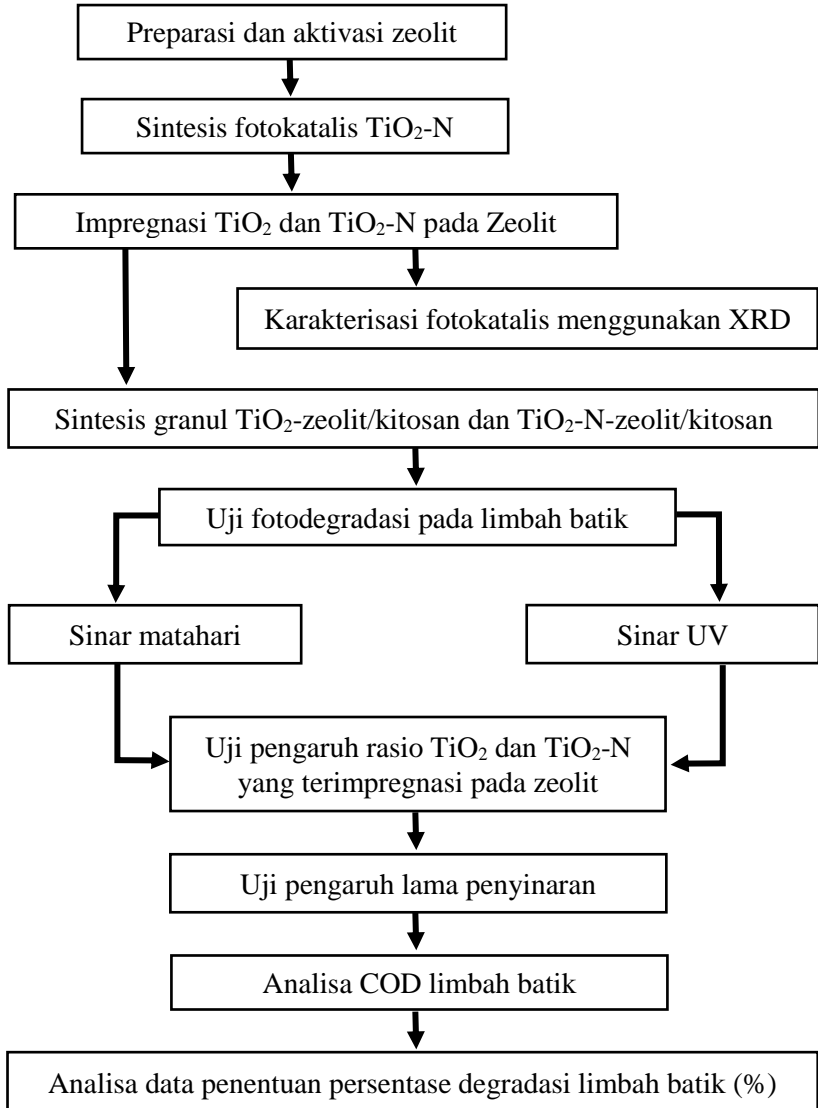


## LAMPIRAN

### Lampiran A. Tahapan Penelitian



## Lampiran B. Perhitungan dan Preparasi Larutan

### B.1 Pembuatan larutan HCl 0,4 M

Larutan HCl 32% pekat dipipet sebanyak 19,6 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 500 mL yang telah berisi sedikit akuades. Larutan kemudian ditambahkan dengan akuades lagi hingga mencapai tanda batas dan dikocok hingga homogen.

$$\text{Kadar HCl} = 32\%$$

$$\text{Berat jenis HCl} = 1,16 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Mr HCl} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi HCl} &= \frac{\text{kadar HCl} \times \text{Berat Jenis HCl} \times 1000}{\text{Mr HCl}} \\ &= \frac{32\% \times 1,16 \times 1000}{36,5} \\ &= 10,2 \text{ M} \end{aligned}$$

Volume HCl yang diambil dalam 500 mL

$$M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$10,2 \text{ M} \cdot V1 = 0,4 \text{ M} \cdot 500 \text{ mL}$$

$$V1 = 19,6 \text{ mL}$$

### B.2 Pembuatan Larutan NaOH 0,4 M

Larutan NaOH 0,4 M dibuat dengan cara menimbang NaOH sebanyak 8 g, kemudian dilarutkan dengan akuades dalam gelas kimia 250 mL dan diaduk hingga larut. Larutan kemudian dipindah ke dalam labu takar 500 mL dan ditambahkan dengan akuades hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen.

