

Analisis Struktur Kristal Pada Tanah di Sekitar Daerah Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros

Sulistiauwaty¹, Muhammad Arsyad², Vistarani Arini Tiwow³

^{1,2,3} Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar

sulstiauwaty@gmail.com¹, m_arsyad2808@gmail.com², vista.arini@yahoo.com³

Abstrak

Kawasan Karst Maros-Pangkep merupakan salah satu kawasan karst yang terkenal dan terbesar di Indonesia. Salah satu bagian dari gugusan Karst Maros-Pangkep adalah daerah karst yang berada di Dusun Rammangrammang Desa Salenrang Kabupaten Maros, yang merupakan salah satu kawasan yang unik karena penggabungan antara kawasan wisata alam, pemukiman dan areal pertanian yang masih asri. Untuk mendukung produksi pertanian yang lebih baik di Dusun Ramang-ramang maka penelitian dilakukan guna mengetahui komposisi mineralnya, dengan cara mengkarakterisasi sampel tanah dengan menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*) dan SEM-EDS (*Scanning Electron Microscopy-Electron Dispersive Spectroscopy*), dimana sampelnya diambil dari tanah pemukiman, pertanian dan tanah di dekat dinding karstnya. Adapun berdasarkan uji SEM-EDS hasil elemen-elemen yang diperoleh adalah silikon, aluminium, dan besi, dimana molar oksida besi yang terbentuk yaitu SiO₂, Al₂O₃ dan FeO, serta struktur yang terbentuk dominan adalah hexagonal. Sedangkan berdasarkan uji XRD diperoleh hasil dari keempat sampel tanah adalah berbentuk kristal, dimana dominan komposisinya adalah calcium peroxide baik komposisi yang murni maupun yang telah tersintesis, begitu juga untuk quartz dan pyrophyllite.

Kata kunci: Sampel tanah, SEM-EDS, XRD, kristal, Dusun Rammang-rammang

Abstract

Karst Maros-Pangkep is one of the famous karst area and the largest in Indonesia. One part of the cluster-Pangkep Maros Karst is a karst area in Rammang-rammang Hemlet Salenrang Village at Maros district, which is one area that is unique because of the merger between the area of nature tourism, residential and agricultural areas are stil natural. To support better agricultural production in Ramang-Ramang Hemlet the research conducted to determine the mineralogical composition, the way to characterize soil samples by using XRD (Xray Diffraction) and SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy-Electron Dispersive Spectroscopy), where sample taken from the land settlement, agriculture and land near the wall karst. The test is based on the SEMEDS results obtained elements are silicon, aluminum, and iron, in which the molar iron oxide formed is SiO₂, Al₂O₃ and FeO, and the dominant structure is hexagonal. While the test is based on the XRD results obtained from the four samples of soil is the dominant crystal, where the dominant compositions are pure and synthesized calcium peroxide, as well as for quartz and pyrophyllite.

Key words : soil sample, SEM-EDS, XRD, crystal, Rammang-rammang hemlet

1. PENDAHULUAN

Telah diketahui bahwa 25% permukaan bumi merupakan kawasan karst, sehingga 25% kehidupan dunia pun tergantung pada kawasan ini. Keunikan kawasan karst itu sendiri terletak pada fenomena melimpahnya air bawah permukaannya yang membentuk jaringan sungai bawah tanah, namun di sisi lain di permukaan tanahnya sangat kering. Disamping itu kawasan karst merupakan kawasan yang mudah rusak. Batuan dasarnya mudah larut sehingga mudah sekali terbentuk gua-gua bawah tanah dari celah dan retakan.

Topografi karst adalah bentukan rupa bumi yang unik dengan kenampakan atau

fenomena khas akibat proses pelarutan dan pengendapan kembali CaCO₃ diatas dan dibawah permukaan bumi. Selain itu, bentang alam seperti karst juga dapat terjadi dari proses pelapukan, hasil kerja hidrolik misalnya pengikisan, pergerakan tektonik, pencairan es dan evakuasi dari batuan beku (lava).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi topografi karst sehingga kawasan karst yang satu dengan yang lainnya bisa berbeda. Adapun perbedaan tersebut ditimbulkan salah satunya berupa perbedaan litologi atau susunan Batu Gamping. Ada yang tersusun 100 % dari mineral Kalsit (CaCO₃), adapula yang tercampur dengan mineral lain seperti

Dolomit (CaMgCO_3), Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Mangan, Aluminium atau kwarsa dll. Dengan adanya percampuran antara mineral tersebut maka struktur tanah untuk tiap kawasan karst pun berbeda-beda, sehingga jika pada daerah tersebut digunakan sebagai daerah bercocok tanam perlu ada pengetahuan khusus untuk mengolah tanah tersebut agar lebih produktif.

