

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Uji Proksimat



Analisis Proximate

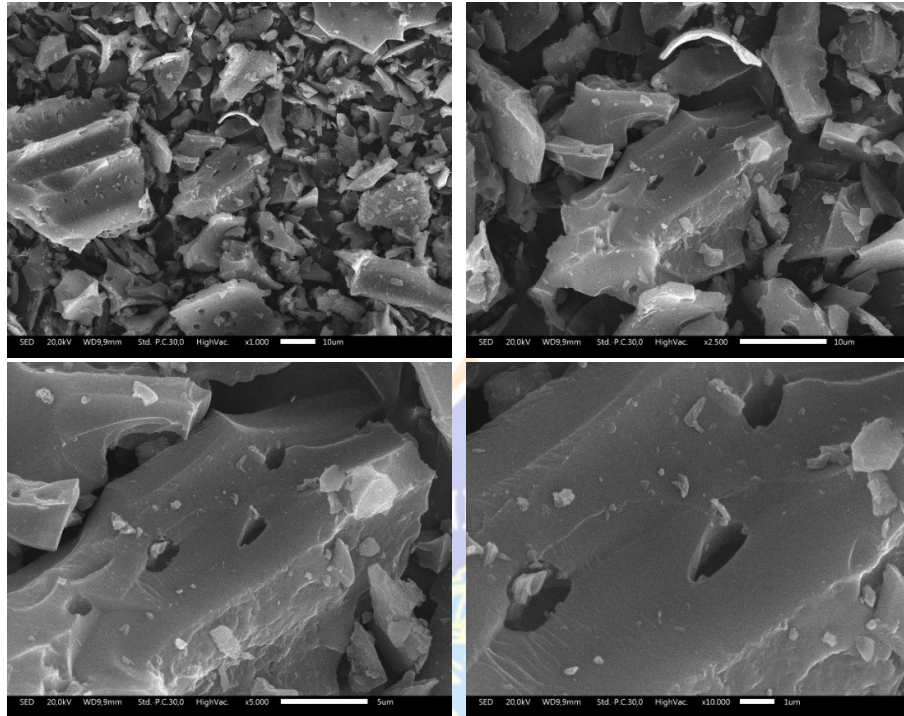
Name	Initial Mass	Moisture Mass	Volatile Mass	Ash Mass	Moisture	Volatile	Ash	Fixed Carbon	Method	Location	Analysis Date
Arang kayu tanpa aktivasi	1.0148	0.9246	0.7565	0.0453	8.88	16.56	4.47	70.09	ASTM D5142 Moisture Volatile Ash	1	3/7/2012 8:04:13 AM
Arang Kayu Kopi dengan Aktivasi	1.0008	0.9077	0.7375	0.0378	9.29	17.01	3.77	69.93	ASTM D5142 Moisture Volatile Ash	2	3/7/2012 8:04:13 AM

Element	Average	Std. Deviation	RSD	Count
Initial Mass	1.0078	0.010	0.982	2
Moisture	9.09	0.292	3.217	2
Volatile	16.79	0.313	1.866	2
Ash	4.12	0.491	11.93	2
Fixed Carbon	70.01	0.114	0.163	2

