



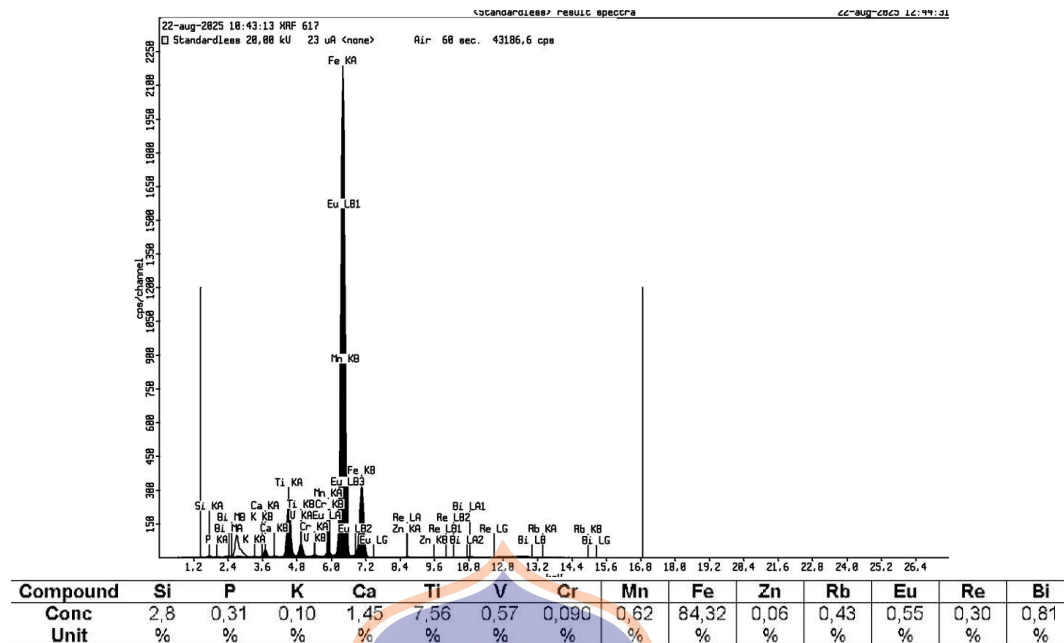
LAMPIRAN

LAMPIRAN I
HASIL UJI PENDAHULUAN PENELITIAN



Lampiran 1.1	Hasil Uji Pendahuluan XRF
--------------	---------------------------

Lampiran 1.1 Hasil Uji Pendahuluan XRF

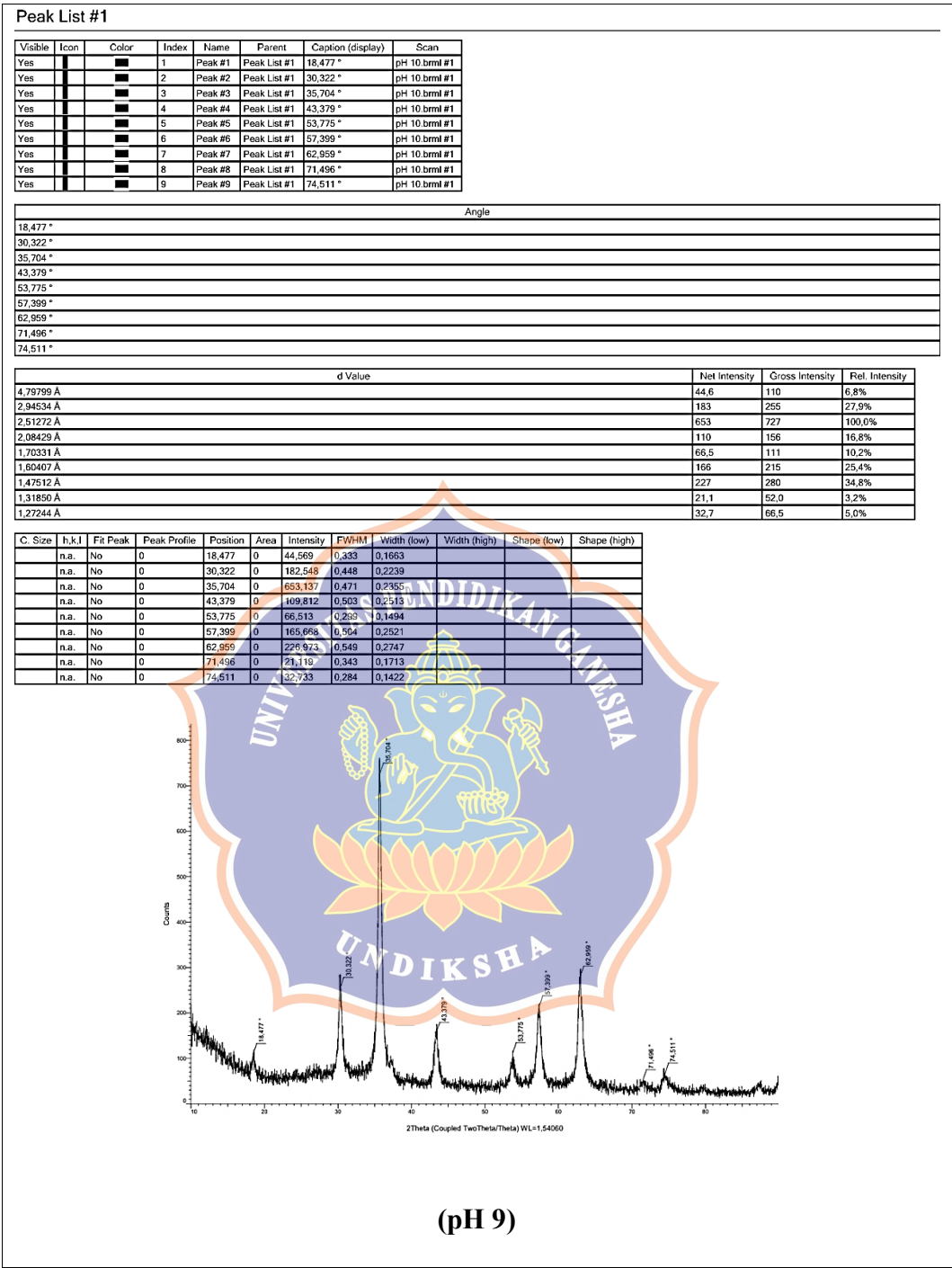


LAMPIRAN II
HASIL UJI KARAKTERISASI PENELITIAN



Lampiran 2.1	Hasil Uji Karakterisasi XRD
Lampiran 2.2	Hasil Uji Karakterisasi SEM
Lampiran 2.3	Hasil Uji Karakterisasi EDS
Lampiran 2.4	Hasil Uji Karakterisasi VSM

Lampiran 2.1 Hasil Uji Karakterisasi XRD



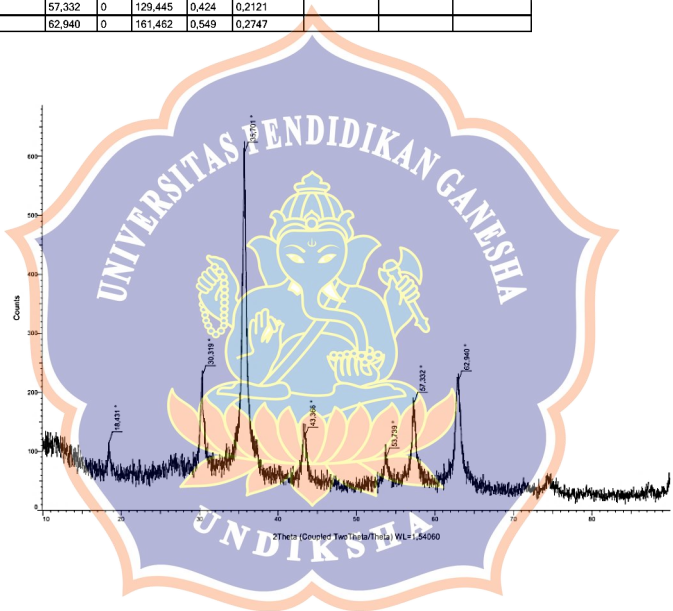
Peak List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan
Yes			1	Peak #1	Peak List #1	18,431 °	pH 9.brml #1
Yes			2	Peak #2	Peak List #1	30,319 °	pH 9.brml #1
Yes			3	Peak #3	Peak List #1	35,701 °	pH 9.brml #1
Yes			4	Peak #4	Peak List #1	43,366 °	pH 9.brml #1
Yes			5	Peak #5	Peak List #1	53,739 °	pH 9.brml #1
Yes			6	Peak #6	Peak List #1	57,332 °	pH 9.brml #1
Yes			7	Peak #7	Peak List #1	62,940 °	pH 9.brml #1

Angle	
18,431 °	
30,319 °	
35,701 °	
43,366 °	
53,739 °	
57,332 °	
62,940 °	

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity
4.80986 Å	50,0	114	9.6%
2.94565 Å	150	226	28.8%
2.51294 Å	521	605	100.0%
2.08486 Å	69,1	122	13.3%
1.70435 Å	37,8	86,9	7.3%
1.60578 Å	129	181	24.9%
1.47552 Å	161	217	31.0%

C. Size	h,k,l	Fit Peak	Peak Profile	Position	Area	Intensity	FWHM	Width (low)	Width (high)	Shape (low)	Shape (high)
n.a.	No	0		18,431	0	49,982	0,227	0,1136			
n.a.	No	0		30,319	0	149,985	0,397	0,1983			
n.a.	No	0		35,701	0	520,805	0,506	0,2531			
n.a.	No	0		43,366	0	69,145	0,427	0,2133			
n.a.	No	0		53,739	0	37,836	0,180	0,0898			
n.a.	No	0		57,332	0	129,445	0,424	0,2121			
n.a.	No	0		62,940	0	161,462	0,549	0,2747			