Tanah sebagai media tumbuhnya tanaman mempunyai kriteria tertentu untuk dikategorikan sebagai tanah subur, dimana tanah yang subur dapat meningkatkan mutu produksi pertanian. Untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah, selama ini di bidang pertanian telah berupaya dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya: metode hidrometer dan metode pipet digunakan sebagai penentuan tekstur tanah, selanjutnya metode *Time Domain Reflectometer* (TDR) dan metode Gravimetri yang digunakan dalam penentuan kadar air tanah, dsb (Agus dkk, 2006).

Selain di bidang pertanian, perkembangan teknologi dibidang fisika juga ikut menyumbang kontribusinya dalam bidang pengolahan tanah khususnya tanah pertanian. Kemampuan fisika dalam menginterpretasikan bawah permukaan di tiap daerah berbeda-beda, diantaranya bergantung pada karakteristik tanah dan ketersediaan air sebagai media penggambaran bawah permukaan, selain itu bergantung pula pada parameter kandungan mineral, sifat-sifat fisis tekstur tanah, dsb (Heil dan Schmidhalter, 2012). Adapun karakteristik tanah yang akan diteliti disini berdasarkan kandungan mineral dan struktur kristalnya adalah tanah yang terdapat pada daerah kawasan karst.

Di Indonesia terdapat pegunungan karst yang sangat luas terbentang sepanjang Pulau Jawa dan pulau-pulau lainnya. Penyebarannya meliputi hampir seluruh wilayah kepulauan Indonesia dengan luas kurang lebih 15,4 juta hektar. Beberapa kawasan karst yang terkenal di Indonesia sekaligus di dunia adalah Kawasan Karst Gunung Sewu (DIY, Jateng, Jatim), Karst Gombang (Jateng), Karst Maros-Pangkep (Sulsel), Karst Sangkulirang Mangkaliat (Kaltim), Kawasan Karst Gunung Lorentz (Papua), Pegunungan Schwaner (Kalbar), Pegunungan Muller (Kalteng), dan Pegunungan Meratus (Kalsel).

Karst Maros-Pangkep yang terbentang mulai dari Kabupaten Maros-Pangkep, sekitar

30 km dari kota Makassar dengan total luas kawasan 43.750 hektar. Kawasan tersebut merupakan yang terbesar kedua di dunia setelah Cina. Batu karst ini bukan sekedar batu tapi mikro organisme yang disebut polib yang berkoloni disebut juga sebagai batu yang sebenarnya dilindungi UU dan tidak boleh di eksploitasi. Kawasan karst Maros-Pangkep yang ada di dalam dan luar Taman Nasional itu luasnya kurang lebih 40.000 hektar, tapi yang masuk Taman Nasional khusus karstnya itu 20.000 hektar ditambah beberapa kawasan hutan masuk menjadi kawasan Taman Nasional menjadi 43.000 hektar.

Di kawasan ini terdapat berbagai macam fasies yang tumbuh dan berkembang. Fasies batuan karbonat adalah suatu set khusus dari atribut sedimen karbonat yang antara lain meliputi karakteristik litologi, komposisi mineral, tekstur sedimen dan warna. Khusus untuk penelitian ini dilakukan didaerah Rammang-rammang pada lingkungan kawasan karst Maros dikarenakan pada daerah tersebut merupakan kawasan karst yang masih asri, dimana merupakan salah satu obyek pariwisata alam yang terdapat di Sulawesi-selatan. Gabungan yang kompleks antara wisata alam, pemukiman penduduk dan areal pertanian menyebabkan perlu ada penelitian lebih lanjut terhadap komposisi mineral pada tanah yang ada di areal pertanian sehingga produksi pertanian bias lebih baik hasilnya.

Untuk dapat mengetahui struktur kristal dan komposisi senyawa mineral-mineral yang terkandung pada tanah di daerah Rammang-rammang, dapat dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar-x (*X-ray Diffraction* atau XRD) dan *scanning electron microscope* (SEM). Kedua alat tersebut sangat bermanfaat untuk menyelidiki struktur kristal, ukuran kristal, topografi, morfologi, fase serta susunan atom dan oksida, serta senyawa kimia dari suatu bahan padat. Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka ingin diketahui struktur, ukuran, topografi dan morfologi kristal dari tanah disekitar daerah Rammang-rammang.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Karst

Karst merupakan istilah dalam bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (kras) yang berarti lahan gersang berbatu. Istilah ini di negara asalnya sebenarnya tidak

berkaitan dengan batu gamping dan proses pelarutan, namun saat ini istilah kras telah diadopsi untuk istilah bentuk lahan hasil proses pelarutan.