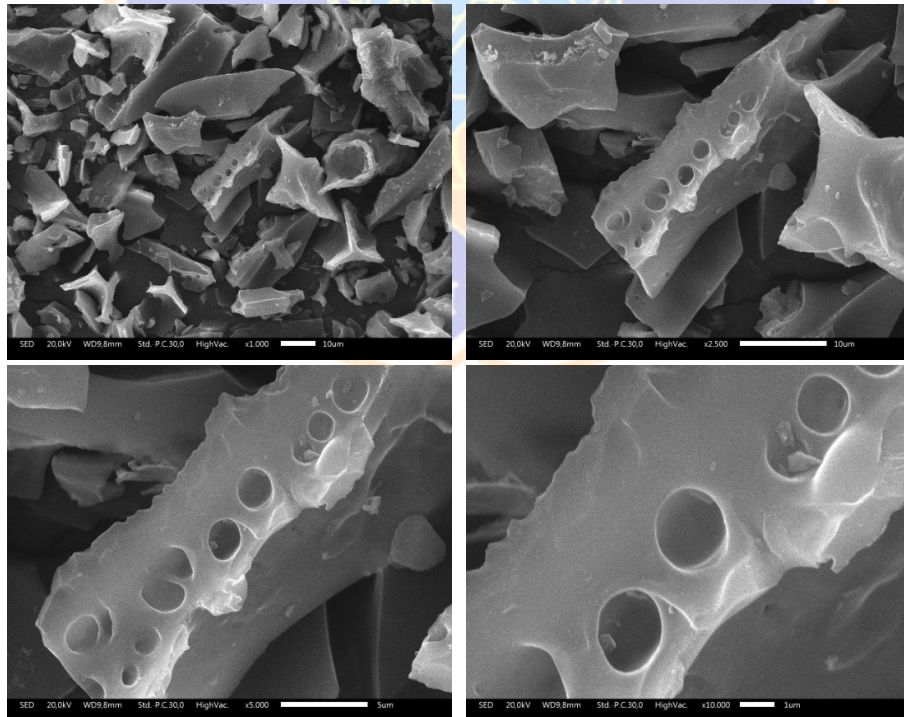


Lampiran 2. Data Hasil Morfologi

a. Morfologi Arang Tanpa Aktivasi



b. Morfologi Arang Yang Diaktivasi Dengan NaOH



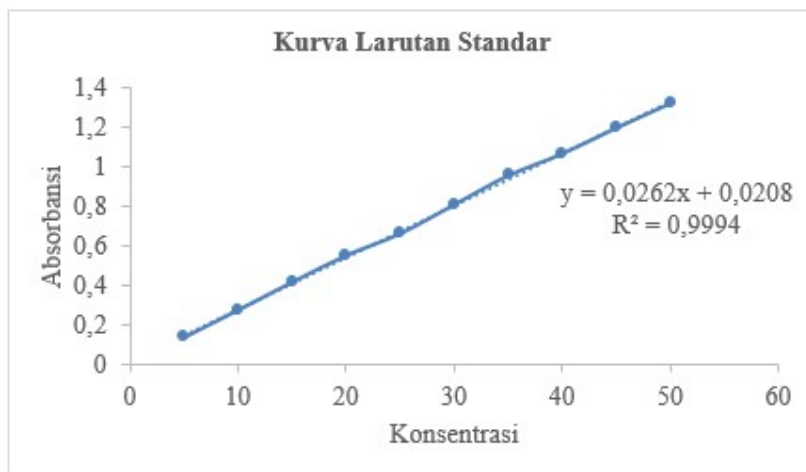
Lampiran 3. Penentuan Konsentrasi

Kurva Larutan Standar

$\lambda_{\max} = 597,4 \text{ nm}$

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
5	0,142
10	0,279
15	0,42
20	0,554
25	0,664
30	0,81
35	0,956
40	1,066
45	1,196
50	1,319

Berdasarkan data yang diberikan, kurva larutan standar dihasilkan untuk menetapkan persamaan linier yang akan digunakan untuk menghitung konsentrasi (C) pewarna *Remazol Black B*. Kurva larutan konvensional dihasilkan dengan membuat grafik konsentrasi larutan pewarna *Remazol Black B* terhadap serapan pewarna, yang ditentukan menggunakan Spektrofotometer UV -Vis.



$$R^2 = 0,9994$$

$$y = 0,0262x + 0,0208$$

Persamaan yang diberikan digunakan untuk menghitung konsentrasi Cobalt (Co) atau Cerium (Ce) dalam pewarna *Remazol Black B*. Ilustrasi informasi durasi kontak untuk arang non-aktif.

t (menit)	Abs	Av Abs	Ce (mg/L)
20	1,302	1,302	48,90076336
	1,301		
40	1,292	1,292	48,51908397
	1,292		
60	1,291	1,292	48,51908397
	1,292		
80	1,284	1,284	48,21375046
	1,285		
100	1,284	1,284	48,21375046
	1,284		
120	1,271	1,272	47,75572519
	1,272		
140	1,266	1,266	47,52671756
	1,266		
160	1,238	1,238	46,45801527
	1,237		
180	1,236	1,236	46,38167939
	1,236		
200	1,234	1,234	46,30534351
	1,234		

*Contoh penentuan Ce pada waktu kontak 20 menit.

$$y = 0,0262x + 0,0208$$

Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan nilai Ce, dimana y mewakili serapan dan x mewakili konsentrasi.

$$x = \frac{y - 0,0208}{0,0262}$$

$$x = \frac{1,302 - 0,0208}{0,0262} = 48,90076336 \text{ mg/L}$$

Lampiran 4. Penentuan Efisiensi

*Data waktu kontak optimum

Waktu Kontak (menit)	Tidak Teraktivasi			Teraktivasi NaOH		
	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)
20	59,130	48,901	17,299	59,130	41,611	29,628
40	59,130	48,519	17,945	59,130	40,465	31,565
60	59,130	48,519	17,945	59,130	39,931	32,468
80	59,130	48,214	18,461	59,130	39,702	32,855
100	59,130	48,214	18,461	59,130	39,549	33,114
120	59,130	47,755	19,235	59,130	39,435	33,307
140	59,130	47,527	19,623	59,130	39,206	33,695
160	59,130	46,458	21,430	59,130	38,233	35,341
180	59,130	46,382	21,559	59,130	38,175	35,437
200	59,130	46,305	21,688	59,130	38,061	35,631

