

Analisis Kadar Besi dan Warna Pada Air Sumur Daerah Gambut Menggunakan Karbon Aktif Kulit Durian (Studi Kasus: Desa Tangkit Baru)

Sepryendi HR⁽¹⁾, G.M Saragih⁽¹⁾, Siti Umi Kalsum^{(1)*}

*email: siti.uk0616@gmail.com

⁽¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Abstrak

Masyarakat desa tangkit baru menggunakan air sumur tanah dangkal dan dalam. Kadar besi dan warna air daerah tangkit baru sangat tinggi melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh ketebalan karbon aktif kulit durian pada filtrasi *downflow* dan variasi massa adsorben 10,30 dan 50 gr yang diaktivasi dan non aktivasi untuk menyisihkan parameter besi dan warna pada air sumur daerah gambut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan filtrasi *downflow* menurunkan kadar besi 1,529 mg/l menjadi 1,228 mg/l terjadi penurunan sebesar 19,69% dan parameter warna 1159,59 TCU menjadi 700,94 TCU terjadi penurunan sebesar 39%, massa adsorben aktivasi lebih efektif menurunkan besi adalah massa 50 gr dengan persentase reduksi besi sebesar 94,69% massa 50 gr adsorben non aktivasi sebesar 89,01%, parameter warna hanya termurnikan pada massa adsorben 10 gr/l. Mekanisme adsorpsi menggunakan persamaan *isotherm Langmuir* dan *Freundlich* parameter besi dan warna yang diaktivasi dan non aktivasi lebih cocok menggunakan *isotherm Langmuir*.

Kata-kunci : Air Gambut, Besi, Kulit Durian, Warna

Pendahuluan

Air tanah gambut di desa tangkit baru mengandung zat besi (Fe) cukup tinggi. Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklat- coklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara dan menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian, oleh karena itu kebutuhan masyarakat di sekitar lahan gambut, air tanah gambut di dimanfaatkan untuk air bersih (Bella, 2022). Karbon aktif merupakan karbon yang berbentuk amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas yang masing-masing terikat secara kovalen serta memiliki permukaan dalam (internal surface) sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang baik dimana kecepatan menyerap (adsorpsi) karbon aktif akan bertambah apabila pori-pori permukaan kecil dan luas permukaannya besar (Wahyuni & Fathoni, 2019).

Banyaknya jumlah limbah kulit durian yang tidak diolah dapat dimanfaatkan untuk dijadikan karbon aktif karena kulit 2 durian juga memiliki sifat yang sama dengan adsorben lainnya seperti tempurung kelapa dan tempurung kemiri, selain itu pada kulit durian terdapat selulosa terbanyak sekitar 50% - 60% carboxymethylcellulose dan lignin 5% (Apriani, 2013) Sementara itu, menurut (Noer, 2015) kulit durian tidak hanya memiliki unsur selulosa dan kandungan lignin, namun juga mengandung pati yang rendah yaitu 5%, sehingga kadar karbon yang dihasilkan dari kulit durian cukup tinggi yaitu kisaran 80-85%. Selanjutnya selulosa mampu membentuk ikatan kompleks dengan logam-logam berat dan zat pencemar lainnya. Itulah sebabnya, arang aktif dari kulit durian memiliki kemampuan adsorpsi yang sangat tinggi (Indah Murwani Yulianti, Wibowo Nugroho Jati, 2019).

bila digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air bersih. Metode filtrasi merupakan salah satu teknologi tepat guna yang sederhana, efektif, efisien dan murah. Pada proses filtrasi terjadi dengan melalui suatu medium filter yang memiliki pori-pori dengan ukuran tertentu. Proses pemisahan dengan filtrasi dapat terjadi karena memiliki perbedaan tekanan antara tekanan dari dalam dan tekanan dari luar. Dalam proses ini perlu adanya penerapan media yang sederhana pada metode filtrasi dalam pengolahan air bersih. Media filter yang digunakan menentukan kualitas air yang ingin diperoleh. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan media kerikil, arang aktif kulit durian, pasir dan ijuk (Kusnaedi, 2010).