Topografi karst adalah bentukan rupa bumi yang unik dengan kenampakan atau fenomena khas akibat proses pelarutan dan pengendapan kembali CaCO_3 diatas dan dibawah permukaan bumi. Selain itu, bentang alam seperti karst juga dapat terjadi dari proses pelapukan, hasil kerja hidrolik misalnya pengikisan, pergerakan tektonik, pencairan es dan evakuasi dari batuan beku (lava).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi topografi karst sehingga kawasan karst yang satu dengan yang lainnya bisa berbeda. Adapun perbedaan tersebut ditimbulkan oleh :

- Perbedaan litologi atau susunan Batu Gamping. Ada yang tersusun 100 % dari mineral Kalsit (CaCO_3), adapula yang tercampur dengan mineral lain seperti Dolomit (CaMgCO_3), Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Mangan, Aluminium atau kwarsa dll.
- Perbedaan Ketebalan lapisan Batu Gamping.
- Perbedaan Compactness (Kemampatan).
- Perbedaan system celah rekah yang ada sejak terbentuknya lapisan Batu Gamping.
- Pengaruh Intensitas curah hujan daerah sekitar.
- Pengaruh Jenis Vegetasi yang berbeda.
- Pengaruh Manusia yang membongkar Batu Gamping atau menanaminya setelah memabat habis Vegetasi Primer.
- Pengaruh titik elevasi kawasan atau ketinggian dari permukaan air laut.
- Pengaruh ketebalan lapisan tanah penutup (Top Soil) pada kawasan tersebut.
- Pengaruh Tektonisme terhadap bentuk fisik dan sistem celah rekah.

2. 2. X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi sinar X (X-ray Diffractometer), atau yang sering dikenal dengan XRD, adalah merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit maupun non-kristalit. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Tembaga adalah bahan sasaran yang paling umum untuk diffraksi kristal tunggal,

dengan radiasi $\text{Cu K}\alpha = 0.15418 \text{ \AA}$. Kegunaan XRD antara lain :

- Membedakan antara material yang bersifat kristal dengan amorf
- Karakterisasi material kristal
- Identifikasi mineral-mineral yang berbutir halus seperti tanah liat
- Analisis kuantitatif dari mineral
- Penentuan dimensi-dimensi sel satuan
- Penentuan struktur kristal dengan menggunakan Rietveld refinement

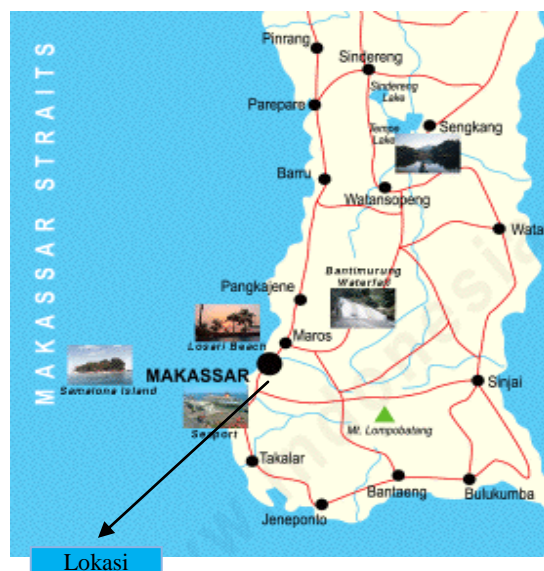
2.3. Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan SEM bertujuan untuk menyelidiki struktur mikro permukaan material atau sebuah bahan serta mineral. Informasi yang diperoleh dari pengukuran dengan SEM berkaitan dengan morfologi, topografi, fase dan komposisi elemental sebuah bahan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Kabupaten Maros adalah salah daerah kabupaten di Sulawesi Selatan antara $4^{\circ}45'50''$ LS dan $109^{\circ}20'00''$ BT sampai dengan $129^{\circ}12'00''$ BT. Luas wilayah Kabupaten Maros adalah 1.619,12 Km^2 . Dengan batas wilayah sebelah utara dengan Kabupaten Pangkep, sebelah selatan dengan Makassar dan Kabupaten Gowa, sebelah timur dengan Kabupaten Bone, dan sebelah barat dengan Selat Makassar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Bentuk morfologi daerah penelitian dicirikan sebagai satuan morfologi karts dan morfologi dataran rendah (Arsyad, 2009).

3.2. Alat dan Sampel

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa: wadah tempat sampel, label sebagai penanda sampel, sekop, SEM-EDS (*Scanning Electron Microscopy – Electron Dispersive Spectroscopy*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

Sedangkan bahan yang digunakan adalah tanah di Dusun Rammang-rammang sebagai sampel. Adapun pembagaian sampel pada penelitian ini yaitu: Tanah 1 adalah tanah pada empang, Tanah 2 merupakan tanah yang berada di pinggir tebing dinding karst, Tanah 3 adalah tanah pada sekitar pemukiman dan Tanah 4 merupakan tanah pada sawah.