(pH 10)

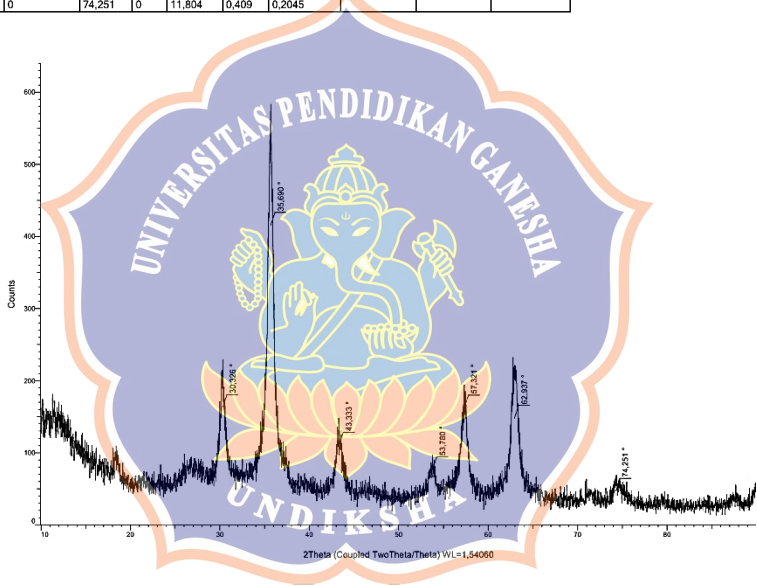
Peak List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan
Yes			1	Peak #1	Peak List #1	30.326 °	pH 11.brml #1
Yes			2	Peak #2	Peak List #1	35.690 °	pH 11.brml #1
Yes			3	Peak #3	Peak List #1	43.333 °	pH 11.brml #1
Yes			4	Peak #4	Peak List #1	53.780 °	pH 11.brml #1
Yes			5	Peak #5	Peak List #1	57.321 °	pH 11.brml #1
Yes			6	Peak #6	Peak List #1	62.937 °	pH 11.brml #1
Yes			7	Peak #7	Peak List #1	74.251 °	pH 11.brml #1

Angle
30.326 °
35.690 °
43.333 °
53.780 °
57.321 °
62.937 °
74.251 °

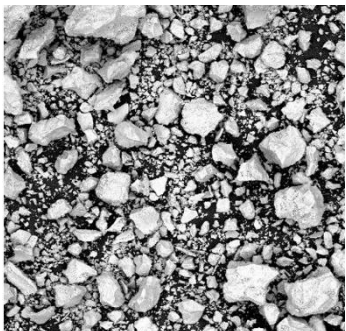
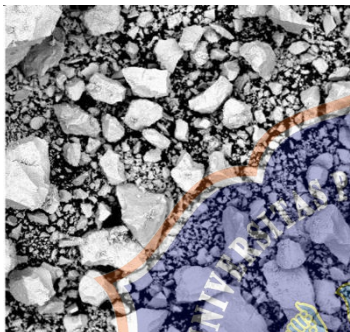
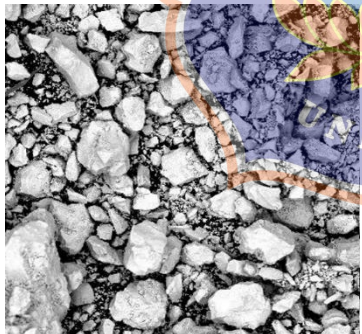
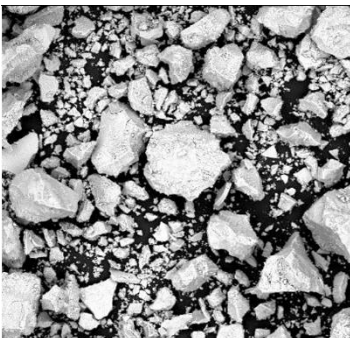
d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity
2.94496 Å	91,9	163	27,1%
2.51365 Å	339	415	100,0%
2.08641 Å	60,3	111	17,8%
1.70315 Å	31,2	76,5	9,2%
1.60607 Å	109	162	32,3%
1.47558 Å	90,1	148	26,6%
1.27626 Å	11,8	46,8	3,5%

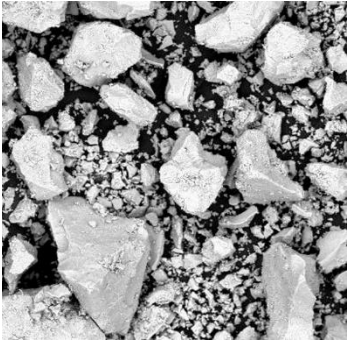
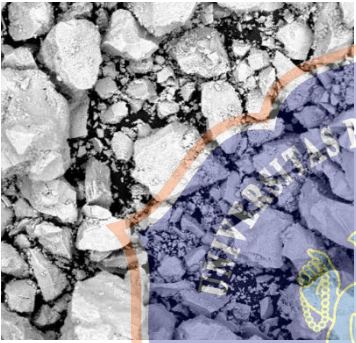
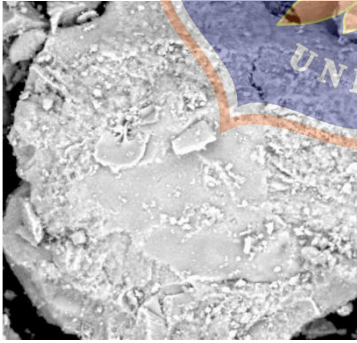
C. Size	h,k,l	Fit Peak	Peak Profile	Position	Area	Intensity	FWHM	Width (low)	Width (high)	Shape (low)	Shape (high)
n.a.	No	0		30.326	0	91,946	0,466	0,2331			
n.a.	No	0		35.690	0	338,790	0,632	0,3158			
n.a.	No	0		43.333	0	60,260	0,417	0,2084			
n.a.	No	0		53.780	0	31,198	0,380	0,1900			
n.a.	No	0		57.321	0	109,432	0,528	0,2642			
n.a.	No	0		62.937	0	90,134	0,160	0,0800			
n.a.	No	0		74.251	0	11,804	0,409	0,2045			

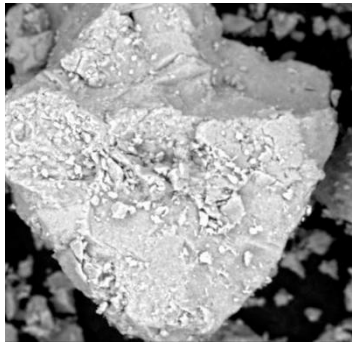


(pH 11)

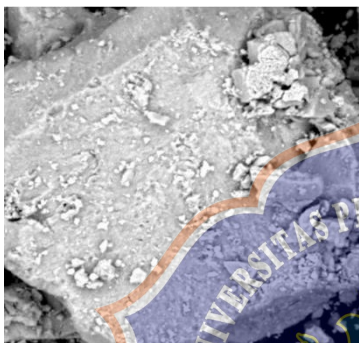
Lampiran 2.2 Hasil Uji Karakterisasi SEM

 (pH 9)	
 (pH 10)	Hasil uji SEM dengan pembesaran 500x
 (pH 11)	
	Hasil uji SEM dengan pembesaran 1.000x

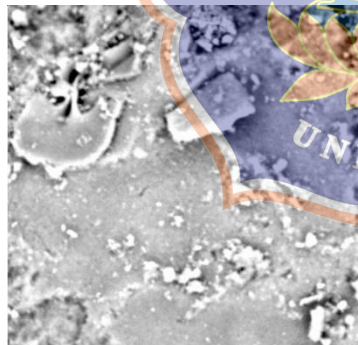
(pH 9)	
 (pH 10)	
 (pH 11)	
 (pH 9)	Hasil uji SEM dengan pembesaran 5.000x



(pH 10)

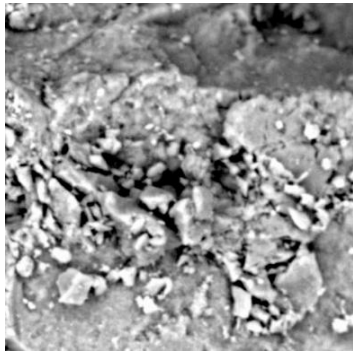


(pH 11)

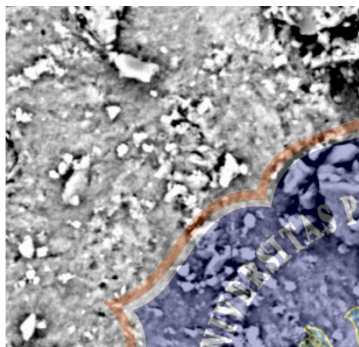


(pH 9)

Hasil uji SEM dengan pembesaran
10.000x



(pH 10)

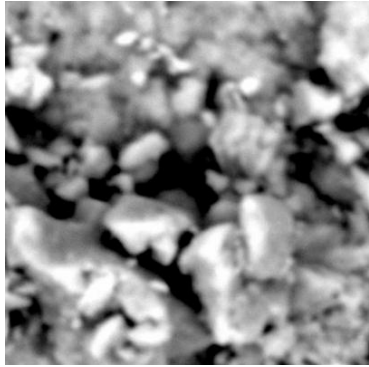


(pH 11)

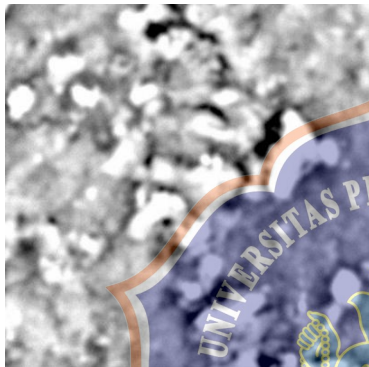


(pH 9)