$$\text{Mr NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M \text{ NaOH} = \frac{\text{mol NaOH}}{\text{Volume NaOH}}$$

$$\text{mol} = M \times \text{volume}$$

$$\text{mol} = 0,4 \text{ M} \times 0,5 \text{ L}$$

$$\text{mol} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{massa} = \text{mol} \times \text{Mr}$$

$$\text{massa} = 0,2 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{massa} = 8 \text{ g}$$

### B.3 Pembuatan Larutan CH<sub>3</sub>COOH

Larutan CH<sub>3</sub>COOH 1% dibuat dengan memipet larutan CH<sub>3</sub>COOH 98% sebanyak 1 mL ke dalam labu takar 100 mL dan menambahkan dengan akuades hingga tanda batas.

$$\text{Kadar CH}_3\text{COOH} = 36\%$$

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 36\% = 100 \text{ mL} \times 1\%$$

$$V_1 = 2,7 \text{ mL}$$

### B.4 Pembuatan larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,25 N

Larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> berasal dari padatan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang dibuat dengan cara diencerkan menggunakan akuades dalam labu takar 500 mL.

$$M_r = 294 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ekuivalen} = 6$$

$$BE = 49 \text{ g/mol}$$

$$N = \frac{\text{massa}}{BE} \times \frac{1000}{\text{mL larutan}}$$

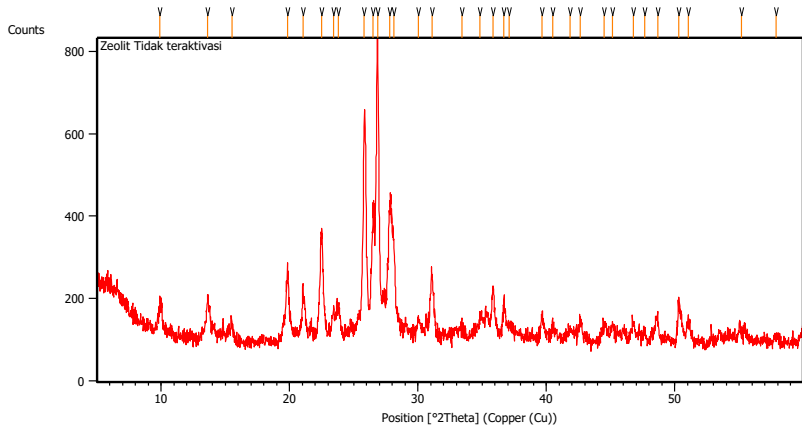
$$0,25 \text{ N} = \frac{\text{massa}}{49} \times \frac{1000}{500}$$

$$\text{Massa} = \left( \frac{0,25}{1000/500} \right) \times 49$$

$$\text{Massa} = 6,125 \text{ g}$$

## Lampiran C. Data Hasil Percobaan

### C.1 Karakterisasi Fotokatalis dengan XRD

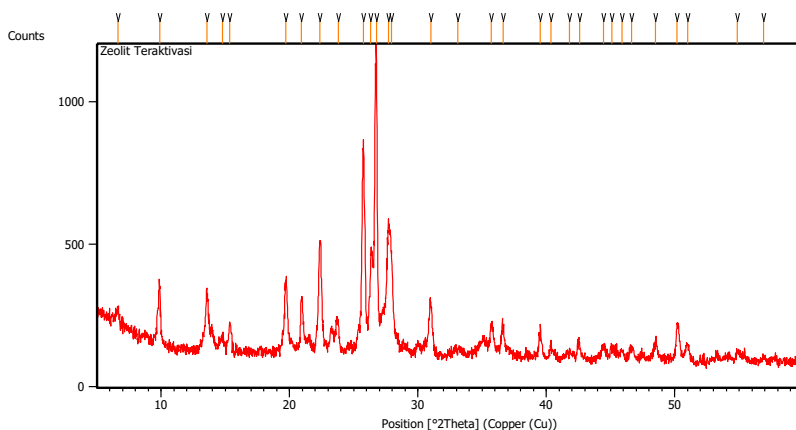


**Gambar C.1** Hasil karakterisasi XRD zeolit alam

**Tabel C.1** Data hasil karakterisasi XRD zeolit alam

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
9.9052	72.08	0.2007	8.92994	9.78
13.6176	106.80	0.1171	6.50268	14.49
15.5220	39.26	0.2676	5.70891	5.32
19.8432	168.46	0.2007	4.47438	22.85
21.0382	143.13	0.0502	4.22285	19.41
22.4845	262.17	0.2007	3.95438	35.56
23.4061	80.56	0.2007	3.80072	10.93
23.7904	83.38	0.2007	3.74019	11.31
25.8001	513.92	0.1004	3.45324	69.70
26.5084	321.62	0.1673	3.36255	43.62
26.8508	737.28	0.1338	3.32044	100.00
27.8003	330.82	0.2342	3.20916	44.87
28.1044	247.05	0.1673	3.17511	33.51
30.0198	59.09	0.2007	2.97676	8.01
31.0771	171.86	0.2676	2.87785	23.31
33.4281	39.30	0.5353	2.68063	5.33
34.8349	62.78	0.2007	2.57553	8.52