3.3. Prosedur kerja

Keempat sampel tanah yang diperoleh dari lapangan terlebih dahulu dikeluarkan dari wadahnya kemudian diangin-anginkan di dalam ruangan dengan suhu ruang selama seharian sehingga diperoleh sampel yang kering secara alami, lalu dilakukan preparasi keempat sampel tanah pada kaca preparat. Untuk sampel yang tidak cocok dengan kaca preparat maka sampel terlebih dahulu digerus

sehingga diperoleh butiran yang lebih halus. Setelah sampel sudah siap, maka dilakukan karakterisasi sampel pada alat SEM-EDS (*Scanning Electron Microscopy–Electron Dispersive Spectroscopy*) guna mengetahui topografi/morfologi sampel dengan menggunakan alat SEM Vega3 Tescan.

Dengan cara yang sama seperti diatas, keempat sampel disiapkan pada kaca preparat untuk selanjutnya dilakukan karakterisasi difraksi sinar-x untuk mengetahui struktur kekrystalan yang terkandung di dalam sampel dengan menggunakan alat karakterisasi XRD (*X-Ray Diffraction*) merk Rigaku Miniflex II.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji SEM-EDS

Hasil uji keempat sampel yaitu, Tanah 1 adalah tanah pada empang, Tanah 2 merupakan tanah yang berada di pinggir tebing dinding karst, Tanah 3 adalah tanah pada sekitar pemukiman dan Tanah 4 merupakan tanah pada sawah dengan SEMEDS memberikan hasil seperti diperlihatkan pada Tabel di bawah ini.

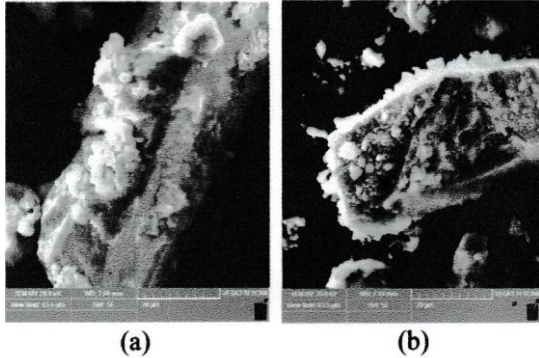
Tabel 1. Hasil uji sampel tanah 1 dan tanah 2 dengan menggunakan SEM-EDS

Tanah 1					Tanah 2				
Element	Atom C [at.%]	Compound norm	Comp. C Error [wt.%]	(3 Sigma) [wt.%]	Element	Atom C [at.%]	Compound norm	Comp. C Error [wt.%]	(3 Sigma) [wt.%]
Oxygen	60.41		0.00	10.92	Oxygen	55.07		0.00	10.38
Silicon	10.18	SiO ₂	26.73	1.10	Silicon	5.86	SiO ₂	13.29	0.74
Aluminium	17.71	Al ₂ O ₃	39.46	1.87	Aluminium	9.32	Al ₂ O ₃	17.94	1.16
Sodium	0.09	Na ₂ O	0.13	0.14	Sodium	0.37	Na ₂ O	0.44	0.22
Magnesium	0.96	MgO	1.68	0.28	Magnesium	1.03	MgO	1.57	0.30
Potassium	0.32	K ₂ O	0.66	0.18	Calcium	15.88	CaO	33.61	1.67
Calcium	1.94	CaO	4.74	0.40	Potassium	0.42	K ₂ O	0.75	0.19
Titanium	0.55	TiO ₂	1.93	0.26	Titanium	0.20	TiO ₂	0.60	0.19
Iron	6.24	FeO	19.60	1.16	Chromium	0.09	Cr ₂ O ₃	0.25	0.15
Manganese	0.53	MnO	1.65	0.30	Iron	8.05	FeO	21.82	1.41
Chromium	0.21	Cr ₂ O ₃	0.69	0.20	Copper	0.54		1.31	0.43
Copper	0.01		0.04	0.13	Phosphorus	0.21	P ₂ O ₅	0.56	0.15
Phosphorus	0.65	P ₂ O ₅	2.01	0.23	Manganese	2.94	MnO	7.87	0.71
Sulfur	0.19	SO ₃	0.67	0.15					

Dari hasil uji sampel untuk tanah 1 dan tanah 2 terdapat perbedaan urutan elemen atom dan molar oksida yang terbentuk. Pada tabel 1 molar oksida yang dominan adalah Al₂O₃ dengan nilai (39.46 ± 1.87) wt.% dimana untuk nilai atom aluminiumnya adalah

17.71 at.%, kemudian SiO₂ dengan nilai (26.73 ± 1.10) wt.% namun untuk atom silikonnya sendiri bernilai 10.18 at.%. Molar oksida tertinggi ketiga adalah FeO (19.60 ± 1.16) wt.% dengan atom besi (*iron*) bernilai 6.24 at.%.

