

PENGUJIAN MINERAL LIAT PADA CONTOH TANAH DENGAN METODE DIFRAKSI X-RAY (XRD)

Titi Tentrem¹⁾, Antonius F. Nababan²⁾

Laboratorium Mineralogi Balai Penelitian Tanah

Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor – Indonesia

email: tititentrem@pertanian.go.id; antoniusfransico@pertanian.go.id

RINGKASAN

Mineral liat adalah mineral-mineral hasil pembentukan baru selama proses pembentukan tanah (*pedogenic*), walaupun ada beberapa jenis induk tanah yang juga sudah mengandung mineral yang sama dengan mineral liat (*inherited*). Identifikasi mineral liat dengan metode XRD ditentukan berdasarkan jarak d (d -*spacings*) yaitu jarak antar lapisan yang terulang dari atom dalam suatu mineral menurut hukum Bragg, sehingga diperlukan beberapa perlakuan penjenuhan kation dan pemanasan agar identifikasi mineral liat dapat dilakukan secara benar. Teknik identifikasi mineral liat dilakukan di Laboratorium Mineralogi Tanah, Balai Penelitian Tanah oleh teknisi yang kompeten dengan menggunakan alat dan bahan yang terstandarisasi dengan baik. Identifikasi dilakukan terhadap 4 contoh tanah yang berasal dari Provinsi Maluku Utara dengan kode contoh GS 8-1, GS 8-3, TM 8-1, TM 8-3. Setiap contoh pada tanah preparasi diberi masing perlakuan penjenuhan kation dan pemanasan, sehingga diperoleh jenis mineral Kaolinit yang dominan pada contoh dengan kode GS 8-1 dan GS 8-3, sedang pada contoh dengan kode TM 8-3. Juga diperoleh jumlah mineral Illit sedang pada contoh dengan kode TM 8-3, dan jumlah mineral Amorf sedang pada contoh dengan kode TM 8-1. Identifikasi dengan metode XRD bertujuan untuk mengetahui mineral liat secara kualitatif.

Misal, diambil saja dari kesimpulan yang dinarasikan; hasil pengujian menunjukkan bahwa identifikasi mineral liat dengan metode X-Ray difraksi (XRD) bertujuan untuk mengetahui mineral liat terkandung secara kualitatif. Diperoleh jenis mineral Kaolinit yang dominan pada contoh dengan kode GS 8-1 dan GS 8-3, sedang pada contoh dengan kode TM 8-3. Juga diperoleh jumlah mineral Illit sedang pada contoh dengan kode TM 8-3, dan jumlah mineral Amorf sedang pada contoh dengan kode TM 8-1.

Kata Kunci: mineral liat, metode XRD, identifikasi mineral liat.

PENDAHULUAN

Sifat fisik dan kimia tanah dikendalikan utamanya oleh jenis dan proporsi mineral, khususnya jenis mineral penyusun fraksi liat [4]. Mineral liat atau mineral sekunder adalah mineral-mineral hasil pembentukan baru selama proses pembentukan tanah (*pedogenic*), walaupun ada beberapa jenis induk tanah yang juga sudah mengandung mineral yang sama dengan mineral liat (*inherited*). Komposisi dan struktur dari mineral liat sangat berbeda dengan mineral yang terlapuk dan ukuran butirannya tergolong halus, yaitu lebih kecil dari $2\mu\text{m}$. Pembentukan jenis mineral liat sangat dipengaruhi oleh bahan induk tanah dan lingkungannya.

Metode XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan suatu senyawa kimia tertentu dalam wujud padat dengan menggunakan difraksi/pantulan sinar X. Sinar X merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh deselerasi partikel dengan kecepatan tinggi secara tiba-tiba [3]. Hukum dasar dalam difraksi sinar X mengacu pada Hukum Bragg:

$$n \lambda = 2 d \sin \theta \quad (1.1)$$

Dimana: d = ketebalan unit sel, θ = sudut difraksi, λ = panjang gelombang, n = kelipatan

Prinsip dasar metode XRD adalah cahaya (*beam*) dari sinar X gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang λ dan menerpa permukaan kristal akan menembus kristalmineral dan selanjutnya sebagian akan dipantulkan dari permukaan oleh tiap lembar atom yang tersusun secara berurutan dalam kristal. Untuk suatu jarak antar lembar (*d-spacing*), akan mempunyai sudut kritis θ , dimana sinar yang dipantulkan dari permukaan lembaran berurutan akan menjadi satu fase ketika sinar itu meninggalkan permukaan kristal. Pantulan secara berurutan dari lembar kisi berjarak sama akan menghasilkan difraksi maksimum dengan intensitas yang cukup untuk direkam oleh detektor. Detektor digunakan untuk merekam difraksi yang dihasilkan dari mineral. Oleh karena tidak ada dua mineral yang mempunyai jarak antar atom persis sama dalam tiga dimensi, maka sudut dimana terjadi difraksi akan cukup mencolok untuk suatu mineral tertentu. Jarak antar atom dalam kristal mineral menghasilkan difraksi maksimum yang digunakan untuk mengidentifikasi mineral. Kristal mineral terdiri dari atom-atom yang berjarak teratur dan dapat memantulkan sinar X. Struktur kristal dicirikan oleh susunan atom secara sistematis dan periodik dalam 3 dimensi. Karena kristal adalah susunan atom dengan jarak teratur, maka tiap kristal mengandung lapisan atom yang dipisahkan oleh jarak jarak yang konstan. Jarak antar lapisan atom adalah karakteristik dari tiap jenis mineral dan dapat diukur untuk menetapkan jenis mineral liat dalam tanah.

Preparasi mineral liat diberi perlakuan ion dan pemanasan guna untuk membedakan jenis mineral yang mempunyai puncak (*peak*) yang sama pada sudut yang sama. Adapun perlakuan yang diberikan adalah perlakuan ion Mg dan ion K pada suhu ruang, perlakuan Mg + Glycerol pada suhu ruang, dan perlakuan pemanasan K+550 pada suhu 550°C. Perlakuan Mg+Glycerol digunakan untuk membedakan mineral smektit dan mineral vermikulit dan illit, pemanasan dan perlakuan K digunakan untuk membedakan mineral illit dengan mineral 2:1 lainnya [2]. Bentuk puncak XRD dipengaruhi oleh campuran dua mineral secara berlapis, perbedaan ukuran kristal, kemurnian, komposisi kimia, posisi unit sel atom, dan latar belakang atau pengaruh matrik [1].