35.8419	135.18	0.1673	2.50545	18.34
36.7004	107.32	0.1673	2.44878	14.56
37.0892	43.03	0.5353	2.42400	5.84
39.6394	74.82	0.1338	2.27374	10.15
40.5100	46.35	0.2007	2.22686	6.29
41.8559	33.91	0.4015	2.15832	4.60
42.6266	63.75	0.2676	2.12106	8.65
44.5065	40.50	0.4015	2.03574	5.49
45.1636	46.31	0.2007	2.00764	6.28
46.7486	53.64	0.2007	1.94320	7.28
47.6438	35.55	0.2007	1.90875	4.82
48.6670	63.57	0.2342	1.87099	8.62
50.3141	98.44	0.1338	1.81354	13.35
51.0546	56.41	0.2676	1.78896	7.65
55.2035	15.68	0.5353	1.66393	2.13
57.8685	12.01	0.3346	1.59349	1.63

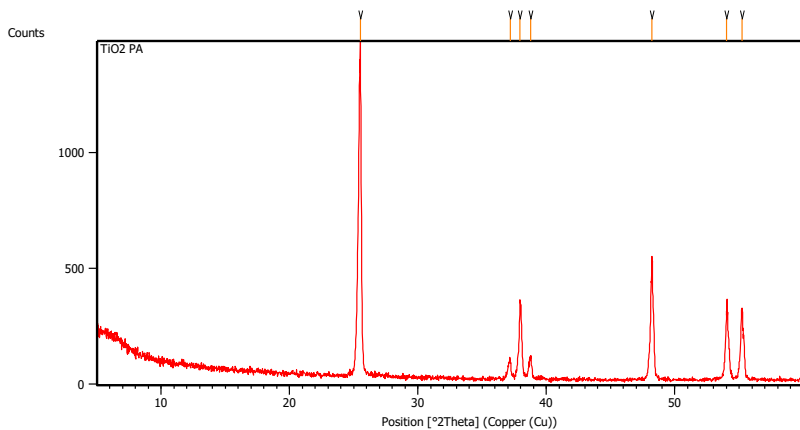


**Gambar C.2** Hasil karakterisasi XRD zeolit teraktivasi

**Tabel C.2** Data hasil karakterisasi XRD zeolit teraktivasi

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
6.6170	55.43	0.2007	13.35830	5.56
9.8836	199.91	0.1004	8.94946	20.07

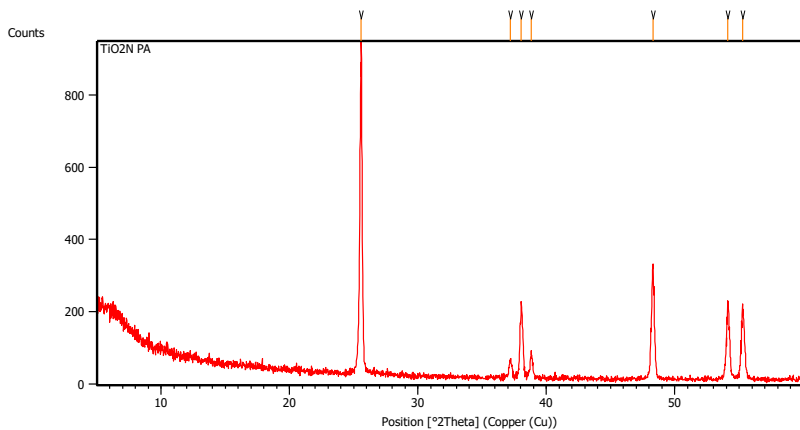
13.5750	208.47	0.1673	6.52300	20.93
14.7713	47.25	0.2676	5.99729	4.74
15.3546	100.85	0.1673	5.77077	10.12
19.7094	246.17	0.2007	4.50445	24.71
20.9016	183.97	0.1004	4.25013	18.47
22.3767	388.67	0.2007	3.97318	39.02
23.7846	105.19	0.2342	3.74109	10.56
25.7483	744.34	0.1506	3.46006	74.73
26.3302	327.73	0.1004	3.38490	32.90
26.7662	996.10	0.1840	3.33074	100.00
27.6889	470.03	0.1506	3.22181	47.19
27.9400	341.26	0.2007	3.19342	34.26
30.9855	184.08	0.2342	2.88614	18.48
33.1037	20.22	0.8029	2.70615	2.03
35.7169	113.60	0.2007	2.51393	11.40
36.6172	103.49	0.2342	2.45416	10.39
39.4937	76.25	0.2007	2.28179	7.65
40.3553	45.33	0.2007	2.23504	4.55
41.7902	25.91	0.4015	2.16156	2.60
42.5633	59.89	0.2342	2.12407	6.01
44.4257	47.16	0.2676	2.03925	4.73
45.0879	46.79	0.2007	2.01083	4.70
45.8916	34.71	0.2007	1.97747	3.48
46.6132	41.17	0.4015	1.94853	4.13
48.4913	63.92	0.2676	1.87736	6.42
50.1740	131.53	0.2342	1.81827	13.20
50.9839	60.02	0.2676	1.79127	6.03
54.8648	27.99	0.2676	1.67340	2.81
56.9106	16.48	0.4015	1.61801	1.65