Sedangkan hasil yang diperoleh untuk sampel tanah 2 molar oksida tertingginya adalah CaO (33.61 ± 1.67) wt.% dengan atom kalsium bernilai 15.88 at.%, kemudian molar oksida FeO (21.82 ± 1.41) wt.% dengan atom besi (*iron*) bernilai 8.05 at.%. Molar oksida tertinggi selanjutnya adalah Al₂O₃ (17.94 ± 1.16) wt.% dengan atom aluminium bernilai 9.32 at.%, selanjutnya molar oksida tertinggi terakhir adalah SiO₂ (13.29 ± 0.74) wt.% dengan nilai atom *silicon* itu sendiri 5.86 at.%.



Gambar 2. Struktur morfologi dan topografi dengan perbesaran 20 µm (a). sampel tanah 1, (b). sampel tanah 2

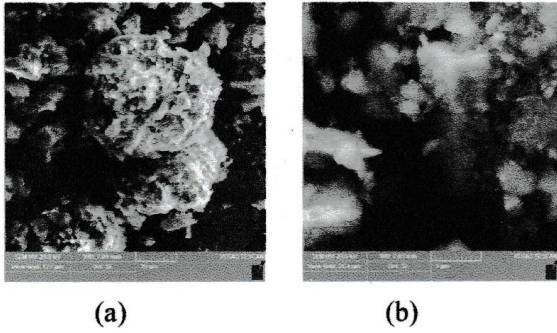
Dari gambar 2 tampak bahwa butiran sampel tanah 1 dan tanah 2 keadaan bulirbulirnya memiliki kemiripan morfologi dan topografi yang relatif sama. Dimana pada bulir sampel tanah tersebut tampak sedikit berwarna cerah/putih pada permukaannya hal ini mewakili elemen penyusun bulir yang memiliki nomor atom tinggi seperti Fe, Mg dst. Sedangkan untuk warna abu-abu yang tampak hamper dominan di seluruh permukaan bulir mewakili nomor atom rendah Al, Si dst. Adapun bentuk kristalnya itu sendiri ialah berbentuk hexagonal.

Tabel 2. Hasil uji sampel tanah 3 dan tanah 4 dengan menggunakan SEM-EDS

Tanah 3					Tanah 4				
Element	Atom C [at.%]	Compound norm	Comp. C Error [wt.%]	(3 Sigma) [wt.%]	Element	Atom C [at.%]	Compound norm	Comp. C Error [wt.%]	(3 Sigma) [wt.%]
Oxygen	61.22		0.00	9.56	Oxygen	62.38		0.00	13.84
Silicon	15.42	SiO ₂	43.06	1.47	Silicon	14.28	SiO ₂	39.55	1.97
Aluminium	13.87	Al ₂ O ₃	32.85	1.44	Aluminium	11.80	Al ₂ O ₃	27.72	1.78
Sodium	1.90	Na ₂ O	2.73	0.37	Sodium	1.42	Na ₂ O	2.03	0.39
Magnesium	1.47	MgO	2.74	0.28	Magnesium	1.38	MgO	2.56	0.34
Potassium	1.22	K ₂ O	2.68	0.25	Potassium	1.15	K ₂ O	2.49	0.28
Calcium	0.50	CaO	1.30	0.18	Calcium	0.48	CaO	1.25	0.19
Titanium	0.55	TiO ₂	2.06	0.21	Titanium	0.44	TiO ₂	1.60	0.21
Chromium	0.03	Cr ₂ O ₃	0.10	0.10	Iron	3.26	FeO	10.81	0.76
Iron	2.72	FeO	9.08	0.55	Copper	0.27		0.78	0.25
Copper	0.10		0.29	0.17	Chromium	0.06	Cr ₂ O ₃	0.17	0.12
Phosphorus	0.49	P ₂ O ₅	1.61	0.17	Phosphorus	0.17	P ₂ O ₅	0.55	0.13
Sulfur	0.32	SO ₃	1.19	0.14	Sulfur	2.78	SO ₃	10.25	0.48
Chlorine	0.19		0.31	0.13	Chlorine	0.14		0.23	0.13

Berdasarkan uji sampel tanah 3 dan tanah 4 yang terlihat pada tabel 2 bahwa elemen-elemen yang terbentuk memiliki kesamaan meskipun urutan elemennya agak sedikit berbeda. Dari tanah 3 tampak bahwa molar oksida yang paling dominan adalah SiO₂ (43.06 ± 1.47) wt.%, Al₂O₃ (32.85 ± 1.44) wt.% dan FeO (9.08 ± 0.55) wt.%. Untuk urutan nilai atomnya dari sampel tanah 3 diatas yaitu silikon 15.42 at.%, aluminium 13.87 at.% dan besi (*iron*) 2.72 at.%.