Air tanah gambut di Provinsi Jambi khususnya di daerah Desa Tangkit Baru Parit IX kecamatan Sungai Gelam Kabupaten Muaro Jambi terdapat 3 kawasan lahan gambut dengan pemukiman yang cukup padat, namun penyediaan air bersih di wilayah ini masih kurang baik, air tanah gambut di desa ini di dimanfaatkan masyarakat untuk mandi dan mencuci, bahwa kedalaman gambut menentukan nilai kandungan dan konsentrasi parameter yang ada di air gambut seperti zat organik, besi, mangan, warna dan derajat keasaman (pH). Kedalaman gambut dangkal 1-2 meter dan kedalaman sedang memiliki kandungan parameter air yang berbeda (SU. Kalsum & Indro, 2020)

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol, eksperimen pada penelitian ini menggunakan karbon aktif dari kulit durian sebagai media filtrasi dan adsorpsi pada pengolahan air sumur daerah gambut.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan 50 mesh dan 8 mesh, desikator, gelas beaker,

furnace, gelas ukur, kertas saring Whatman 42, neraca analitik, oven, aquarium kaca, penggaris, ember cat, pisau, botol sampel, dan Flocculator Jartest. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kulit durian sebagai adsorben (Massa 10, 30, 50 gr), larutan NaOH, aquadest untuk membersihkan kulit durian, air sampel, pasir, ijuk, kerikil, kain kasa,

Prosedur Penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini dilakukan identifikasi masalah dan studi literatur. Tahapan selanjutnya dilakukan kegiatan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder serta dilakukan eksperimen terhadap sampel air sumur daerah gambut menggunakan proses filtrasi dan adsorpsi. Media yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah kulit durian, kulit durian yang digunakan sudah melalui proses karbonisasi terlebih dahulu. Selanjutnya kulit durian yang sudah dikarbonisasi, di bagi menjadi 2 bagian ada yang di ayak menggunakan ayakan 8 mesh untuk percobaan filtrasi yang terdiri dari pasir, ijuk, kerikil, kain kasa, dan ada yang di ayak menggunakan ayakan 50 untuk percobaan adsorpsi, menggunakan sampel air sumur daerah gambut dari hasil filtrasi dengan variasi massa 10, 30 dan 50 gram, dan diaduk menggunakan jartest dengan kecepatan 100 rpm selama 60 menit. Selanjutnya sampel air yang telah selesai diaduk dapat diuji di laboratorium Jambi Lestari Internasional untuk pengecekan kadar Besi dan warna.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Awal Sampel Air Sumur Daerah Gambut

Sampel air sumur daerah gambut yang diambil untuk dilakukan pengujian yaitu sebanyak 1500 ml. Pengujian dilakukan di laboratorium Jambi Lestari Internasional, dengan parameter yang diuji pH, besi, warna. Dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Hasil Uji Awal Sampel Air Sumur Daerah Gambut

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode
Warna	TCU	1159,49	SNI 6989.80:2011
Besi	mg/L	1,529	SNI 6889.84:2019

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2022

Pengambilan sampel air sumur daerah gambut ini dilakukan pada tanggal 14 juli 2022 dimana mulai memasuki musim hujan yang mana dapat mempengaruhi hasil uji parameter air yang terkandung dalam air sumur daerah gambut.

Proses Penyaringan Air Sumur Daerah Gambut Menggunakan Pasir Lambat

Penelitian ini menggunakan filter pasir lambat dengan tipe multi media bekerja dengan cara pembentukan lapisan biofilm di beberapa milimeter bagian atas lapisan, . Pada proses penyaringan dilakukan pengamatan dan perhitungan laju aliran (*flowrate*) yang mulai dari air baku dimasukkan ke dalam batch sampai air melalui media filter berupa karbon aktif kulit durian.

Hasil perhitungan adalah: Kecepatan aliran pipa (V) identik dengan pendekatan laju aliran (*flowrate*)

$$V = \frac{V_a}{\varepsilon}$$

$$\text{Laju aliran (Flowrate)}(V_a) = \frac{\text{debit}}{\text{luas permukaan bak}} = \frac{25 \text{ ltr}}{86 \text{ dtk}}$$

$$= \frac{25 \text{ ltr} / 86 \text{ dtk}}{(20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm})}$$

$$= \frac{0,29 \text{ ltr} / \text{dtk}}{(0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m})}$$

$$= \frac{0,29 \text{ ltr} / \text{dtk}}{0,04 \text{ m}^2} = 7,25 \text{ ltr} / \text{dtk} / \text{m}^2$$

Table 3.2 hasil hasil uji filtrasi karbon aktif kulit durian

No	Parameter	Cin	Cout	Satuan	Metode
1	Warna	1159,49	700,94	TCU	SNI 6989.80:2011
2	Besi	1,529	1,228	Mg/L	SNI 6889.84:2019

Dari hasil table 3.2 menunjukkan adanya perubahan konsentrasi air baku (Cin) dengan konsentrasi akhir (Cout) atau outlet filtrasi nilai parameter warna Cin 1159,49 TCU dan menjadi 700,94 TCU artinya terjadi penurunan konsentrasi warna sebesar 39%. Nilai parameter besi Cin 1,529 mg/l menjadi 1,228 mg/l artinya terjadi penurunan yang kurang signifikan dengan konsnetrasi besi sebesar 19,69%. Nilai parameter pH Cin 4,59 menjadi 8,21 artinya pH pada air hasil filtrasi masih normal.