**Gambar C.3** Hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub> p.a

**Tabel C.3** Data hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub> p.a

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
25.5211	1291.39	0.1673	3.49035	100.00
37.1736	81.25	0.2342	2.41870	6.29
37.9558	341.32	0.1338	2.37063	26.43
38.7650	96.73	0.2342	2.32299	7.49
48.2219	458.72	0.1338	1.88721	35.52
54.0373	279.37	0.0836	1.69705	21.63
55.2101	307.35	0.1338	1.66375	23.80

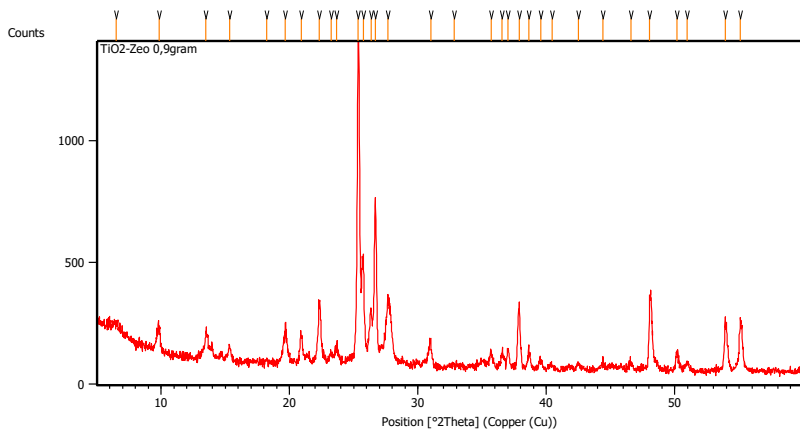


**Gambar C.4** Hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-N p.a

**Tabel C.4** Data hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-N p.a

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
25.5761	916.70	0.2175	3.48297	100.00
37.1790	47.88	0.2342	2.41836	5.22
38.0403	211.58	0.0836	2.36556	23.08
38.8090	65.52	0.1673	2.32045	7.15
48.2936	311.22	0.1171	1.88458	33.95
54.1390	216.26	0.0612	1.69270	23.59
55.2733	190.86	0.3011	1.66199	20.82