Ket:

Co: konsentrasi *Remazol Black B* sebelum diadsorpsi (mg/L)

Ce: konsentrasi *Remazol Black B* sesudah diadsorpsi (mg/L)

%E: efisiensi adsorpsi zat *Remazol Black B*(%)

Nilai efisiensi waktu kontak 20 menit dapat diperoleh melalui persamaan:

$$\%E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{59,130 - 48,901}{59,130} \times 100\% = 17,299 \%$$

*Data pH optimum

pH	Tidak Teraktivasi			Teraktivasi NaOH		
	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)
7	59,130	46,420	21,495	59,130	37,794	36,083
8	59,130	48,443	18,074	59,130	38,710	34,534
9	59,130	50,084	15,300	59,130	40,504	31,500
10	59,130	51,572	12,781	59,130	41,343	30,080
11	59,130	51,954	12,135	59,130	41,840	29,241

Ket:

Co: konsentrasi *Remazol Black B* sebelum diadsorpsi (mg/L)

Ce: konsentrasi *Remazol Black B* sesudah diadsorpsi (mg/L)

%E: efisiensi adsorpsi zat *Remazol Black B*(%)

Nilai efisiensi pH 7 dapat diperoleh melalui persamaan:

$$\%E = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{59,130 - 46,420}{59,130} \times 100\% = 21,495 \%$$

*Data konsentrasi optimum

Konsentrasi	Tidak Teraktivasi			Teraktivasi NaOH		
	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	%E (%)
10	9,855	8,672	12,006	9,855	5,008	49,187
20	20,351	17,603	13,503	20,351	10,237	49,700
30	30,122	25,962	13,811	30,122	15,084	49,924
40	39,893	34,206	14,256	39,893	19,588	50,900

50	49,550	42,107	15,021	49,550	24,244	51,071
60	59,130	49,664	16,008	59,130	27,908	52,801
70	65,390	53,862	17,628	65,390	31,534	51,774
80	71,460	59,168	17,199	71,458	34,779	51,330

Ket:

C_o : konsentrasi *Remazol Black B* sebelum diadsorpsi (mg/L)

C_e : konsentrasi *Remazol Black B* sesudah diadsorpsi (mg/L)

%E: efisiensi adsorpsi zat *Remazol Black B*(%)

Nilai efisiensi konsentrasi 10 ppm dapat diperoleh melalui persamaan:

$$\%E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,854961832 - 8,671755725}{9,854961832} \times 100\% = 12,00619675 \%$$



Lampiran 5. Pola Isoterm, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi

a. Pola Isoterm Adsorpsi

*Data untuk arang tidak teraktivasi

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Ca (Co-Ce)	X (gr)	V (mL)	Qe (mg/g)	Ce/Qe (mg/L)	Log Qe	Log Ce
9,855	8,672	1,183	0,2	0,025	0,148	58632,258	-0,830	0,938
20,351	17,603	2,748	0,2	0,025	0,343	51244,444	-0,464	1,246
30,122	25,962	4,160	0,2	0,025	0,520	49922,936	-0,284	1,414
39,900	34,206	5,687	0,2	0,025	0,711	48118,121	-0,148	1,534
49,550	42,107	7,443	0,2	0,025	0,930	45259,487	-0,031	1,624
59,130	49,664	9,466	0,2	0,025	1,183	41974,193	0,073	1,700
65,390	53,862	11,526	0,2	0,025	1,441	37382,781	0,159	1,731
71,458	59,168	12,290	0,2	0,025	1,536	38514,286	0,186	1,772

Ket:

Co: konsentrasi *Remazol Black B* sebelum diadsorpsi (mg/L)

Ce: konsentrasi *Remazol Black B* sesudah diadsorpsi (mg/L)

Ca: konsentrasi zat warna yang teradsorpsi (mg/L)

X: massa adsorben (g)

V: volume adsorbat (L)

Qt: zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g)

*Penentuan Qe dari data konsentrasi 9,855 mg/L sebagai contoh

$$Q_e \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{Ca \left(\frac{mg}{L} \right) \times V (L)}{g}$$