Efektivitas Reduksi Parameter Air Sumur Daerah Gambut

Massa adsorben merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, penggunaan massa adsorben dalam jumlah yang tepat akan mempengaruhi efisiensi penyisihan. Pada penelitian ini digunakan massa adsorben dengan variasi 10 gr; 30 gr dan 50 gr dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit.

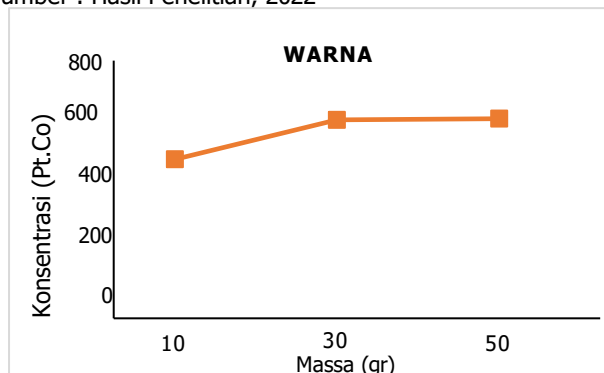
Efektivitas Reduksi Parameter Warna

Bahan adsorben yaitu berupa kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi hal tersebut juga dapat dimanfaatkan dalam penurunan kadar warna pada air gambut. Pengaruh massa adsorben kulit durian, dilakukan eksperimen dengan variasi massa adsorben yaitu 10 gr/500 ml, 30 gr/500 ml, dan 50 gr/500 ml, dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit. Adsorben yang digunakan yaitu adsorben kulit durian.

Tabel 3.3 Hasil Uji Laboratorium Reduksi Parameter Warna.

Massa (gr)	Konsentrasi Awal Warna (mg/l)	Konsentrasi Akhir Warna (mg/l)	Efektivitas Reduksi
10	700.94	493.43	29.60%
30	700.94	616.03	12.11%
50	700.94	619.66	11.60%

Sumber : Hasil Penelitian, 2022



Dari Grafik terlihat pada kurva efektivitas, adsorben kulit durian menunjukkan penurunan kandungan warna. Dapat dijelaskan sebagai berikut, Adsorben dengan massa 10 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Warna sebesar 700.94 menjadi 493.43 Pt.Co hal ini terjadi penurunan terhadap kadar warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi 29.60%; Adsorben non aktivasi dengan massa 30 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Warna sebesar 700.94 menjadi 616.03 Pt.Co hal ini terjadi penurunan terhadap kadar warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi 12.11%; Adsorben non aktivasi dengan massa 50 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Warna sebesar 700.94 menjadi 619.66 Pt.Co hal ini terjadi penurunan terhadap kadar warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi 11.60%;

Berdasarkan hasil uji lab adsorben kulit durian cocok untuk digunakan dalam penurunan kadar warna pada air sumur daerah gambut, dikarenakan dapat menurunkan kadar warna yang sangat signifikan pada air sumur daerah gambut.

Efektivitas Reduksi Parameter Besi

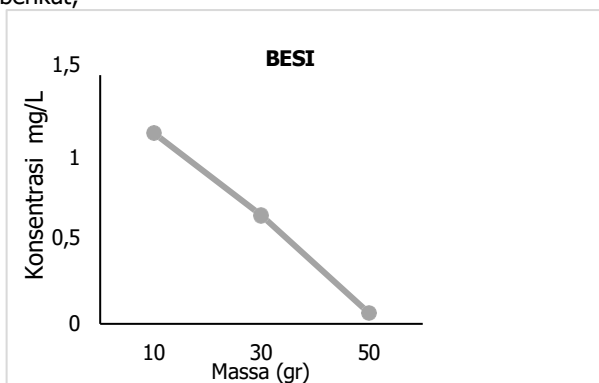
Pengaruh massa adsorben kulit durian, dilakukan eksperimen dengan variasi massa adsorben yaitu 10 gr/500 ml, 30 gr/500 ml, dan 50 gr/500 ml, dengan kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit. Adsorben yang digunakan yaitu adsorben kulit durian.