METODE PENGUJIAN

Teknik dan preparasi sampel XRD didasarkan pada tujuan untuk identifikasi mineral sekunder atau mineral liat. Preparasi dilakukan pada preparat yang terbuat dari bahan keramik yang kemudian diberi perlakuan ion Mg dan ion K pada suhu ruang, perlakuan Mg + Glycerol pada suhu ruang, dan perlakuan pemanasan K+550 pada suhu 550 °C. Peralatan yang digunakan dalam preparasi sampel XRD, yaitu: *Beaker glass* 1000 ml, Cawan, Spatula/sendok plastik, Pipet volume 20 ml, Keramik preparat, Tanur, Pompa vakum, Pipet tetes, *Magnetic stirrer*, *Beaker glass* 100 ml, Sentrifugator, Lemari asam,

Tabung sentrifuse, Termometer digital, *Vortex mixer*, Mistar, Botol sampel 100 ml, Alat tulis, *Hot plate*, Tabung vakum, Rak tabung, Pinset/penjepit, Neraca analitik, Desikator, Alat XRD, dan Komputer.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam preparasi sampel XRD, yaitu: 4 contoh tanah berasal dari Provinsi Maluku Utara dengan kode GS 8-1, GS 8-3, TM 8-1, dan TM 8-3, Aquadest, H_2O_2 10%, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 4%, MgCl , KCl , Glycerol.

Metode preparasi analisis mineral liat dibagi menjadi beberapa tahapan analisa, yaitu:

1. Tahap preparasi: contoh tanah sebanyak 10–20 gram ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 4 desimal.
2. Tahap destruksi: melakukan proses destruksi, dengan tahapan: (a) Memasukkan tanah pada gelas piala berukuran 1000 ml, kemudian menuangkan larutan H_2O_2 10% hingga 200 ml, (b) Pemberian larutan H_2O_2 10% dilakukan berkali kali hingga buih hilang dari contoh tanah. Larutan tersebut diberikan dengan tujuan untuk menghilangkan bahan organik tanah yang tidak dikehendaki dalam pengujian, kegiatan ini dilakukan berkali kali hingga tanda buih hilang dari contoh tanah, (c) Dilanjutkan dengan proses pemanasan pada suhu 100°C dengan menggunakan aquades hingga 800 ml, dilakukan selama 3,5 jam, hal ini diperlukan untuk menghilangkan sisa larutan H_2O_2 10% dari contoh tanah, dan (d) Kemudian contoh diinkubasi selama satu malam dan di cuci 2 kali dengan aquades.
3. Tahap homogenitas: contoh tanah yang telah diinkubasi selama satu malam dipisahkan dari aquades, kemudian ditambahkan larutan 4% $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ sebanyak 20 ml dan aquades hingga volume 1000 ml. Dilanjutkan dengan menghomogenisasikan sampel tersebut pada alat stirer selama 20 menit, kemudian mengukur temperatur larutan. Setelah di ukur kemudian suspensi tersebut di pindahkan kedalam gelas ukur 1000 ml. Selanjutnya diinkubasi 4,5 jam; 5 jam; 5,5 jam; 6,5 jam menentukan waktu dan kedalaman pengambilan suspensi liat dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Standar pemisahan fraksi Mineral Liat (McKeague, 1978)

Suhu ($^\circ\text{C}$)	Waktu			
	4.5 Jam	5 Jam	5.5 Jam	6.5 Jam
	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)
25.0	6.51	7.24	7.96	9.41
25.3	6.56	7.28	8.01	9.47
25.5	6.58	7.31	8.04	9.5
25.7	6.61	7.35	8.08	9.55
26.0	6.66	7.40	8.14	9.62
26.3	6.69	7.44	8.18	9.67
26.5	6.72	7.47	8.22	9.72
26.7	6.76	7.51	8.26	9.76
27.0	6.81	7.56	8.32	9.83
27.3	6.85	7.61	8.37	9.89
27.5	6.87	7.64	8.4	9.93
27.7	6.91	7.68	8.44	9.98
28.0	6.97	7.74	8.51	10.06
28.3	7.01	7.79	8.57	10.13
28.5	7.04	7.82	8.61	10.17
28.7	7.07	7.84	8.64	10.21

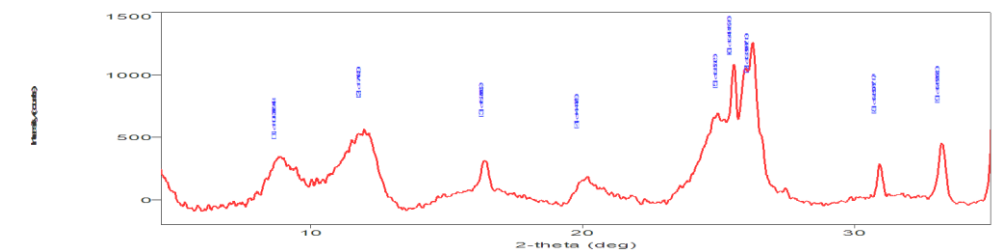
Suhu (°C)	Waktu			
	4.5 Jam	5 Jam	5.5 Jam	6.5 Jam
	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)	Kedalaman (cm)
29.0	7.12	7.28	8.01	9.47
29.3	7.16	7.31	8.04	9.5
29.5	7.19	7.35	8.08	9.55
29.7	7.22	7.40	8.14	9.62
30.0	7.27	7.44	8.18	9.67

4. Tahap konsentrasi: pada tahap ini sampel dipipet ke dalam tabung sentrifuse kemudian disentrifugasi pada rpm 5000 selama 20 menit. Dilakukan berulang hingga diperoleh suspensi liat yang cukup. Kemudian dilarutkan kembali menggunakan *vortex mixer* lalu disimpan didalam botol sampel 100 ml. *Tahapan preparasi mineral liat*: preparat keramik liat diletakkan di atas kotak pompa vakum, kemudian suspensi sampel ditetesi pada bidang preparat hingga terbentuk banyak suspensi di seluruh permukaan preparat. Setelah itu diberi perlakuan ion dengan menetesi KCl dan MgCl pada preparat tiap contoh. *Tahap scanning*: preparat keramik kemudian dilakukan proses scanning menggunakan alat XRD. Kemudian diberi perlakuan penambahan Glycerol pada sampel perlakuan Mg dan dilakukan pemanasan pada sampel perlakuan K pada suhu 550°C dan 250°C masing-masing 1 jam, lalu didinginkan didalam desikator. Kemudian preparat di-*scan* kembali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk perolehan data hasil analisa mineral liat dengan menggunakan XRD didapatkan melalui pengolahan data grafik menggunakan software PDXL2 Rigaku. Berikut hasil olah data dari 4 contoh tanah yang telah melalui tahap analisa mineral liat, dimana setiap contoh diberi masing-masing 4 perlakuan preparasi guna memperoleh akurasi data mineral terkandung dalam contoh tanah:

