik hubungan antara C_{eq} lawan C_{eq}/m dengan persamaan garis lurus $y = 6,205 \cdot 10^5 x + 0,7062$ sehingga kapasitas maksimum adsorpsi humin (b) terhadap senyawa eosin adalah $1,611 \times 10^{-6}$ mol/g. Hal ini menunjukkan bahwa setiap gram humin dapat mengadsorpsi eosin sebanyak $1,611 \times 10^{-6}$ mol.

Dari Gambar 4 tersebut akan diperoleh harga intersep grafik yang menentukan nilai konstanta kesetimbangan adsorpsi (K), dimana harga intersep grafik adalah bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi adsorpsi humin terhadap eosin merupakan reaksi yang spontan.

Dari hasil perhitungan diperoleh harga konstanta kesetimbangan adsorpsi yang diperoleh adalah $8,787 \times 10^5$ L/mol. Untuk menghitung energi adsorpsi, digunakan rumus perubahan energi Gibbs. Besarnya energi adsorpsi, $E = -\Delta G = RT \ln K$, sehingga diperoleh besarnya energi adsorpsi humin terhadap larutan eosin adalah sebesar 34,136 kJ/mol. Energi adsorpsi yang didapat berharga positif atau perubahan energi Gibbs negatif. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi adsorpsi humin terhadap eosin merupakan reaksi yang spontan yang merupakan jenis reaksi kimia karena lebih besar dari 20 kJ/mol.

Kapasitas adsorpsi humin terhadap eosin sangatlah kecil, ini disebabkan pengaruh ukuran eosin yang cukup besar. Saat satu molekul humin berikatan dengan gugus aktif yang ada di permukaan humin akan menyebabkan humin yang lain menjadi sulit untuk berikatan dengan gugus aktif dari humin karena

terhalang dengan humin yang telah lebih dahulu berikatan. Ikatan yang ada antara humin dan eosin didominasi oleh ikatan hidrogen dimana kekuatan ikatan yang melibatkan ikatan hidrogen umumnya lemah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat buat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas adsorpsi humin terhadap eosin pada penelitian ini adalah sebesar $1,611 \times 10^{-6}$ mol untuk setiap gram humin.
2. Energi adsorpsi humin terhadap eosin adalah sebesar 34,136 kJ/mol sehingga termasuk jenis interaksi kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken. G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R.L., dan Mac Charty. P, 1985 "An Introduction to Humic Substances in Soil, Sediment and Water; Geochemistry, Isolations and Characterization", John Wiley and Sons, New York
- Anshar, A.M., Santosa, S.J., dan Sudiono, S., 2014, *Kajian Adsorpsi Metilena Biru Pada Humin*, Prosiding Seminar Nasional Geofisika, 189-193.
- Anshar, A.M., Santosa, S.J., dan Sudiono, S., 2015, *Adsorption Rate Constants Of Eosin in Humin*, Indonesia Chemical Act, 8 (1), 9-17
- Gaffey, S. J., Marley, N. A., dan Clark, S. B., 1996, Humic and Fulvic Acid and Organic Colloidal Material in Environmental (dalam Gaffney, J. S., et.al., 1996, Humic and Fulvic Acid ; Isolation, structure and Environmental Role) *American Chemical society.*, Washington
- Hamdaoui, O. and Chiha, M., 2006, Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran, *Acta Chim.* 54 : 407–418
- Ishiwitari, R., 1985, *Goechemistry of Humic Substances in Lake Sediments*(dalam Aiken. G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R.L., dan Mac Charty. P, 1985 "An Introduction to Humic Substances in Soi, Sediment and Water; Geochemistry, Isolations and Characterization"), John Wiley and Sons, New York
- Kaled. H., dan and Fawy H., A., 2011 , Effect of Different Levels of Humic Acids on the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties under Conditions of Salinity, *Soil & Water Res.*, 6, (1): 21–29
- Lawakka, I. 2005, *Adsorpsi Merah Reaktif-1 Oleh Karbon Aktif Tempurung Kenari Sebagai Fungsi Waktu dan Jumlah Adsorben*, skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Lynam, M.M., Kliduff, J. E., dan Weber Jr, W.J., 1995, Adsorption of Nitrophenol from Dillute Agues Solution, *J. Chem. Educ.*, 72, 80-84

- Mahatmanti, F. W., dan Sumarni, W., 2003, Kajian Termodinamika Penyerapan Zat Warna Indikator Metil Oranye (MO) Dalam Larutan Air Oleh Adsorben Kitosan, *JSKA*. Vol. VI. No. 2.
- Marlena, B., Mukimin, A., Susanti, E., 2012, Dekolorisasi Pewarna Reaktif Pada Air Limbah Industri Tekstil Secara Elektrokimia, *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, Vol. 2(2).
- Muna, N., 2014, Adsorpsi Zat Warna *Melacite Green* (MG) oleh Komposit Kitosan Bentonit, Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta
- Razae, A., Ghaneian, M. T., Hashemian, S. J., Mousavvi, G., Khavanin, A., Ghanizadeh, G., 2008, Decolorization of Reactive Blue 19 Dye From Tekstil Wastewater by the UV/H₂O₂ Process, *Journal of Applied Sciences* 8, *Asian Network for Scientific Information*
- Riyani, K., dan Setyaningtyas, T., Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Aktivitas Fotodegradasi Zat Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Fotokatalis TiO₂, *Molekul*, Vol. 6. No. 2, 113 - 122
- Stevenson, F. J., 1994, *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*, John Wiley and Sons, New York
- Tanasale, M.F.J.D.P., Killay, A., dan Laratmase, M.S., 2012, Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena, *Jurnal Nature Indonesia*, Vol 14. No. 2, 165-171