Tabel 3.4 Hasil Uji Laboratorium Reduksi Parameter Besi

Massa (gr)	Konsentrasi Awal Besi(mg/l)	Konsentrasi Akhir Besi(mg/l)	Efektivitas Reduksi
10	1.228	1.15	6.35%
30	1.228	0.655	46.66%
50	1.228	<0.0652	94.69%

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan tabel 3.4 diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut;



Dari Grafik terlihat pada kurva efektivitas, adsorben kulit durian menunjukkan penurunan kandungan besi. Dapat dijelaskan sebagai berikut. Adsorben aktivasi dengan massa 10 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Besi sebesar 1.228 menjadi 1.15 Mg/L hal ini terjadi peningkatan terhadap kadar warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi 6.35%; Adsorben aktivasi dengan massa 30 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Besi sebesar 1.228 menjadi 0.655 Mg/L hal ini terjadi peningkatan terhadap kadar

warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi -46.66%; Adsorben aktivasi dengan massa 50 gr/500 ml, dimana konsentrasi awal Besi sebesar 1.228 menjadi <0.0652 Mg/L hal ini terjadi peningkatan terhadap kadar warna dari sebelumnya, sehingga persentase efisiensi meningkat menjadi 94.69%;

Mekanisme Adsorpsi Menggunakan Model Langmuir Dan Freundlich

Analisis adsorpsi isotherm dilakukan untuk mengamati adsorpsi yang terjadi pada adsorben kulit durian. Isotherm adsorpsi menggunakan metode *langmuir* dan *freundlich*, model isotherm adsorpsi yang terjadi pada adsorben kulit durian dalam menyisihkan parameter air sumur daerah gambut dapat dilihat dengan melakukan pengujian persamaan regresi linear *isotherm langmuir* dengan cara menghubungkan antara nilai konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (C_e) serta konsentrasi adsorbat saat kesetimbangan perbanyaknya zat yang terserap per satuan adsorben (C_e/Q_e) dan *isotherm freundlich* yaitu dengan memplotkan antara C_{in}, C_e dan $\log C_e$ sehingga diperoleh persamaan garis dan linear. Massa yang digunakan pada adsorben sebanyak 10, 30, dan 50 gram.

Warna

Perhitungan isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* adsorben kulit durian dalam menyisihkan parameter air sumur daerah gambut terdapat pada tabel 3.4 dan 3.5.

Tabel 3.4 Perhitungan *Isotherm Langmuir* Pada Adsorben Kulit durian Terhadap Parameter warna

Massa	C_{in} (mg/l)	C_e (mg/l)	Q_e (mg/g)	C_e/Q_e
10	700.94	493.43	10.376	47.557
30	700.94	616.03	1.415	435.306
50	700.94	619.66	0.813	762.377

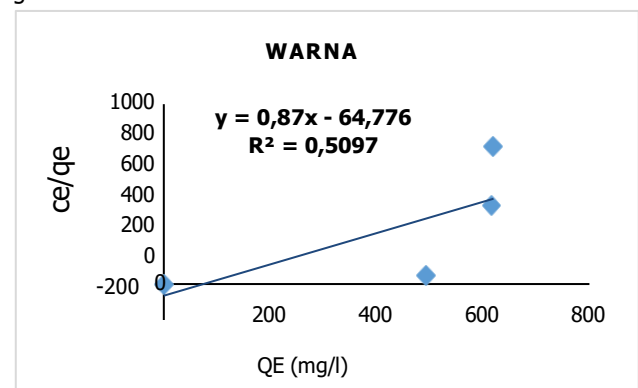
Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Tabel 3.5 Perhitungan *Isotherm Freundlich* Pada Adsorben Kulit durian Terhadap Parameter warna

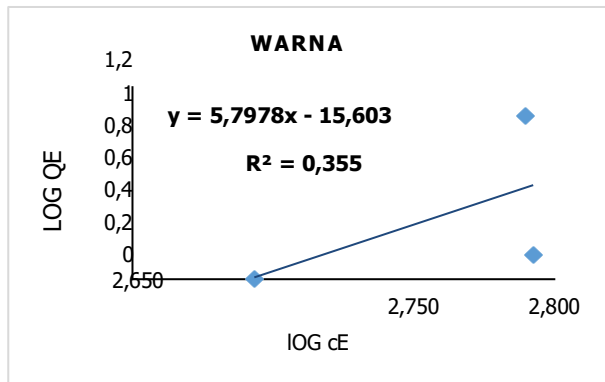
Massa	C_{in} (mg/l)	C_e (mg/l)	$\log C_e$	$\log Q_e$
10	700.94	493.43	2.693	1.016
30	700.94	616.03	2.790	0.151
50	700.94	619.66	2.792	-0.090

