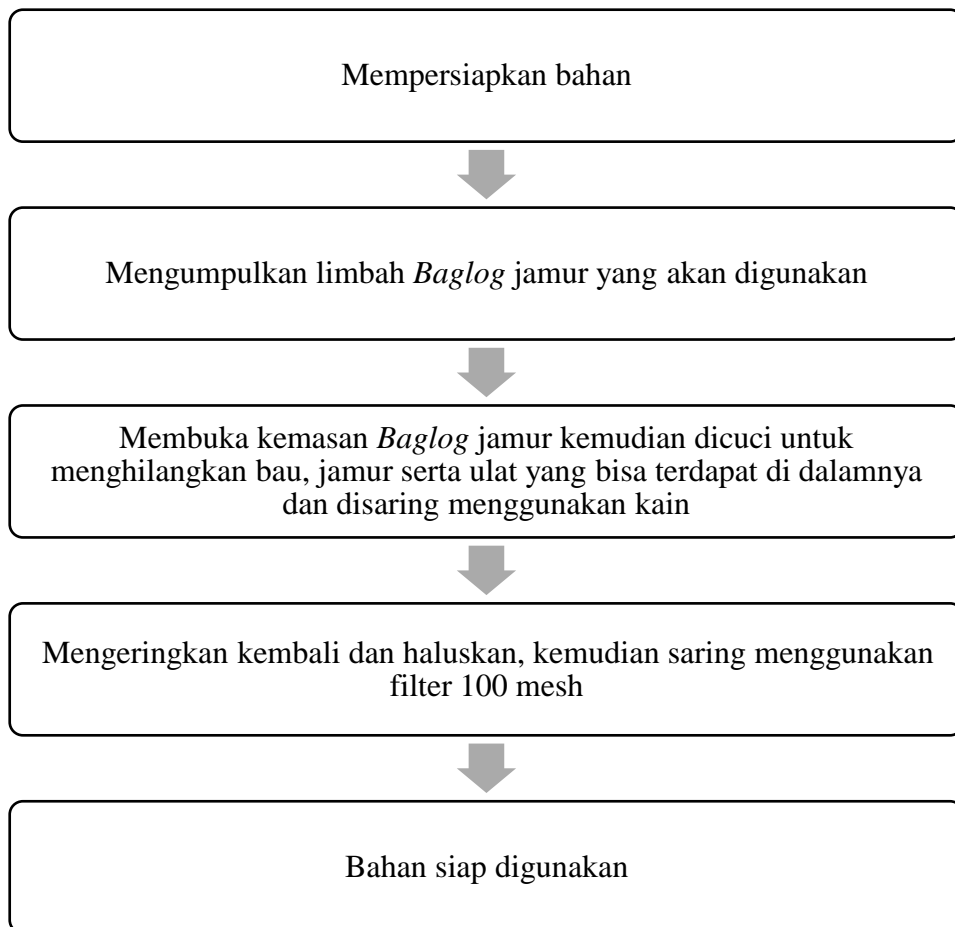


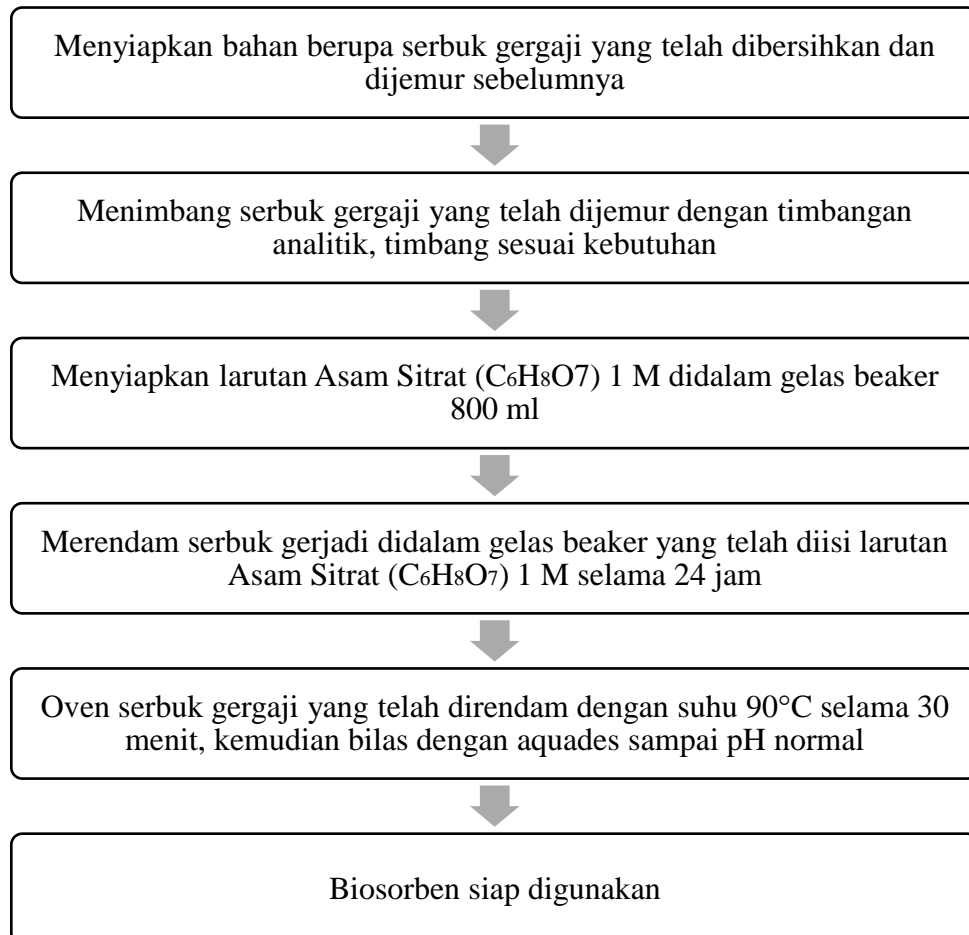
LAMPIRAN

LAMPIRAN I

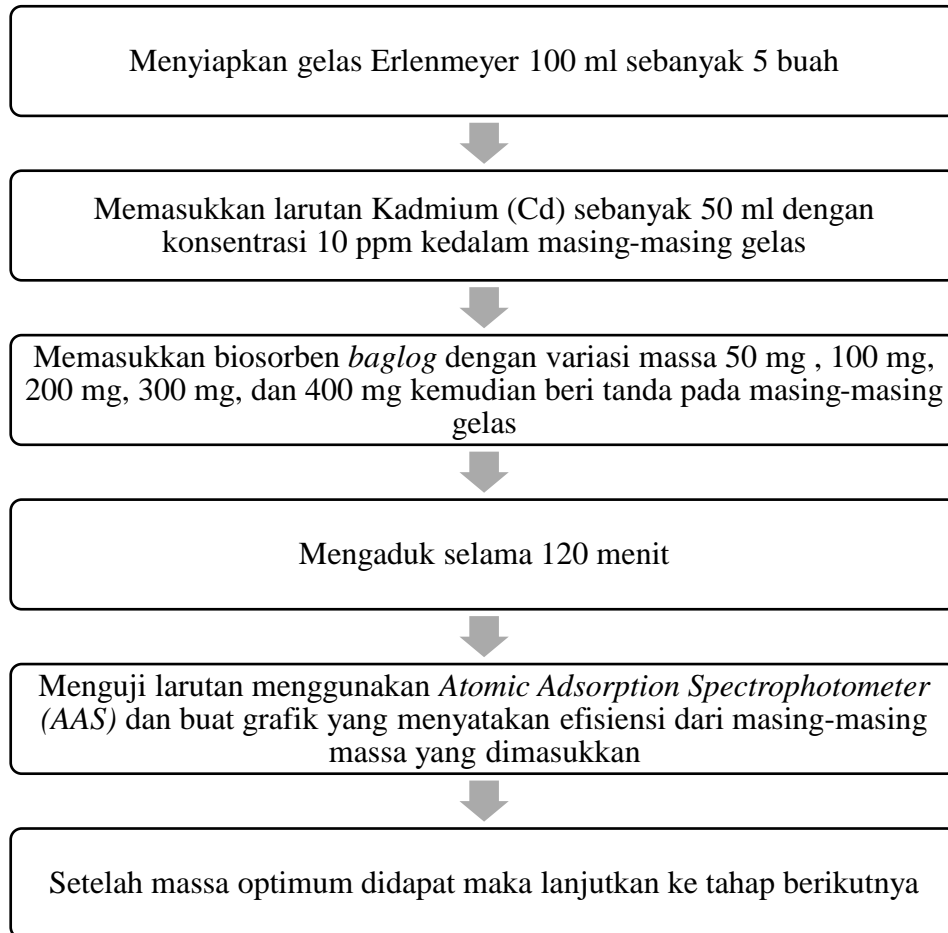
LANGKAH KERJA PENELITIAN BIOSORBEN *BAGLOG*

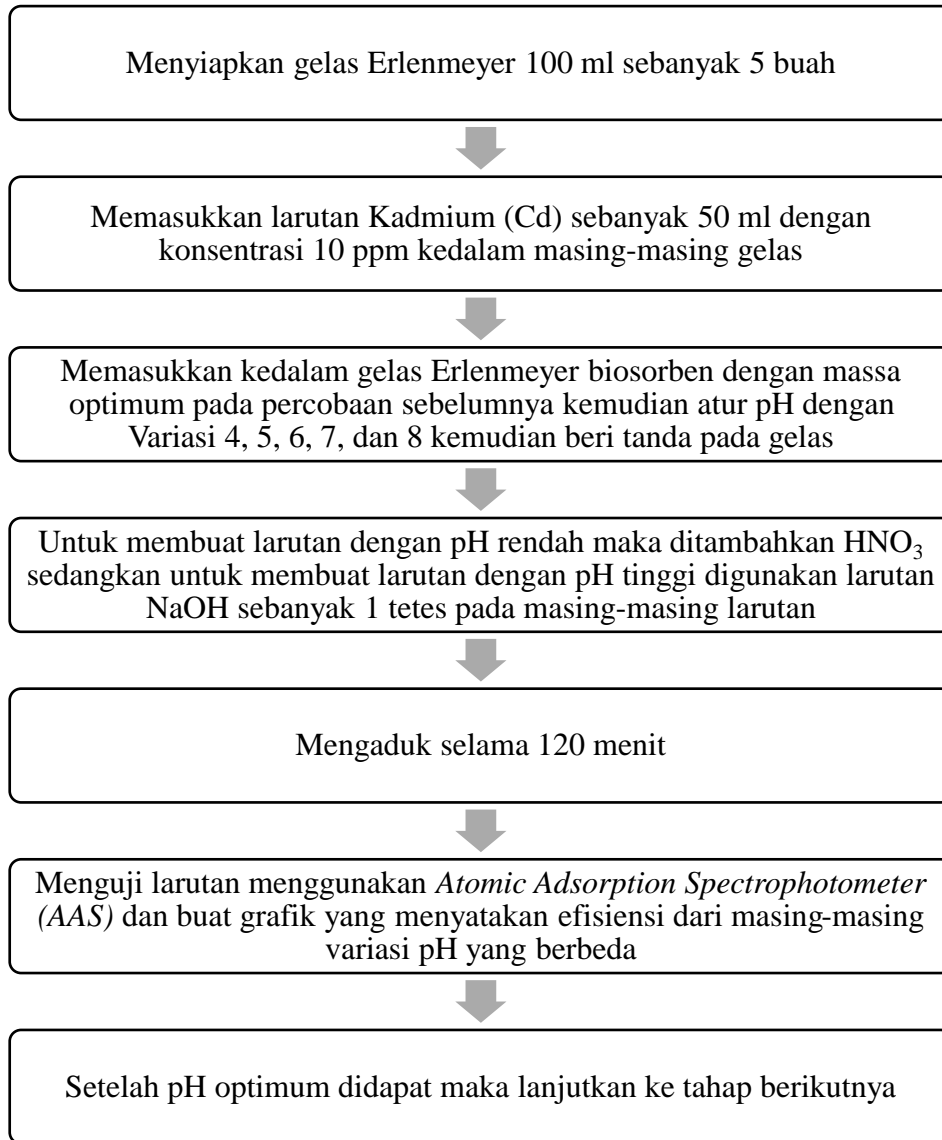
A. Persiapan Biosorben *Baglog*



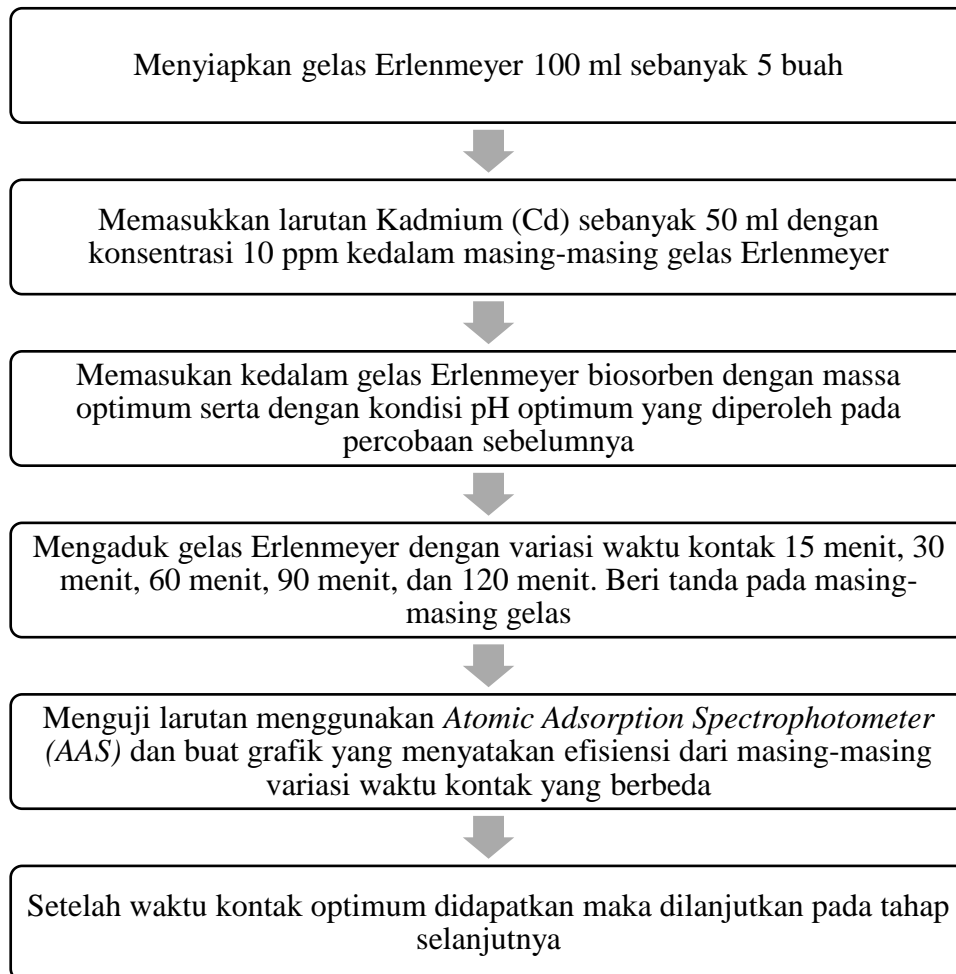
B. Aktivasi Biosorben *Baglog* dengan Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$) 1 M

C. Uji Massa Optimum

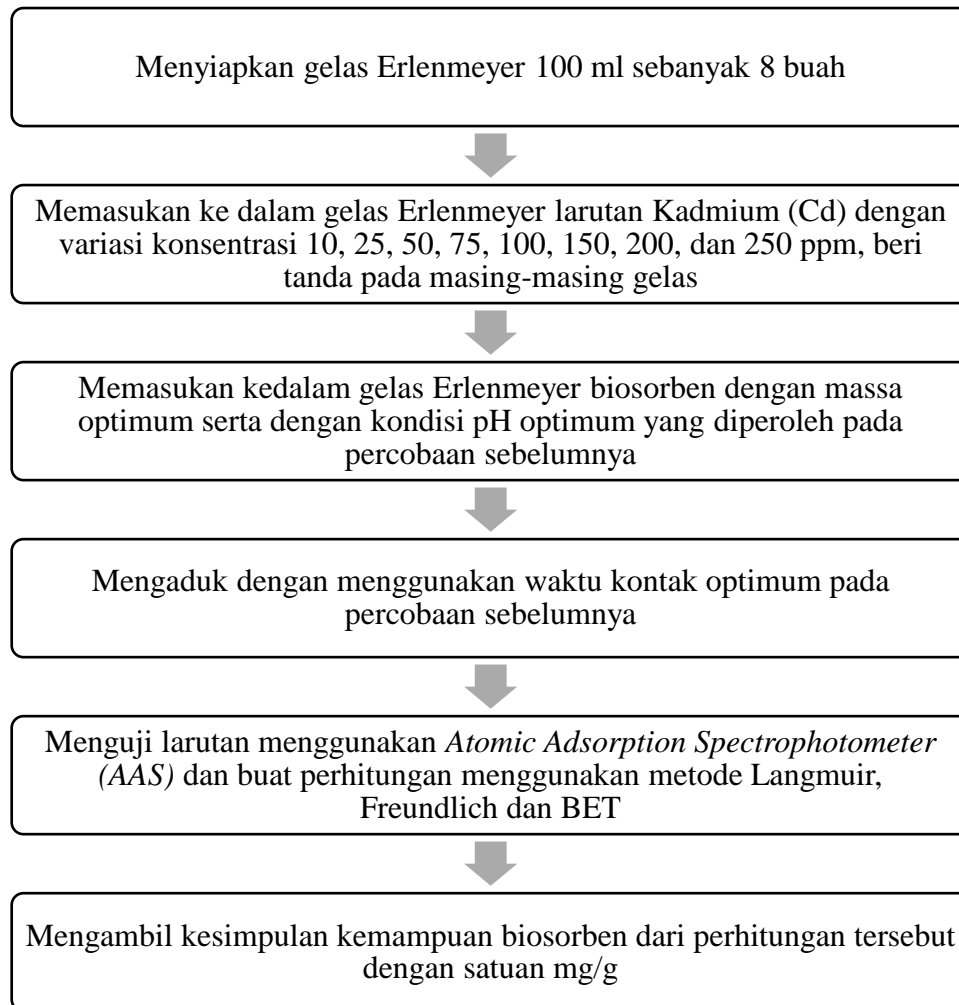


D. Uji pH Optimum

E. Uji Waktu Kontak Optimum



**F. Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Ion Logam Cd Tanpa Enkapsulasi
*Alginate Gel***



G. Pembuatan Larutan Alginat 3%

Melarutkan 3g Sodium Alginat dengan 100 ml aquades ke dalam beaker glass 500 ml



Mengaduk larutan alginat 3% menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit



Menyimpan larutan alginat pada lemari pendingin dengan suhu 5-7°C

H. Pembuatan Enkapsulasi Biosorben Dengan *Alginate Gel*

Mencampurkan 30 ml larutan alginat 3% dengan “x” mg biosorben



Meneteskan larutan sodium alginat 3% yang telah dicampurkan dengan biosorben ke dalam kalsium klorida (CaCl_2) 10%