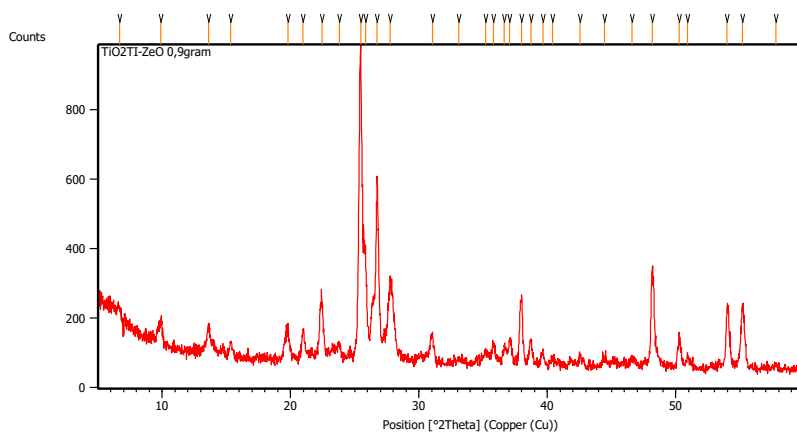


**Gambar C.5** Hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-zeolit

**Tabel C.5** Data hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-zeolit

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
6.5217	37.91	0.5353	13.55340	2.86
9.8330	91.87	0.2342	8.99536	6.93
13.4866	107.32	0.2007	6.56558	8.10
15.3328	57.30	0.1673	5.77893	4.33
18.2261	14.30	0.1673	4.86756	1.08
19.6653	150.57	0.2342	4.51444	11.37
20.9010	115.43	0.1673	4.25025	8.71
22.3236	245.56	0.1673	3.98251	18.54
23.2185	40.40	0.2007	3.83100	3.05
23.6668	68.28	0.1673	3.75945	5.15
25.3518	1324.82	0.1840	3.51327	100.00
25.7554	387.63	0.1004	3.45912	29.26
26.3469	226.90	0.1338	3.38279	17.13
26.6936	664.98	0.1840	3.33963	50.19
27.6745	253.38	0.2342	3.22346	19.13
30.9822	113.07	0.1004	2.88645	8.54
32.8147	9.67	0.5353	2.72933	0.73
35.6953	69.01	0.1338	2.51540	5.21
36.5391	54.94	0.1673	2.45922	4.15

37.0121	81.23	0.1673	2.42888	6.13
37.8980	251.14	0.1004	2.37411	18.96
38.6220	85.20	0.2007	2.33126	6.43
39.5422	32.61	0.2007	2.27910	2.46
40.4254	19.84	0.4015	2.23132	1.50
42.4739	28.45	0.2676	2.12833	2.15
44.3869	27.32	0.3346	2.04095	2.06
46.5953	28.36	0.2676	1.94923	2.14
48.0339	309.76	0.0669	1.89416	23.38
50.1505	75.78	0.2342	1.81907	5.72
50.9634	34.61	0.2007	1.79195	2.61
53.9149	208.44	0.0669	1.70061	15.73
55.0898	194.65	0.2342	1.66709	14.69



**Gambar C.6** Hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-N-zeolit

**Tabel C.6** Data hasil karakterisasi XRD TiO<sub>2</sub>-N-zeolit

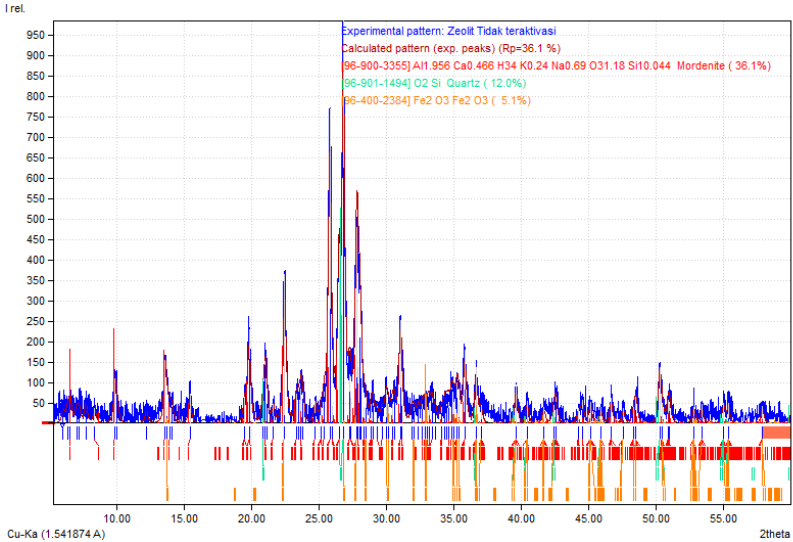
Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
6.6893	28.13	0.2676	13.21408	3.31
9.8929	67.65	0.4015	8.94102	7.96
13.6127	77.19	0.2007	6.50501	9.09
15.3473	40.13	0.1673	5.77349	4.72
19.8189	84.31	0.2342	4.47980	9.93