Pada uji sampel tanah 4 memberikan hasil urutan molar oksida yang dominan adalah SiO₂ (39.55 ± 1.97) wt.%, Al₂O₃ (27.72 ± 1.78) wt.%, FeO (10.81 ± 0.76) wt.% dan SO₃ (10.25 ± 0.48) wt.%. Sedangkan urutan nilai atom yang tampak pada tanah 4 adalah silikon 14.28 at.%, aluminium 11.80 at.%, *iron* 3.26 at.% dan sulfur 2.78 at.%. Dari urutan molar oksida dan nilai atom yang paling dominan pada sampel tanah 3 dan tanah 4 tampak yang berbeda hanya adanya SO₃ atau atom sulfur untuk sampel tanah 4.

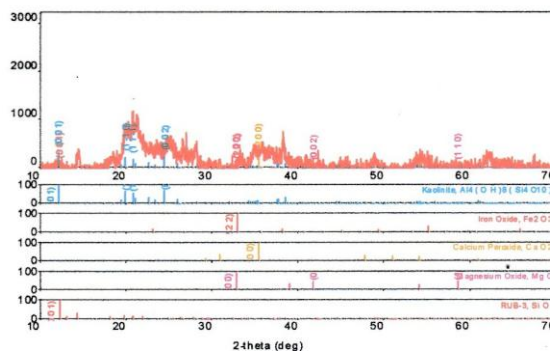


Gambar 3. Struktur morfologi dan topografi dengan perbesaran (a). 20 μm sampel tanah 3 dan (b). perbesaran 5 μm sampel tanah 4

Dari gambar 3 tampak bahwa butiran sampel tanah 3 dan tanah 4 keadaan bulir-bulirnya memiliki kemiripan morfologi dan topografi yang sedikit berbeda. Namun untuk pewarnaan pada bulir masih tetap sama, pada bulir sampel tanah tersebut tampak sedikit berwarna cerah/putih pada permukaannya hal ini mewakili elemen penyusun bulir yang memiliki nomor atom tinggi seperti Fe, Mg dst. Sedangkan untuk warna abu-abu yang tampak hamper dominan di seluruh permukaan bulir mewakili nomor atom rendah Al, Si dst. Adapun perbedaannya tampak pada bentuk kristalnya itu sendiri dimana pada tanah 3 berbentuk *uniform*, sedangkan untuk tanah 4 kristalnya berbentuk hexagonal.

4.2. Hasil Uji XRD

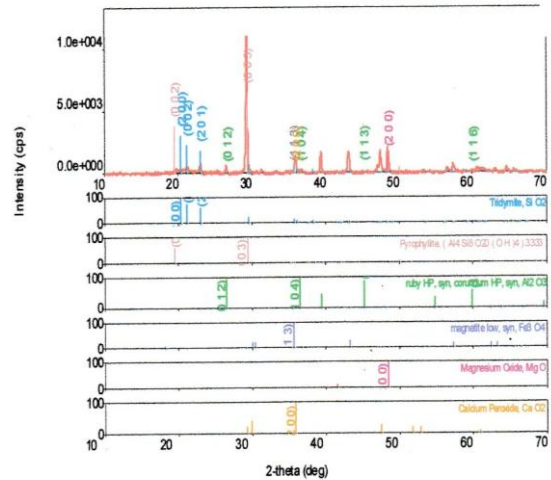
Pengujian sampel tanah dengan menggunakan alat XRD untuk keempat sampel tanah, diperoleh hasil



Gambar 4. Hasil karakterisasi sampel tanah 1 menggunakan XRD

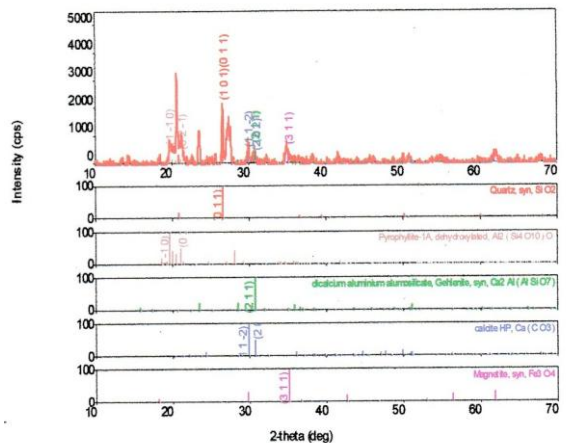
Berdasarkan gambar 4 diatas tampak kristal yang terbentuk adalah *kaolinite* $Al_4(OH)_8(Si_4O_{10})$ membentuk bidang sudut 2θ sebesar 20.90° , kemudian *iron oxide* Fe_2O_3 membentuk bidang sudut 2θ sebesar 33.35° ,

calcium peroxide CaO_2 membentuk bidang sudut 2θ sebesar 35.55° , *magnesium oxide* MgO membentuk bidang sudut 2θ yang sama dengan *iron oxide* yaitu sebesar 33.35° dan terakhir *rub-3* SiO_2 membentuk bidang sudut 2θ sebesar 13.30° . Dimana puncak peak berada pada kristal *kaolinite*.