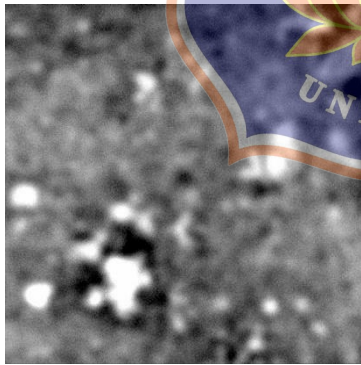
Hasil uji SEM dengan pembesaran
25.000x



(pH 10)



(pH 11)

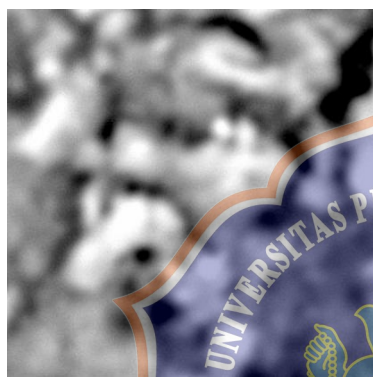


(pH 9)

Hasil uji SEM dengan pembesaran
50.000x

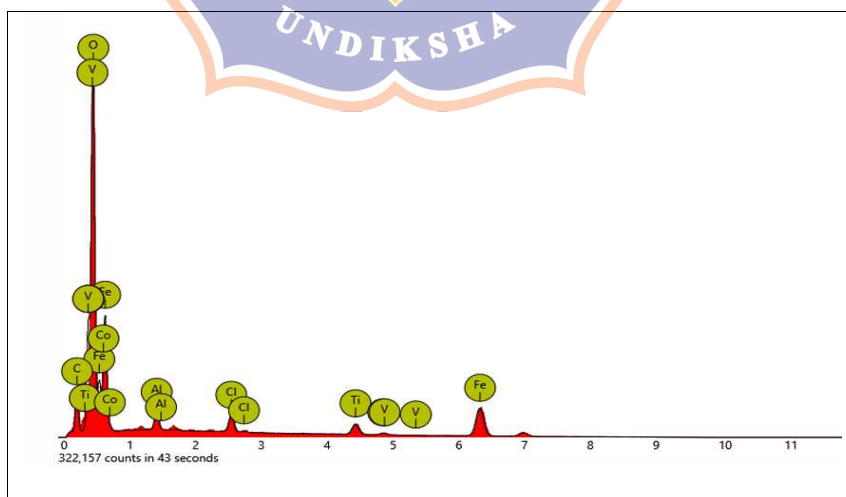


(pH 10)



(pH 11)

Lampiran 2.3 Hasil Uji Karakterisasi EDS



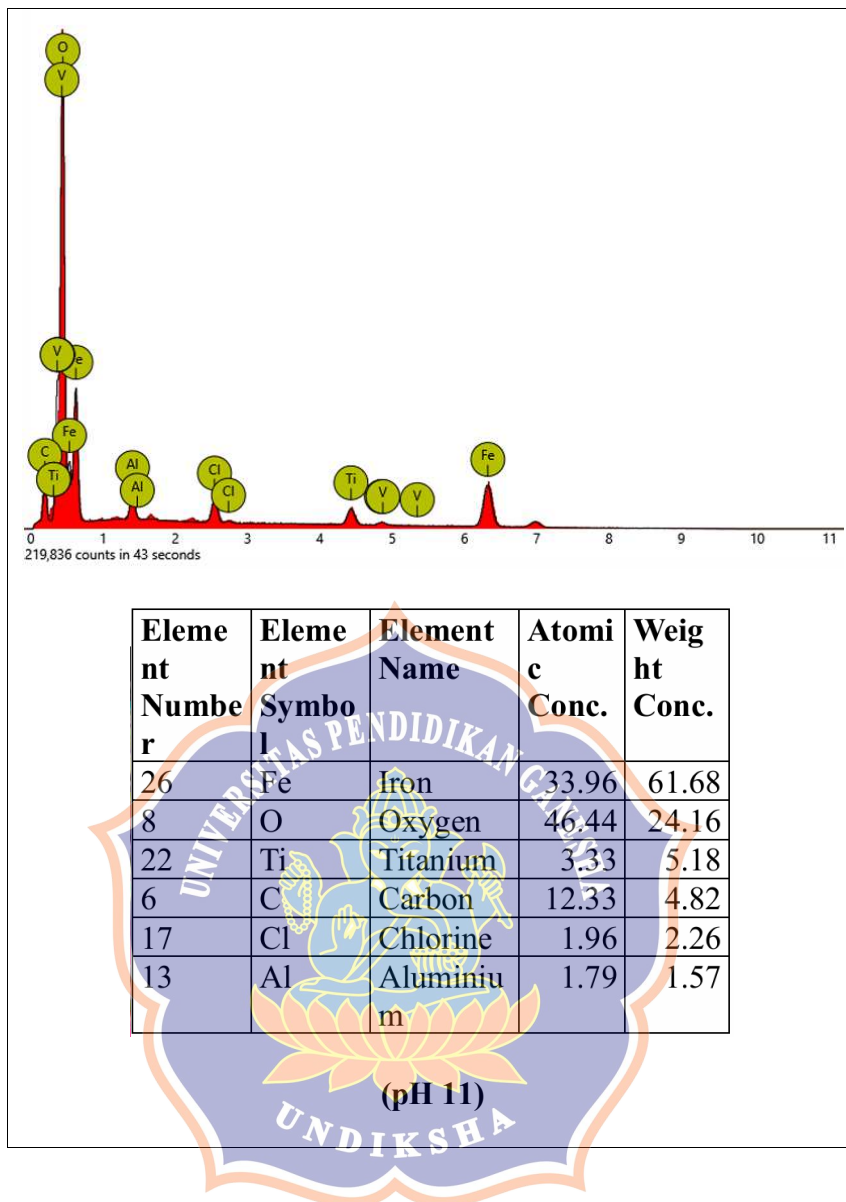
Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
26	Fe	Iron	28.51	53.72
8	O	Oxygen	46.90	25.32
27	Co	Cobalt	3.42	6.79
6	C	Carbon	15.07	6.11
22	Ti	Titanium	2.70	4.35
17	Cl	Chlorine	1.72	2.05
13	Al	Aluminium	1.52	1.39

(pH 9)



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
26	Fe	Iron	29.72	58.03
8	O	Oxygen	38.25	21.40
6	C	Carbon	26.94	11.31
22	Ti	Titanium	3.03	5.07
35	Br	Bromine	0.97	2.71
17	Cl	Chlorine	0.88	1.09

(pH 10)





**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPTK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

**LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM
REPORT OF LABORATORY TEST RESULT**

Nomor: 276681/LE-BBESL/4/2026

SUB LABORATORIUM PENGUJI / SUB LABORATORY:

Nama/Name : **Laboratorium Bahan Bakar, Energi Sintetik dan Low-carbon**
Alamat/Address : KS Sunaryo, Jl Raya Lapan No.2 Desa Mekar Sari, Kec. Rumpin,
Kab. Bogor, Jawa Barat 16350

DATA PERCONTOH/SAMPLE DATA:

Nomor ID ELSA /Transaction Number : **276681**
Jenis/Type : Serbuk
Identifikasi/Identification : **Fe3O4 PH 9**
Jumlah/Quantity (volume) : 1gram
Pengambil Sampel/Sampler : Pengguna
Tanggal Pengambilan/Sampling Date :
Tanggal Diterima/Received Date : 14 April 2026
Tanggal Analisis/Date of Analysis : 20 April 2026

PARAMETER PENGUJIAN/TESTING PARAMETERS:

PARAMETER	METODE
Detektor : BSD full Mode : 10kV Perbesaran : 500X, 1000X, 5000X, 10000X, 25000X, 50.000X	SEM & EDS Mapping

HASIL PENGUJIAN/TEST RESULT

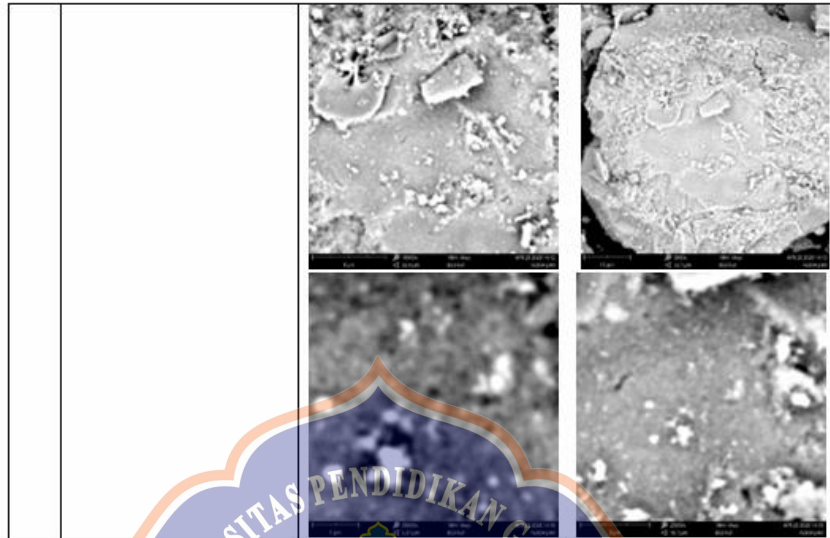
NO	ID Sample	Foto SEM
1	2353-276681-1	



DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPITEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314