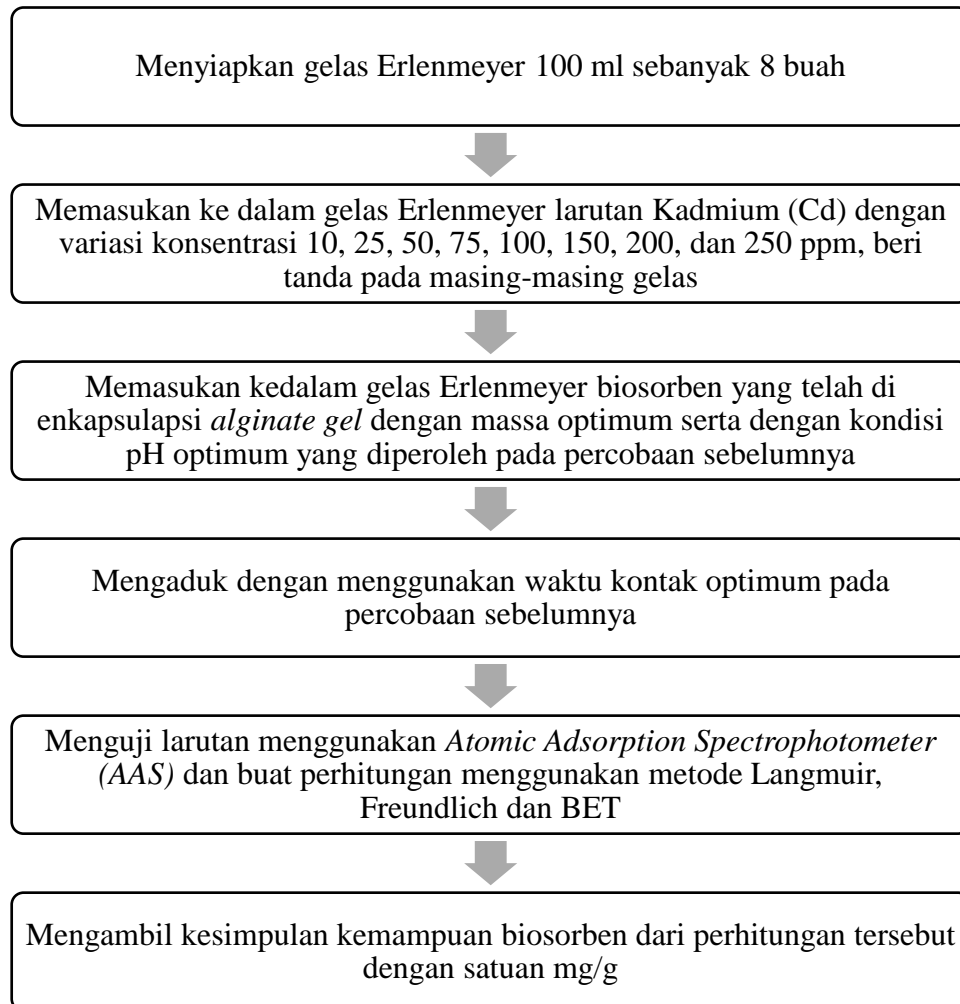


Mendiamkan selama 30 menit hingga gel memadat



Membilas biosorben yang telah di enkapsulasi *Alginate Gel* dengan aquades

I. Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Ion Logam Cd Dengan Enkapsulasi *Alginate Gel*



LAMPIRAN II

KARAKTERISTIK BIOSORBEN BAGLOG

A. Gugus Fungsi Yang Terbaca Pada Biosorben *Baglog*




Range Frekuensi (cm ⁻¹)	Frekuensi (cm ⁻¹) Baglog Tanpa Aktivasi	Frekuensi (cm ⁻¹) Baglog Teraktivasi	Gugus	Senyawa		
3420-3250	3412,32	3430,38	O-H	Alcohol and Phenol		
3520-3320			NH ₂	Aromatic Amines		
2990-2850	2920,36	2917,64	CH ₃ and CH ₂	Aliphatic Compounds		
1690-1640	1641,31	1644,66	C=N	Oximes		
1680-1620			C=O and NH ₂	Primary Amides		
1680-1635			C=O	Ureas		
1680-1630			C=C	Alkenes		
1680-1630			C=O	Secondary Amides		
1670-1640			C=O	Benzophenones		
1670-130			C=O	Tertiary Amides		
1655-1635			C=O	β-ketone esters		
1650-1620			N-H	Primary Amides		
1650-1580			NH ₂	Primary Amines		
1565-1475			1507,89	1507,84	NH	Secondary Amides
1550-1490					NO ₂	aromatic nitro compounds
1530-1450	NH ₃ ⁺	amino acids or hydrochlorides				
1530-1450	N=N-O	azoxy compounds				
1515-1485	benzene ring	aromatic compounds				
1440-1400	1425,10	1426,49	OH	carboxylic acid		
1400-1370	1377,71	1378,72	t-butyl group	-		
1400-1310			COO ⁻	carboxylic acid salts		
1390-1360			SO ₂	sulfonyl chlorides		
1380-1370			CH ₃	Aliphatic Compounds		
1380-1360			isopropyl group	-		
1285-1240	1241,17	1246,15	Ar-O	alkyl aryl ethers		
1280-1240				epoxides		
1280-1180			C-N	Aromatic Amines		
1280-1150			C-O-C	esters, lactones		
1255-1240			t-butyl	hydrocarbons		
1245-1155			SO ₃ H	Sulfonic Acids		
1120-1030			C-NH ₂	Aliphatic Amines		
1100-1000	Si-O-Si	Siloxanes				
1080-1040	1058,48	1057,87	SO ₃ H	Sulfonic Acids		
1065-1015			CH-O-H	cyclic alcohols		
1060-1025			CH ₂ -O-H	primary alcohols		
1060-1045			S=O	alkyl sulfoxides		
760-510			C-Cl	Alkyl Chlorides		
720-600	612,76	611,04	Ar-OH	Phenols		
710-570			C-S	Sulfides		
700-590			O-C=O	Carboxylic Acids		
680-580			C=C-H	Alkynes		
650-600			S-C=N	Thiocyanates		
650-600			NO ₂	Aliphatic Nitro Compounds		
650-500			Ar-CF ₃	Aromatic Trifluoro-Methyl Compounds		
650-500			C-Br	Bromo Compounds		
645-575			O-C-O	Esters		
635-605			pyridines	-		
630-570			N-C=O	Amides		
630-565			C-CO-C	Ketones		
615-535			C=O	Amides		

B. Tabel Korelasi Gugus Fungsi



Type of vibration		Frequency (cm ⁻¹)	Intensity [†]
C—H	Alkanes (stretch)	3000–2850	s
	—CH ₃ (bend)	1450 and 1375	m
	—CH ₂ — (bend)	1465	m
	Alkenes (stretch)	3100–3000	m
	(out-of-plane bend)	1000–650	s
	Aromatics (stretch)	3150–3050	s
	(out-of-plane bend)	900–690	s
	Alkyne (stretch)	ca. 3300	s
	Aldehyde (stretch)	2900–2800	w
			2800–2700
C—C	Alkane	not interpretatively useful	
C=C	Alkene	1680–1600	m-w
	Aromatic	1600 and 1475	m-w
C≡C	Alkyne	2250–2100	m-w
C=O	Aldehyde	1740–1720	s
	Ketone	1725–1705	s
	Carboxylic acid	1725–1700	s
	Ester	1750–1730	s
	Amide	1670–1640	s
	Anhydride	1810 and 1760	s
	Acid chloride	1800	s
	C—C	Alcohols, ethers, esters, carboxylic acids, anhydrides	1300–1000
O—H	Alcohols, phenols		
	Free	3650–3600	m
	H-bonded	3500–3200	m
	Carboxylic acids	3400–2400	m
N—H	Primary and secondary amines and amides (stretch)	3500–3100	m
	(bend)	1640–1550	m-s
C—N	Amines	1350–1000	m-s
C=C	Imines and oximes	1690–1640	w-s
C≡N	Nitriles	2260–2240	m
X=C=Y	Allenes, ketenes, isocyanates, isothiocyanates	2270–1950	m-s
N=O	Nitro (R—NO ₂)	1550 and 1350	s
S—H	Mercaptans	2550	w
S=O	Sulfoxides	1050	s
	Sulfones, sulfonyl chlorides	1375–1300 and	s
	Sulfates, sulfonamides	1200–1140	s
C—X	Fluoride	1400–1000	s
	Chloride	800–600	s
	Bromide, iodide	<667	s

Range (cm ⁻¹) and Intensity ^a	Group and Class	Assignment and Remarks
3700–3600 (s)	—OH in alcohols and phenols	OH stretch (dil soln)
3520–3320 (m–s)	—NH ₂ in aromatic amines, primary amines and amides	NH stretch (dil soln)
3420–3250 (s)	—OH in alcohols and phenols	OH stretch (solids & liquids)
3360–3340 (m)	—NH ₂ in primary amides	NH ₂ antisym stretch (solids)
3320–3250 (m)	—OH in oximes	O—H stretch
3300–3250 (m–s)	≡CH in acetylenes	≡CH—H stretch
3300–3280 (s)	—NH in secondary amides	NH stretch (solids); also in polypeptides and proteins
3200–3180 (s)	—NH ₂ in primary amides	NH ₂ sym stretch (solids)
3200–3000 (v br)	—NH ₃ ⁺ in amino acids	NH ₃ ⁺ antisym stretch
3100–2400 (v br)	—OH in carboxylic acids	H-bonded OH stretch
3100–3000 (m)	=CH in aromatic and unsaturated hydrocarbons	=C—H stretch
2990–2850 (m–s)	—CH ₃ and —CH ₂ — in aliphatic compounds	CH antisym and sym stretching
2850–2700 (m)	—CH ₃ attached to O or N	CH stretching modes
2750–2650 (w–m)	—CHO in aldehydes	overtone of CH bending (Fermi resonance)
2750–2350 (br)	—NH ₃ ⁺ in amine hydrohalides	NH stretching modes
2720–2560 (m)	—OH in phosphorus oxyacids	associated OH stretching
2600–2540 (w)	—SH in alkyl mercaptans	S—H stretch; strong in Raman
2410–2280 (m)	—PH in phosphines	P—H stretch; sharp peak
2300–2230 (m)	N≡N in diazonium salts	N≡N stretch, aq soln
2285–2250 (s)	N=C=O in isocyanates	N=C=O antisym stretch
2260–2200 (m–s)	C≡N in nitriles	C≡N stretch
2260–2190 (w–m)	C≡C in alkynes (disubst)	C≡C stretch; strong in Raman
2190–2130 (m)	C≡N in thiocyanates	C≡N stretch
2175–2115 (s)	N≡C in isonitriles	N≡C stretch
2160–2080 (m)	N=N=N ⁺ in azides	N=N=N antisym stretch
2140–2100 (w–m)	C≡C in alkynes (monosubst)	C≡C stretch
2000–1650 (w)	substituted benzene rings	several bands from overtone and combination bands
1980–1950 (s)	C=C=C in allenes	C=C=C antisym stretch
1870–1650 (vs)	C=O in carbonyl compounds	C=O stretch
1870–1830 (s)	C=O in β-lactones	C=O stretch
1870–1790 (vs)	C=O in anhydrides	C=O antisym stretch; part of doublet
1820–1800 (s)	C=O in acid halides	C=O stretch; lower for aromatic acid halides
1780–1760 (s)	C=O in γ-lactones	C=O stretch
1765–1725 (vs)	C=O in anhydrides	C=O sym stretch; part of doublet
1760–1740 (vs)	C=O in α-keto esters	C=O stretch; enol form
1750–1730 (s)	C=O in δ-lactones	C=O stretch
1750–1740 (vs)	C=O in esters	C=O stretch; 20 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1740–1720 (s)	C=O in aldehydes	C=O stretch; 30 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1720–1700 (s)	C=O in ketones	C=O stretch; 20 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1710–1690 (s)	C=O in carboxylic acids	C=O stretch; fairly broad
1690–1640 (s)	C=N in oximes	C=N stretch; also imines
1680–1620 (s)	C=O and NH ₂ in primary amides	two bands from C=O stretch and NH ₂ deformation
1680–1635 (s)	C=O in ureas	C=O stretch; broad band
1680–1630 (m–s)	C=C in alkenes, etc.	C=C stretch
1680–1630 (vs)	C=O in secondary amides	C=O stretch (Amide I band)

^av = very, s = strong, m = medium, w = weak, br = broad.