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Dari Tabel 3.4 dan 3.5 yang diolah berdasarkan model isotherm *langmuir* dan *freundlich* diperoleh kurva pada gambar 3.2 dan 3.3



Gambar 3.2 *Isotherm Langmuir* Pada adsorben kulit durian Parameter Warna



Gambar 3.3 Isotherm Freundlich Pada adsorben kulit durian Parameter Warna

Dari gambar 3.2 dan 3.3 yang akan diolah berdasarkan model isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Konstanta Isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* Parameter Warna

Model	Parameter	R ²
Langmuir	Q _o	1.149
	b	0.013
	R _L	0.0960
Freundlich	K _f	4,009x10 ¹⁵
	n	0.172
	1/n	5.7978

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Pada Gambar 3.2 dan 3.3 masing-masing menunjukkan persamaan linear *langmuir* sebagai ce versus ce/qe dan persamaan linear *freundlich* pada $\log ce$ versus $\log qe$ berturut-turut untuk adsorben kulit durian non aktivasi. Dari gambar tersebut isotherm adsorpsi lebih sesuai dengan model *langmuir* karena koefisien determinasi (R^2) *langmuir* didapatkan lebih besar daripada model *freundlich*. Koefisien korelasi untuk warna yaitu 0.5097 untuk isotherm *langmuir* dengan adsorben kulit durian dan 0.3556 untuk isotherm *freundlich* dengan adsorben kulit durian.

Dimana untuk model *langmuir* pada adsorben kulit durian nilai $RL < 1$ yaitu 0,0960 nilai $RL < 1$. Untuk model *Freundlich* pada adsorben kulit durian nilai $1/n < 1$ yaitu 5,7978 hal ini menunjukkan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan sisi bersifat heterogen, yaitu adanya perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap sisi.

Besi

Perhitungan isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* adsorben kulit durian dalam menyisihkan parameter air sumur daerah gambut terdapat pada tabel 3.7 dan 3.8.

Tabel 3.7 Perhitungan Isotherm *Langmuir* Pada Adsorben Kulit durian Terhadap Parameter besi

Massa	Cin (mg/l)	Ce (mg/l)	Qe (mg/g)	Ce/Qe
10	1.228	1.189	0.0020	609.744
30	1.228	0.83	0.0066	125.126
50	1.228	0.135	0.0109	12.351

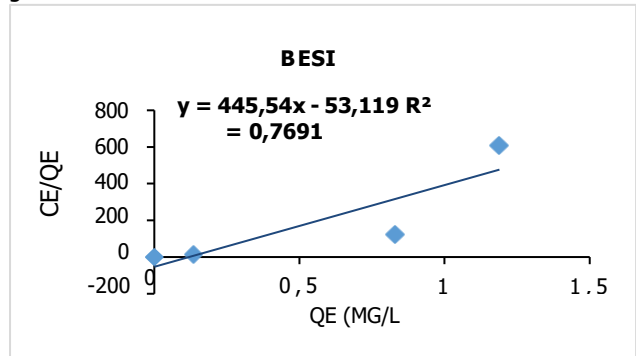
Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Tabel 3.8 Perhitungan Isotherm Freundlich Pada Adsorben Kulit durian Terhadap Parameter besi

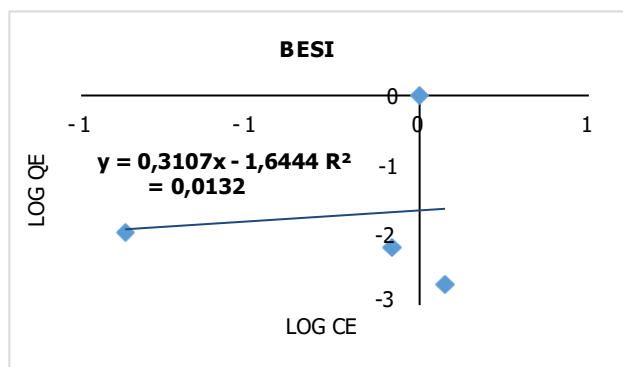
Massa	Cin (mg/l)	Ce (mg/l)	Log Ce	Log Qe
10	1.228	1.189	0.075	-2.710
30	1.228	0.83	-0.081	-2.178
50	1.228	0.135	-0.870	-1.961

Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Dari Tabel 3.7 dan 3.8 yang diolah berdasarkan model isotherm *langmuir* dan *freundlich* diperoleh kurva pada gambar 3.4 dan 3.5



Gambar 3.4 Isotherm Langmuir Pada adsorben kulit durian Parameter Besi



Gambar 3.5 Isotherm Freundlich Pada adsorben kulit durian Parameter Besi

Dari gambar 3.4 dan 3.5 yang akan diolah berdasarkan model isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 3.6.