- 1) Kode GS 8-1, Perlakuan K

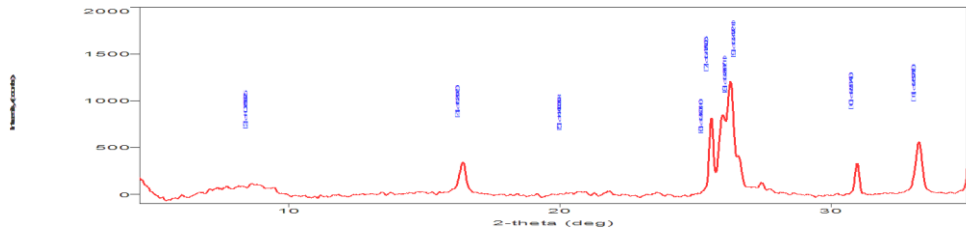


Tabel 1. Data pengujian tanah liat perlakuan

No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int.W (deg)	Asym. factor
1	8.80742	10.032	19.436635	0.309163	62.496398	3.215392	1.18694
2	11.95(4)	7.40(3)	347(19)	1.52(7)	878(25)	2.5(2)	2.0(3)
3	16.438(6)	5.388(2)	196(14)	0.40(3)	136(4)	0.69(7)	2.1(5)
4	19.95(4)	4.447(8)	106(10)	1.07(5)	120(5)	1.14(15)	0.25(5)
5	25.06(4)	3.551(5)	425(21)	1.96(3)	888(13)	2.09(13)	0.69(4)
6	25.565(12)	3.4815(15)	352(19)	0.148(10)	55(3)	0.158(18)	2.2(7)

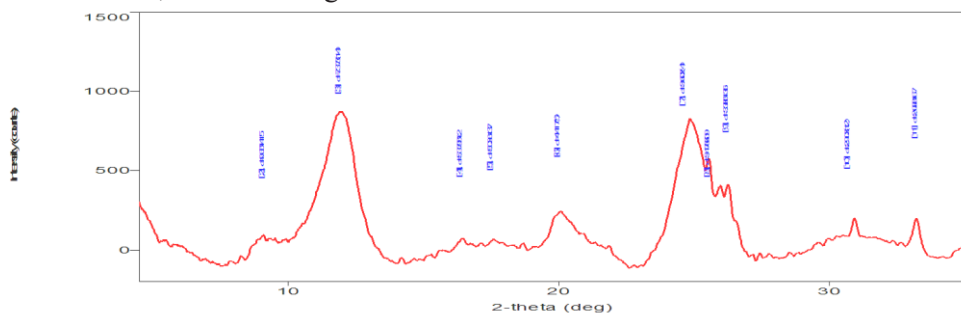
No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
7	26.199(10)	3.3987(13)	547(23)	0.590(12)	344(13)	0.63(5)	1.19(8)
8	30.888(18)	2.8927(17)	222(15)	0.17(2)	62(3)	0.28(3)	0.6(3)
9	33.213(3)	2.6953(3)	308(18)	0.283(11)	105(4)	0.34(3)	1.3(3)

2) Kode GS 8-1, Perlakuan K550



No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.31(6)	20.5(3)	129(11)	0.77(5)	105(11)	0.82(16)	1.1(4)
2	8.58987	10.2856	124.945461	0.242133	25.367911	0.203032	1.2676
3	8.7204	10.132	1441.01802	0.242133	26.157085	0.018152	1.2676
4	16.428(14)	5.392(5)	245(16)	0.255(15)	98(3)	0.40(4)	1.8(5)
5	20.1633	4.40039	106.615619	0.242133	9.144174	0.085768	1.2676
6	25.41(12)	3.503(16)	72(8)	0.4(2)	33(9)	0.45(18)	0.21(11)
7	25.584(4)	3.4790(5)	737(27)	0.092(6)	82(5)	0.111(11)	1.8(3)
8	26.278(8)	3.3887(11)	505(22)	0.159(9)	98(7)	0.19(2)	0.79(17)
9	26.610(9)	3.3472(11)	181(13)	0.067(12)	15(2)	0.081(19)	1.6(8)
10	30.946(7)	2.8874(6)	328(18)	0.105(8)	43.0(19)	0.131(13)	1.1(3)
11	33.245(10)	2.6927(8)	415(20)	0.242(9)	141(2)	0.34(2)	1.8(4)
12	35.1590(11)	2.55041(8)	2045(45)	0.100(2)	353(3)	0.173(5)	1.26(5)

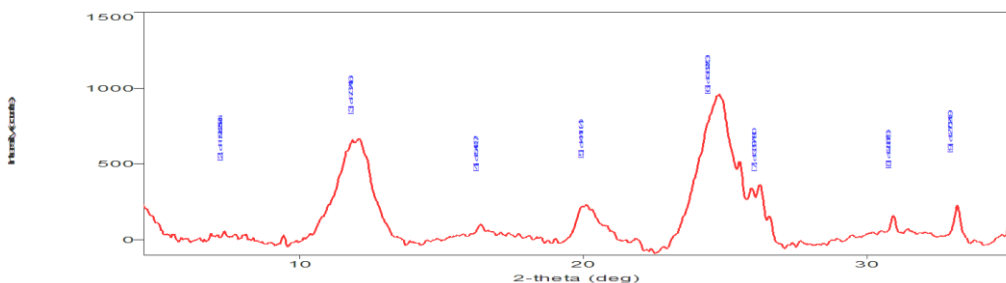
3) Kode GS 8-1, Perlakuan Mg



No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.24(6)	20.8(3)	179(13)	0.98(5)	187(15)	1.04(16)	0.58(16)
2	9.15549	9.65142	8.590207	1.05174	71.582531	8.333039	0.784524