1670–1640 (s-vs)	C=O in benzophenones	C=O stretch
1670–1650 (vs)	C=O in primary amides	C=O stretch (Amide I band)
1670–1630 (vs)	C=O in tertiary amides	C=O stretch
1655–1635 (vs)	C=O in β -ketone esters	C=O stretch; enol form
1650–1620 (w-m)	N–H in primary amides	NH deformation (Amide II band)
1650–1580 (m-s)	NH ₂ in primary amines	NH ₂ deformation
1640–1580 (s)	NH ₃ ⁺ in amino acids	NH ₃ deformation
1640–1580 (vs)	C=O in β -diketones	C=O stretch; enol form
1620–1610 (s)	C=C in vinyl ethers	C=C stretch; doublet due to rotational isomerism
1615–1590 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch; sharp peak
1615–1565 (s)	pyridine derivatives	ring stretch; doublet
1610–1580 (s)	NH ₂ in amino acids	NH ₂ deformation; broad band
1610–1560 (vs)	COO ⁻ in carboxylic acid salts	 antisym stretch
1590–1580 (m)	NH ₂ primary alkyl amide	NH ₂ deformation (Amide II band)
1575–1545 (vs)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ antisym stretch
1565–1475 (vs)	NH in secondary amides	NH deformation (Amide II band)
1560–1510 (s)	triazine compounds	ring stretch; sharp band
1550–1490 (s)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ antisym stretch
1530–1490 (s)	NH ₃ ⁺ in amino acids or hydrochlorides	NH ₃ ⁺ deformation
1530–1450 (m-s)	N=N–O in azoxy compounds	N=N–O antisym stretch
1515–1485 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch, sharp band
1475–1450 (vs)	CH ₂ in aliphatic compounds	CH ₂ scissors vibration
1465–1440 (vs)	CH ₃ in aliphatic compounds	CH ₃ antisym deformation
1440–1400 (m)	OH in carboxylic acids	in-plane OH bending
1420–1400 (m)	C–N in primary amides	C–N stretch (Amide III band)
1400–1370 (m)	<i>t</i> -butyl group	CH ₃ deformations (two bands)
1400–1310 (s)	COO ⁻ group in carboxylic acid salts	 sym stretch; broad band
1390–1360 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ antisym stretch
1380–1370 (s)	CH ₃ in aliphatic compounds	CH ₃ sym deformation
1380–1360 (m)	isopropyl group	CH ₃ deformations (two bands)
1375–1350 (s)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ sym stretch
1360–1335 (vs)	SO ₂ in sulfonamides	SO ₂ antisym stretch
1360–1320 (vs)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ sym stretch
1350–1280 (m-s)	N=N–O in azoxy compounds	N=N–O sym stretch
1335–1295 (vs)	SO ₂ in sulfones	SO ₂ antisym stretch
1330–1310 (m-s)	CF ₃ attached to a benzene ring	CF ₃ antisym stretch
1300–1200 (vs)	$\overset{+}{N}$ – $\overset{-}{O}$ in pyridine <i>N</i> -oxides	N–O stretch
1300–1175 (vs)	P=O in phosphorus oxyacids and phosphates	P=O stretch
1300–1000 (vs)	C–F in aliphatic fluoro compounds	C–F stretch
1285–1240 (vs)	Ar–O in alkyl aryl ethers	C–O stretch
1280–1250 (vs)	Si–CH ₃ in silanes	CH ₃ sym deformation
1280–1240 (m-s)	C–C in epoxides 	C–O stretch
1280–1180 (s)	C–N in aromatic amines	C–N stretch
1280–1150 (vs)	C–O–C in esters, lactones	C–O–C antisym stretch

1255-1240 (m)	<i>t</i> -butyl in hydrocarbons	skeletal vibration; second band near 1200 cm ⁻¹
1245-1155 (vs)	SO ₃ H in sulfonic acids	S=O stretch
1240-1070 (s-vs)	C—O—C in ethers	C—O—C stretch; also in esters
1230-1100 (s)	C—C—N in amines	C—C—N bending
1225-1200 (s)	C—O—C in vinyl ethers	C—O—C antisym stretch
1200-1165 (s)	SO ₂ Cl in sulfonyl chlorides	SO ₂ sym stretch
1200-1015 (vs)	C—OH in alcohols	C—O stretch
1170-1145 (s)	SO ₂ NH ₂ in sulfonamides	SO ₂ sym stretch
1170-1140 (s)	SO ₂ ⁻ in sulfones	SO ₂ sym stretch
1160-1100 (m)	C=S in thiocarbonyl compounds	C=S stretch; strong in Raman
1150-1070 (vs)	C—O—C in aliphatic ethers	C—O—C antisym stretch
1120-1080 (s)	C—O—H in secondary or tertiary alcohols	C—O stretch
1120-1030 (s)	C—NH ₂ in primary aliphatic amines	C—N stretch
1100-1000 (vs)	Si—O—Si in siloxanes	Si—O—Si antisym stretch
1080-1040 (s)	SO ₃ H in sulfonic acids	SO ₃ sym stretch
1065-1015 (s)	CH—O—H in cyclic alcohols	C—O stretch
1060-1025 (vs)	CH ₂ —O—H in primary alcohols	C—O stretch
1060-1045 (vs)	S=O in alkyl sulfoxides	S=O stretch
1055-915 (vs)	P—O—C in organophosphorus compounds	P—O—C antisym stretch
1030-950 (w)	carbon ring in cyclic compounds	ring breathing mode; strong in Raman
1000-950 (s)	CH=CH ₂ in vinyl compounds	=CH out-of-plane deformation
980-960 (vs)	CH=CH— in trans disubstituted alkenes	=CH out-of-plane deformation
950-900 (vs)	CH=CH ₂ in vinyl compounds	CH ₂ out-of-plane wag
900-865 (vs)	$\text{CH}_2=\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}'}{\text{C}}}$ in vinylidenes	CH ₂ out-of-plane wag
890-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
860-760 (vs, br)	R—NH ₂ primary amines	NH ₂ wag
860-720 (vs)	Si—C in organosilicon compounds	Si—C stretch
850-830 (vs)	1,3,5-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
850-810 (vs)	Si—CH ₃ in silanes	Si—CH ₃ rocking
850-790 (m)	$\text{CH}=\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}'}{\text{C}}}$ in trisubst alkenes	CH out-of-plane deformation
850-550 (m)	C—Cl in chloro compounds	C—Cl stretch
830-810 (vs)	<i>p</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
825-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
820-800 (s)	triazines	CH out-of-plane deformation
815-810 (s)	CH=CH ₂ in vinyl ethers	CH ₂ out-of-plane wag
810-790 (vs)	1,2,3,4-tetrasubst benzenes	CH out-of-plane deformation
800-690 (vs)	<i>m</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
785-680 (vs)	1,2,3-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
775-650 (m)	C—S in sulfonyl chlorides	C—S stretch; strong in Raman
770-690 (vs)	monosubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
760-740 (s)	<i>o</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
760-510 (s)	C—Cl alkyl chlorides	C—Cl stretch
740-720 (w-m)	—(CH ₂) _{<i>n</i>} — in hydrocarbons	CH ₂ rocking in methylene chains; intensity depends on chain length
730-665 (s)	CH=CH in cis disubst alkenes	CH out-of-plane deformation
720-600 (s, br)	Ar—OH in phenols	OH out-of-plane deformation

Range (cm ⁻¹) and Intensity ^a	Group and Class	Assignment and Remarks
710-570 (m)	C-S in sulfides	C-S stretch; strong in Raman
700-590 (s)	O-C=O in carboxylic acids	O-C=O bending
695-635 (s)	C-C-CHO in aldehydes	C-C-CHO bending
680-620 (s)	C-OH in alcohols	C-O-H bending
680-580 (s)	C≡C-H in alkynes	C≡C-H bending
650-600 (w)	S-C≡N in thiocyanates	S-C stretch; strong in Raman
650-600 (s)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ deformation
650-500 (s)	Ar-CF ₃ in aromatic trifluoro-methyl compounds	CF ₃ deformation (two or three bands)
650-500 (s)	C-Br in bromo compounds	C-Br stretch
645-615 (m-s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
645-575 (s)	O-C-O in esters	O-C-O bend
640-630 (s)	=CH ₂ in vinyl compounds	=CH ₂ twisting
635-605 (m-s)	pyridines	in-plane ring deformation
630-570 (s)	N-C=O in amides	N-C=O bend
630-565 (s)	C-CO-C in ketones	C-CO-C bend
615-535 (s)	C=O in amides	C=O out-of-plane bend
610-565 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ deformation
610-545 (m-s)	SO ₂ in sulfones	SO ₂ scissoring
600-465 (s)	C-I in iodo compounds	C-I stretch
580-530 (m-s)	C-C-CN in nitriles	C-C-CN bend
580-520 (m)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ deformation
580-430 (s)	ring in cycloalkanes	ring deformation
580-420 (m-s)	ring in benzene derivatives	in-plane and out-of-plane ring deformations (two bands)
570-530 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ rocking
565-520 (s)	C-C=O in aldehydes	C-C=O bend
565-440 (w-m)	C _n H _{2n+1} in alkyl groups	chain deformation modes (two bands)
560-510 (s)	C-C=O in ketones	C-C=O bend
560-500 (s)	 in amino acids	 rocking
555-545 (s)	=CH ₂ in vinyl compounds	=CH ₂ twisting
550-465 (s)	C-C=O in carboxylic acids	C-C=O bend
545-520 (s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
530-470 (m-s)	NO ₂ in nitro compounds	NO ₂ rocking
520-430 (m-s)	C-O-C in ethers	C-O-C bend
510-400 (s)	C-N-C in amines	C-N-C bend
490-465 (variable)	naphthalenes	out-of-plane ring bending
440-420 (s)	Cl-C=O in acid chlorides	Cl-C=O in-plane deformation
405-400 (s)	S-C≡N in thiocyanates	S-C≡N bend

Joseph B. Lambert, et al.
Introduction to Organic
Spectroscopy, Macmillan
 Publ. N.Y. (1987)