$$Q_e \left(\frac{mg}{g} \right) = \frac{1,183 \times 0,025}{0,2}$$

$$Q_e \left(\frac{mg}{g} \right) = 0,148 \text{ mg/g}$$

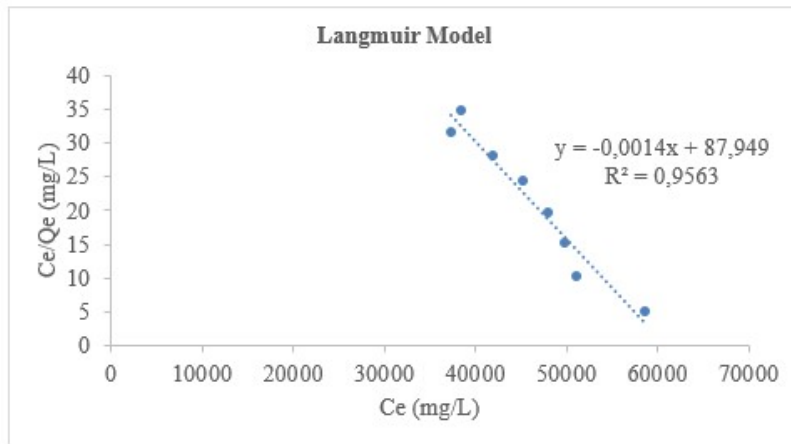
*Penentuan Ce/Qe

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{8,672 \text{ mg/L} \times 1000}{0,148 \text{ mg/g}}$$

$$\frac{C_e}{Q_e} = 58632,258 \text{ mg/L}$$

Penentuan Log Q_e dan Log C_e dilakukan dengan memasukkan formula

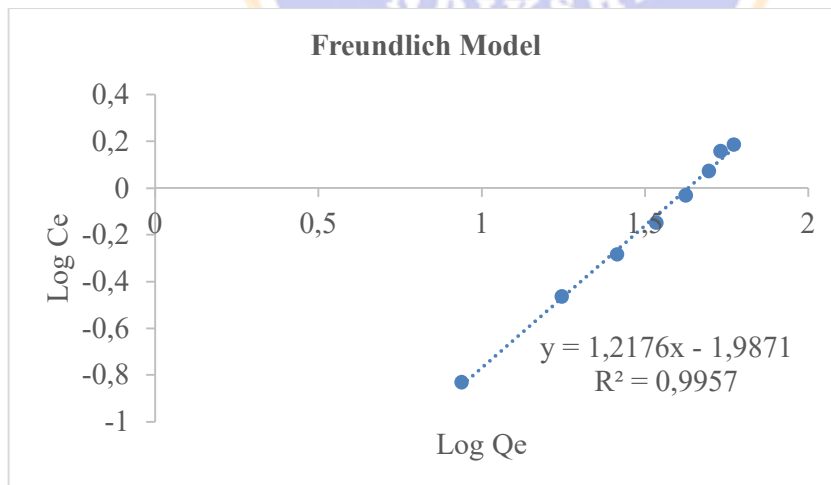
= log (nilai C_e atau Q_e) pada excel.



Dari grafik yang diberikan diperoleh persamaan $y = -0,0014x + 87,949$. Nilai Q_{max} dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan ini:

$$Q_{max} = \frac{1}{87,949}$$

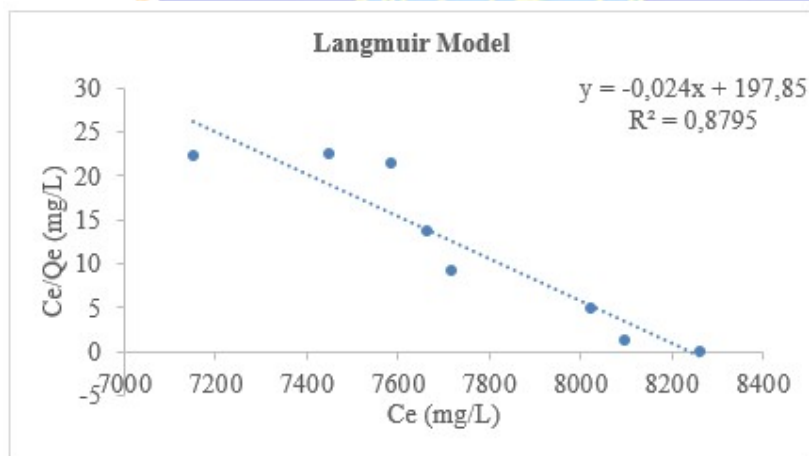
$$Q_{max} = 1,137 \times 10^{-2} \text{ mg/g}$$