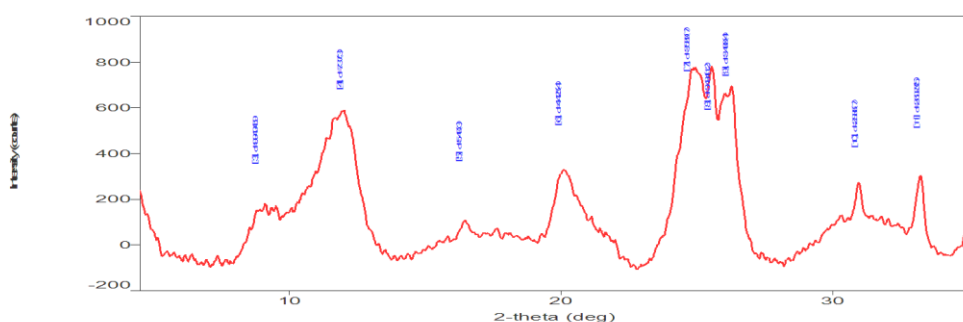
No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
3	11.99(2)	7.373(14)	540(23)	1.34(2)	786(16)	1.46(9)	1.58(11)
4	16.465	5.37951	16.396299	1.05174	48.593519	2.963688	0.784524
5	17.5963	5.03614	57.012764	1.05174	45.894170	0.804981	0.784524
6	20.09(2)	4.417(5)	141(12)	1.05(7)	189(13)	1.3(2)	0.8(3)
7	24.70(3)	3.602(4)	466(22)	1.55(3)	771(19)	1.65(12)	0.41(4)
8	25.602	3.47661	16.140750	1.05174	97.397651	6.034270	0.784524
9	26.2981	3.38614	298.20519	1.05174	148.79995	0.498985	0.784524
10	30.78(13)	2.903(12)	65(8)	2.33(12)	162(9)	2.5(5)	0.47(12)
11	33.3031	2.68817	259.23317	1.05174	136.05707	0.524844	0.784524
12	35.150(13)	2.5511(9)	442(21)	0.198(9)	93(3)	0.211(17)	1.0(2)
13	36.93(7)	2.432(4)	60(8)	0.26(11)	29(3)	0.49(11)	0.8(10)
14	37.768(4)	2.3800(3)	208(14)	0.124(18)	48(2)	0.23(3)	2.0(10)

4) Kode GS 8-1, Perlakuan MgG



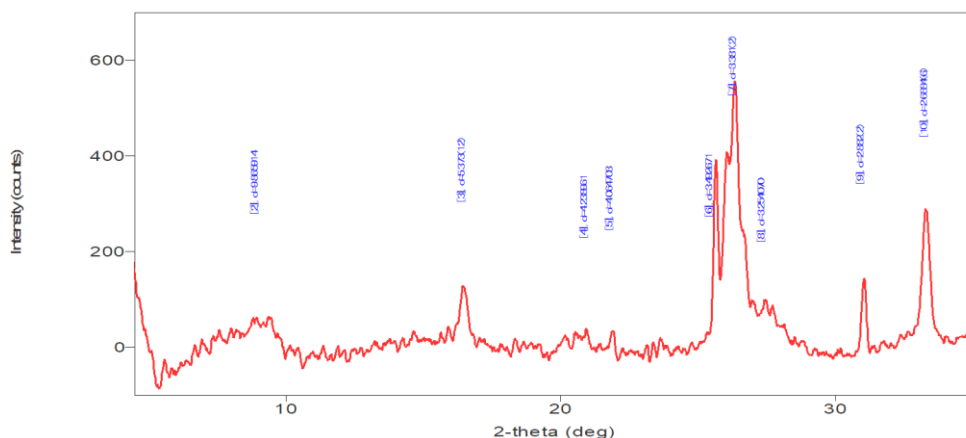
No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.32(5)	20.4(2)	168(13)	1.09(4)	205(13)	1.22(17)	0.92(19)
2	7.37161	11.9825	105.869471	1.08565	45.103449	0.426029	0.929857
3	11.992(9)	7.374(6)	412(20)	1.419(13)	622(7)	1.51(9)	1.28(3)
4	16.4(2)	5.40(7)	35(6)	1.8(2)	68(8)	1.9(6)	0.5(3)
5	20.11(2)	4.411(4)	123(11)	0.87(5)	114(9)	0.93(16)	0.8(3)
6	24.56(2)	3.622(3)	549(23)	1.649(19)	963(15)	1.76(10)	0.57(3)
7	26.2111	3.39718	37.189397	1.08565	166.670553	4.481669	0.929857
8	30.95(8)	2.887(8)	54(7)	1.12(13)	88(10)	1.6(4)	1.6(4)
9	33.123(11)	2.7024(9)	163(13)	0.196(16)	44(3)	0.27(4)	0.40(9)
10	35.117(3)	2.55334(18)	660(26)	0.105(5)	122(2)	0.184(11)	1.15(11)
11	37.726(6)	2.3826(4)	295(17)	0.076(8)	37.2(17)	0.126(13)	1.1(5)
12	39.21(2)	2.2957(13)	92(10)	0.12(3)	12(2)	0.13(4)	0.9(7)

5) Kode GS 8-3, Perlakuan K



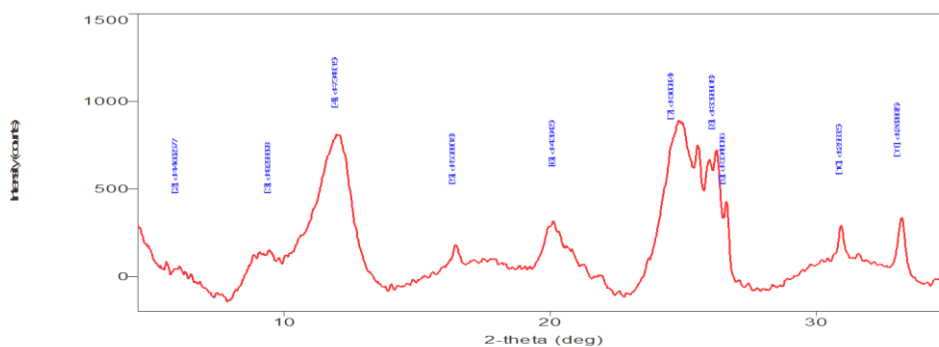
No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.41512	19.9975	64.701255	0.671053	148.917818	2.301622	1.07655
2	4.41512	19.9975	0.022787	0.671053	1.272660	55.850792	1.07655
3	8.88873	9.94046	27.945757	0.671053	97.903905	3.503355	1.07655
4	12.00(4)	7.37(3)	352(19)	1.74(5)	718(22)	2.04(17)	2.3(3)
5	16.39(8)	5.40(3)	38(6)	1.8(3)	74(12)	1.9(6)	0.20(16)
6	20.050(19)	4.425(4)	197(14)	1.14(6)	246(16)	1.25(17)	0.50(13)
7	24.79(5)	3.589(7)	434(21)	1.02(11)	470(56)	1.09(18)	0.9(3)
8	25.55(9)	3.484(12)	264(16)	0.6(5)	161(41)	0.61(19)	1.5(6)
9	26.19(3)	3.400(4)	411(20)	0.67(6)	294(32)	0.71(11)	1.2(5)
10	30.96(8)	2.886(7)	100(10)	1.97(8)	210(9)	2.1(3)	0.65(11)
11	33.251(7)	2.6923(5)	184(14)	0.338(19)	66(3)	0.36(4)	2.6(9)
12	35.157(7)	2.5505(5)	754(27)	0.218(5)	178(4)	0.236(14)	1.08(14)
13	36.93(3)	2.432(2)	67(8)	0.26(4)	24(2)	0.35(8)	0.5(2)
14	37.769(8)	2.3800(5)	327(18)	0.151(11)	69(2)	0.212(18)	1.4(4)