**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIITEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

2353-276681-1

1. map

Combined map



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
26	Fe	Iron	28.51	53.72
8	O	Oxygen	46.90	25.32
27	Co	Cobalt	3.42	6.79
6	C	Carbon	15.07	6.11
22	Ti	Titanium	2.70	4.35
17	Cl	Chlorine	1.72	2.05
13	Al	Aluminium	1.52	1.39

FOV: 53.7 µm, Mode: 10kV - Map, Detector: BSD Full, Time: APR 20 2026 16:13



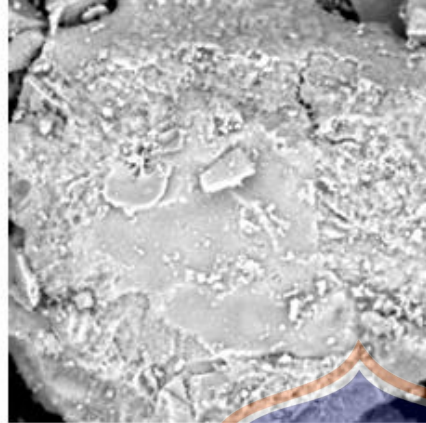


**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST B.J. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

Cut out of map (resolution: 64x64 pixels)

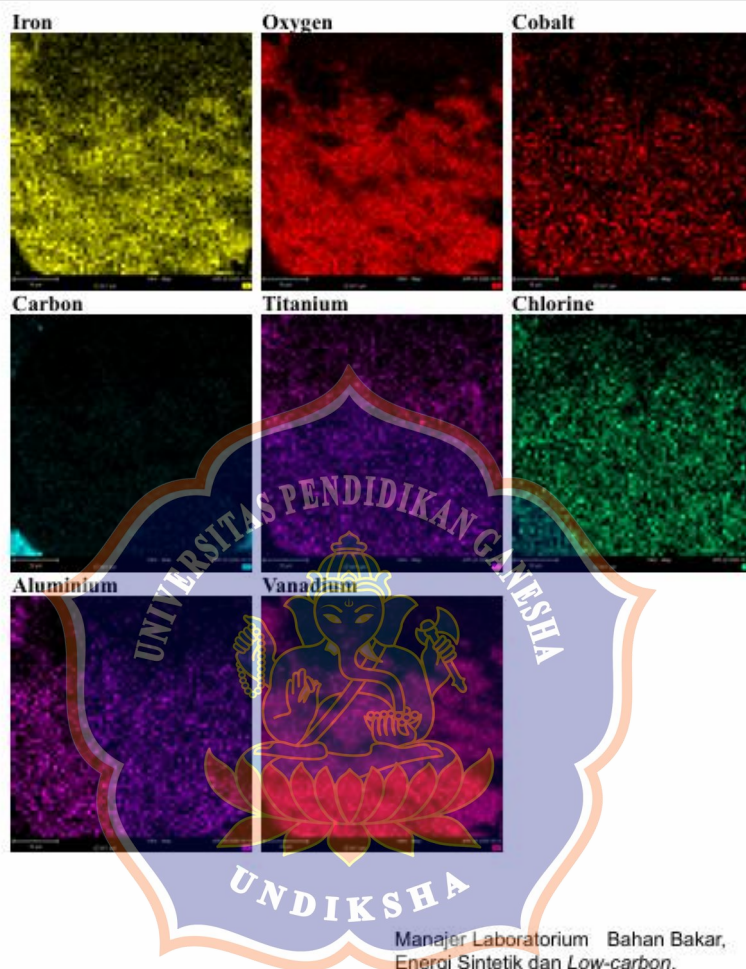




DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
 Tangerang Selatan, Indonesia 15314



Manajer Laboratorium Bahan Bakar,
 Energi Sintetik dan Low-carbon,



TT ELEKTRONIK

Palupi Tri Widiyanti, S.T., M.EngSc.
 NIP. 198410282008012008



**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

**LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM
REPORT OF LABORATORY TEST RESULT**

Nomor: 276687/LE-BBESL/4/2026

SUB LABORATORIUM PENGUJI / SUB LABORATORY:

Nama/Name : **Laboratorium Bahan Bakar, Energi Sintetik dan Low-carbon**
 Alamat/Address : **KS Sunaryo, Jl Raya Lapan No.2 Desa Mekar Sari, Kec. Rumpin,
 Kab. Bogor, Jawa Barat 16350**

DATA PERCONTOH/SAMPLE DATA:

Nomor ID ELSA /Transaction Number : **276687**
 Jenis/Type : **Serbuk**
 Identifikasi/Identification : **Fe3O4 PH 10**
 Jumlah/Quantity (volume) : **1gram**
 Pengambil Sampel/Sampler : **Pengguna**
 Tanggal Pengambilan/Sampling Date : **-**
 Tanggal Diterima/Received Date : **14 April 2026**
 Tanggal Analisis/Date of Analysis : **20 April 2026**

PARAMETER PENGUJIAN/TESTING PARAMETERS:

PARAMETER	METODE
Detektor : BSD full Mode : 10kV Perbesaran : 500X, 1000X, 5000X, 10000X, 25000X, 50.000X	SEM & EDS Mapping

HASIL PENGUJIAN/TEST RESULT

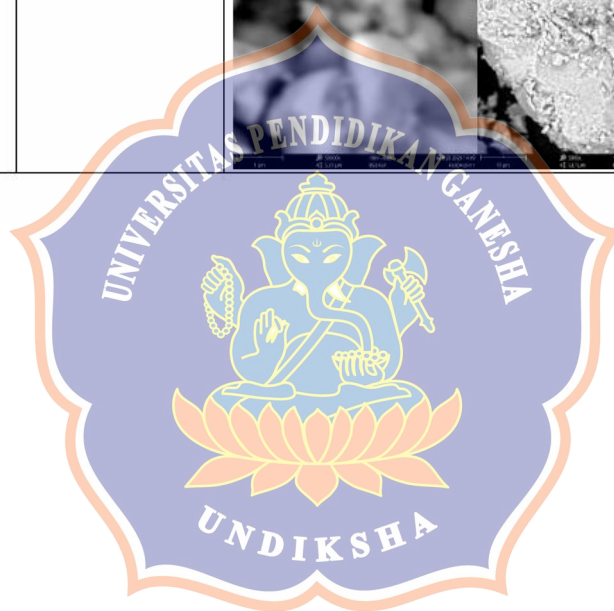
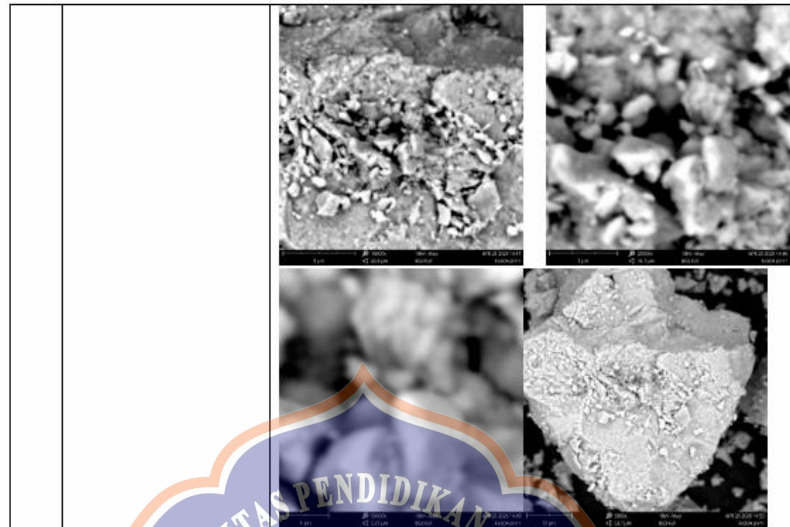
NO	ID Sample	Foto SEM
1	2353-276687-1	



DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIITEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314





**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

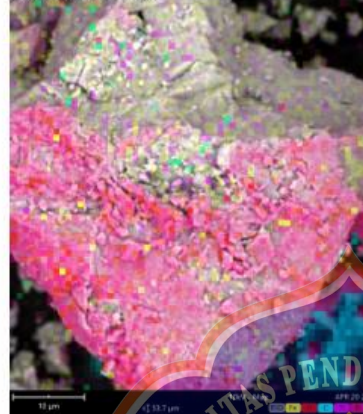
LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

2353-276691-1

1. map

Combined map



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
26	Fe	Iron	29.72	58.03
8	O	Oxygen	38.25	21.40
6	C	Carbon	26.94	11.31
22	Ti	Titanium	3.03	5.07
35	Br	Bromine	0.97	2.71
17	Cl	Chlorine	0.88	1.09

FOV: 53.7 μm, Mode: 10kV - Map, Detector: BSD Full, Time: APR 20 2026 16:49



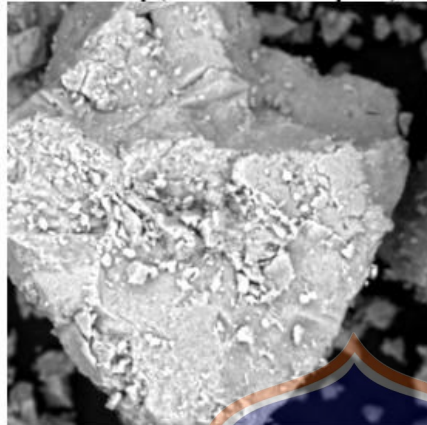
Disabled elements: B



**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI
LABORATORIUM ENERGI**

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

Cut out of map (resolution: 64x64 pixels)