$$Q_{max} = \frac{1}{1,9871} = 5,03 \times 10^{-1} \text{ mg/g}$$

*Data untuk arang teraktivasi NaOH

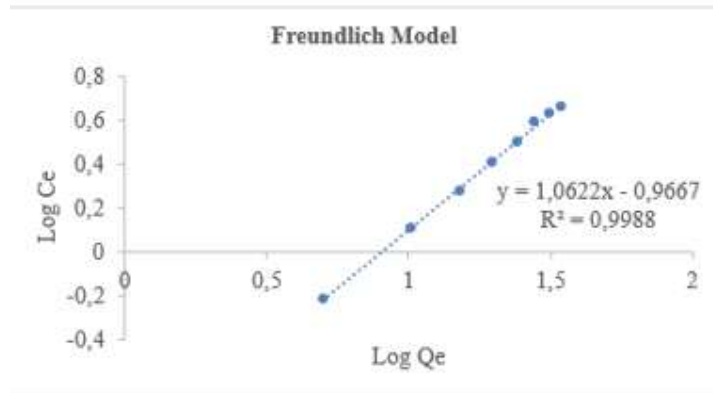
Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Ca (Co-Ce)	X (gr)	V (mL)	Qe (mg/g)	Ce/Qe (mg/L)	Log Qe	Log Ce
9,855	5,008	4,847	0,2	0,025	0,606	8264,567	- 0,218	0,700
20,351	10,237	10,114	0,2	0,025	1,264	8096,604	0,102	1,010
30,122	15,084	15,038	0,2	0,025	1,880	8024,365	0,274	1,178
39,900	19,588	20,305	0,2	0,025	2,538	7717,293	0,404	1,292
49,550	24,244	25,305	0,2	0,025	3,163	7664,555	0,500	1,385
59,130	27,908	31,221	0,2	0,025	3,903	7151,100	0,591	1,446
65,390	31,534	33,855	0,2	0,025	4,232	7451,635	0,626	1,500
71,460	34,779	36,679	0,2	0,025	4,585	7585,432	0,661	1,541



Penentuan Qmax

$$Q_{max} = \frac{1}{197,85}$$

$$Q_{max} = 5 \times 10^{-3} \text{ mg/g}$$



Penentuan Q_{max}

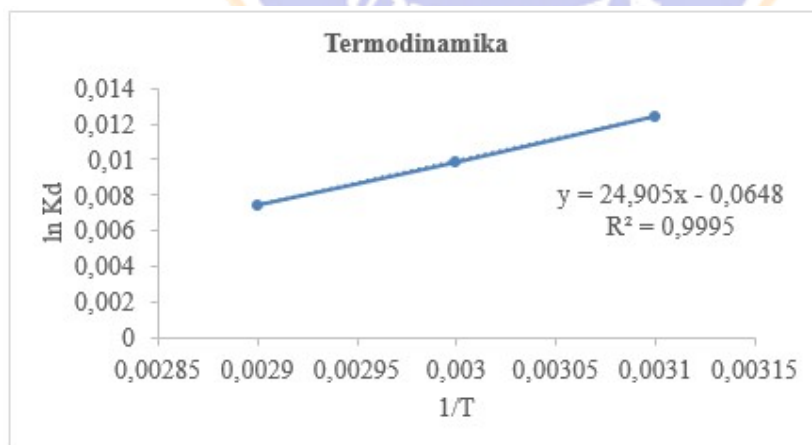
$$Q_{max} = \frac{1}{0,9667}$$

$$Q_{max} = 10,34 \times 10^{-1} \text{ mg/g}$$

b. Termodinamika Adsorpsi

*Tanpa Aktivasi

T (K)	1/T (K ⁻¹)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Ca (Co- Ce)	Qe (mg/g)	Ln Kd	ΔG° (J/mol)	ΔS° (J/mol)	ΔH° (J/mol)
323	0,0031	59,1297	53,786	5,3435	0,668	-0,012	11785,18	0,538	-207,06
333	0,003	59,1297	54,816	4,3129	0,539	-0,010	12795,76		
343	0,0029	59,1297	55,809	3,3206	0,415	-0,007	13976,85		



*Aktivasi NaOH

T (K)	1/T (K ⁻¹)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Ca (Co- Ce)	Qe (mg/g)	Ln Kd	ΔG°(J/mol)	ΔS° (J/mol)	ΔH° (J/mol)
323	0,003	59,130	49,32	9,81	1,226	- 0,025	9921,20	0,58	-254,33
333	0,003	59,130	50,62	8,51	1,064	- 0,021	10693,135		
343	0,003	59,130	51,42	7,71	0,963	- 0,019	11341,10		

Ket:

Kd = koefisien distribusi adsorpsi

ΔG° = energi bebas Gibbs

ΔS° = entropi

ΔH° = entalpi

*Penentuan Kd

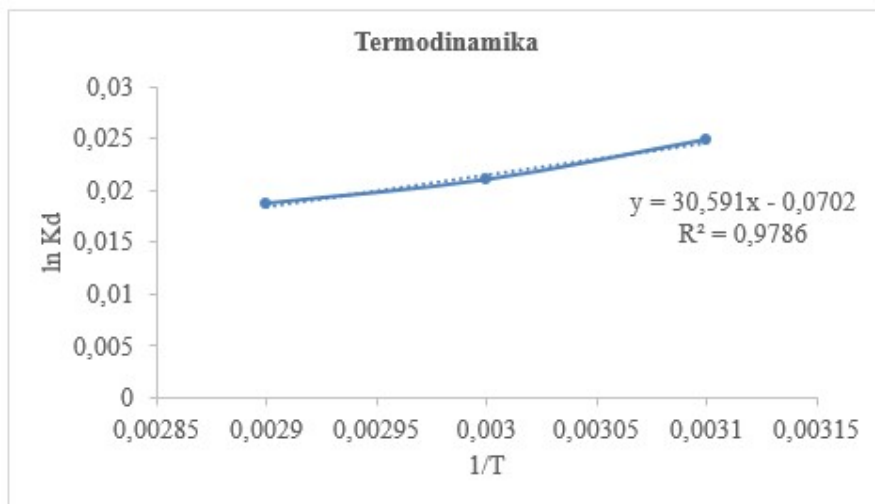
$$Kd = \frac{Qe}{Ce}$$

$$Kd = \frac{1,226}{49,32} = 0,0248$$

*Penentuan ΔG°

$$\Delta G^\circ = (-8,314 \times 323) \times \ln(0,0248)$$

$$\Delta G^\circ = 9921,202 \text{ (J/mol)}$$



*Penentuan ΔS°

$$\Delta S^\circ = 0,0702 \times 8,314 = 0,58 \text{ (J/mol)}$$

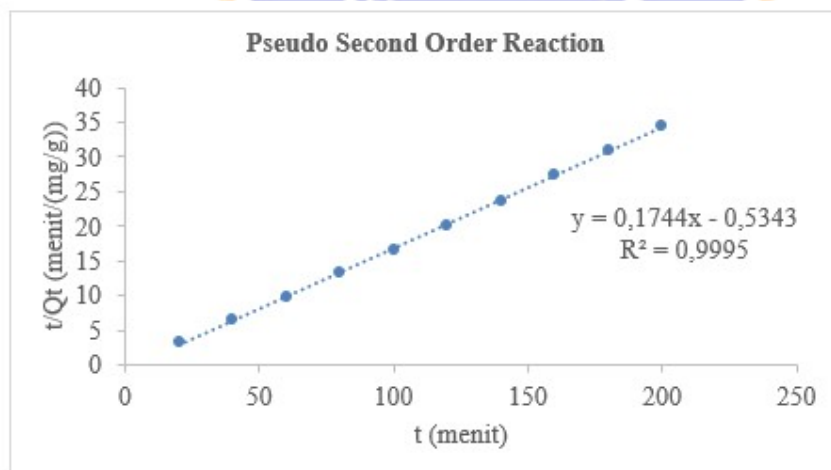
*Penentuan ΔH°

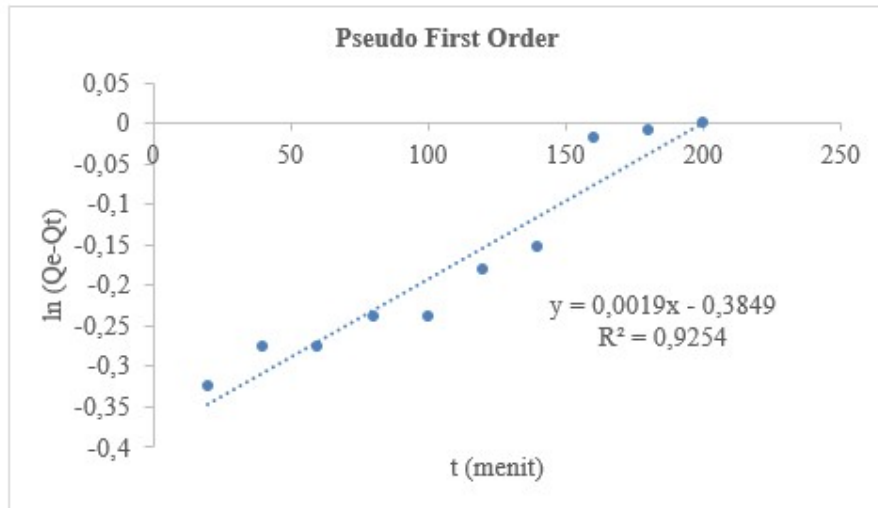
$$\Delta H^\circ = -(30,591 \times 8.314) = -254,33 \text{ (J/mol)}$$

c. Kinetika Adsorpsi

*Arang Tanpa Aktivasi

t (menit)	Ce (mg/L)	Qt (mg/g)	Qe (mg/g)	ln (Qe-Qt)	t/Qt (mnt/(mg/g))
20	48,90076336	6,11259542	5,788167939	-0,324427481	3,271932563
40	48,51908397	6,064885496	5,788167939	-0,276717557	6,595342983
60	48,51908397	6,064885496	5,788167939	-0,276717557	9,893014475
80	48,21374046	6,026717557	5,788167939	-0,238549618	13,27422419
100	48,21374046	6,026717557	5,788167939	-0,238549618	16,59278024
120	47,75572519	5,969465649	5,788167939	-0,18129771	20,10230179
140	47,52671756	5,940839695	5,788167939	-0,152671756	23,56569226
160	46,45801527	5,807251908	5,788167939	-0,019083969	27,55175813
180	46,38167939	5,797709924	5,788167939	-0,009541985	31,04674128
200	46,30534351	5,788167939	5,788167939	0	34,55324761