---

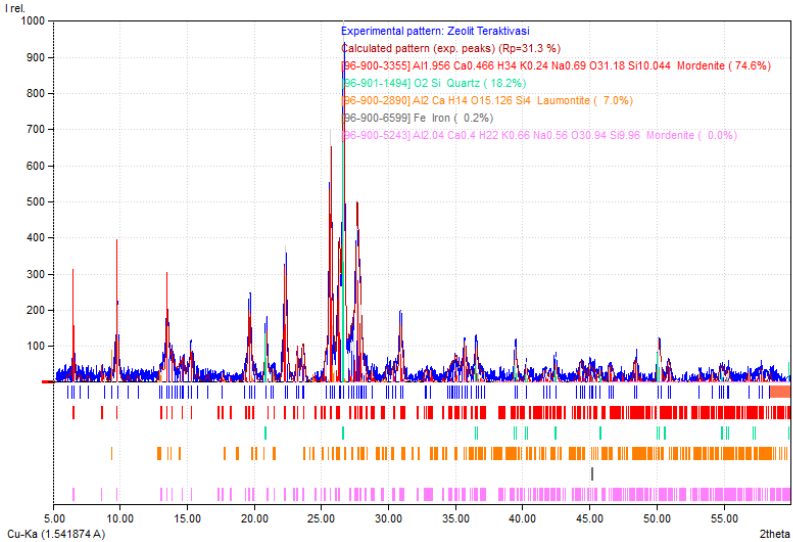
20.9753	85.50	0.1673	4.23537	10.07
22.4401	167.06	0.2342	3.96211	19.67
23.7928	41.66	0.2007	3.73983	4.90
25.4723	849.39	0.2007	3.49692	100.00
25.8404	292.37	0.1338	3.44793	34.42
26.7469	503.03	0.1004	3.33310	59.22
27.7421	223.69	0.1673	3.21576	26.34
31.0407	76.24	0.1673	2.88114	8.98
33.1138	12.35	0.8029	2.70535	1.45
35.1809	34.18	0.4015	2.55099	4.02
35.7902	57.24	0.2007	2.50894	6.74
36.6495	52.99	0.2007	2.45207	6.24
37.0484	72.34	0.2342	2.42658	8.52
37.9856	190.22	0.2342	2.36884	22.39
38.7024	72.52	0.1673	2.32660	8.54
39.6398	38.53	0.2007	2.27372	4.54
40.4133	24.81	0.2676	2.23197	2.92
42.5331	32.85	0.2007	2.12551	3.87
44.4380	22.50	0.4015	2.03872	2.65
46.5831	25.44	0.4684	1.94972	3.00
48.1680	291.93	0.1004	1.88920	34.37
50.2692	82.60	0.3346	1.81505	9.72
50.9081	37.67	0.2007	1.79377	4.43
53.9886	178.35	0.1338	1.69847	21.00
55.1857	175.89	0.3011	1.66442	20.71
57.7724	10.85	0.4015	1.59591	1.28

---

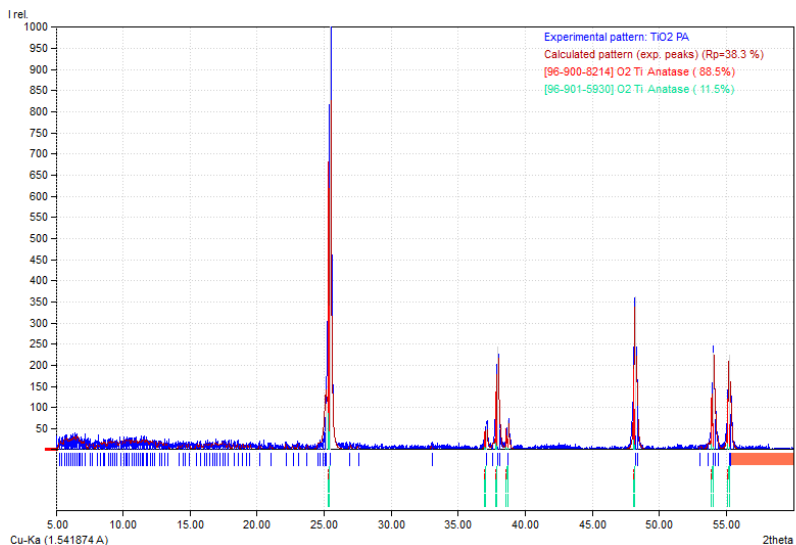
## C.2 Analisis Difraktogram XRD dengan *Match!*