6) Kode GS 8-3, Perlakuan K550



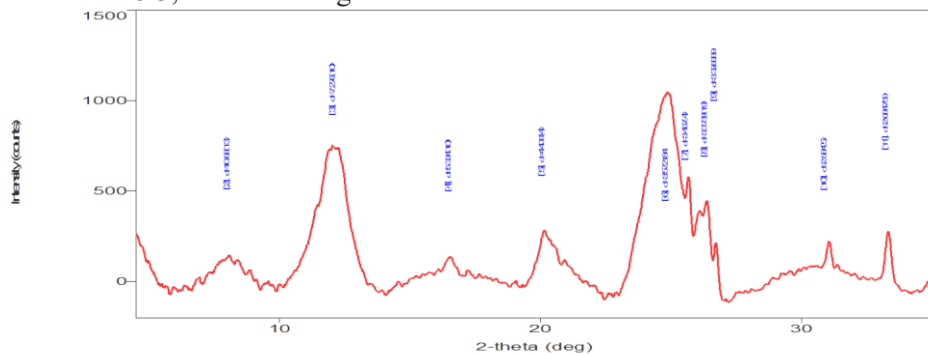
No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.18(6)	21.1(3)	122(11)	0.83(7)	133(11)	1.09(19)	1.0(4)
2	8.95603	9.86591	60.652127	0.229713	12.388640	0.204257	1.1771
3	16.49(4)	5.373(12)	85(9)	0.36(5)	52(3)	0.61(11)	1.7(9)
4	20.9397	4.23896	9.892057	0.229713	10.212316	1.032375	1.1771
5	21.8482	4.0647	27.134369	0.229713	7.499029	0.276366	1.1771
6	25.4823	3.49267	54.662342	0.229713	61.175637	1.119155	1.1771
7	26.339(19)	3.381(2)	309(18)	0.80(3)	332(9)	1.08(9)	2.6(4)
8	27.3858	3.25407	2.208937	0.229713	12.351732	5.591710	1.1771
9	31.00(2)	2.882(2)	124(11)	0.13(2)	17(2)	0.13(3)	1.0(7)
10	33.300(7)	2.6884(6)	221(15)	0.244(13)	85(3)	0.39(4)	2.7(3)

7) Kode GS 8-3, Perlakuan Mg



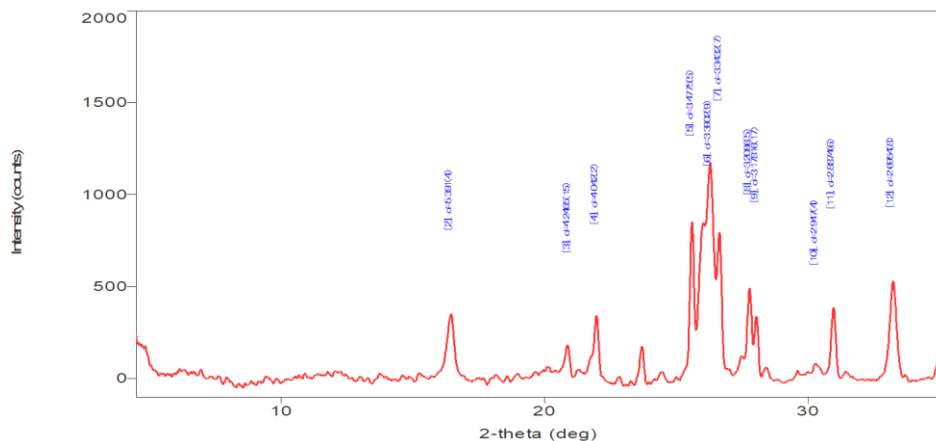
No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.37(7)	20.2(3)	171(13)	0.91(6)	165(17)	0.97(17)	0.8(2)
2	6.02282	14.6626	13.051415	1.0303	39.716153	3.043053	0.871341
3	9.50357	9.29869	13.995562	1.0303	92.206574	6.588272	0.871341
4	12.03(2)	7.348(15)	501(22)	1.43(2)	829(17)	1.65(11)	1.82(14)
5	16.44(5)	5.389(18)	66(8)	2.4(2)	165(17)	2.5(6)	0.20(9)
6	20.19(2)	4.394(5)	163(13)	1.08(6)	188(11)	1.15(15)	1.0(3)
7	24.66(3)	3.608(4)	433(21)	1.03(3)	475(70)	1.1(2)	0.79(10)
8	26.198(14)	3.3989(18)	377(19)	1.34(4)	538(18)	1.43(12)	3.1(18)
9	26.6027	3.34806	63.296190	1.0303	158.26235	2.500346	0.871341
10	30.99(5)	2.883(5)	120(11)	1.07(8)	190(14)	1.6(3)	1.5(3)
11	33.166(7)	2.6990(5)	221(15)	0.28(2)	81(4)	0.36(4)	0.9(4)
12	35.144(7)	2.5515(5)	758(28)	0.209(5)	173(4)	0.228(13)	0.86(11)
13	36.92(5)	2.433(3)	89(9)	0.29(6)	40(3)	0.45(8)	0.6(6)
14	37.763(8)	2.3803(5)	296(17)	0.144(12)	61(2)	0.207(19)	1.6(5)