*Arang Teraktivasi NaOH

t (menit)	Ce (mg/L)	Qt (mg/g)	Qe (mg/g)	ln (Qe-Qt)	t/Qt (mnt/(mg/g))
20	41,61068702	5,201335878	4,58110687	-0,620229008	3,845166025
40	40,46564885	5,058206107	4,58110687	-0,477099237	7,907941898
60	39,93129771	4,991412214	4,58110687	-0,410305344	12,02064615
80	39,70229008	4,96278626	4,58110687	-0,381679389	16,11997693
100	39,54961832	4,94370229	4,58110687	-0,36259542	20,22775526
120	38,90076336	4,86259542	4,58110687	-0,28148855	24,67817896
140	38,59541985	4,824427481	4,58110687	-0,243320611	29,01898734
160	38,36641221	4,795801527	4,58110687	-0,214694656	33,36251492
180	37,75572519	4,719465649	4,58110687	-0,138358779	38,13991104
200	36,64885496	4,58110687	4,58110687	0	43,65757134

Ket:

t = waktu

Ce = konsentrasi zat warna *Remazol Black B* pada waktu ke-t (mg/L)

Q_t = zat warna yang teradsorpsi oleh adsorben pada waktu ke-t (mg/g)

Q_e = zat warna yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g)

*Contoh penentuan Q_t pada waktu 20 menit

$$Q_t = \frac{C_e \times V}{\text{massa}}$$

$$Q_t = \frac{41,61068702 \text{ mg/L} \times 0,025L}{0,2\text{gram}}$$

$$Q_t = 5,201335878 \text{ mg/g}$$

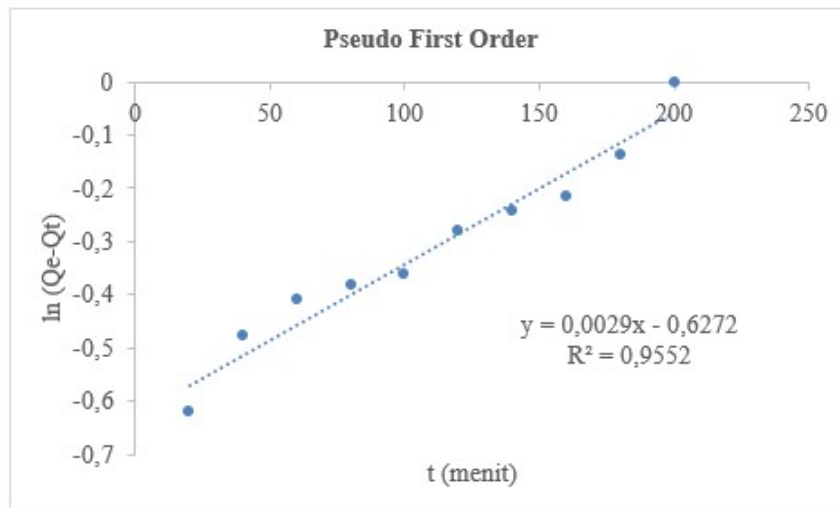
*Contoh penentuan Q_e pada waktu 20 menit

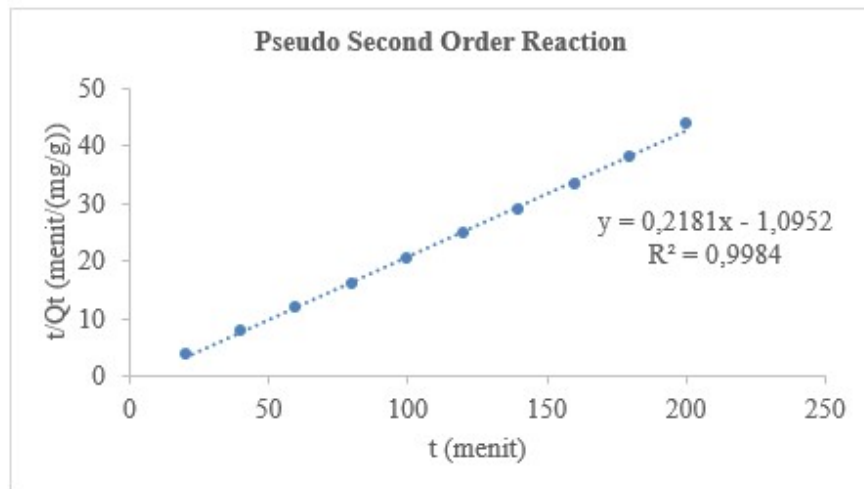
$$Q_e = \frac{C_{\text{setimbang}} \times V}{\text{massa}}$$

$$Q_e = \frac{36,64885496 \text{ mg/L} \times 0,025L}{0,2\text{gram}}$$

$$Q_e = 4,58110687 \text{ mg/g}$$

Dari hasil yang didapatkan, maka dapat diperoleh plot linear antara t/Q_t dan t .