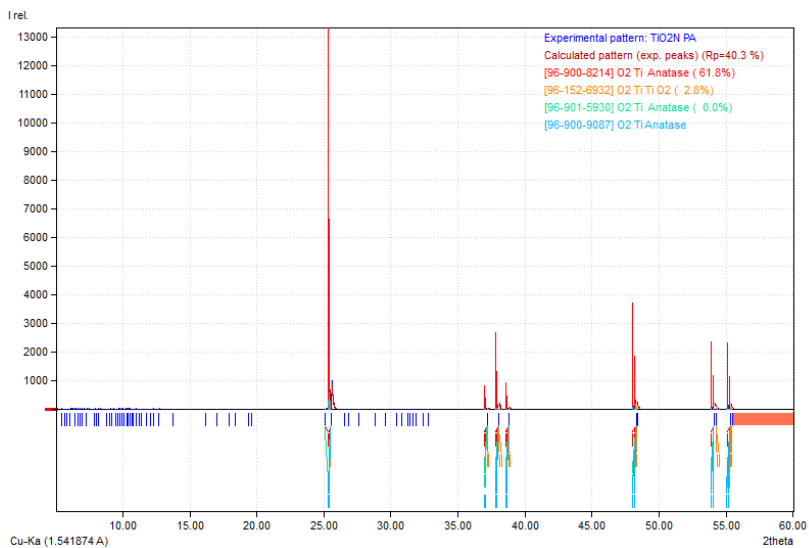
**Gambar C.7** Analisis difraktogram XRD zeolit alam menggunakan *Match!*



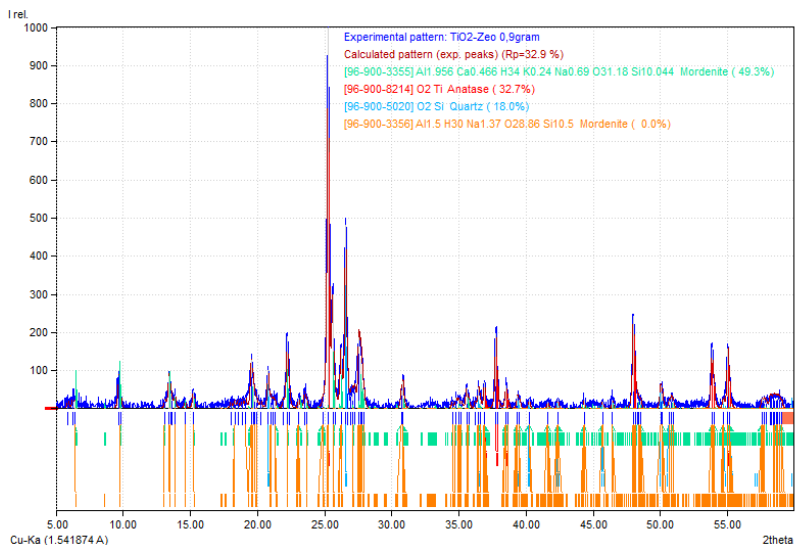
**Gambar C.8** Analisis difraktogram XRD zeolit teraktivasi menggunakan *Match!*



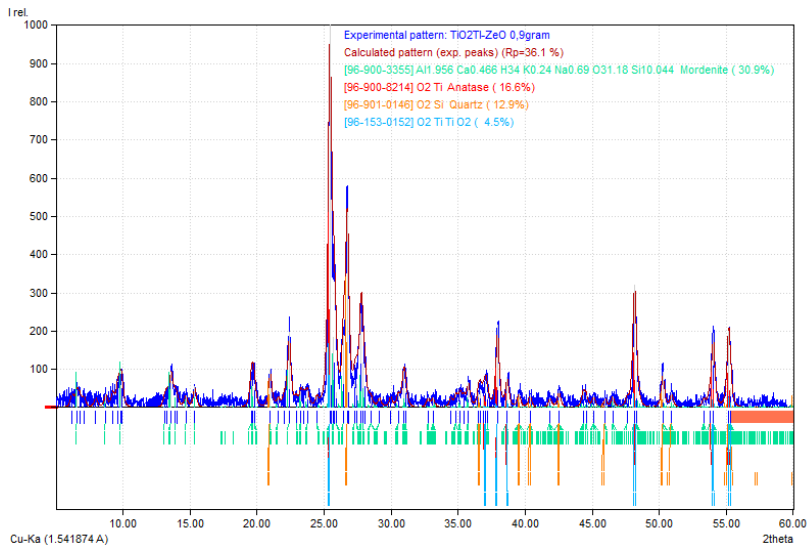
**Gambar C.9** Analisis difraktogram XRD TiO<sub>2</sub> menggunakan *Match!*



**Gambar C.10** Analisis difraktogram XRD TiO<sub>2</sub>-N menggunakan *Match!*



**Gambar C.11** Analisis difraktogram XRD TiO<sub>2</sub>-Zeolit menggunakan *Match!*



**Gambar C.12** Analisis difraktogram XRD TiO<sub>2</sub>-N-Zeolit menggunakan *Match!*

### C.3 Penentuan Nilai COD Limbah Batik

Nilai COD limbah batik awal:

$$\begin{aligned}\text{Nilai COD} &= \frac{(A-B) \times N \times 8000}{\text{mL sampel}} \\ &= \frac{(22,5-15) \times 0,25 \times 8000 \times 10}{25} \\ &= 6000\end{aligned}$$