8) Kode Gs 8-3, Perlakuan MgG



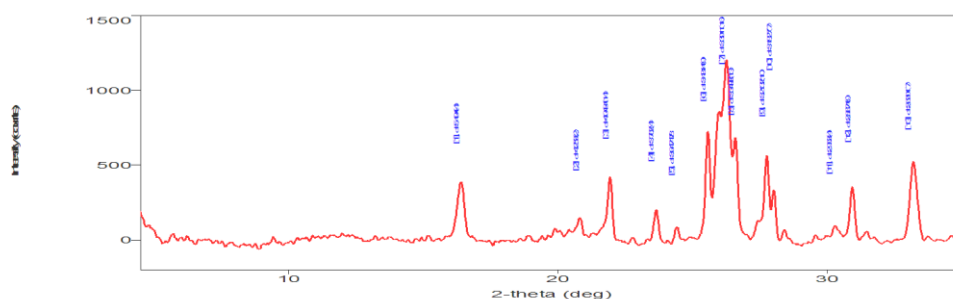
No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.25(5)	20.8(2)	185(14)	0.94(4)	186(13)	1.00(14)	0.79(17)
2	8.12(10)	10.88(13)	74(9)	0.94(9)	74(10)	1.0(3)	1.3(5)
3	12.155(17)	7.276(10)	484(22)	1.282(16)	661(12)	1.36(9)	1.57(9)
4	16.61(3)	5.334(10)	63(8)	0.93(9)	81(7)	1.3(3)	2.3(10)
5	20.165(17)	4.400(4)	151(12)	0.92(5)	147(12)	0.98(16)	0.53(14)
6	24.9058	3.57218	11.835716	0.9261	86.776913	7.331784	1.2606
7	25.67(3)	3.467(4)	236(15)	0.11(2)	29(5)	0.12(3)	1.2(11)
8	26.395(15)	3.3739(19)	253(16)	0.36(6)	97(14)	0.38(8)	3(2)
9	26.7767	3.32669	317.83779	0.9261	142.901291	0.449604	1.2606
10	30.98(5)	2.884(5)	72(8)	1.59(16)	145(15)	2.0(4)	1.5(7)
11	33.3466	2.68476	293.03157	0.9261	183.239511	0.625323	1.2606
12	35.246(2)	2.54434(15)	1006(32)	0.103(4)	173(3)	0.172(8)	1.16(9)

9) Kode TM 8-1, Perlakuan K



No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.27(6)	20.7(3)	157(13)	1.08(5)	191(13)	1.21(18)	0.81(19)
2	16.431(12)	5.391(4)	236(15)	0.300(12)	92(3)	0.39(4)	1.2(2)
3	20.902(7)	4.2465(15)	112(11)	0.26(4)	52(3)	0.46(7)	5(4)
4	21.972(12)	4.042(2)	267(16)	0.155(17)	68(3)	0.26(3)	1.8(6)
5	25.595(4)	3.4775(5)	750(27)	0.111(4)	100(2)	0.134(8)	1.9(3)
6	26.266(7)	3.3902(9)	585(24)	0.267(11)	190(25)	0.32(6)	0.48(9)
7	26.642(5)	3.3432(7)	583(24)	0.120(7)	84(5)	0.145(14)	1.6(3)
8	27.782(5)	3.2086(5)	430(21)	0.110(12)	80(4)	0.186(18)	2.2(4)
9	28.0532(15)	3.17816(17)	388(20)	0.068(8)	45(3)	0.115(14)	3.8(14)
10	30.31(5)	2.947(4)	46(7)	0.34(6)	23(3)	0.50(13)	1.3(9)
11	30.945(7)	2.8874(6)	351(19)	0.120(10)	59(2)	0.168(15)	0.8(2)
12	33.211(10)	2.6954(8)	358(19)	0.274(7)	104(3)	0.29(2)	1.09(15)
13	35.168(2)	2.54979(14)	1990(45)	0.114(3)	377(4)	0.190(6)	1.14(10)

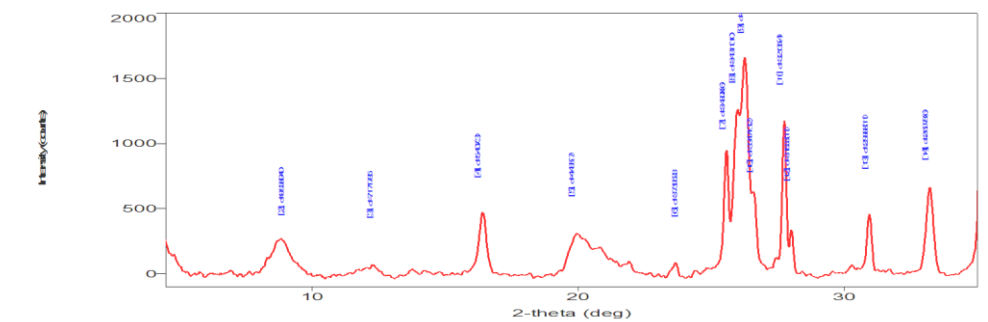
10) Kode TM 8-1, Perlakuan Mg



No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	16.390(12)	5.404(4)	262(16)	0.296(11)	91(4)	0.35(4)	1.3(2)
2	20.841(12)	4.259(2)	84(9)	0.34(6)	58(4)	0.69(13)	5(6)
3	21.937(8)	4.0484(14)	297(17)	0.177(9)	77(3)	0.26(2)	1.8(3)
4	23.63(2)	3.762(4)	147(12)	0.146(17)	23(3)	0.16(3)	1.1(7)
5	24.3837	3.64748	52.550027	0.176667	13.67901	0.260305	1.57252
6	25.566(7)	3.4814(9)	548(23)	0.138(6)	91(3)	0.166(13)	2.0(4)
7	26.259(13)	3.3911(16)	797(28)	0.34(3)	322(24)	0.40(4)	1.6(5)
8	26.597(10)	3.3488(13)	456(21)	0.160(16)	88(9)	0.19(3)	1.8(6)
9	27.741(9)	3.2132(10)	445(21)	0.137(16)	98(5)	0.22(2)	1.2(4)
10	28.012(6)	3.1827(7)	338(18)	0.083(11)	46(4)	0.14(2)	1.4(5)
11	30.24(4)	2.953(4)	61(8)	0.24(5)	18(3)	0.29(8)	0.4(3)
12	30.945(10)	2.8874(9)	274(17)	0.165(11)	55(3)	0.20(2)	2.4(9)
13	33.164(9)	2.6991(7)	358(19)	0.288(7)	110(3)	0.31(3)	0.81(10)