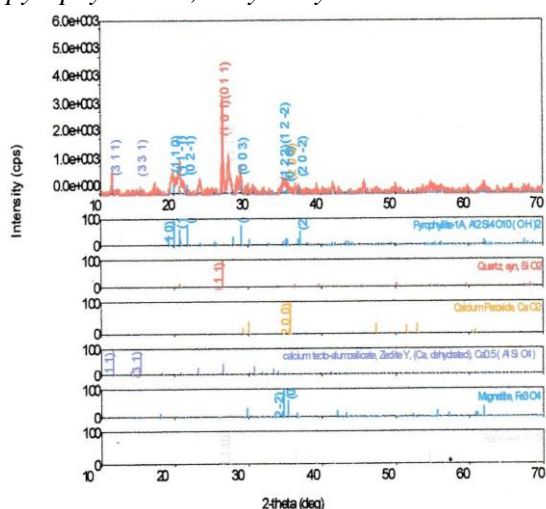
Gambar 5. Hasil karakterisasi sampel tanah 2 menggunakan XRD

Dari pengujian sampel tanah 2 tampak bahwa kristal yang terbentuk adalah *tridymite* SiO_2 bidang sudut 2θ sebesar 21.26° , *pyrophyllite* $(Al_4Si_8O_{20}(OH)_4)$ bidang sudut 2θ sebesar 29.41° , selanjutnya *ruby HP, syn, corundum HP, syn, Al_2O_3* bidang sudut 2θ sebesar 36.00° , *magnetite low, syn, Fe_3O_4* bidang sudut 2θ sebesar 35.49° , *magnesium oxide* MgO bidang sudut 2θ sebesar 47.53° dan *calcium peroxide* CaO_2 memiliki bidang sudut 2θ yang sama dengan *magnetite low, syn, Fe_3O_4* sebesar 35.49° . tampak juga pada gambar 7 bahwa puncak peak tertinggi berada pada *pyrophyllite*.



Gambar 6. Hasil karakterisasi sampel tanah 3 menggunakan XRD

Berdasarkan gambar 6 diatas maka kristal yang terbentuk adalah *quartz, syn, SiO₂* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 26.66° , *pyrophyllite-1A, dehydroxylated, Al₂(Si₄O₁₀)O* bidang sudut 2θ sebesar 21.35° , *dicalcium aluminium aluminosilicate, gehlenite, syn Ca₂Al(AlSiO₇)* bidang sudut 2θ sebesar 30.74° dimana bidang sudut ini sama dengan *calcite HP, Ca(CO₃)* dan terakhir kristal yang terbentuk ialah *magnetite, syn Fe₃O₄* bidang sudut 2θ sebesar 34.95° . Dari gambar terlihat pula puncak peak tertinggi ada pada *pyrophyllite-1A, dehydroxylated*.



Gambar 7. Hasil karakterisasi sampel tanah 4 menggunakan XRD

Hasil uji sampel tanah terakhir yang terlihat pada gambar 7 menunjukkan bahwa kristal yang terbentuk berupa *pyrophyllite-1A, Al₂Si₄O₁₀(OH)₂* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 20.65° , *quartz, syn, SiO₂* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 34.06° , *calcium peroxide CaO₂* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 35.07° , selanjutnya *calcium tectoaluminosilicate, zeolite Y, (Ca, dehydrated), CaO₅(AlSiO₄)* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 11.63° , kemudian *magnetite Fe₃O₄* memiliki bidang sudut 2θ yang besarnya sama dengan *CaO₂* dan terakhir *rutile, syn TiO₂* memiliki bidang sudut 2θ sebesar 27.42° . Berdasarkan gambar 4.6 tampak pula puncak peak tertinggi.

4.3. Pembahasan

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh pada uji Sem-EDS dan XRD memperlihatkan berbagai fakta-fakta yang unik dari pengujian keempat sampel tanah yang diperoleh dari Dusun Rammang-rammang. Fakta yang diperoleh pada uji SEM-EDS diperoleh

elemen-elemen yang dominan dari keempat sampel tanah adalah silikon, aluminium dan besi. Meskipun pada sampel tanah 2 tetap diperoleh kalsium dengan nilai atom yang cukup tinggi yaitu sebesar 15.88 at.%, dengan molar oksida CaO sebesar (33.61 ± 1.67) wt.%. begitu juga pada sampel tanah 4 diperoleh sulfur dengan nilai atom 2.78 at.% adapun molar oksidanya SO₃ bernilai (10.25 ± 0.48) wt.%.

Masih diperolehnya kandungan kalsium pada sampel tanah 2 hal ini dimungkinkan karena lokasi pengambilan sampel tanah 2 berada berdekatan dengan dinding karst, sedangkan sampel tanah yang lain berada pada daerah empang (tanah 1), daerah pemukiman (tanah 3) dan daerah persawahan (tanah 4). Sedangkan diperolehnya elemen sulfur pada sampel tanah 4 dimungkinkan hasil dari pengendapan semprotan anti hama yang mulai digunakan oleh masyarakat setempat sebagai penunjang pertumbuhan padi guna membasmi hama tanaman.