Tabel 3.9 Konstanta Isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* Parameter Besi.

Model	Parameter	R ²
Langmuir	Q _o	0.0022
	b	8.388
	R _L	0.0885
Freundlich	K _f	44.096
	n	3.219
	1/n	0.3107

Sumber : Hasil Penelitian, 2022.

Pada gambar 3.4 dan 4.5 masing-masing menunjukkan persamaan linear *langmuir* sebagai ce versus ce/qe dan persamaan linear *freundlich* pada $\log ce$ versus $\log qe$ berturut-turut untuk adsorben kulit durian aktivasi. Dari gambar tersebut isotherm adsorpsi lebih sesuai dengan model *langmuir* karena koefisien determinasi (R^2) *langmuir* didapatkan lebih besar daripada model *freundlich*. Koefisien korelasi untuk pH yaitu 0.7691

untuk isotherm *langmuir* dengan adsorben kulit durian dan 0.0132 untuk isotherm *freundlich* dengan adsorben kulit durian. Dimana untuk model *langmuir* pada adsorben kulit durian nilai $RL < 1$ yaitu 0,0885. Untuk model Freundlich pada adsorben kulit durian nilai $1/n < 1$ yaitu 0,3107 hal ini menunjukkan bahwa proses penyerapan terjadi pada satu lapisan permukaan (*monolayer*).

Kesimpulan

Penyisihan konsentrasi parameter Fe dan Warna menggunakan adsorben kulit durian dengan massa 10 gr, 30 gr, dan 50 gr, massa yang paling efektif adalah massa adsorben yang 50 gr; Penyisihan konsentrasi parameter Besi dan Warna menggunakan adsorben kulit durian menunjukkan mampu menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur daerah gambut dengan massa adsorben 50 gr dengan persentase tertinggi yaitu sebesar 89,01%, sedangkan untuk parameter warna hanya sebagian yang mampu termurnikan pada massa adsorben 10 gr/L;

Saran

Sebaiknya air gambut yang dimanfaatkan lebih memiliki tingkat warna yang lebih pekat yaitu berwarna merah kecoklatan, hal tersebut dapat dilihat lebih signifikan apabila memanfaatkan jenis adsorben dari jenis apa saja dikarenakan tingkat suspended solid yang lebih tinggi sehingga adsorben mampu mengikat flok-flok yang tersisa pada air gambut lebih baik.

Daftar Pustaka

- Apriani, R., Diah Faryuni, I., Wahyuni, D., Kunci, K., Aktif, K., Durian, K., Hidroksida, K., & Fe, A. (2013). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut. *Jurnal Prisma Fisika*, 1(2), 82–86.
- Bella, A. sinam, Marlina, S., & Santoso, A. I. (2022). Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Sederhana di Kecamatan Sabangau Kelurahan Bangkirai Kota Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 56–62. <https://doi.org/10.33084/mitl.v7i2.3554>
- Indah Murwani Yulianti, Wibowo Nugroho Jati, J. A. P. B. (2019). Potensi Arang Aktif dari Kulit Buah Durian (Durio Zibethinus Murr.) dengan Aktivator NaOH sebagai Penjernih Air Sumur. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 3(3), 117–124. <https://doi.org/10.24002/biota.v3i3.1901>
- Kalsum, S. U., & Indro, I. (2020). Pemanfaatan Limbah Udang (Kitosan) Sebagai Koagulan Alami Dalam Penurunan Parameter Air Gambut. *Jurnal Daur Lingkungan*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.33087/daurling.v3i1.35>
- Kusnadi, (2010). Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum. Jakarta.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2015). Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Adsorben Biodegradable Limbah Domestik Cair. *Faktor Exacta*, 8(1), 75–78.
- Wahyuni, I., & Fathoni, R. (2019). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Variasi Waktu Aktivasi. *Jurnal Chemurgy*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.30872/cmng.v3i1.2776>