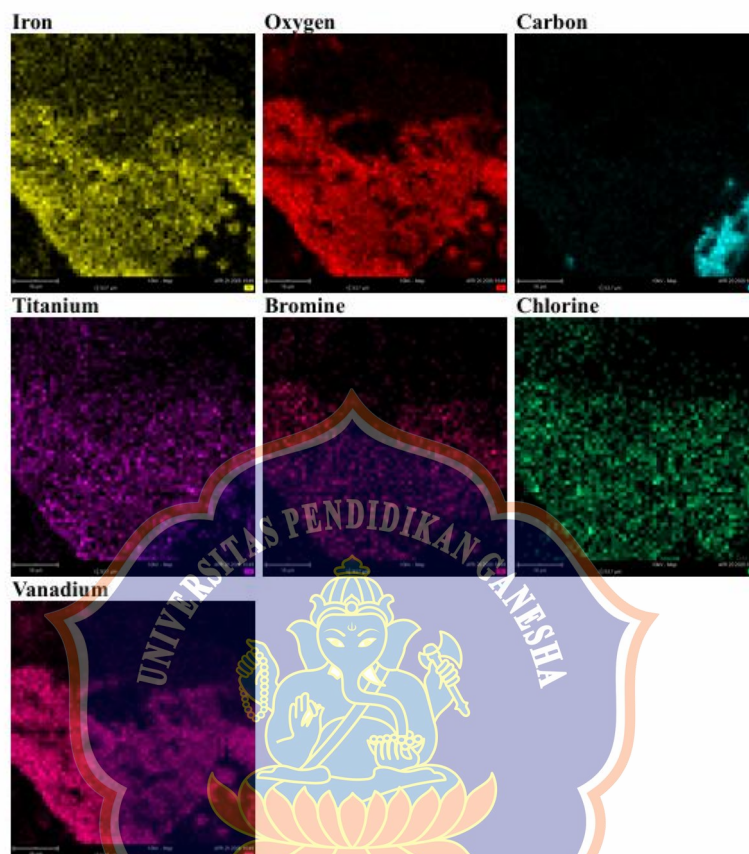




**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST B.J. Habibie, Kawasan PUSPITEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314



Manajer Laboratorium Bahan Bakar,
Energi Sintetik dan Low-carbon,



Palupi Tri Widiyanti, S.T., M.EngSc.
NIP. 198410282008012008



**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST B.J. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

**LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM
REPORT OF LABORATORY TEST RESULT**

Nomor: 276691/LE-BBESL/4/2026

SUB LABORATORIUM PENGUJI / SUB LABORATORY:

Nama/Name : **Laboratorium Bahan Bakar, Energi Sintetik dan Low-carbon**
Alamat/Address : **KS Sunaryo, Jl Raya Lapan No.2 Desa Mekar Sari, Kec. Rumpin,
Kab. Bogor, Jawa Barat 16350**

DATA PERCONTOH/SAMPLE DATA:

Nomor ID ELSA / Transaction Number : **276691**
Jenis/Type : **Serbuk**
Identifikasi/Identification : **Fe3O4 PH 11**
Jumlah/Quantity (volume) : **1gram**
Pengambil Sampel/Sampler : **Pengguna**
Tanggal Pengambilan/Sampling Date : **14 April 2026**
Tanggal Diterima/Received Date : **14 April 2026**
Tanggal Analisis/Date of Analysis : **20 April 2026**

PARAMETER PENGUJIAN/TESTING PARAMETERS:

PARAMETER	METODE
Detektor : BSD full Mode : 10kV Perbesaran : 500X, 1000X, 5000X, 10000X, 25000X, 50.000X	SEM & EDS Mapping

HASIL PENGUJIAN/TEST RESULT

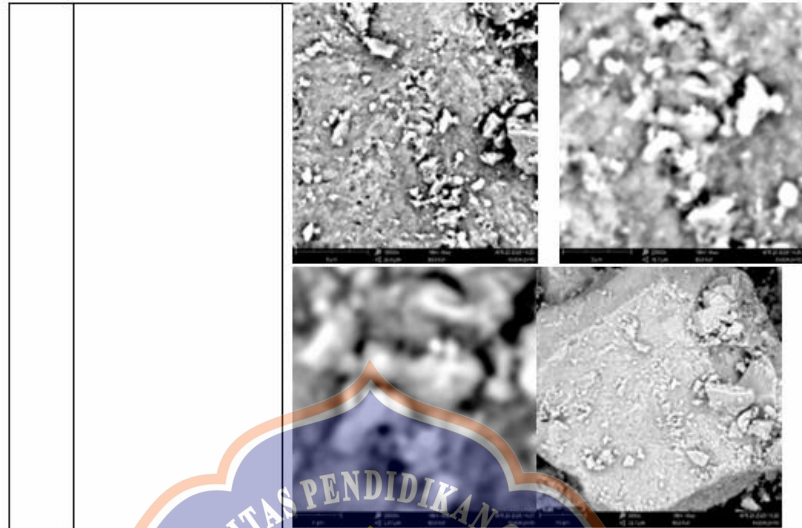
NO	ID Sample	Foto SEM
1	2353-276691-1	



DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPTEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314





**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

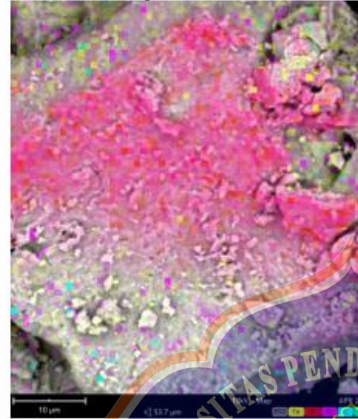
LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

2353-276687-1

1. map

Combined map



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
26	Fe	Iron	33.96	61.68
8	O	Oxygen	46.44	24.16
22	Ti	Titanium	3.33	5.18
6	C	Carbon	12.33	4.82
17	Cl	Chlorine	1.96	2.26
13	Al	Aluminium	1.79	1.57

FOV: 53.7 μm, Mode: 10kV - Map, Detector: BSD Full, Time: APR 20 2026 16:30



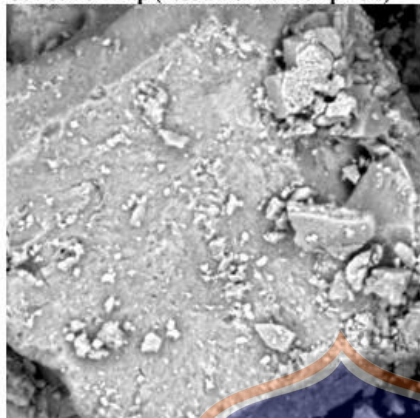


**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIPEK,
Tangerang Selatan, Indonesia 15314

Cut out of map (resolution: 64x64 pixels)

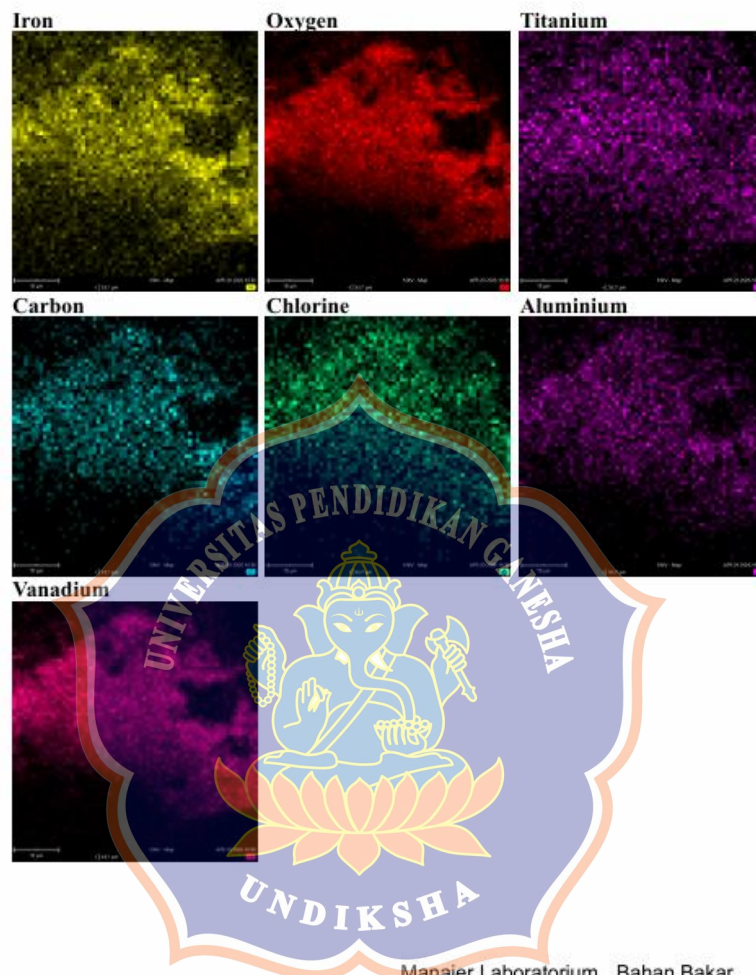




DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET,
DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI

LABORATORIUM ENERGI

Gedung 480, 625, dan KS Sunaryo, KST BJ. Habibie, Kawasan PUSPIITEK,
 Tangerang Selatan, Indonesia 15314