*Penentuan q_e

$$q_e = \frac{1}{0,2181} = 4,585 \text{ mg/g}$$

*Penentuan k_2

$$k_2 = \frac{1}{1,0952 \times 4,585} = 0,199 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \cdot \text{min}$$

*Penentuan h

$$h = \frac{1}{k_2 \times q_e^2}$$

$$h = \frac{1}{0,199 \times (4,585)^2}$$

$$h = 0,24 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \cdot \text{min}$$

Lampiran 6. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan NaOH 0,3 M dan Pengenceran Larutan NaOH 0,05 M

$$M = \frac{\text{massa}}{Mr} \times \frac{1000}{V(\text{mL})}$$

$$0,3 = \frac{\text{massa}}{40 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{massa} = \frac{40 \times 100 \times 0,3}{1000}$$

$\text{massa} = 0,12 \text{ gr}$ (dilarutkan 0,12 gram NaOH ke dalam 100 mL akuades)

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 0,3M = 100 \text{ mL} \times 0,05 M$$

$$V_1 = 16,67 \text{ mL}$$

(larutan NaOH dengan konsentrasi 0,3M diambil sebanyak 16,67 mL dan dilarutkan dalam 100 mL akuades)

2. Pembuatan larutan induk *Remazol Black B* dengan konsentrasi 1000 mg/L, 500 mg/L, dan 100 mg/L

$$\frac{1000 \text{ mg}}{L} = \frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{100 \text{ mg}}{100 \text{ mL}} = \frac{0,1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

Larutan dibuat dengan melarutkan 0,1 gram Remazol Black B dalam 100 mL air suling.

Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 500 mg/L dan 100 mg/L, prosesnya melibatkan pengenceran:

Sebanyak 50 mL diekstraksi dari larutan dengan konsentrasi 1000 mg/L yang dilarutkan dalam 100 mL air suling.

Volume 20 mL diekstraksi dari larutan dengan konsentrasi 500 mg/L, yang diencerkan dalam 100 mL air suling.

3. Pengenceran larutan standar *Remazol Black B*

Untuk larutan standar dibuat dengan metode pengenceran dari larutan induk dengan konsentrasi 100 mg/L. Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 mg/L, larutan diambil sebanyak 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 ; 15 ; 17,5 ; 20 ; 22,5 ; 25 mL. Pembuatan larutan dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50,

60, 70, dan 80 mg/L untuk uji variasi konsentrasi, diambil sebanyak 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, dan 40 mL.

Lampiran 7. Dokumentasi



Arang kayu kopi



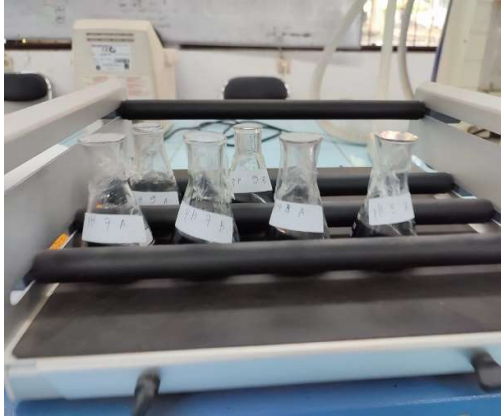
Serbuk arang kayu kopi



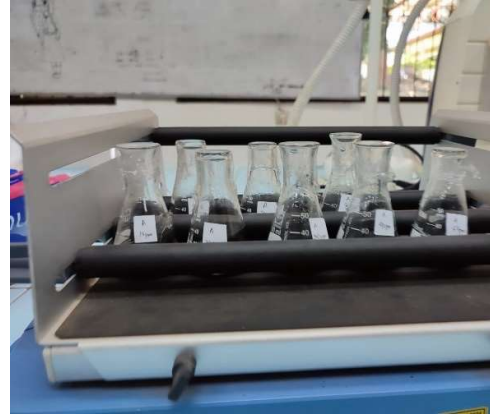
Proses pencucian serbuk arang



Proses homogenisasi zat warna dan adsorben menggunakan *shaker* untuk uji waktu kontak



Proses homogenisasi zat warna dan adsorben menggunakan *shaker* untuk uji pH



Proses homogenisasi zat warna dan adsorben menggunakan *shaker* untuk uji konsentrasi



Proses uji variasi suhu



Sample zat warna yang telah disaring, untuk selanjutnya disentrifugasi