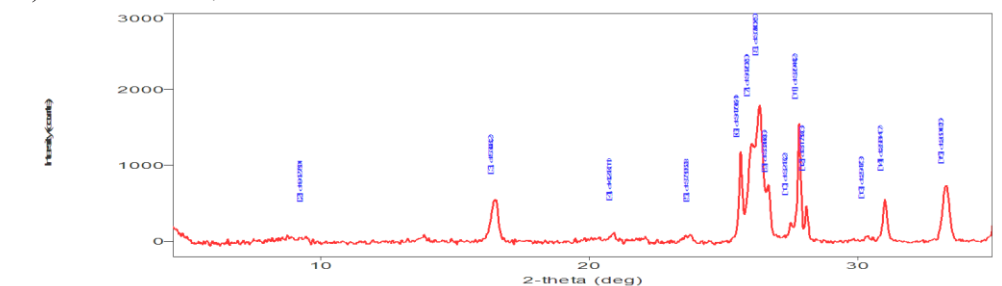
No.	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
14	35.131(4)	2.5524(2)	1612(40)	0.146(6)	374(4)	0.232(8)	0.68(8)

11) Kode TM 8-3, Perlakuan K



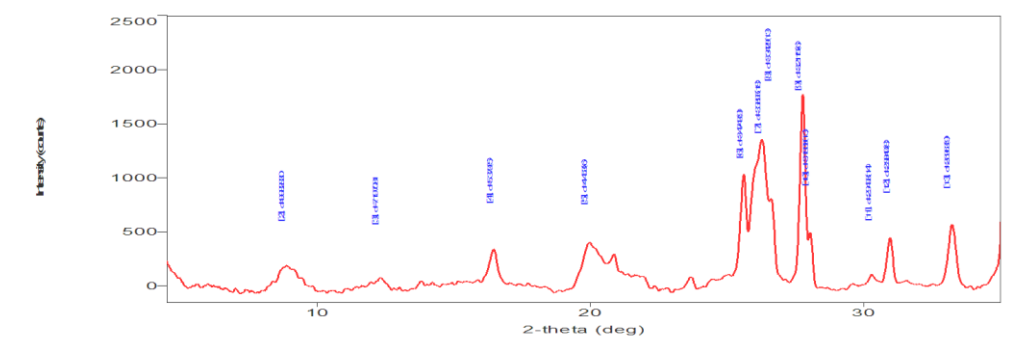
No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.27(3)	20.66(16)	162(13)	1.02(3)	176(7)	1.09(13)	1.02(14)
2	8.98146	9.83804	24.995821	0.292223	6.415297	0.256655	1.0205
3	12.3317	7.17179	1.170302	0.259504	1.936552	1.654745	1.0205
4	16.381(9)	5.407(3)	315(18)	0.303(8)	117(3)	0.37(3)	0.80(10)
5	19.91(3)	4.455(7)	171(13)	1.42(3)	259(8)	1.51(16)	0.29(4)
6	23.7746	3.73953	12.181305	0.259504	18.373669	1.508350	1.0205
7	25.570(5)	3.4808(6)	687(26)	0.145(5)	129(3)	0.187(11)	1.9(3)
8	25.947(7)	3.4311(10)	772(28)	0.34(2)	336(25)	0.44(5)	0.80(11)
9	26.256(5)	3.3915(7)	982(31)	0.260(10)	327(25)	0.33(4)	0.84(12)
10	26.610(10)	3.3471(12)	354(19)	0.171(16)	78(7)	0.22(3)	1.6(5)
11	27.739(4)	3.2135(4)	1028(32)	0.117(5)	159(3)	0.154(8)	1.38(17)
12	28.007(10)	3.1833(11)	287(17)	0.133(11)	51(3)	0.18(2)	1.7(5)
13	30.930(12)	2.8888(11)	382(20)	0.148(14)	85(3)	0.222(18)	1.3(5)
14	33.181(7)	2.6978(6)	449(21)	0.292(5)	147(3)	0.33(2)	0.93(9)

12) Kode TM 8-3, Perlakuan K550



No .	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.25(6)	20.8(3)	123(11)	0.88(5)	116(11)	0.94(17)	0.9(2)
2	9.37304	9.42789	11.538759	0.168959	13.935801	1.207738	1.6167
3	16.500(8)	5.368(2)	378(19)	0.297(7)	129(3)	0.34(3)	1.8(2)
4	20.89(5)	4.248(11)	32(6)	0.95(16)	39(7)	1.2(4)	4(4)
5	23.7746	3.73953	13.573516	0.168959	15.976254	1.177017	1.59521
6	25.647(3)	3.4706(4)	861(29)	0.114(4)	122(3)	0.141(8)	2.6(4)
7	26.031(7)	3.4202(9)	779(28)	0.28(2)	280(35)	0.36(6)	1.4(3)
8	26.346(8)	3.3802(9)	1132(34)	0.27(2)	397(35)	0.35(4)	1.4(3)
9	26.696(5)	3.3366(6)	402(20)	0.137(12)	66(6)	0.16(2)	4.6(12)
10	27.465(17)	3.245(2)	101(10)	0.17(4)	24(2)	0.24(4)	0.38(17)
11	27.8189(19)	3.2044(2)	1365(37)	0.082(3)	170(3)	0.124(5)	1.62(19)
12	28.092(3)	3.1739(3)	419(20)	0.070(5)	44.3(19)	0.106(10)	1.6(3)
13	30.31(3)	2.947(3)	56(7)	0.10(5)	10(2)	0.19(6)	0.6(10)
14	31.011(7)	2.8814(7)	418(20)	0.144(7)	78(2)	0.186(14)	1.6(4)