Manajer Laboratorium Bahan Bakar,
 Energi Sintetik dan Low-carbon,



Palupi Tri Widiyanti, S.T., M.EngSc.
 NIP. 198410282008012008

Lampiran 2.4 Hasil Uji Karakterisasi VSM



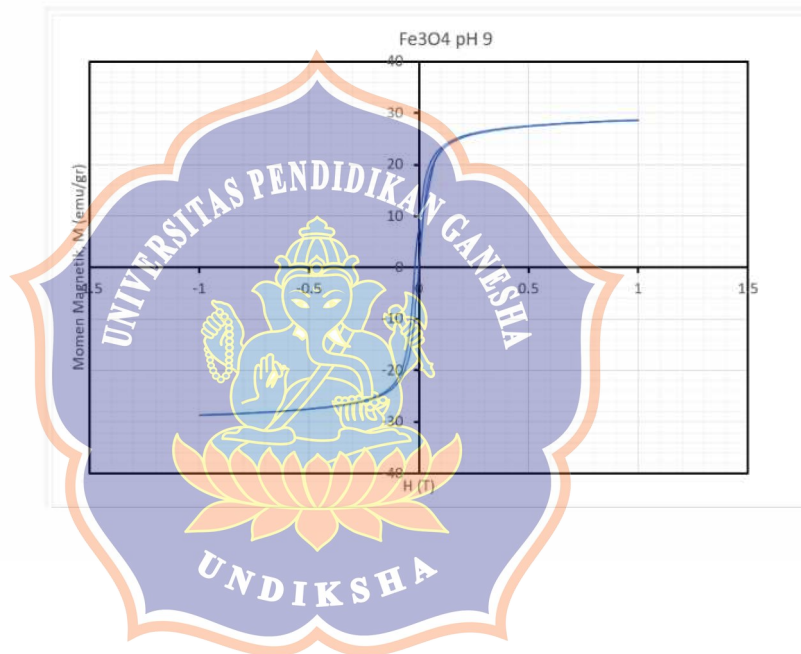
DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN FASILITAS KETENAGANUKLIRAN
LABORATORIUM TEKNOLOGI RADIASI

Gedung 71, KST B.J. Habibie, Puspiptek Serpong,
Tangerang Selatan 15314
Telepon/WA: 0811 9811 572 / 0811 9811 584

VIBRATING SAMPLE MAGNETOMETER

No. 280743/LTR/VSM/08/2026

1. 2807431_Fe3O4 pH 9





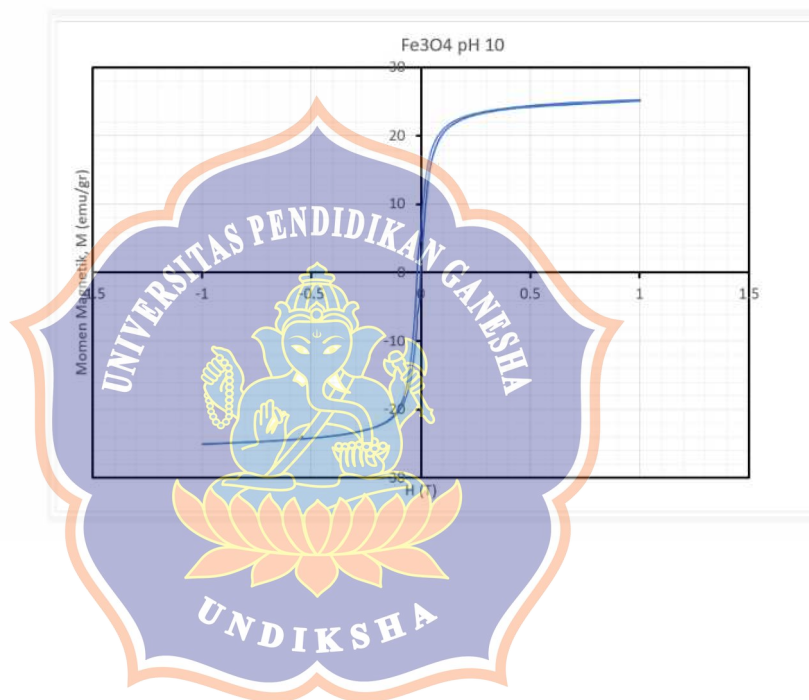
DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN FASILITAS KETENAGANUKLIRAN
LABORATORIUM TEKNOLOGI RADIASI

Gedung 71, KST B.J. Habibie, Puspiptek Serpong,
Tangerang Selatan 15314
Telepon/WA: 0811 9811 572 / 0811 9811 584

VIBRATING SAMPLE MAGNETOMETER

No. 280743/LTR/VSM/08/2026

2. 2807432_Fe3O4 pH 10





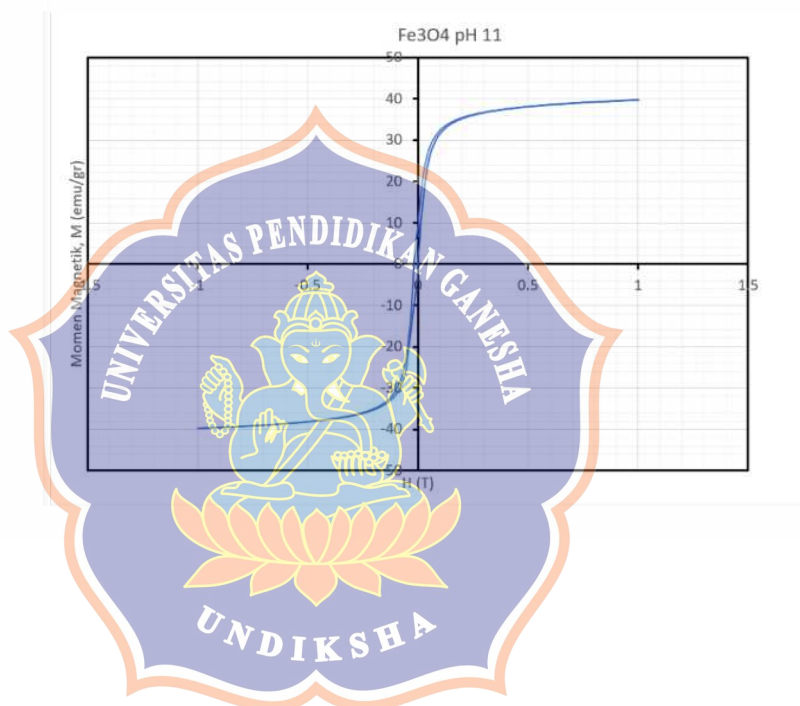
DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN FASILITAS KETENAGANUKLIRAN
LABORATORIUM TEKNOLOGI RADIASI

Gedung 71, KST B.J. Habibie, Puspiptek Serpong,
Tangerang Selatan 15314
Telepon/WA: 0811 9811 572 / 0811 9811 584

VIBRATING SAMPLE MAGNETOMETER

No. 280743/LTR/VSM/08/2026

3. 2807433_Fe3O4 pH 11



LAMPIRAN III
HASIL ANALISIS KARAKTERISASI PENELITIAN



Lampiran 3.1	Hasil Analisis SEM-EDS dengan ORIGIN
Lampiran 3.2	Hasil Analisis Parameter Kisi
Lampiran 3.3	Hasil Analisis Ukuran Kristal
Lampiran 3.4	Hasil Analisis Stokiometri

Lampiran 3.1 Hasil Analisis SEM-EDS dengan ORIGIN

pH 9

Nonlinear Curve Fit (LogNormal) (11/08/2026 22:48:31)

Parameters

		Value	Standard Error	t-Value	Prob> t	Dependency
Counts	y0	1,7156	4,0378	0,42488	0,69955	0,89115
	xc	50,56279	1,53824	32,87054	6,18878E-5	0,35929
	w	0,2917	0,05348	5,45421	0,01211	0,78415
	A	1548,09378	156,03075	9,92172	0,00218	0,72694
	mu	52,76042	2,04751			
	sigma	15,72367	3,45152			

Reduced Chi-Sqr = 12,42225

COC(92) = 0,978774038539

Iterations Performed = 40

Total Iterations in Session = 40

Fit converged: Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Standard Error was scaled with square root of reduced Chi-Sqr.

mu, sigma are derived parameter(s).

Statistics

	Counts
Number of Points	7
Degrees of Freedom	3
Reduced Chi-Sqr	12,42225
Residual Sum of Squares	37,26675
R-Square (COD)	0,97877
Adj. R-Square	0,95755
Fit Status	Succeeded(100)

Fit Status Code :

100 : Fit converged. Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Summary

	y0		xc		w		A		mu		sigma		Statistics	
	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Reduced Chi-Sqr	Adj. R-Square
Counts	1,7156	4,0378	50,56279	1,53824	0,2917	0,05348	1548,09378	156,03075	52,76042	2,04751	15,72367	3,45152	12,42225	0,95755

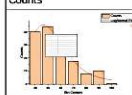
ANOVA

		DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Counts	Regression	3	1718,44754	572,81585	46,11209	0,00522
	Residual	3	37,26675	12,42225		
	Uncorrected Total	7	5013			
	Corrected Total	6	1755,71429			

At the 0.05 level, the fitting function is significantly better than the function y=constant.

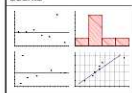
Fitted Curves Plot

Counts



Residual Plots

Counts



pH 10

Nonlinear Curve Fit (LogNormal) (11/08/2026 23:56:12)

Parameters

		Value	Standard Error	t-Value	Prob> t	Dependency
Counts	y0	1,22364	0,97604	1,25368	0,33664	0,56082
	xc	58,94129	0,74168	79,47036	1,58302E-4	0,18688
	w	0,11303	0,01122	10,07015	0,00972	0,51626
	A	357,99444	31,54281	11,34948	0,00767	0,40311
	mu	59,31904	0,7819			
	sigma	6,7266	0,72141			

Reduced Chi-Sqr = 2,51029557993

COD(R²) = 0,9850510085548

Iterations Performed = 8

Total Iterations in Session = 8

Fit converged. Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Standard Error was scaled with square root of reduced Chi-Sqr.

mu, sigma are derived parameter(s).