**Tabel C.7.** Data nilai COD limbah batik setelah penyinaran sinar matahari

Fotokatalis (g/g zeolit)	Nilai COD	Penurunan Nilai COD	Persen COD dari Limbah Awal
TiO <sub>2</sub> 0,3	5280	720	12,0
TiO <sub>2</sub> 0,4	4800	1200	20,0
TiO <sub>2</sub> 0,5	5320	680	11,3
TiO <sub>2</sub> 0,6	5520	480	8,0
TiO <sub>2</sub> -N 0,3	5520	480	8,0
TiO <sub>2</sub> -N 0,4	4800	1200	20,0
TiO <sub>2</sub> -N 0,5	5600	400	6,7
TiO <sub>2</sub> -N 0,6	6000	0	0,0

**Tabel C.8.** Data nilai COD limbah batik setelah penyinaran sinar UV

Fotokatalis (g/g zeolit)	Nilai COD	Penurunan Nilai COD	Persen COD dari Limbah Awal
TiO <sub>2</sub> 0,3	4640	1360	22,7
TiO <sub>2</sub> 0,4	4560	1440	24,0
TiO <sub>2</sub> 0,5	4880	1120	18,7
TiO <sub>2</sub> 0,6	4560	1440	24,0
TiO <sub>2</sub> -N 0,3	4960	1040	17,3
TiO <sub>2</sub> -N 0,4	4720	1280	21,3
TiO <sub>2</sub> -N 0,5	4800	1200	20,0
TiO <sub>2</sub> -N 0,6	4800	1200	20,0

**Tabel C.9.** Data nilai COD limbah batik pengaruh lama penyinaran sinar UV

Lama Penyinaran (jam)	Nilai COD	Penurunan Nilai COD	Persen COD dari Limbah Awal	
TiO <sub>2</sub> /ZK <sup>a</sup>	2	3040	320	5,3
	4	2800	560	9,3
	6	2160	1200	35,7
	8	3280	80	2,4
TiO <sub>2</sub> -N/ZK <sup>b</sup>	2	3360	0	0,0
	4	2560	800	13,3
	6	3040	320	9,5
	8	3120	240	7,1

<sup>a</sup>TiO<sub>2</sub>/zeolit-kitosan

<sup>b</sup>TiO<sub>2</sub>-N/zeolit-kitosan

**Tabel C.10.** Data nilai COD limbah batik pengaruh lama penyinaan sinar matahari

Lama Penyinaran (jam)	Nilai COD	Penurunan Nilai COD	Persen COD dari Limbah Awal	
TiO <sub>2</sub> /ZK <sup>a</sup>	2	3120	160	2,67
	4	2960	320	5,33
	6	2800	480	14,29
	8	2960	320	9,52
TiO <sub>2</sub> -N/ZK <sup>b</sup>	2	2800	480	8,00
	4	2800	480	8,00
	6	3120	160	4,76
	8	2960	320	9,52

<sup>a</sup>TiO<sub>2</sub>/zeolit-kitosan

<sup>b</sup>TiO<sub>2</sub>-N/zeolit-kitosan



## Lampiran D. Foto Penelitian



**Gambar D.1** Zeolit teraktivasi



**Gambar D.2** Pembuatan granul



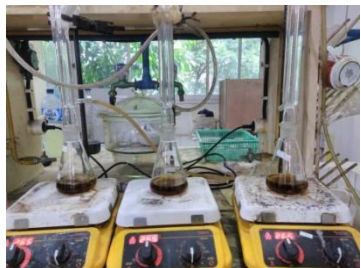
**Gambar D.3** Granul yang diperoleh



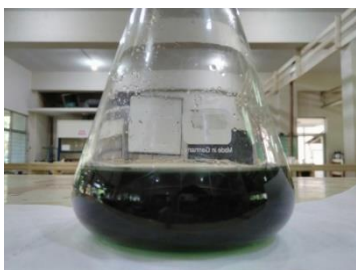
**Gambar D.4** Penyinaran limbah batik menggunakan sinar matahari



**Gambar D.5** Penyinaran limbah batik menggunakan sinar UV



**Gambar D.6** Analisa COD limbah batik



**Gambar D.7** Titik akhir titrasi analisa COD dengan sedikit berwarna kemerahan



**Gambar D.8** Limbah batik menguap saat penyinaran sinar matahari (kiri: matahari, kanan: UV)