C. Tabel Analisis SEM EDX

Biosorben	Nomor Atom	Simbol	Nama Unsur	Konsentrasi (%)
Tanpa Aktivasi	8	O	Oxygen	73,4%
	6	C	Carbon	21,4%
	14	Si	Silicon	3,0%
	20	Ca	Calcium	2,2%
Teraktivasi	8	O	Oxygen	80,3%
	6	C	Carbon	15,7%
	20	Ca	Calcium	2,1%
	14	Si	Silicon	1,8%
	50	Sn	Tin	0,2%

LAMPIRAN III

DATA & PERHITUNGAN PENELITIAN

A. Data Uji Massa Optimum

Baglog Tanpa Aktivasi						
No	Massa (mg)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal	pH Awal	pH Akhir
1	50	10,40	3,71	64%	6,0	6,6
2	100	10,40	2,92	72%	6,1	6,6
3	200	10,40	1,78	83%	6,2	7,1
4	300	10,40	1,08	90%	6,2	7,1
5	400	10,40	0,97	91%	6,1	6,8
Inlet		10,40				
Baglog Aktivasi Asam Sitrat						
1	50	10,40	5,05	51%	6,0	6,2
2	100	10,40	3,62	65%	6,0	5,9
3	200	10,40	1,89	82%	6,0	5,9
4	300	10,40	1,42	86%	6,0	5,8
5	400	10,40	1,06	90%	6,0	5,9
Inlet		10,40				

Contoh perhitungan % removal

- Sampel 0,05 gr = 50 mg

- % penyisihan = $\frac{10,40 - 0,97}{10,4} \times 100\% = 90,7\%$

B. Data Uji pH Optimum

Baglog Tanpa Aktivasi										
No	Massa (mg)	pH Rencana	pH Awal	pH 30 menit	pH 60 menit	pH 90 menit	pH 120 menit	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal
1	200	4	4,1	4,1	4,1	4,1	4,4	11,46	5,91	48%
2	200	5	5,1	5,0	5,0	5,0	5,3	11,46	3,40	70%
3	200	6	6,1	6,0	6,0	6,0	7,0	11,46	1,82	84%
4	200	7	7,1	7,0	7,1	6,9	7,1	11,46	1,02	91%
5	200	8	8,2	8,1	8,1	8,0	8,1	11,46	0,81	93%
Inlet								11,46		
Baglog Aktivasi Asam Sitrat										
1	200	4	4,1	4,0	4,0	3,9	4,0	11,46	5,87	49%
2	200	5	5,0	5,2	5,2	5,2	5,0	11,46	2,91	75%
3	200	6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	11,46	1,63	86%
4	200	7	7,0	7,0	7,0	7,1	7,0	11,46	0,89	92%
5	200	8	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	11,46	0,68	94%
Inlet								11,46		

C. Data Uji Waktu Optimum

Baglog Tanpa Aktivasi								
No	Massa (mg)	Waktu (Menit)	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal	pH Rencana	pH Awal	pH Akhir
1	200	15	11,27	1,19	89,4%	7	7,0	7,3
2	200	30	11,27	1,22	89,2%	7	7,1	7,4
3	200	60	11,27	1,23	89,1%	7	7,1	7,3
4	200	90	11,27	1,25	88,9%	7	7,0	7,1
5	200	120	11,27	1,13	90,0%	7	7,1	7,2
Inlet			11,27					
Baglog Aktivasi Asam Sitrat								
1	200	15	11,27	0,48	95,7%	7	6,0	6,8
2	200	30	11,27	0,39	96,5%	7	6,0	6,8
3	200	60	11,27	0,38	96,7%	7	6,0	7,0
4	200	90	11,27	0,30	97,3%	7	6,0	7,3
5	200	120	11,27	0,27	97,6%	7	6,0	7,3
Inlet			11,27					

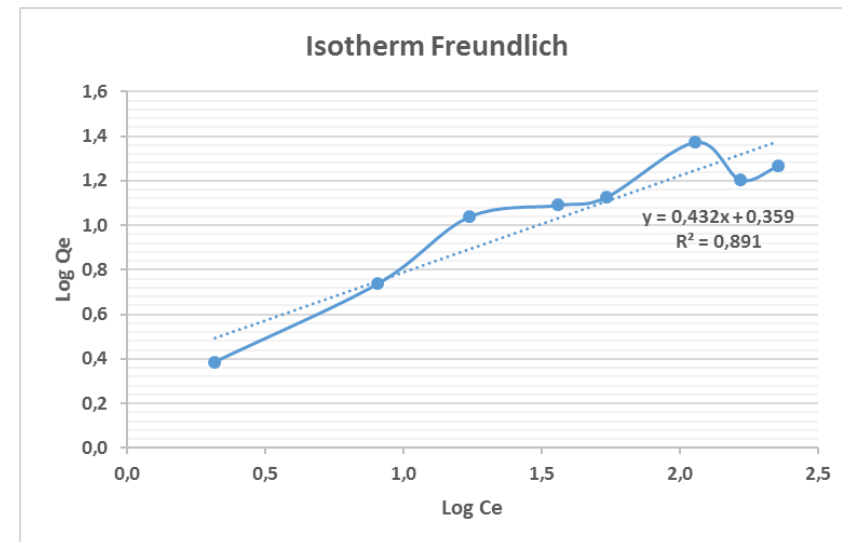
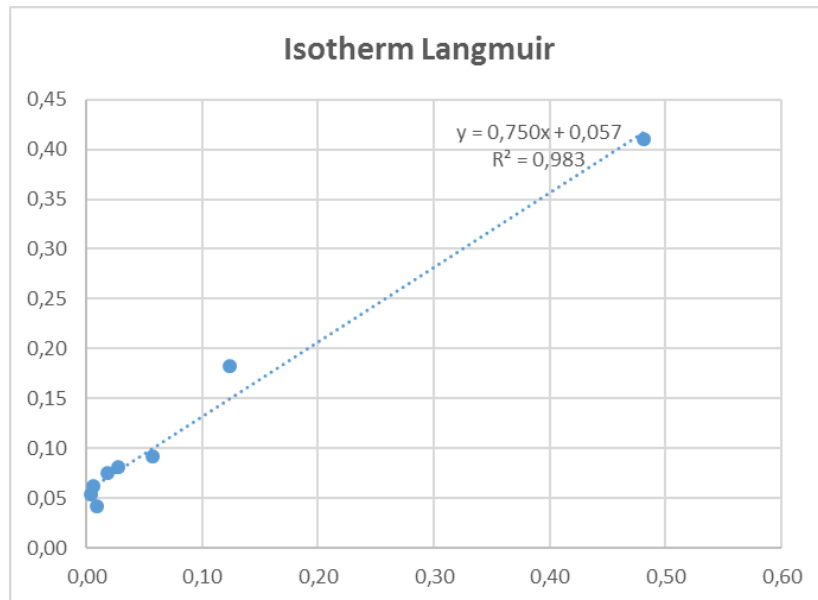
D. Data Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Ion Logam Cd

Variasi Konsentrasi Biosorben Tanpa Aktivasi						
Konsentrasi Logam Cd Rencana (ppm)	Inlet (ppm)	Massa Biosorban (mg)	pH Awal	pH Akhir	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal
10	11,8	200	7,0	7,0	2,1	82,4%
25	30,0	200	7,0	7,0	8,1	73,0%
50	61,0	200	7,0	7,0	17,3	71,6%
75	85,5	200	7,1	7,0	36,2	57,6%
100	107,8	200	7,0	7,0	54,3	49,7%
150	208,8	200	7,0	7,0	114,2	45,3%
200	229,9	200	7,1	6,9	165,8	27,9%
250	300,0	200	7,0	7,0	226,4	24,5%
Variasi Konsentrasi Biosorben Aktivasi Asam Sitrat						
Konsentrasi Logam Cd Rencana (ppm)	Inlet (ppm)	Massa Biosorban (mg)	pH Awal	pH Akhir	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal
10	11,8	200	7,0	7,0	0,4	96,9%
25	30,0	200	7,1	7,0	1,7	94,5%
50	61,0	200	7,0	7,1	11,9	80,5%
75	85,5	200	7,0	7,0	28,4	66,8%
100	107,8	200	7,1	7,0	41,2	61,8%
150	208,8	200	7,0	7,0	97,1	53,5%
200	229,9	200	7,1	7,0	130,9	43,1%
250	300,0	200	7,1	7,0	183,8	38,8%

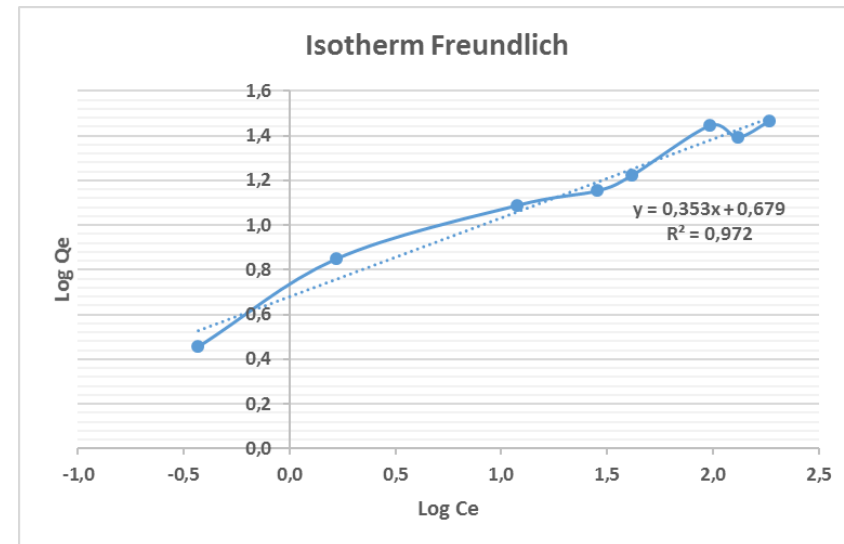
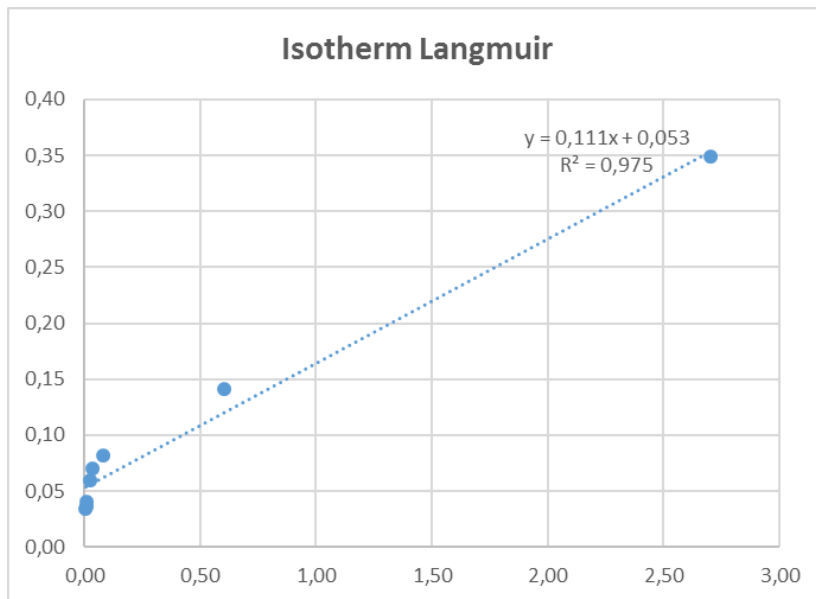
Variasi Konsentrasi Biosorben Dengan Enkapsulasi Alginate Gel						
Konsentrasi Logam Cd Rencana (ppm)	Inlet (ppm)	Massa Biosorban (mg)	pH Awal	pH Akhir	Konsentrasi Akhir (ppm)	% Removal
10	11,8	290	7,0	7,0	5,1	56,9%
25	26,0	290	7,0	7,0	12,2	53,1%
50	52,0	290	7,0	7,0	26,2	49,6%
75	76,5	290	7,0	7,0	42,0	45,1%
100	101,0	290	7,0	7,1	60,1	40,5%
150	141,0	290	7,0	7,0	87,2	38,2%
200	187,0	290	7,0	7,0	120,0	35,8%
250	241,6	290	7,1	7,0	157,0	35,0%

E. Isotherm Adsorpsi

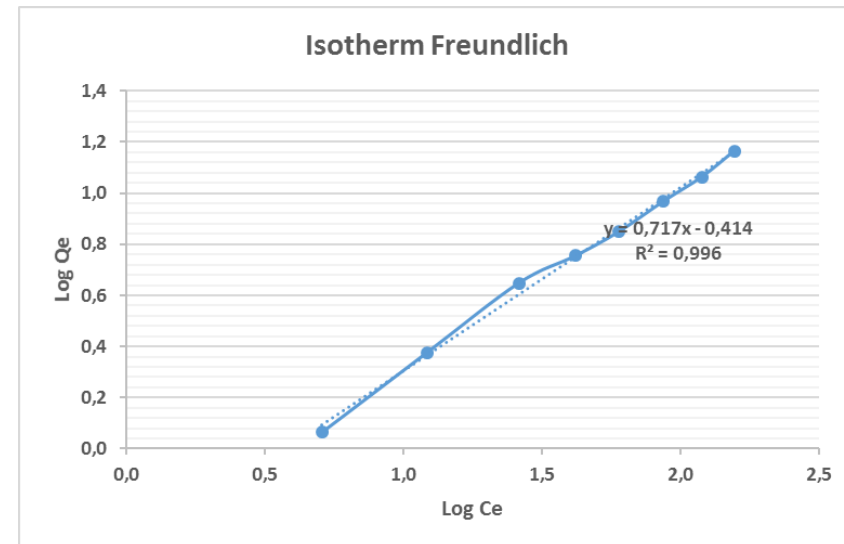
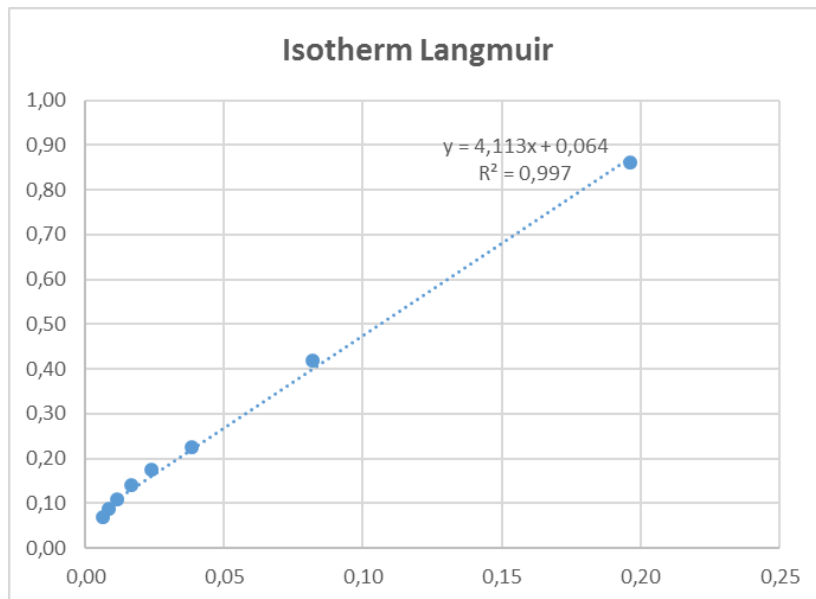
Variasi Konsentrasi Biosorben Tanpa Aktivasi												
Variasi Konsentrasi (ppm)	Massa Adsorben (mg)	Volume Larutan (ml)	Konsentrasi Awal (C0)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Selisih (ΔC)	Removal (%)	Massa Teradsorpsi	Qe	Langmuir		Freundlich	
									1/Qe	1/Ce	Log Qe	Log Ce
10	200	50	11,8	2,1	9,8	82,4	0,49	2,44	0,41	0,01	0,39	0,32
25	200	50	30,0	8,1	21,9	73,0	1,10	5,48	0,18	0,01	0,74	0,91
50	200	50	61,0	17,3	43,7	71,6	2,19	10,93	0,09	0,01	1,04	1,24
75	200	50	85,5	36,2	49,3	57,6	2,46	12,31	0,08	0,02	1,09	1,56
100	200	50	107,8	54,3	53,5	49,7	2,68	13,38	0,07	0,02	1,13	1,73
150	200	50	208,8	114,2	94,7	45,3	4,73	23,66	0,04	0,02	1,37	2,06
200	200	50	229,9	165,8	64,1	27,9	3,20	16,02	0,06	0,04	1,20	2,22
250	200	50	300,0	226,4	73,6	24,5	3,68	18,41	0,05	0,04	1,26	2,35



Variasi Konsentrasi Biosorben Aktivasi Asam Sitrat												
Variasi Konsentrasi (ppm)	Massa Adsorben (mg)	Volume Larutan (ml)	Konsentrasi Awal (C0)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Selisih (ΔC)	Removal (%)	Massa Teradsorpsi	Qe	Langmuir		Freundlich	
									1/Qe	1/Ce	Log Qe	Log Ce
10	200	50	11,8	0,4	11,5	96,9	0,57	2,87	0,35	2,70	0,46	-0,43
25	200	50	30,0	1,7	28,3	94,5	1,42	7,08	0,14	0,60	0,85	0,22
50	200	50	61,0	11,9	49,1	80,5	2,46	12,29	0,08	0,08	1,09	1,08
75	200	50	85,5	28,4	57,1	66,8	2,85	14,26	0,07	0,04	1,15	1,45
100	200	50	107,8	41,2	66,6	61,8	3,33	16,65	0,06	0,02	1,22	1,61
150	200	50	208,8	97,1	111,7	53,5	5,59	27,93	0,04	0,01	1,45	1,99
200	200	50	229,9	130,9	99,0	43,1	4,95	24,75	0,04	0,01	1,39	2,12
250	200	50	300,0	183,8	116,3	38,8	5,81	29,06	0,03	0,01	1,46	2,26



Variasi Konsentrasi Biosorben Dengan Enkapsulasi Alginate Gel												
Variasi Konsentrasi (ppm)	Massa Adsorben (mg)	Volume Larutan (ml)	Konsentrasi Awal (C0)	Konsentrasi Akhir (Ce)	Selisih (ΔC)	Removal (%)	Massa Teradsorpsi	Qe	Langmuir		Freundlich	
									1/Qe	1/Ce	Log Qe	Log Ce
10	290	50	11,8	5,1	6,7	56,9	0,34	1,16	0,86	0,20	0,07	0,71
25	290	50	26,0	12,2	13,8	53,1	0,69	2,38	0,42	0,08	0,38	1,09
50	290	50	52,0	26,2	25,8	49,6	1,29	4,45	0,22	0,04	0,65	1,42
75	290	50	75,0	42,0	33,0	44,0	1,65	5,69	0,18	0,02	0,76	1,62
100	290	50	101,0	60,1	40,9	40,5	2,05	7,05	0,14	0,02	0,85	1,78
150	290	50	141,0	87,2	53,8	38,2	2,69	9,28	0,11	0,01	0,97	1,94
200	290	50	187,0	120,0	67,0	35,8	3,35	11,55	0,09	0,01	1,06	2,08
250	290	50	241,6	157,0	84,6	35,0	4,23	14,59	0,07	0,01	1,16	2,20



Contoh Perhitungan

Diketahui:

$$\text{Massa Adsorben} = 290 \text{ mg}$$

$$\text{Volume Larutan} = 50 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi Awal} = 11,8 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi Akhir} = 5,1 \text{ ppm}$$

$$\text{Selisih} = \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} = 11,8 - 5,1 = 6,7 \text{ ppm}$$

$$\text{Persentase Penyisihan} = (\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}) / \text{Konsentrasi Awal} = (11,8 - 5,1) / 11,8 = 56,9 \% \text{ (dalam \%)}$$

$$\text{Massa Teradsorpsi} = \text{Selisih} \times (\text{Volume Larutan} \times 1\text{L}/1000\text{mL}) = 6,7 \text{ mg/L} \times (50 \text{ ml} \times 1\text{L}/1000\text{mL}) = 0,34 \text{ mg}$$

$$Q_e = \text{Massa Teradsorpsi} / (\text{Massa Adsorben} \times 1\text{gr}/1000\text{mg}) = 0,34 \text{ mg} / (290 \text{ mg} \times 1\text{gr}/1000 \text{ mg}) = 1,16 \text{ mg/gr}$$

Langmuir

$$Q_e = I = 1,16 \text{ mg/gr}$$

$$1 / Q_e = 1 / 1,16 = 0,86$$

$$C_e = \text{Konsentrasi Akhir} = 5,1$$

$$1 / C_e = 1 / 5,1 = 0,20$$

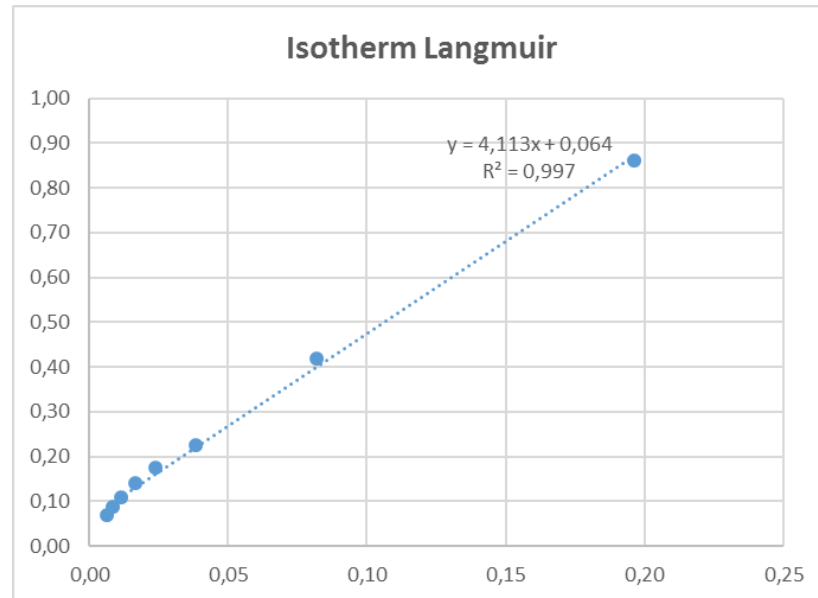
Freundlich

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } 1,16 = 0,07$$

$$\text{Log } C_e = \text{Log } 5,1 = 0,71$$

Mencari Slope & Intercept Pada Grafik

Diketahui:



Regresi Linear = $y = 4,113x + 0,064$

$$R^2 = 0,997$$

Dimana =

slope	4,11
intercept	0,06

Di cari dengan cara =

Enkapsulasi Alginate Gel					
	1/ce	1/qe			
	x	y	xy	x ²	y ²
	0,20	0,86	0,17	0,04	0,74
	0,08	0,42	0,03	0,01	0,18
	0,04	0,22	0,01	0,00	0,05
	0,02	0,18	0,00	0,00	0,03
	0,02	0,14	0,00	0,00	0,02
	0,01	0,11	0,00	0,00	0,01
	0,01	0,09	0,00	0,00	0,01
	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00
Σ	0,38	2,09	0,22	0,05	1,04

Biosorben	Langmuir	
	Qm (mg/g)	R2
Tanpa Aktivasi	17,65	0,984
Aktivasi Asam Sitrat	18,80	0,976
Enkapsulasi Alginate Gel	15,64	0,997

Maka dapat diperoleh nilai *slope* (b) sebagai berikut.

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y)/n}{\sum x^2 - ((\sum x)^2/n)}$$

$$b = \frac{0,22 - (0,38 \times 2,09)/8}{0,05 - \left(\frac{(0,38)^2}{8}\right)} = 4,113$$

Sementara itu nilai intercept (a) dapat dihitung sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum y - (b \cdot \sum x)}{n}$$

$$a = \frac{2,09 - (4,113 \times 0,38)}{8} = 0,064$$

Sehingga, persamaan regresi linear adalah:

$$Y = bx + a$$

$$Y = 4,113x + 0,064$$

Untuk koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{n \cdot (\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (n \cdot (\sum Y^2) - (\sum Y)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

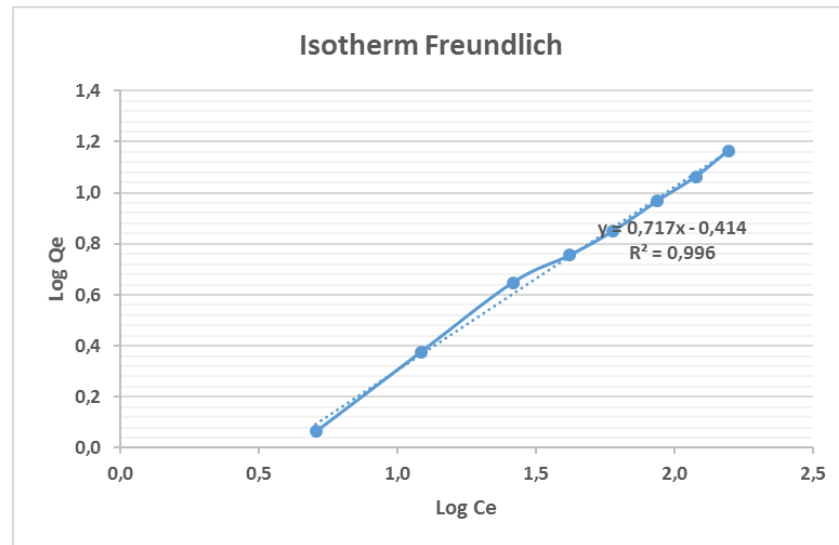
$$R = \frac{8 \times (0,22) - (0,38 \times 2,09)}{(8 \times (0,05) - (0,38)^2)^{\frac{1}{2}} \times (8 \times (1,04) - (2,09)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$R^2 = 0,997$$

Sehingga q_m = Kemampuan maksimum adsorpsi biosorben (mg/gr)

$$= 1/0,064 = 15,64 \text{ mg/gr}$$

Diketahui:



Regresi Linear = $y = 0,717x - 0,414$

$$R^2 = 0,996$$

Dimana =

slope	0,72
intercept	-0,41

Di cari dengan cara =

Enkapsulasi Alginate Gel					
	log ce	log qe			
	x	y	xy	x ²	y ²
	0,71	0,07	0,05	0,50	0,00
	1,09	0,38	0,41	1,18	0,14
	1,42	0,65	0,92	2,01	0,42
	1,62	0,76	1,23	2,63	0,57
	1,78	0,85	1,51	3,16	0,72
	1,94	0,97	1,88	3,77	0,94
	2,08	1,06	2,21	4,32	1,13
	2,20	1,16	2,56	4,82	1,35
Σ	12,83	5,89	10,75	22,40	5,28

Biosorben	Freundlich	
	Kf (mg/g)	R ²
Tanpa Aktivasi	1,43	0,891
Aktivasi Asam Sitrat	1,97	0,973
Enkapsulasi <i>Alginate Gel</i>	0,72	0,996

Maka dapat diperoleh nilai *slope* (b) sebagai berikut.

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y)/n}{\sum x^2 - ((\sum x)^2/n)}$$

$$b = \frac{10,75 - (12,83 \times 5,89)/8}{22,40 - \left(\frac{(12,83)^2}{8}\right)} = 0,717$$

Sementara itu nilai intercept (a) dapat dihitung sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum y - (b \cdot \sum x)}{n}$$

$$a = \frac{5,89 - (0,717 \times 12,83)}{8} = -0,414$$

Sehingga, persamaan regresi linear adalah:

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,717x - 0,414$$

Untuk koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{n \cdot (\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (n \cdot (\sum Y^2) - (\sum Y)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$R = \frac{8x(10,75) - (12,83 \times 5,89)}{(8x(22,40) - (12,83)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (8x(5,28) - (5,89)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$R^2 = 0,996$$

Sehingga K_f = Konstanta Freundlich yang berkaitan dengan kapasitas (mg/gr)

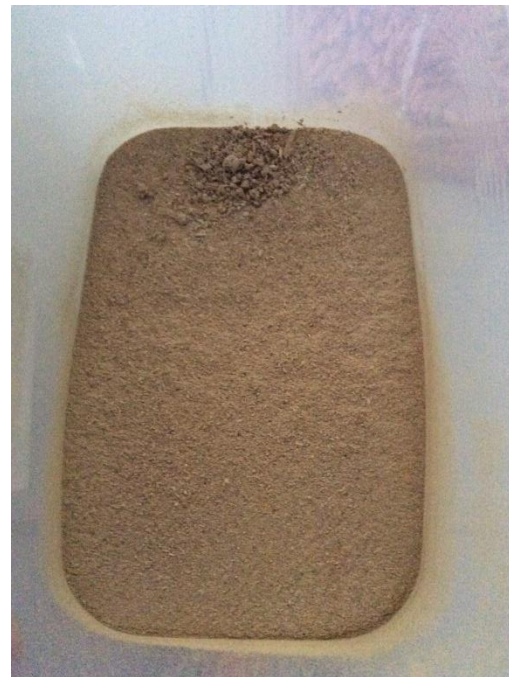
$$= \mathbf{0,72}$$

LAMPIRAN IV
DOKUMENTASI PENELITIAN

A. Persiapan Biomassa (Pencucian dan Pengeringan)



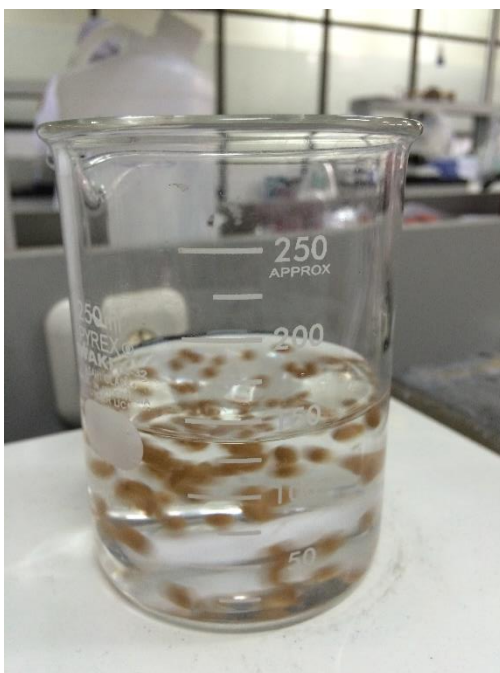
B. Proses Penghalusan dan Pengayakan



C. Proses Aktivasi dengan Asam Sitrat



D. Proses Enkapsulasi *Alginate Gel*



LAMPIRAN V

AMBANG BATAS KANDUNGAN KADMIUM DALAM AIR MINUM



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

LAMPIRAN VI**SNI AIR DAN LIMBAH – BAGIAN 16: CARA UJI KADMIUM (Cd)
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA) – NYALA****SNI**

Standar Nasional Indonesia

SNI 6989.16:2009

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan.

**Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium
(Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) –
nyala**

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional



SNI 6989.16:2009

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Cara uji.....	2
4 Pengendalian mutu	5
5 Rekomendasi	5
Lampiran A (normatif) Pelaporan.....	6
Lampiran B (informatif) Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji	7
Bibliografi.....	8
Tabel B.1 – Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji	7

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"

SNI 6989.16:2009

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini merupakan hasil revisi dari SNI 06-6989.16-2004, *Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 21 th Edition*, editor L.S.Clesceri, A.E.Greenberg, A.D.Eaton, APHA, AWWA and WPCF, Washington DC (2005). SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* dengan para stakeholder terkait.

SNI ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, pakar, dan pemerintah terkait pada tanggal 11 September 2007 di Serpong dan telah melalui konsensus nasional Jajak Pendapat pada tanggal 11 Juni 2008 sampai dengan 11 Agustus 2008.

Dengan dirumuskannya SNI ini, maka penerapan SNI 06-6989.16-2004, dinyatakan tidak berlaku lagi. Pemakai SNI agar dapat meneliti validasi SNI yang terkait dengan metode ini, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.



Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan logam kadmium (Cd) total dan terlarut dalam air dan air limbah secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala pada kisaran kadar Cd 0,05 mg/L sampai dengan 2 mg/L dengan panjang gelombang 228,8 nm.

2 Istilah dan definisi

2.1

air bebas mineral

air yang diperoleh dengan cara penyulingan ataupun proses demineralisasi sehingga diperoleh air dengan konduktivitas lebih kecil dari 2 $\mu\text{S/cm}$.

2.2

blind sample

larutan dengan kadar analit tertentu yang diperlakukan seperti contoh uji.

2.3

kadmium terlarut

kadmium dalam air yang dapat lolos melalui saringan membran berpori 0,45 μm .

2.4

kadmium total

kadmium yang terlarut dan tersuspensi dalam air setelah dilakukan proses pemanasan dengan asam kuat.

2.5

kurva kalibrasi

kurva yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan serapan yang merupakan garis lurus.

2.6

larutan induk kadmium

larutan yang mempunyai kadar logam kadmium 100 mg Cd/L yang digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah.

2.7

larutan baku logam kadmium (Cd)

larutan induk logam kadmium yang diencerkan dengan air bebas mineral sampai kadar tertentu.

2.8

larutan kerja logam kadmium (Cd)

larutan baku logam kadmium yang diencerkan, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi.

2.9

larutan blanko

air bebas mineral yang diasamkan atau perlakuannya sama dengan contoh uji.

SNI 6989.16:2009

2.10

larutan pengencer

larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan kerja, yang dibuat dengan cara menambahkan asam nitrat pekat ke dalam air bebas mineral hingga $\text{pH} \leq 2$.

2.11

larutan pencuci

larutan yang digunakan untuk mencuci semua peralatan gelas dan plastik.

2.12

matrix modifier

bahan yang digunakan untuk mengurangi gangguan matriks contoh uji.

2.13

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Analit logam kadmium dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

3.2 Bahan

- a) Air bebas mineral.
- b) Asam nitrat (HNO_3) pekat p.a.
- c) Logam kadmium (Cd) dengan kemurnian minimum 99,5 %.
- d) Gas asetilen (C_2H_2) HP dengan tekanan minimum 100 psi.
- e) Larutan pengencer HNO_3 0,05 M.
Larutkan 3,5 mL HNO_3 pekat ke dalam 1000 mL air bebas mineral dalam gelas piala.
- f) Larutan pencuci HNO_3 5% (v/v).
Tambahkan 50 mL asam nitrat pekat ke dalam 800 mL air bebas mineral ke dalam gelas piala 1000 mL, lalu tambahkan air bebas mineral hingga 1000 mL dan homogenkan.
- g) Udara tekan HP atau udara tekan dari kompresor.

3.3 Peralatan

- a) Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala.
- b) Lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp/HCL*) kadmium.
- c) Gelas piala 100 mL dan 250 mL.
- d) Pipet volumetrik 10,0 mL dan 50,0 mL.
- e) Labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; dan 1000,0 mL.
- f) *Erlenmeyer* 100 mL.
- g) Corong gelas.
- h) Kaca arloji.
- i) Pemanas listrik.
- j) Seperangkat alat saring vakum.
- k) Saringan membran dengan ukuran pori 0,45 μm .
- l) Timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g.
- m) Labu semprot.

SNI 6989.16:2009

3.4 Pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji diawetkan sesuai petunjuk di bawah ini:

Wadah	:	Botol plastik (<i>polyethylene</i>) atau botol gelas
Pengawet	:	a) Untuk logam terlarut, saring dengan saringan membran berpori 0,45 μm dan diasamkan dengan HNO_3 hingga $\text{pH} < 2$ b) Untuk logam total, asamkan dengan HNO_3 hingga $\text{pH} < 2$
Lama Penyimpanan	:	6 bulan
Kondisi Penyimpanan	:	Suhu ruang

3.5 Persiapan pengujian

3.5.1 Persiapan contoh uji kadmium terlarut

Siapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori 0,45 μm dan diawetkan. Contoh uji siap diukur.

3.5.2 Persiapan contoh uji kadmium total

Siapkan contoh uji untuk pengujian kadmium total, dengan tahapan sebagai berikut:

- Homogenkan contoh uji, pipet 50,0 mL contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *Erlenmeyer* 100 mL.
- Tambahkan 5 mL HNO_3 pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *Erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
- Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL sampai dengan 20 mL.
- Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 mL HNO_3 pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

CATATAN Jika destruksi tidak sempurna, lihat Lampiran B.

- Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
- Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 50,0 mL (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.
- Contoh uji siap diukur serapannya.

3.5.3 Pembuatan larutan induk logam kadmium 100 mg Cd/L

- Timbang $\pm 0,100$ g logam kadmium, masukkan ke dalam labu ukur 1000,0 mL. Tambahkan 4 mL HNO_3 pekat sampai larut (≈ 100 mg Cd/L).
- Tambahkan 8 mL HNO_3 pekat dan air bebas mineral hingga tepat tanda tera dan homogenkan.
- Hitung kadar kadmium berdasarkan hasil penimbangan.

CATATAN Larutan ini dapat dibuat dari larutan standar 1000 mg Cd/L siap pakai.

SNI 6989.16:2009**3.5.4 Pembuatan larutan baku logam kadmium 10 mg Cd/L**

- Pipet 10,0 mL larutan induk 100 mg Cd/L, masukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL.
- Tepatan dengan larutan pengencer sampai tanda tera dan homogenkan.

3.5.5 Pembuatan larutan kerja logam kadmium (Cd)

Buat deret larutan kerja dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 (tiga) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran.

3.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi**3.6.1 Pembuatan kurva kalibrasi**

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- Operasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran kadmium.

CATATAN 1 Salah satu cara optimasi alat dengan uji sensitivitas.

CATATAN 2 Tambahkan *matrix modifier* dan atau atasi gangguan pengukuran sesuai dengan SSA yang digunakan.

- Aspirasikan larutan blanko ke dalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol.
- Aspirasikan larutan kerja satu persatu ke dalam SSA-nyala, lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm, kemudian catat.
- Lakukan pembilasan pada selang aspirator dengan larutan pengencer.
- Buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.6.1.c) di atas, dan tentukan persamaan garis lurusnya.
- Jika koefisien korelasi regresi linier (r) < 0,995, periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.6.1 b) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien $r \geq 0,995$.

3.6.2 Cara uji

Uji kadar kadmium dengan tahapan sebagai berikut:

- Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran.
- Catat hasil pengukuran.

3.7 Perhitungan

Kadar logam kadmium (Cd) dihitung sebagai berikut:

$$Cd \text{ (mg/L)} = C \times fp \quad (1)$$

Keterangan:

- C adalah kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L).
fp adalah faktor pengenceran.

SNI 6989.16:2009

4 Pengendalian mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisis (pa).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.
- Perhitungan koefisien korelasi regresi linier (r) lebih besar atau sama dengan 0,995 dengan intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi.
- Lakukan analisis blanko dengan frekuensi 5 % sampai dengan 10 % per *batch* (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol kontaminasi.
- Lakukan analisis duplo dengan frekuensi 5 % sampai dengan 10 % per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol ketelitian analisis. Jika Perbedaan Persen Relatif (*Relative Percent Difference/RPD*) sama dengan 10 % maka dilakukan pengukuran ketiga.

Persen RPD:

$$\% \text{RPD} = \frac{|\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}|}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}) / 2} \times 100\% \quad (2)$$

- Lakukan kontrol akurasi dengan *spike matrix* atau salah satu standar kerja dengan frekuensi 5 % - 10 % per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10. Kisaran persen temu balik untuk *spike matrix* adalah 85 % - 115 % dan untuk standar kerja 90 % - 110 %.

Persen temu balik (% *recovery*, %R)

$$\% R = \left(\frac{A - B}{C} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- A adalah kadar contoh uji yang diperkaya (*spike*) (mg/L);
 B adalah kadar contoh uji (mg/L);
 C adalah kadar standar yang ditambahkan (*target value*) (mg/L).

CATATAN 1 Volume *spike matrix* yang ditambahkan maksimal 5% dari volume contoh uji.

CATATAN 2 Hasil akhir kadar contoh uji yang diperkaya (*spike matrix*) berkisar 2 kali kadar contoh uji. Kadar contoh uji yang sudah diperkaya berada pada kisaran rentang pengukuran.

- Standar ini telah melalui uji banding metode dengan peserta 10 laboratorium pada kadar 1 mg Cd/L dengan tingkat presisi (% RSD) 6,90 % dan akurasi (bias metode) 1,25 %.

5 Rekomendasi

- Lakukan analisis *blind sample*.
- Buat *control chart* untuk akurasi dan presisi analisis.

SNI 6989.16:2009

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analisis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
- 6) Nomor contoh uji.
- 7) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 8) Rekaman hasil perhitungan.
- 9) Hasil pengukuran persen *spike matrix* atau standar kerja dan CRM atau *blind sample* (bila dilakukan).
- 10) Kadar analit dalam contoh uji.



SNI 6989.16:2009

Lampiran B
(informatif)

Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji

Tabel B.1 - Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat
untuk persiapan contoh uji

Asam	Disarankan untuk analisis	Bisa berguna untuk contoh uji	Tidak disarankan untuk analisis
HCl	Ag	Sb, Ru, Sn	Th, Pb
H ₂ SO ₄	Ti	-	Ag, Pb, Ba
HClO ₄	-	mengandung bahan organik	-
HF	-	mengandung silika	-



SNI 6989.16:2009

Bibliografi

Standard Methods for the Examination of water and wastewater 21st Edition, 2005, Method 3111B.

Komite Akreditasi Nasional, SR 02, *Persyaratan tambahan untuk akreditasi laboratorium pengujian kimia dan biologi*, 2004



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penyangangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"