Statistics

	Counts
Number of Points	6
Degrees of Freedom	2
Reduced Chi-Sqr	2,5103
Residual Sum of Squares	5,02059
R-Square (COD)	0,98501
Adj. R-Square	0,96251
Fit Status	Succeeded(100)

Fit Status Code :

100 : Fit converged. Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Summary

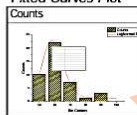
	y0		xc		w		A		mu		sigma		Statistics	
	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Reduced Chi-Sqr	Adj. R-Square
Counts	1,22364	0,97604	58,94129	0,74168	0,11303	0,01122	357,99444	31,54281	59,31904	0,7819	6,7266	0,72141	2,5103	0,96251

ANOVA

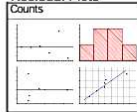
		DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Counts	Regression	3	329,81274	109,93758	43,79468	0,02241
	Residual	2	5,02059	2,5103		
	Uncorrected Total	6	643			
	Corrected Total	5	334,83333			

At the 0.05 level, the fitting function is significantly better than the function y=constant.

Fitted Curves Plot



Residual Plots



pH 11

Nonlinear Curve Fit (LogNormal) (12/08/2026 21:28:58)

Parameters

		Value	Standard Error	t-Value	Prob> t	Dependency
Counts	y0	-1,16502	1,58908	-0,73314	0,53976	0,95407
	xc	73,68936	1,32791	55,49279	3,24575E-4	0,39981
	w	0,2043	0,03465	5,89615	0,02758	0,8831
	A	406,77337	57,2376	7,10675	0,01923	0,88661
	mu	75,24342	1,73563			
	sigma	15,53433	2,98067			

Reduced Chi-Sqr = 0,695964107927

COD(R²) = 0,98034924871734

Iterations Performed = 10

Total Iterations in Session = 10

Fit converged. Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Standard Error was scaled with square root of reduced Chi-Sqr.

mu, sigma are derived parameter(s).

Statistics

	Counts
Number of Points	6
Degrees of Freedom	2
Reduced Chi-Sqr	0,69596
Residual Sum of Squares	1,39193
R-Square (COD)	0,98035
Adj. R-Square	0,95087
Fit Status	Succeeded(100)

Fit Status Code :

100 : Fit converged. Chi-Sqr tolerance value of 1E-9 was reached.

Summary

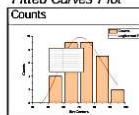
	y0		xc		w		A		mu		sigma		Statistics	
	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Value	Standard Error	Reduced Chi-Sqr	Adj. R-Square
Counts	-1,16502	1,58908	73,68936	1,32791	0,2043	0,03465	406,77337	57,2376	75,24342	1,73563	15,53433	2,98067	0,69596	0,95087

ANOVA

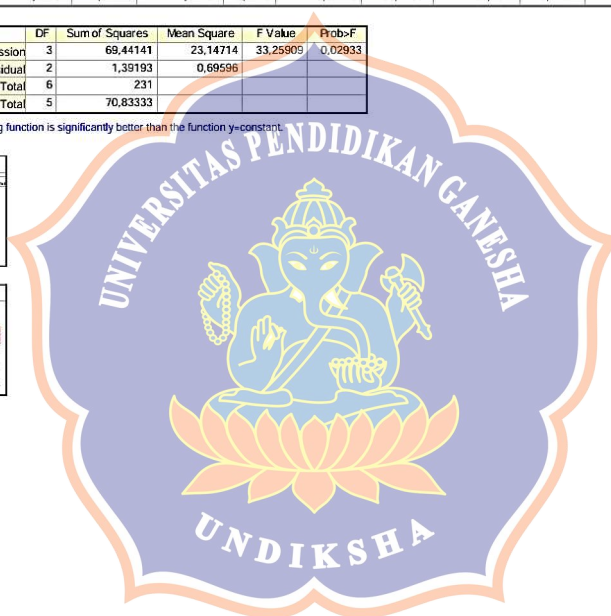
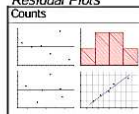
		DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Counts	Regression	3	69,44141	23,14714	33,25909	0,02933
	Residual	2	1,39193	0,69596		
	Uncorrected Total	6	231			
	Corrected Total	5	70,83333			

At the 0.05 level, the fitting function is significantly better than the function y=constant.

Fitted Curves Plot



Residual Plots



Lampiran 3.2 Hasil Analisis Parameter Kisi

pH 9

Dalam menentukan nilai parameter kisi untuk struktur kristal *cubic* maka persamaan diatas dapat diturunkan menjadi:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \dots\dots\dots (i)$$

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1(0,15406)}{2\sin(17,852)} = 2,517 \dots\dots\dots (ii)$$

(nilai θ yang digunakan adalah $35,704/2 = 17,852$)

Substitusi hasil dari persamaan (ii) ke persamaan (i), sehingga di peroleh hasil sebagai berikut:

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$a, b, c = 2,517 \sqrt{3^2 + 1^2 + 1^2}$$

$$a, b, c = 2,517 \sqrt{11}$$

$$a, b, c = 2,517 (3,317)$$

$$a, b, c = 8,35 \text{ \AA}$$

Karena Fe_3O_4 memiliki struktur kristal berbentuk kubik, maka nilai dari parameter kisinya adalah $a = b = c = 8,35 \text{ \AA}$.

pH 10

Dalam menentukan nilai parameter kisi untuk struktur kristal *cubic* maka persamaan diatas dapat diturunkan menjadi:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \dots\dots\dots (i)$$

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1(0,15406)}{2\sin(17,8505)} = 2.518 \dots\dots\dots (ii)$$

(nilai θ yang digunakan adalah $35,701/2 = 17,8505$)

Substitusi hasil dari persamaan (ii) ke persamaan (i), sehingga di peroleh hasil sebagai berikut:

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$a, b, c = 2,518 \sqrt{3^2 + 1^2 + 1^2}$$

$$a, b, c = 2,518 \sqrt{11}$$

$$a, b, c = 2,518 (3,317)$$

$$a, b, c = 8,35 \text{ \AA}$$

Karena Fe_3O_4 memiliki struktur kristal berbentuk kubik, maka nilai dari parameter kisinya adalah $a = b = c = 8,35 \text{ \AA}$.

pH 11

Dalam menentukan nilai parameter kisi untuk struktur kristal *cubic* maka persamaan diatas dapat diturunkan menjadi:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \dots\dots\dots (i)$$

$$d_{hkl} = \frac{n\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1(0,15406)}{2\sin(17,845)} = 2.519 \dots\dots\dots (ii)$$

(nilai θ yang digunakan adalah $35,690/2 = 17,845$)

Substitusi hasil dari persamaan (ii) ke persamaan (i), sehingga di peroleh hasil sebagai berikut:

$$a, b, c = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$$

$$a, b, c = 2,519 \sqrt{3^2 + 1^2 + 1^2}$$

$$a, b, c = 2,519 \sqrt{11}$$

$$a, b, c = 2,519 (3,317)$$

$$a, b, c = 8,36 \text{ \AA}$$

Karena Fe_3O_4 memiliki struktur kristal berbentuk kubik, maka nilai dari parameter kisinya adalah $a = b = c = 8,36 \text{ \AA}$.

Lampiran 3.3 Hasil Analisis Ukuran Kristal

$$D = \frac{K \lambda}{B \cos \theta}$$

Keterangan:

D = Ukuran kristal

K = konstanta Scherrer (0,9)

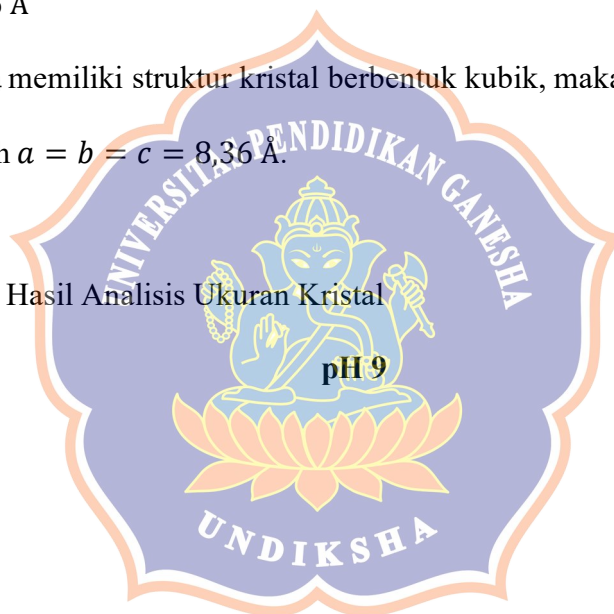
λ = Panjang gelombang sinar-X (0,15406 Å)

B = FWHM, lebar setengah puncak gelombang maksimal

θ = Sudut gelombang

$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406}{0,00411 \cdot 0,9527}$$

$$D = 35,38 \text{ nm}$$



pH 10

$$D = \frac{K \lambda}{B \cos \theta}$$

Keterangan:

D = Ukuran kristal

K = konstanta Scherrer (0,9)

λ = Panjang gelombang sinar-X (0,15406 Å)

B = FWHM, lebar setengah puncak gelombang maksimal

θ = Sudut gelombang

$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406}{0,00442 \cdot 0,9527}$$

$$D = 32,94 \text{ nm}$$

pH 11

$$D = \frac{K \lambda}{B \cos \theta}$$

Keterangan:

D = Ukuran kristal

K = konstanta Scherrer (0,9)

λ = Panjang gelombang sinar-X (0,15406 Å)

B = FWHM, lebar setengah puncak gelombang maksimal

θ = Sudut gelombang

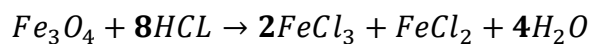
$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406}{0,00551 \cdot 0,9527}$$

$$D = 26,41 \text{ nm}$$



Lampiran 3.4 Hasil Analisis Stokiometri

Reaksi kimia pada proses pelarutan pasir besi dengan HCL sebagai berikut:



Dari reaksi di atas, 1 mol Fe_3O_4 bereaksi dengan 8 mol HCL

- HCL (58 ml)