Berdasarkan morfologinya suatu kawasan karst ataupun karst itu sendiri batuan dominannya berasal dari batu gamping, yang mana batuan gamping merupakan batuan sedimen yang umumnya didominasi oleh kalsium karbonat dalam bentuk mineral kalsit. Sehingga temuan elemen-elemen dominan dari sampel tanah yang di peroleh pada Desa Rammang-rammang berupa silikon, aluminium dan besi dapat menjelaskan bahwa proses terbentuknya karts pada Kab. Maros berasal dari erupsi magma yang telah membeku selama beratus-ratus tahun yang lalu sehingga membentuk suatu gugusan karts seperti pada Desa Rammang-rammang.

Sedangkan hasil dari pengujian sampel tanah dengan menggunakan alat XRD diperoleh berbagai macam hasil kristal hasil percampuran dari elemen-elemen pembentuknya. Hasilnya dari keempat sampel tanah diperoleh kristal yang dominan adalah *calcium peroxide* baik komposisi yang murni maupun yang telah tersintesis seperti *dicalcium aluminium aluminosilicate, gehlenite, syn Ca₂Al(AlSiO₇)*, nilainya pun berbeda-beda yang paling tinggi persentase nilainya berada pada sampel tanah 3 yaitu 19% dari total keseluruhan kristal penyusunnya.

Hasil dari uji XRD ini menunjukkan bahwa penyusun karts yang seharusnya berasal dari batuan gamping sesuai dengan teori meskipun kadar persentase dari total

keseluruhan sampel agak sedikit. Selain kristal *calcium peroxide* maka kristal penyusun yang dominan juga adalah *quartz* dan turunannya *tridymite* (sampel tanah 2) namun pada sampel tanah 1 tidak nampak, hanya berupa turunan dari *quartz* yaitu *kaolinite* yang merupakan unsur utama yang paling dominan, selanjutnya *pyrophyllite*. Elemen kristal *quartz* dan *pyrophyllite* beserta turunannya mengandung elemen utama yaitu silikon dan aluminium. Hal ini sesuai dengan hasil uji SEM-EDS yang dilakukan sebelumnya dimana menyatakan bahwa elemen penyusun utama dan dominan dari keempat sampel tanah adalah kedua elemen tersebut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uji SEM-EDS diperoleh elemen-elemen yang dominan dari keempat sampel tanah adalah silikon, aluminium dan besi. Dengan molar oksida yang terbentuk yaitu SiO_2 , Al_2O_3 dan FeO . Adapun struktur yang terbentuk dominan adalah hexagonal. Sedangkan berdasarkan uji XRD diperoleh hasil dari keempat sampel tanah adalah berbentuk kristal yang dominan komposisinya adalah *calcium peroxide* baik komposisi yang murni maupun yang telah tersintesis, begitu juga untuk *quartz* dan *pyrophyllite*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada Fakultas MIPA dan Universitas Negeri Makassar yang ikut membiayai penelitian ini, juga kepada Kepala Desa Salenrang Dusun Rammang-rammang yang memberikan izin penelitian.

7. REFERENSI

1. Agus, F., Yusrisal., Sutono., *Penetapan Tekstur Tanah*, Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, Departemen Pertanian, 2006.
2. Arsyad, M., Susanto, Agus., Ihsan, Nasrul., Helmi., *Eksplorasi, Eksploitasi, dan Pemodelan Sumber Daya Mineral Air Bawah Tanah di Kawasan Gunung Karst Maros-Pangkep dengan Metode Automata Gas Kisi Boltzman*, Laporan Tahun I Penelitian Hibah Penelitian Makassar: UNM Makassar, 2009.
3. Hanafiah, KA., *Dasar-dasar Ilmu Tanah* Rajagrafindo Perkasa, 2005.
4. Heil, K., Schmidhalter, U., Characterisation of soil Texture Variability using The Apparent Soil Electrical Conductivity at a Highly Variable Site, *Computers and Geosciences*, 30, 98-110 (2012).
5. Huliselan, EK., Bijaksana, S., Srigutomo, W., Kardena, E., Scanning Electron Microscopy and magnetic Characterization of Iron Oxides in Solid Waste Landfill Leachate, *Journal of Hazardous Materials* 179, 701-708 (2010).
6. Rantetau, Kurniati., *Studi Tentang Analisis perubahan Struktur Kristal dan Komposisi Mikro Ornamen Berwarna Gua mimpi Kawasan Karst Maros*. UNM Makassar, 2013.
7. Tang, T., *Surface Sediment Characteristics and Tower Karst Dissolution*, Guilin, Southern China, *Geomorphology*, 239, 2002.