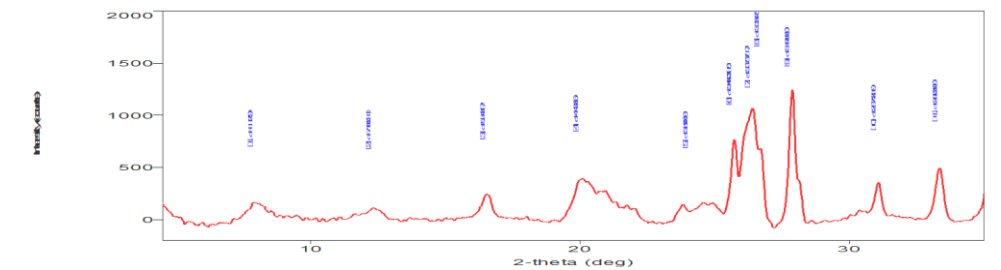
13) Kode TM 8-3, Perlakuan Mg



No .	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	4.26(7)	20.7(3)	133(12)	0.88(6)	125(13)	0.94(18)	0.8(3)
2	8.85093	9.98283	65.443663	0.258581	41.695969	0.637128	1.60266
3	12.2882	7.19708	30.574374	0.258581	16.471334	0.538730	1.60266
4	16.465(16)	5.379(5)	229(15)	0.333(18)	119(3)	0.52(5)	1.7(4)
5	19.92(3)	4.453(6)	217(15)	1.25(3)	290(11)	1.33(14)	0.27(4)
6	25.619(7)	3.4743(9)	645(25)	0.197(6)	163(10)	0.25(3)	2.9(5)
7	26.272(14)	3.3895(18)	879(30)	0.50(8)	561(92)	0.64(13)	1.6(6)
8	26.644(10)	3.3429(13)	428(21)	0.19(3)	105(24)	0.25(7)	1.6(6)
9	27.756(5)	3.2115(6)	1272(36)	0.201(4)	289(6)	0.227(11)	1.20(13)
10	28.028(11)	3.1809(13)	394(20)	0.136(13)	60(4)	0.152(18)	0.9(3)

No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
11	30.317(15)	2.9458(14)	68(8)	0.26(4)	23(2)	0.33(8)	1.6(11)
12	30.983(9)	2.8840(8)	326(18)	0.209(12)	82(2)	0.25(2)	2.9(8)
13	33.200(11)	2.6963(9)	366(19)	0.302(9)	123(4)	0.34(3)	0.86(13)
14	35.188(4)	2.5483(3)	1994(45)	0.186(4)	530(5)	0.266(9)	1.41(13)

14) Kode TM 8-3, Perlakuan MgG



No	2-theta (deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W (deg)	Asym. factor
1	7.95(6)	11.12(9)	92(10)	0.85(6)	96(7)	1.05(19)	0.7(2)
2	12.32(2)	7.180(11)	68(8)	0.57(6)	58(4)	0.85(17)	0.8(3)
3	16.58(2)	5.343(7)	164(13)	0.43(2)	92(4)	0.56(7)	1.9(5)
4	20.01(3)	4.433(6)	237(15)	1.49(3)	376(8)	1.59(14)	0.27(3)
5	24.10(4)	3.690(6)	80(9)	1.61(18)	138(14)	1.7(4)	0.30(9)
6	25.725(11)	3.4603(15)	492(22)	0.250(18)	131(8)	0.27(3)	1.3(3)
7	26.397(13)	3.3737(17)	656(26)	0.326(12)	227(355)	0.3(6)	1.4(4)
8	26.740(11)	3.3312(14)	438(21)	0.24(3)	114(20)	0.26(6)	2.3(16)
9	27.874(5)	3.1982(6)	864(29)	0.237(4)	218(3)	0.252(12)	1.25(11)
10	31.09(2)	2.8743(19)	252(16)	0.27(3)	120(3)	0.48(4)	2.1(10)
11	33.358(11)	2.6839(8)	333(18)	0.323(8)	116(4)	0.35(3)	1.6(2)
12	35.310(5)	2.5398(4)	1488(39)	0.249(5)	496(4)	0.334(12)	1.53(16)

Hasil olah data tercantum diatas kemudian dilakukan interpretasi berdasarkan pada panduan standar puncak histogram mineral liat, kemudian ditentukan mineral apa saja yang terkandung dalam contoh tanah.

Tabel 2. Hasil interpretasi mineral liat pada contoh tanah

No	Kode Contoh	Jenis Mineral				
		Kaolinit	Kuarsa	Illit	Kristobalit	Amorf
1	GS 8-1	+++	-	+	-	-
2	GS 8-3	+++	-	+	-	-
3	TM 8-1	-	+	-	+	++
4	TM 8-3	++	+	++	-	-

Keterangan: ++++ (predominan); +++ (dominan); ++ (sedang); + (sedikit); (+) (sedikit sekali)

Berdasarkan hasil interpretasi mineral liat dari data grafik puncak *scan* XRD yang dilakukan, diperoleh berbagai jenis mineral yang terkandung, yaitu kaolinit, kuarsa, illit, kristoballit dan amorf. Pada contoh tanah dengan kode GS 8-1 diperoleh jumlah mineral Kaolinit dominan dan jumlah mineral Illit sedikit. Kemudian pada contoh tanah dengan kode GS 8-3 juga diperoleh jumlah mineral Kaolinit dominan dan jumlah mineral Illit sedikit. Lalu pada contoh tanah dengan kode TM 8-1 diperoleh jumlah mineral Amorf sedang, jumlah mineral Kuarsa dan Kristobalit sedikit. Dan pada contoh tanah dengan kode TM 8-3 diperoleh jumlah mineral Kaolinit dan Illit sedang dan jumlah mineral Kuarsa sedikit.

KESIMPULAN

- 1) Identifikasi mineral liat dengan metode X-Ray difraksi (XRD) bertujuan untuk mengetahui mineral liat terkandung secara kualitatif.
- 2) Diperoleh jenis mineral Kaolinit yang dominan pada contoh dengan kode GS 8-1 dan GS 8-3, sedang pada contoh dengan kode TM 8-3. Juga diperoleh jumlah mineral Illit sedang pada contoh dengan kode TM 8-3, dan jumlah mineral Amorf sedang pada contoh dengan kode TM 8-1.

DAFTAR BACAAN

- Anda, Markus. 2017. *Petunjuk Analisa Mineralogi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. [1]
- Kahle, M., M. Kleber, and R. Jahn. 2002. *Review of XRD Based Quantitative Analysis of Clay Minerals in Soils: The Suitability of Mineral Intensity Factor*. *Geoderma* 109:191-205.[2]
- Moore, D.M., and Reynold, R.C., 1997, *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*. Oxford University Press, Oxford. [3]
- Whittig, L. D., and W. R. Allardice. 1986. *X-Ray Diffraction Techniques*. p. 331-362. In A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part 1. *Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. [4]