Diketahui kepadatan HCL 58 ml adalah 1,18 g/ml dan berat molar HCL adalah 36.46 g/mol, sehingga:

$$\text{Jumlah mol HCL} = \frac{\text{Volume HCL (ml)} \times \text{Kepadatan HCL (g/ml)}}{\text{Berat Molar HCL (g/mol)}}$$

$$\text{Jumlah mol HCL} = \frac{58 \text{ ml} \times 1,18 \text{ g/ml}}{36.46 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Jumlah mol HCL} = 1,88 \text{ mol}$$

- Menghitung jumlah mol NH₄OH

Reaksi kimia pada proses pengendapan larutan FeCl sebagai berikut:



Dari reaksi di atas, 1 mol FeSO₄ bereaksi dengan 2 mol FeCl₃ bereaksi dan 8 mol NH₄OH untuk menghasilkan 1 mol Fe₃O₄. Kepadatan NH₄OH adalah 35.05 g/mol, sehingga:

$$\text{Jumlah mol NH}_4\text{OH} = \frac{\text{Volume NH}_4\text{OH (ml)} \times \text{Kepadatan air (g/ml)}}{\text{Berat Molar NH}_4\text{OH (g/mol)}}$$

$$\text{Jumlah mol NH}_4\text{OH} = \frac{25 \text{ ml} \times 1 \text{ g/ml}}{35.05 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Jumlah mol NH}_4\text{OH} = 0,71 \text{ mol}$$

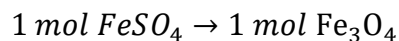
Reaksi kedua merupakan reaksi 1:2:8, maka diperlukan jumlah mol yang lebih rendah dari NH₄OH sebagai batasan. Jumlah mol yang diperlukan untuk mereaksikan FeSO₄ dan NH₄OH dengan HCL adalah 0,71 mol NH₄OH karena setiap 1 mol FeSO₄ dan 2 mol FeCl₃ akan bereaksi dengan 8 mol NH₄OH. Jumlah mol Fe₃O₄ yang dihasilkan akan sesuai dengan jumlah mol NH₄OH, karena ini adalah reaksi pembatas. Reaksi pembatas berdasarkan perbandingan FeSO₄ dengan NH₄OH ialah 1:8, untuk 0,71 mol NH₄OH, dengan massa FeSO₄ yang digunakan ialah 3 gram dan Mr FeSO₄ sebesar 151,91 g/mol maka:

$$n_{FeSO_4} = \frac{m}{Mr}$$

$$n_{FeSO_4} = \frac{3}{151,91}$$

$$n_{FeSO_4} = 0,0197 \text{ mol}$$

Hubungan mol $FeSO_4$ dengan Fe_3O_4 terlihat pada persamaan reaksi berikut:



$$n_{Fe_3O_4} = n_{FeSO_4}$$

$$n_{Fe_3O_4} = 0,0197 \text{ mol}$$

$$\text{Jumlah mol } Fe_3O_4 = 0,0197$$

- Mengonversi jumlah mol Fe_3O_4 menjadi massa. Diketahui berat molar Fe_3O_4 = 231,53 g/mol

$$\text{Massa } Fe_3O_4 = \text{Jumlah mol } Fe_3O_4 \times \text{Berat Molar } Fe_3O_4$$

$$\text{Massa } Fe_3O_4 = 0,0197 \times 231,53$$

$$\text{Massa } Fe_3O_4 = 4,56 \text{ gram}$$

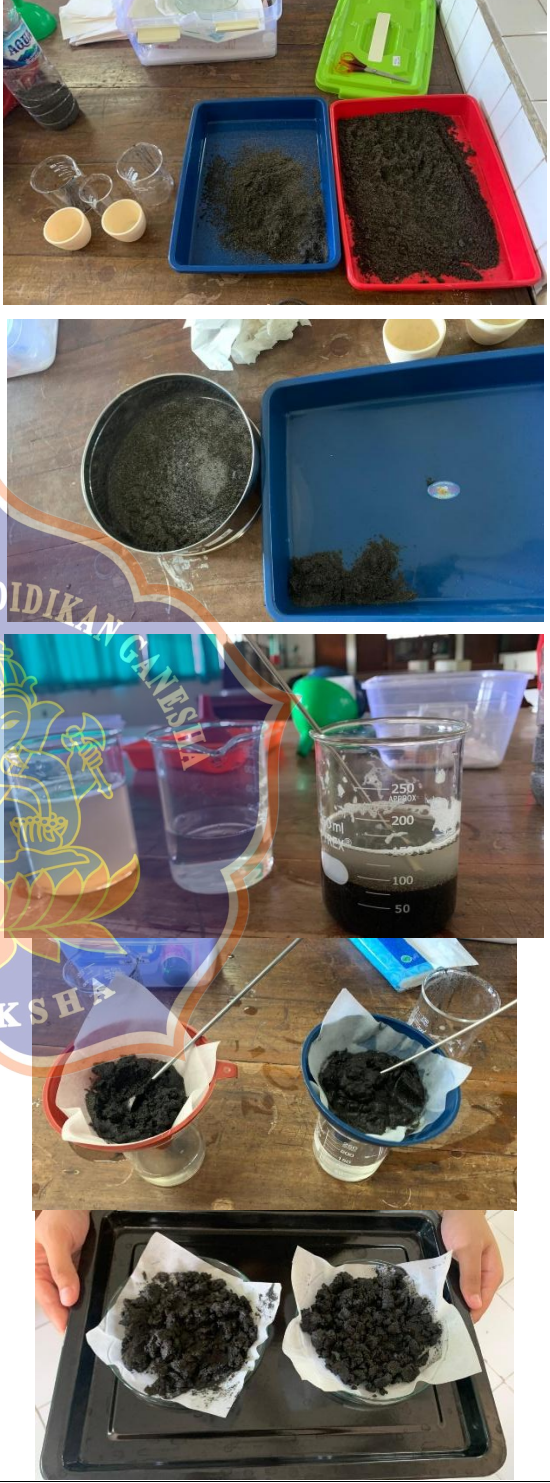
Jumlah mol $FeSO_4$ sebesar 0,0197 mol diperoleh dari perbandingan massa terhadap massa molar. Berdasarkan persamaan reaksi, perbandingan mol $FeSO_4$ terhadap Fe_3O_4 adalah 1:1, sehingga jumlah mol Fe_3O_4 yang terbentuk juga sebesar 0,0197 mol. Dengan massa molar Fe_3O_4 sebesar 231,53 g/mol, maka diperoleh massa Fe_3O_4 sebanyak 4,56 gram.

LAMPIRAN IV
DOKUMENTASI PENELITIAN
DAN RIWAYAT HIDUP PENELITI



Lampiran 4.1	Dokumentasi Penelitian
Lampiran 4.2	Riwayat Hidup Peneliti

Lampiran 4.1 Dokumentasi Penelitian

No	Tahapan	Dokumentasi
1	Mengayak pasir Pantai dan mencucinya dengan aquades 5 kali hingga air cuciannya bening guna mengurangi pengotor dan ion pada air pantai yang ada di dalam pasir dan mengeringkannya menggunakan oven disuhu 100°C.	

		
2	Magnetisasi menggunakan magnet permanen untuk memisahkan pasir besi dengan pengotor lainnya.	
3	Menimbang pasir besi dengan massa 20 gram menggunakan neraca digital.	

4	Melarutkan 20 gram pasir besi dengan HCL 37% sebanyak 58 ml menggunakan <i>Hotplate</i> dan <i>magnetic stirrer</i> dengan kecepatan 450 rpm selama 1 jam.	  
5	Larutan FeCl di saring menggunakan kertas saring dan corong kaca serta dibagi menjadi 3 gelas dengan masing-masing berisikan 14 ml	 

		
6	Selanjutnya 14 ml FeCl dicampur dengan FeSO_4 sebanyak 3 Gram yang sudah dilarutkan ke dalam Aquades sebanyak 100 ml lalu diaduk merata hingga larutan berwarna sedikit kekuningan dan dicampur dengan 1 ml HCL pekat.	   

7	Setelah mencampurkan larutan hasil ekstraksi yakni FeCl_3 dan larutan FeSO_4 lalu di stirrer dengan magnetite stirrer selama 15 menit hingga larutan tercampur rata dan berwarna gelap sedikit kehijauan.	
8	Kemudian meneteskan larutan NH_4OH 25% terus-menerus di suhu 60°C hingga mendapatkan pH yang diinginkan yakni pH 9, 10, dan 11 ke dalam larutan campuran $\text{FeCl}_3 + \text{FeSO}_4$ dan diaduk dengan stirrer selama 1 jam.	
9	Kemudian sampel disaring dan cuci dengan aquades dan didiamkan sampai sampel mengendap di bawah permukaan aquades. Sampai sampel memiliki pH 7 atau netral dan disaring kembali.	

		  
10	Hasil endapan di oven di suhu 100°C selama 1 jam hingga kering.	

11	Sampel digerus hingga halus menggunakan <i>mortar</i> .	 
12	Sampel dimasukkan ke dalam pot sampel dengan rapat agar tidak terkontaminasi zat atau bahan lainnya.	 

Lampiran 4.2 Riwayat Hidup Peneliti



Penulis Bernama Putu Vina Febryanti, lahir di Seririt pada tanggal 29 Februari 2004. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD N 1 Seririt, pendidikan menengah pertama di SMP N 1 Seririt, dan pendidikan menengah atas di SMA N 4 Singaraja. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan studi di Program Studi S1 Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha. Pada akhir masa studi, penulis menyusun skripsi berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4) Pada Pasir Hitam Pantai Tanah Lot menggunakan Metode Kopresipitasi dengan Variasi pH”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana.