



## Mineral Tanah Lempung Formasi Batuasih Berdasarkan Data SEM (Scanning Electron Microscope) dan XRD (X-Ray Diffractometer) Pada Lereng Citatah KM-23, Padalarang, Jawa Barat

Lukman Muhammad Asri\*, Zufaldi Zakaria, Agung Mulyo

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

### Abstrak

Lereng penelitian yang berada di daerah Citatah KM-23 memberikan gambaran kehadiran indikasi-indikasi gerakan tanah karena batuan penyusun pada lereng daerah penelitian berupa tanah lempung lapukan Formasi Batuasih yang menopang Batugamping Formasi Rajamandala. Lereng penelitian yang memiliki beda nilai secara fisik dan susunan kimiawi jenis mineral terhadap Formasi Rajamandala menyebabkan adanya perubahan struktur pada tanah lempung. Penelitian mineral dari 4 sampel tanah lempung Formasi Batuasih bertujuan untuk memberi gambaran jenis, struktur dan perawakan mineral dari kenampakan mikroskopis. Metode penelitian menggunakan data SEM dan XRD yang dianalisis sehingga memberi informasi detail mineral pada sampel tanah lempung lereng Citatah KM-23 baik visual mineral secara 3 dimensi agar mengetahui ciri setiap jenis mineral dan jumlah persentase jenis mineral yang didapat. Hasil penelitian terhadap 4 sampel menunjukkan mineral kuarsa, kaolinit dan muskovit yang teridentifikasi hampir disetiap sampel dimana kuarsa memiliki perawakan berbentuk tumpukan lembaran yang lebar seperti daun dengan bagian pinggir atau sisinya berbentuk sedikit meruncing. Kaolinit terlihat memiliki bentuk butiran yang sebagian membentuk lembaran yang menyerupai hexagonal dan muskovit dijumpai dalam bentuk lembaran yang hadir secara terpisah dan tidak saling terakumulasi satu sama lain. Jika mengacu berdasarkan mineral lempung jenis kaolinit, maka kerusakan yang dialami lereng tidak memberi dampak yang besar.

**Kata kunci:** Citatah; Batuasih; lempung; kaolinit; lereng

### Abstract

*The research slope in the Citatah KM-23 area provides an overview of the presence of indications of soil movement because the constituent rocks on the slope of the study area are weathered clay soil of the Rajamandala Formation that supports the Rajamandala Formation limestone. The research slope that has different physical values and chemical makeup of mineral types in the Rajamandala Formation causes changes in the structure of clay soils. Mineral research from 4 clay samples of Batuan Asih Formation aims to provide an overview of the type, structure and stature of minerals from microscopic appearance. The research method uses SEM and XRD data analyzed so as to provide detailed mineral information on Citatah KM-23 slope clay soil samples, both 3-dimensional mineral visuals in order to determine the characteristics of each type of mineral and the percentage of mineral types obtained. The results of the study of 4 samples showed quartz, kaolinite and muscovite minerals identified in almost every sample where quartz had a broad sheet stack-shaped stature like leaves with slightly tapered edges or sides. Kaolinites appear to have a granular shape that partially forms sheets resembling hexagonal and muscovite found in the form of sheets that are present separately and do not accumulate with each other. If referring to kaolinite type clay minerals, then the damage experienced by the slope does not have a big impact.*

**Keywords:** Citatah; Batuasih; clay; kaolinite; slope

---

\*) Korespondensi: lukmanmasri25@gmail.com

Diajukan : 4 Desember 2022

Diterima : 30 Mei 2023

Diterbitkan : 18 Agustus 2023

## PENDAHULUAN

Batuan lereng daerah penelitian yang berupa tanah lempung lapukan Formasi Batuasih yang menopang Batugamping Formasi Rajamandala termasuk jenis tanah yang mudah mengembang (*expansive*) ketika ada air seperti pada musim hujan dan dapat menyusut saat musim kering. Kondisi pada saat tanah yang *expansive* mampu menyerap air dengan baik, menyebabkan tanah mengalami peningkatan volume sehingga kondisi lereng menjadi tidak stabil karena akan terjadi kelebihan tegangan lateral terhadap dinding penahan dan daya dukung serta kuat geser tanah berkurang (Yuliet, 2010). Penelitian sebelumnya menyebutkan Formasi Batuasih tersebar dan dijumpai pada lembah, sungai dan terdapat pada sepanjang jalan serta lereng jalan, sedangkan persebaran batugamping Formasi Rajamandala dijumpai pada bukit sebelah selatan dan utara yang berarah hampir barat-timur (Zakaria, 2005).

Lapisan pada lereng penelitian merupakan batuan lapukan dari bedrock yang terdiri *shale* (serpih) dan pasir sampai *silty clay* (lempung lanauan) dari Formasi Batuasih yang bercampur dengan jatuhnya lapisan batugamping yang ada di lereng atas yang dari secara fisik *very fine grained* (berbutir sangat halus) dan termasuk lempung keras (Djakamihardja, 2008).

Berbagai kerusakan muncul disebabkan perbedaan batuan dan tanah dari dua formasi tersebut pada tubuh jalan dan lereng di sekitar penelitian, ini menjadi indikasi adanya perubahan atau adanya aktivitas yang dialami tanah khususnya pada Formasi Batuasih. Kerusakan yang terlihat dari beberapa indikasi seperti jalan mulai bergelombang atau terdapat retakan. Saluran air baik yang ada di kaki bukit atau berada di pinggir jalan raya sudah terlihat patah, retak dan runtuh sebagian (Zakaria, 2005).

Secara stratigrafi, lempung dari Formasi Batuasih menjadi penopang batugamping Formasi Rajamandala sehingga dari perbedaan jenis batuan pada dua formasi tersebut memberi dampak pada stabilitas lereng khususnya lereng Citatah KM-23. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Djakamihardja (2008) terhadap gerakan tanah di daerah penelitian, diperoleh mineral lempung kaolinit, illit, kuarsa dan percampuran lapisan illit dan smektit. Analisis terhadap data tanah lempung, jenis mineral akan dapat diketahui secara lebih detail.

## Tanah Ekspansif

Tanah lempung maupun lanau mempunyai sifat karakteristik yang khas sesuai dengan komposisi mineral penyusunnya. Sifat tersebut adalah sifat *swelling* terutama jika ada air dan mudah hancur jika kontak dengan udara atau terlapukkan secara fisik dengan remuk dan lempung hancur menjadi berkeping-keping (Yanti dkk., 2018). Sifat ekspansif yang dimiliki lempung, selain karena ukuran butir penyusunnya, juga dipengaruhi dari mineralogi penyusun yang ada pada lempung tersebut menurut Yulianti dkk. (2012 dalam Husain, 2015). Tanah lempung ada yang bersifat sangat ekspansif, maka dilakukan analisis terhadap tanah lempung Formasi Batuasih sehingga dapat menunjukkan informasi jenis mineral serta persentase kehadiran berdasarkan data SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffractometer*) yang diperoleh, terlebih kondisi lereng Citatah KM-23 terlihat ada kerusakan.

## Mineral Lempung

Menurut Heine dkk. (2010, dalam Utami, 2018), mineral lempung merupakan komponen umum yang ada di lapisan sedimen dan dapat ditemukan dari kutub hingga ke daerah khatulistiwa sebagai penyusun tanah. Berdasarkan Holtz dan Kovacs (1981 dalam Fathurrahmi, 2012) menggambarkan bahwa struktur dasar dari mineral lempung terdiri dari silika tetrahedron dan alumina oktahedron. Struktur tersebut bersatu membentuk struktur lembaran sehingga struktur tersebut merupakan pembentuk sifat pada beberapa jenis mineral lempung menurut Heine dkk. (2010, dalam Husain, 2015). Mineral lempung terbentuk melalui dua proses yaitu secara alterasi dari mineral primer dan pelapukan mineral diikuti penghabluran dari material lapuk (Utami, 2018). Ciri khas yang dimiliki oleh mineral lempung adalah kemampuan mengembang atau disebut ekspansif tergantung terhadap kadar air yang diterima. Mineral lempung yang umumnya dapat menyebabkan ekspansif antara lain adalah montmorilonit, illit, dan kaolinit (Utami, 2018).

## Kaolinit

Mineral kaolinit adalah mineral yang terdiri dari satu lembar silika tetrahedra dan satu lembar aluminium oktahedra, keduanya melekat bersamaan dimana struktur setiap ujungnya terdiri susunan silika dan aluminium yang

membentuk lapisan tunggal (Ariesnawan, 2015). Menurut Gibran, drr (2022) mineral kaolinit (Gambar 1) terlihat memiliki perawakan seperti berbuku-buku yang berada di rongga antar butiran dalam bentuk discrete particle. Pendapat lain menjelaskan jenis mineral lempung yang paling tidak aktif dan mineral ini berasal dari pelapukan beberapa mineral lempung yang lebih aktif atau dapat terbentuk langsung dari produk sampingan pelapukan batuan (Zakaria dkk., 2007).

### Illit

Mineral yang hanya terdiri atas satu lapisan alumina di antara dua lapisan silika, memiliki kenampakan struktur satuan kristalnya yang hampir sama dengan montmorillonit. Perbedaan illite terdapat pada pengikat antar unit kristal yang mengandung ion kalium (K) yang fungsinya sebagai penyeimbang muatan dan sebagai pengikat namun lebih lemah dari ikatan hidrogen yang mengikat kaolinit (Ariesnawan, 2015). Jenis mineral illit (Gambar 2) ini termasuk suatu mineral sekunder dari mineral muskovit dan feldspar (Gaudette, 1964; Mitchell, 1993; USGS, 2016 dalam Yanti dkk., 2018).

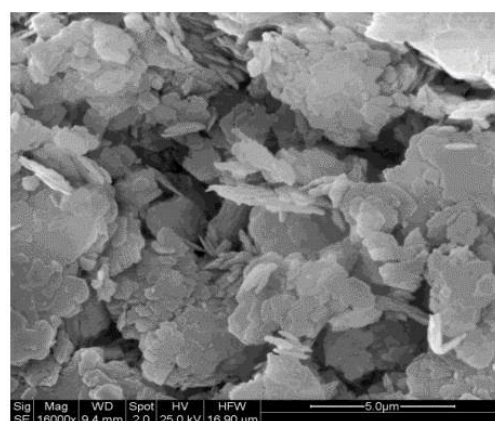
### Montmorillonit

Jenis mineral yang masuk dalam kelompok smektit, sifat yang dimiliki sangat spesifik sehingga kehadirannya mampu mempengaruhi sifat fisik dan sifat kimia tanah (Utami, 2018). Secara struktur memiliki kisi yang penyusunnya terdiri satu lempeng aluminium (Al) diantara dua lempeng silika (Si). Kehadiran struktur yang dimiliki dari mineral lempung montmorillonit (Gambar 3), menyebabkan kemampuan mengembang bila kondisi basah dan dapat menyusut bila kondisi kering (Utami, 2018). Mineral ini termasuk yang paling aktif dibanding mineral lempung lainnya, karena memiliki butiran yang sangat halus dan senyawa kimia yang aktif sehingga memiliki kemampuan menyerap air dan menghilangkan air (lempung mengembang kuat) dengan mudah menurut Zakaria dkk. (2007).

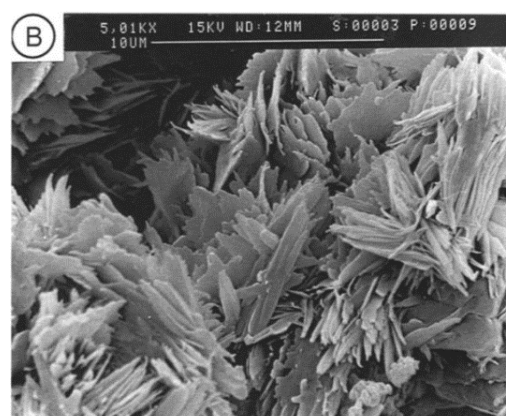
### METODE PENELITIAN

Analisis data SEM (*Scanning Electron Microscope*) berdasarkan sampel tanah yang diambil pada lereng Citatah KM-23 berjumlah 4 sampel di 4 titik tubuh lereng. Tanah yang diambil merupakan tanah terganggu (*disturbed*)

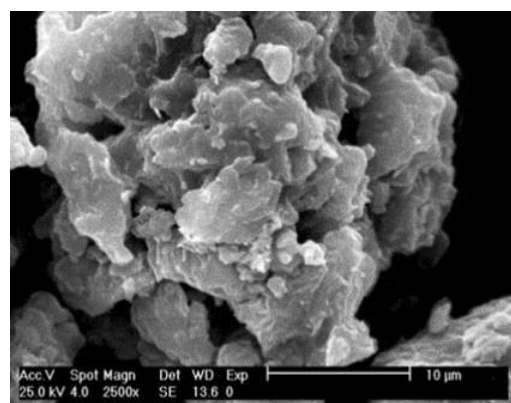
pada kedalaman 0-50 cm. Data SEM didapat berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau dari elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel yang dipindai sinar elektron sehingga celah atau pori pada sampel dan obyek dapat teramati secara tiga dimensi (Ariesnawan, 2015). Sampel tanah tersebut diuji di laboratorium Pusat Survei Geologi dengan



Gambar 1. Mineral Kaolinit dengan perbesaran 16000x (Muhmed dan Wanatowski, 2013)



Gambar 2. Perawakan Mineral Illit (Hassouta dkk., 1999)



Gambar 3. Perawakan Mineral Montmorillonite (Sedaghat, 2013)

perbesaran 5000x. SEM dipakai untuk mempelajari detail arsitektur suatu permukaan sel (atau struktur jasad renik lainnya), sehingga rongga atau pori pada tanah dan obyek dapat teramati secara tiga dimensi (Ariesnawan, 2015).

Sinar-X adalah suatu pengujian dengan menggunakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan suatu tabung sinar-X yang mengenai suatu target logam oleh pukulan electron, sehingga mengeluarkan suatu bentuk titik atau garis. Bentuk serta posisi garis-garis tersebut berkaitan langsung terhadap jarak  $d$ . Jika nilai ( $d$ ) dan ( $n$ ) diperoleh, kemudian akan diikuti dengan intensitas puncak kurva difraksi sinar-X (Ariesnawan, 2015). Pemanfaatan sinar-X dalam penelitian tanah lempung adalah untuk mengetahui susunan sistematis atom atau ion dalam bidang kristal. Sedangkan hasil jenis mineral didapat dari pembacaan peak data XRD menggunakan software MATCH 3: Crystal Analysis. Dikutip dari Mitchell (1976 dalam Ariesnawan, 2015) yang menyebutkan bahwa difraksi sinar-X (XRD) adalah metode yang paling banyak digunakan dalam identifikasi tanah berbutir halus dan studi struktur kristal.

## HASIL

Penelitian pada lereng Citatah KM-23 dilakukan dengan pengambilan *disturbed sample* tanah lempung sebanyak 4 sampel pada kedalaman 0-50 cm.

### a) Sampel SL-01 dengan Kode XRD-0026

Pada hasil analisis gambar SEM (Gambar 4) terdapat mineral kuarsa dengan kenampakan morfologi seperti tumpukan lembaran yang memiliki skala ukuran besar dibanding mineral lain. Mineral ini memiliki ciri seperti tumpukan lembaran yang tidak beraturan, namun terfokus pada satu titik atau area serta memiliki permukaan datar dengan sisi-sisinya berbentuk melengkung hingga menyudut. Mineral lain yaitu gobbinsite hadir seperti gumpalan tidak beraturan, mirip seperti butiran-butiran yang bergerigi serta memiliki permukaan yang kasar. Mineral yang terlihat selanjutnya yaitu haloisit dengan bentuk runcing panjang yang hadir dengan orientasi ke berbagai arah. Dapat dilihat kehadiran mineral ditandai dengan lingkaran berwarna kuning dengan keterangan mineral kuarsa diberi simbol (Q), gobbinsite dengan simbol (G) dan haloisit dengan simbol (H).

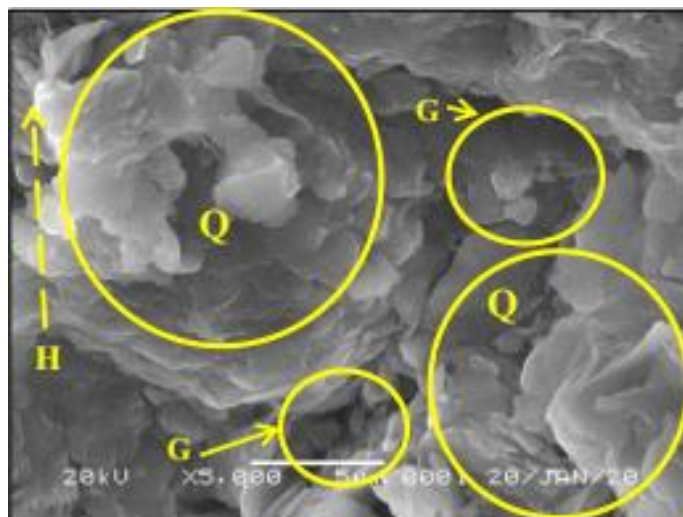
XRD 0026 (Gambar 5) hasil pengolahan dengan software Match 3 didapatkan mineral

kuarsa dengan persentase kehadiran 69,5% ditunjukkan dengan garis vertikal merah yang memiliki densitas  $2,646 \text{ g/cm}^3$ , serta hasil analisis juga didapatkan nilai unit cell yang memiliki nilai  $a = 4,9160 \text{ \AA}$  dan  $c = 5,4054 \text{ \AA}$ . Mineral lainnya yaitu gobbinsite dengan persentase sebesar 11,1% yang ditunjukkan dengan garis warna orange, nilai densitas sebesar  $2,146 \text{ g/cm}^3$ , dengan nilai unit cell yaitu  $a = 10,1027 \text{ \AA}$ ;  $b = 9,8016 \text{ \AA}$ ;  $c = 10,1682 \text{ \AA}$  dan mineral haloisit dengan persentase sebesar 9,2% ditunjukkan dengan garis-garis vertikal berwarna olive dengan densitas sebesar  $2,086 \text{ g/cm}^3$ , memiliki unit cell dengan nilai  $a = 5,200 \text{ \AA}$ ;  $b = 8,920 \text{ \AA}$ ;  $c = 10,250$  dan  $\beta = 100,000$ .

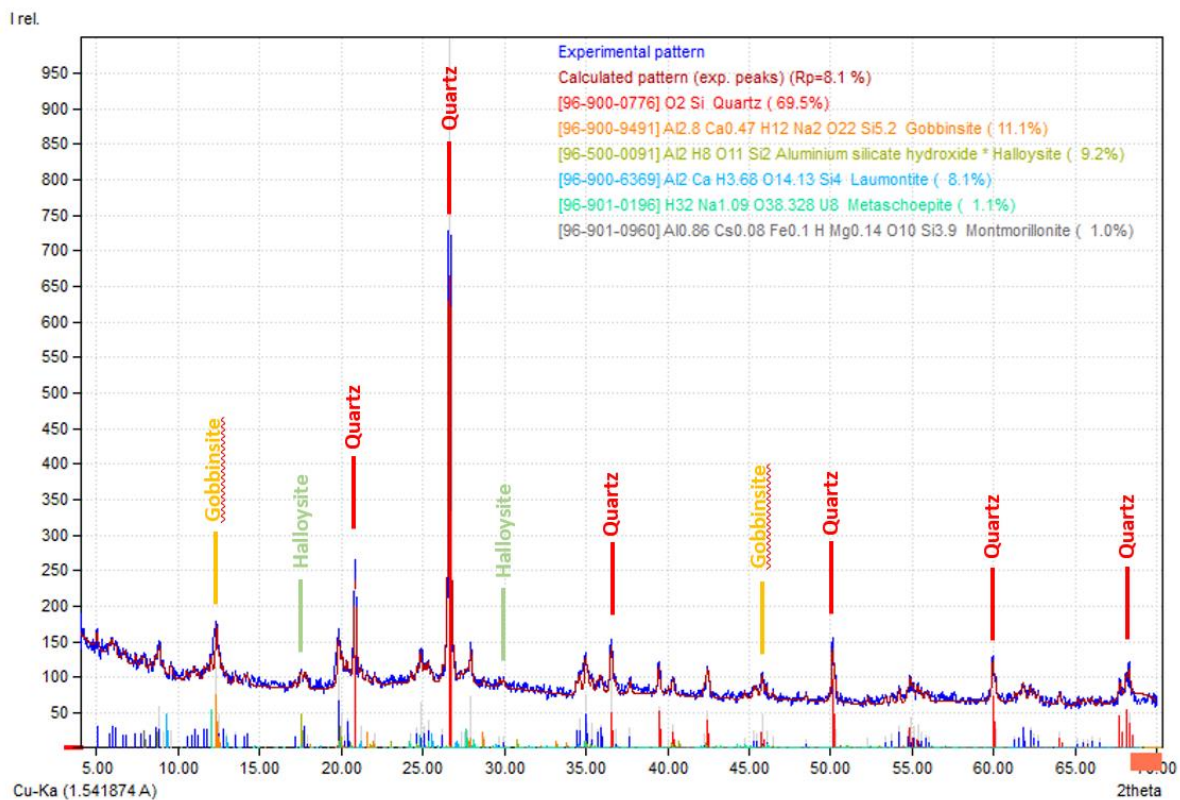
### b) Sampel SL-02 dengan Kode XRD-0025

Hasil analisis SEM (Gambar 6) menunjukkan kehadiran mineral kuarsa yang dominan dengan kenampakan seperti gumpalan yang berbentuk lembaran tipis seperti daun yang tumpang tindih tidak beraturan, memiliki rongga antar gumpalan dari ukuran kecil sampai ukuran besar dan setiap sisi dari lembarannya dominan menyudut. Mineral kaolin juga terlihat dengan skala kecil yang menempati sisi samping dari mineral kuarsa dengan bentuk terlihat seperti kepingan lembaran bersusun teratur dengan sedikit membentuk silinder. Muskovit adalah mineral terakhir yang masih bisa dikenali dari perawakan antar lembaran yang terpisah dan tidak terakumulasi pada suatu titik. Pada gambar ditunjukkan keterangan mineral dengan lingkaran berwarna kuning, kuarsa diberi simbol (Q), kaolinit dengan simbol (K) dan muskovit dengan simbol (M).

Hasil analisis XRD-0025 pada (Gambar 7) menggunakan software Match 3, didapatkan jenis mineral yaitu kuarsa dengan persentase kehadiran 82,3%, terlihat mineral kuarsa ditunjukkan dengan garis vertikal merah dengan densitas sebesar  $2,644 \text{ g/cm}^3$ , dari analisis didapatkan nilai unit cell pada kuarsa yaitu  $a = 4,9158 \text{ \AA}$  dan  $c = 5,4091 \text{ \AA}$ . Kaolin dengan persentase sebesar 8,3% yang ditunjukkan dengan garis warna orange, memiliki densitas sebesar  $2,553 \text{ g/cm}^3$ , serta nilai unit cell yaitu  $a = 8,920 \text{ \AA}$ ;  $b = 5,1570 \text{ \AA}$ ;  $c = 15,684 \text{ \AA}$  dan  $\beta = 113,6100$ . Mineral lain yang dijumpai yaitu muskovit dengan persentase sebesar 5,5% ditunjukkan dengan garis-garis vertikal berwarna hijau cerah dengan densitas sebesar  $2,831 \text{ g/cm}^3$ , memiliki nilai unit cell  $a = 5,180 \text{ \AA}$ ;  $b = 9,020 \text{ \AA}$ ;  $c = 20,04 \text{ \AA}$  dan  $\beta = 95,500$ .

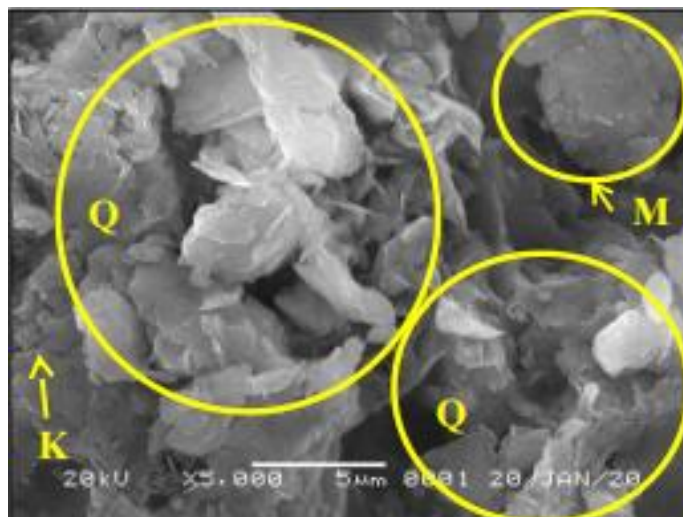


Gambar 4. SEM Mineral Sampel SL-01

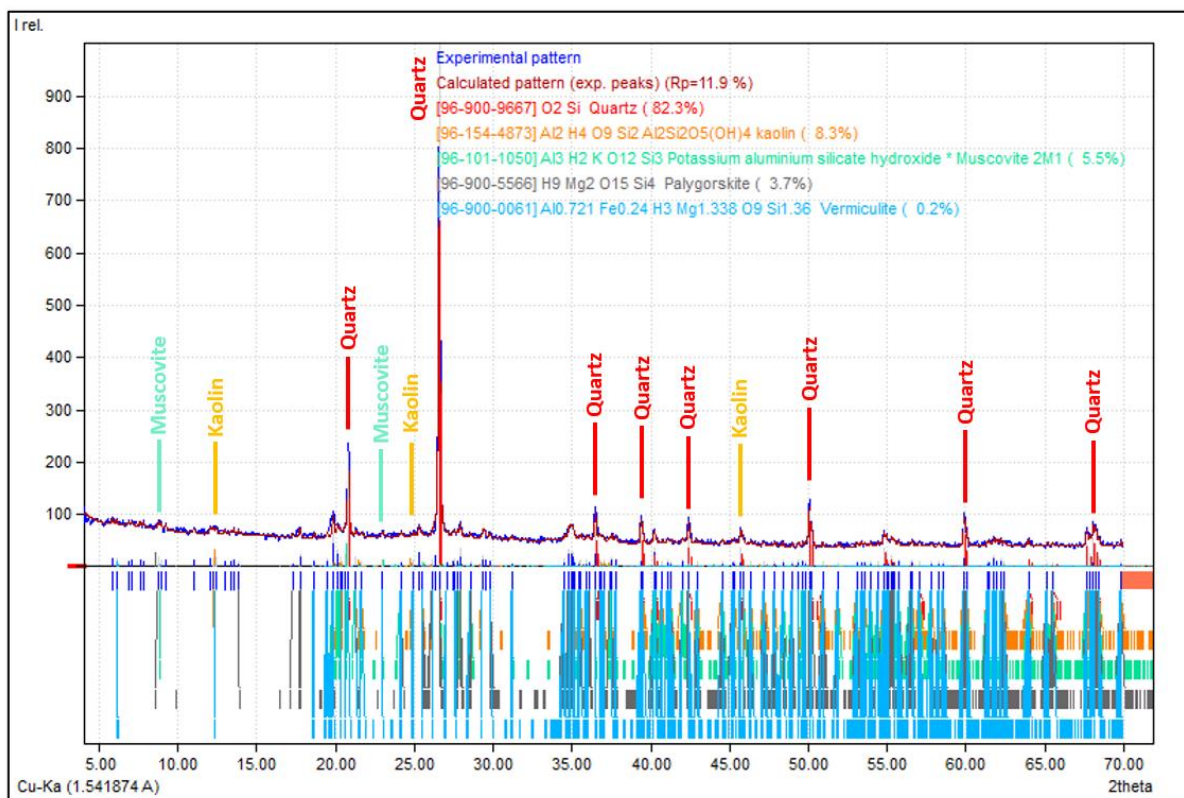


Gambar 5. Hasil Pembacaan data XRD-0026





Gambar 6. SEM Mineral Sampel SL-02



Gambar 7. Hasil Pembacaan data XRD-0025

c) Sampel SL-02D dengan Kode XRD-0027 Analisis SEM pada (Gambar 8) dilakukan dengan kondisi kering dan didapatkan perawakan mineral kuarsa yang sedikit terkorosi dengan setiap sisinya berbentuk melengkung hingga menyudut, kenampakan terlihat seperti lembaran dengan permukaan sedikit datar atau bersifat platy, lalu hadir juga mineral kaolinit yang menempati rongga dari mineral kuarsa dengan bentuk terlihat seperti tumpukan lembaran dengan bentuk sedikit membentuk silinder. Kemudian dijumpai mineral muskovit dengan kenampakan seperti gumpalan kecil tidak beraturan dengan permukaan datar yang sedikit menyudut pada sisi-sisinya dan antar mineral hadir terpisah tidak terakumulasi pada suatu tempat. Dapat dilihat pada Gambar 8 kenampakan setiap mineral diberi lingkaran kuning, untuk kuarsa diberi simbol (Q), kaolinit (K), dan muskovit (M).

Berdasarkan dari analisis XRD 0027 (Gambar 9) dengan software Match 3, teridentifikasi mineral kuarsa dengan persentase kehadiran 70,5% yang ditunjukkan dengan garis vertikal berwarna merah dengan densitas 2,644 g/cm<sup>3</sup>, serta nilai unit cell yang dimiliki yaitu  $a = 4,9158 \text{ \AA}$  dan  $c = 5,4091 \text{ \AA}$ . Mineral kaolinit juga hadir dengan persentase kehadiran sebesar 18,7% yang ditunjukkan dengan garis warna biru cerah, memiliki densitas sebesar 2,553 g/cm<sup>3</sup> serta nilai unit cell yaitu  $a = 8,920 \text{ \AA}$  ;  $b = 5,1570 \text{ \AA}$  ;  $c = 15,6840 \text{ \AA}$  dan  $\beta = 113,6100$ . Terdapat mineral muscovit dengan persentase sebesar 9,6% ditunjukkan dengan garis-garis vertikal berwarna orange dengan densitas sebesar 2,831 g/cm<sup>3</sup>, memiliki unit cell  $a = 5,180 \text{ \AA}$  ;  $b = 9,020 \text{ \AA}$  ;  $c = 20,04$  dan  $\beta = 95,500$ .

d) Sampel SL-03 dengan Kode XRD-0028 Analisis SEM pada sampel SL-03 (Gambar 10) masih menunjukkan kehadiran mineral kuarsa yang menunjukkan bentuk lembaran yang sedikit memanjang dengan bagian sisinya mengarah ke atas, bentuk setiap sisi yang menyudut runcing dan memiliki permukaan yang berlekuk. Selain itu, juga dijumpai mineral lain seperti phengite yang menempati sisi bagian bawah dari kumpulan mineral kuarsa dengan ukuran kecil yang hadir terpisah tidak saling terakumulasi dan memiliki sisi yang menyudut. Mineral kaolinit juga terlihat hadir menempati rongga dari lembaran mineral kuarsa dengan bentuk terlihat seperti tumpukan plat kecil dan sedikit

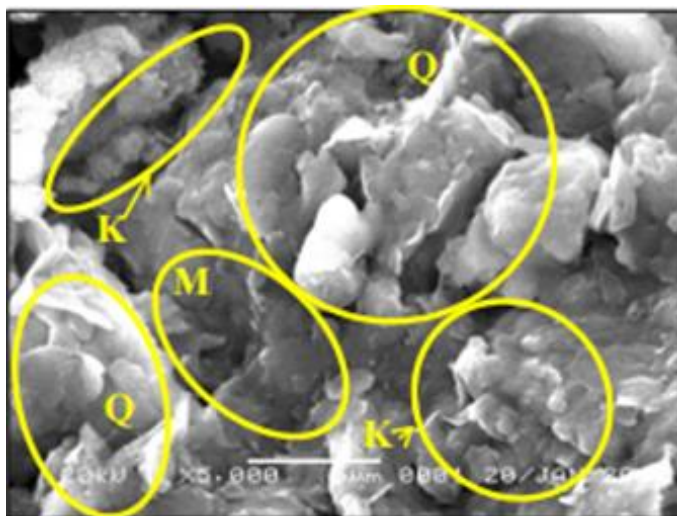
membentuk silinder. Terakhir yaitu mineral muskovit dengan perawakan berbentuk plat yang saling menindih serta memiliki orientasi hampir satu arah dan memiliki sisi yang sedikit menyudut. Terlihat pada (Gambar 10) diberi lingkaran kuning dengan simbol mineral kuarsa (Q), kaolinit (K), phengite (P), dan muskovit dengan simbol (M).

Analisis XRD 0028 (Gambar 11) hasil pengolahan software Match 3, mineral yang teridentifikasi yaitu kuarsa dengan persentase 61,4% dapat ditunjukkan dengan garis vertikal warna merah dengan nilai densitas 2,646 g/cm<sup>3</sup>, memiliki nilai unit cell  $a = 4,9160 \text{ \AA}$  dan  $c = 5,4054 \text{ \AA}$ . Dijumpai mineral phengite memiliki persentase sebesar 16,3% dengan nilai densitas 2,681 g/cm<sup>3</sup>, serta nilai unit cell yaitu  $a = 5,2328 \text{ \AA}$  ;  $b = 9,0948 \text{ \AA}$  ;  $c = 20,207 \text{ \AA}$  dan  $\beta = 95,6940$ . Kemudian terdapat mineral kaolinit dengan persentase kehadiran sebesar 12,6% yang ditunjukkan dengan garis warna biru cerah, nilai densitas sebesar 2,599 g/cm<sup>3</sup>, memiliki nilai unit cell  $a = 5,1554 \text{ \AA}$  ;  $b = 8,9448 \text{ \AA}$  ;  $c = 7,4048 \text{ \AA}$  ;  $\alpha = 91,700$  ;  $\beta = 104,862$  dan  $\gamma = 89,8220$ . Terdapat mineral muscovit dengan persentase sebesar 8,3% ditunjukkan dengan garis-garis vertikal berwarna orange dengan densitas sebesar 2,831 g/cm<sup>3</sup>, memiliki unit cell dengan nilai  $a = 5,180 \text{ \AA}$  ;  $b = 9,020 \text{ \AA}$  ;  $c = 20,04$  dan  $\beta = 95,500$ .

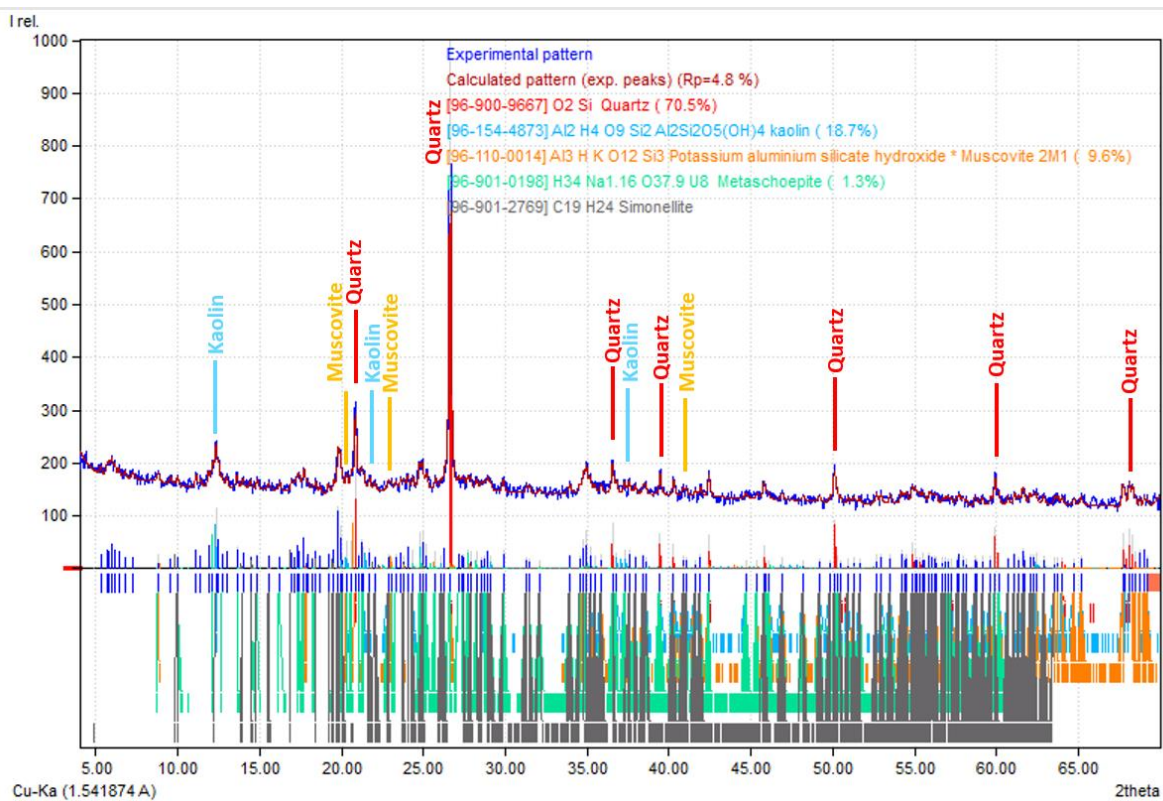
Secara keseluruhan data XRD (*X-Ray Diffractometer*) dari 4 sampel dijumpai beberapa mineral yang sama dan mineral yang berbeda dari setiap sample. Analisis yang dilakukan pada software diambil data-data berupa data persentase, densitas dan unit cell dari masing-masing mineral pada 4 sampel, sehingga data mineral lereng Citatah memiliki ciri dan nilai tersendiri terhadap mineral sejenis yang telah dijumpai.

## PEMBAHASAN

Secara garis besar, dari tanah lempung yang diteliti pada lereng Citatah KM-23 tersusun atas 3 mineral yang dominan dari 4 sampel yang diuji dan di analisis menggunakan software Match 3. Mineral yang dimaksud yaitu kuarsa, kaolinit, dan muskovit. Kaolinit menurut Sunardi dkk. (2011) adalah partikel dalam bentuk lembaran heksagonal dengan diameter sekitar 0,05-10  $\mu\text{m}$  (rata-rata 0,5  $\mu\text{m}$ ) yang terbentuk melalui proses pelapukan dan proses alterasi hidrotermal pada batuan beku felspartik dan mika. Disebutkan juga kaolinit sebagai mineral murni dan dapat menjadi

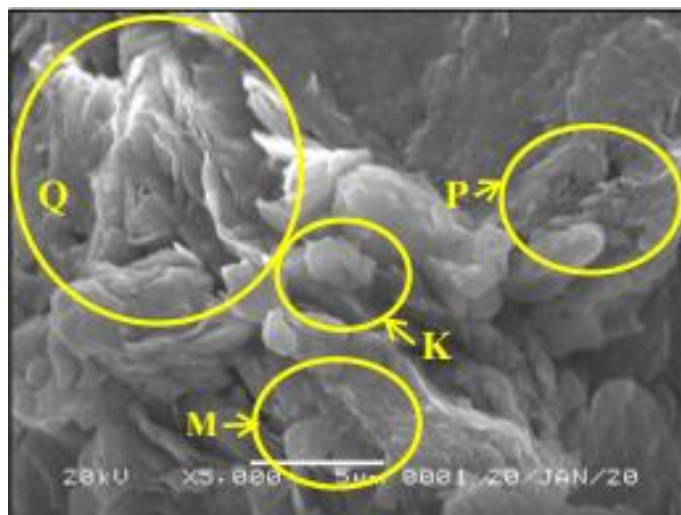


Gambar 8. SEM Mineral Sampel SL-02D

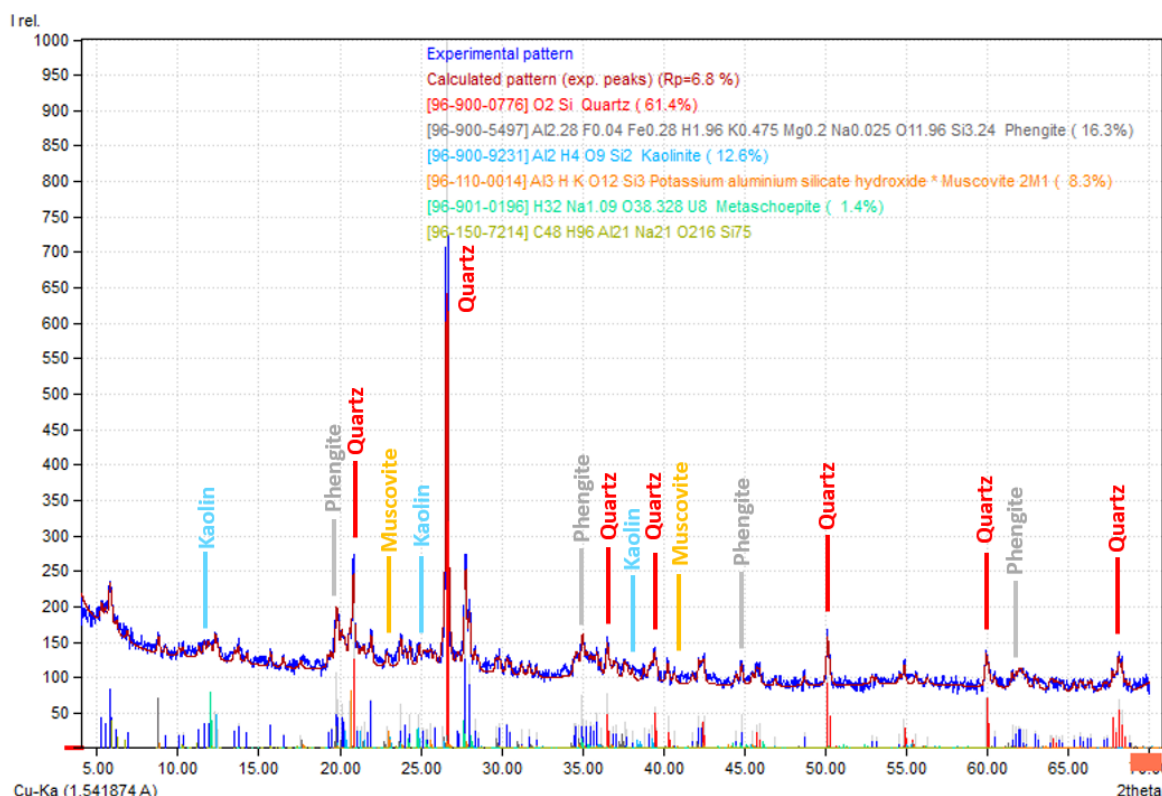


Gambar 9. Hasil Pembacaan data XRD-0027





Gambar 10. SEM Mineral Sampel SL-03



Gambar 11. Hasil Pembacaan data XRD-0028

mineral yang sejenisnya, contohnya nakrit, haloisit, dan dikrit lalu bergabung dengan mineral lain seperti mika, smektit, feldspar dan kuarsa dalam bentuk pengotor (Murray, 1999 dalam Sunardi dkk., 2011). Beberapa mineral yang terbagi dalam sub kelompok kaolinit adalah kaolinit, dikrit dan haloisit. Jenis kaolinit dan dickite memiliki bentuk morfologi lempeng (platy), lalu pada haloisit terlihat berbentuk

sferoidal atau tabular berdasarkan Widada dkk. (2019).

Mineral kuarsa memiliki perawakan seperti butiran berbentuk kotak, yang tertanam pada matriks lempung dengan ukuran diameter sebesar 5 µm. Muskovit memiliki butiran dengan bentuk pipih berlembar, memiliki lebar 10 µm dan tebal 3 µm merujuk pernyataan Gibran dkk. (2022). Kehadiran mineral kuarsa yang begitu dominan

Tabel 1. Jenis mineral pada setiap sampel berdasarkan data XRD

| No Sampel | Jenis mineral | Jumlah (%) | Rumus Kimia                                                                                                              |
|-----------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| XRD 0025  | Kuarsa        | 82,3       | SiO <sub>2</sub>                                                                                                         |
|           | Kaolinit      | 8,3        | Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>                                                         |
|           | Muskovit      | 5,5        | KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>3</sub>                                                 |
| XRD 0026  | Kuarsa        | 69,5       | SiO <sub>2</sub>                                                                                                         |
|           | Gobbsite      | 11,1       | (Na <sub>2</sub> ,Ca) <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>10</sub> O <sub>32.12</sub> (H <sub>2</sub> O) |
|           | Haloisite     | 9,2        | Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>                                                         |
| XRD 0027  | Kuarsa        | 70,5       | SiO <sub>2</sub>                                                                                                         |
|           | Kaolinit      | 18,7       | Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>                                                         |
|           | Muskovit      | 9,6        | KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>3</sub>                                                 |
| XRD 0028  | Kuarsa        | 61,4       | SiO <sub>2</sub>                                                                                                         |
|           | Phengite      | 16,3       | KAl <sub>1.5</sub> (Mg,Fe) <sub>0.5</sub> (Al <sub>0.5</sub> Si <sub>3.5</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>        |
|           | Kaolinit      | 12,6       | Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>                                                         |
|           | Muskovit      | 8,3        | KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>3</sub>                                                 |

dan memiliki nilai persentase tinggi pada setiap sampel kemungkinan sebagai material pengotor yang hadir bersamaan dengan mineral lempung lainnya. Pengujian mineral lempung untuk di analisis XRD perlu dilakukan suatu proses purifikasi atau pemurnian (Sunardi, 2009 dalam Sunardi dkk. 2011). Pemurnian mineral kuarsa dari mineral lempung berupa kaolin dapat menggunakan media air, sehingga mineral kaolin dapat terpisah disebabkan sifat fisik yang dikandung terdapat perbedaan terhadap laju sedimentasi pada mineral kuarsa dan kaolin dimana fraksi mineral kuarsa yang besar akan lebih awal terendapkan sehingga dapat terlepas dari mineral kaolin (Legaly, 2006 dalam Sunardi dkk., 2011).

Hasil setiap jenis mineral yang dijumpai terdapat kaitannya dengan kondisi morfologi penelitian yang berada di antara lembah dengan batuan penyusun berupa batupasir, batulempung, dan serpih. Berdasarkan jenis mineral yang dijumpai pada lereng, menurut pendapat Wesley (2009 dalam Yanti dkk., 2018) mengatakan bahwa tanah yang memiliki kandungan mineral lempung seperti haloisite, illit dan kaolinit jika berada di lereng akan memiliki sudut lereng yang

besar daripada jenis tanah lain. Dilihat dari tingkat aktivitas mineral yang didominasi oleh mineral lempung kaolin, yang termasuk golongan mineral kurang aktif dalam memberi dampak ekspansif atau kerusakan terhadap lereng Citatah KM-23 yang terdiri dari tanah lempung lapukan pada Formasi Batuasih.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data SEM pada 4 sampel, didapat jenis mineral mulai dari mineral kuarsa, kaolinit, muskovit, gobbsite, haloisite, dan phengite. Mineral kuarsa menjadi mineral yang paling dominan terlihat dari semua data SEM dan memiliki nilai peak tinggi dari hasil analisis data XRD dengan persentase diatas 60%. Pada hasil keseluruhan setiap mineral pada data SEM memiliki perawakan yang berbeda-beda, dimana kuarsa memiliki perawakan berbentuk tumpukan lembaran yang lebar seperti daun dengan bagian pinggir atau sisinya berbentuk sedikit meruncing. Kehadiran dari mineral kuarsa kemungkinan sebagai pengotor pada lempung karena preparasi dan pemurnian sampel yang belum sempurna. Mineral lempung kaolinit dari keseluruhan data terlihat memiliki bentuk

lembaran yang menyerupai hexagonal dan saling menumpuk membentuk lembaran atau kepingan. Sedangkan perawakan mineral muskovit dijumpai dalam bentuk lembaran yang hadir secara terpisah dan tidak saling terakumulasi satu sama lain. Secara keseluruhan jenis mineral lempung yang didapat dari penelitian lereng Citatah KM-23 berupa mineral kaolinit yang memiliki kemampuan mengembang yang rendah sehingga tidak berdampak besar terhadap kerusakan pada lereng.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Tim Riset Kompetensi Dosen Unpad (RKDU) tahun 2020 yang menyediakan data XRD dan SEM dari lereng Citatah melalui Hibah Internal Unpad Tahun 2020 dari Direktorat Riset, Pengabdian Masyarakat dan Inovasi (DRPMI) Universitas Padjadjaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariesnawan, R.A., 2015. *Karakteristik Mekanik Dan Dinamik Clay Shale Kabupaten Tuban Terhadap Perubahan Kadar Air*. Disertasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Djakamihardja, A.S., 2008. Geotechnical Investigation of Land Movement on Roadway at KM 23, Citatah Area, West Java Province. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 18(2), hal.41-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.14203/risetgeotam2008.v18.15>
- Fathurrahmi, F., 2012. Analysis of Mineral Contents Ca, Mg, Fe and Na in Natural Bentonite Clay. *Jurnal Natural*, 12(1).
- Gibran, A.K., Kusworo, A., Wahyudiono, J., Purwasatriya, E.B., 2022. Proses Diagenesis Batupasir Formasi Kanikeh, Seram Bagian Timur, Maluku, Indonesia. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(2), hal.113-122. DOI: <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v23i2.412>
- Hassouta, L., Buatier, M.D., Potdevin, J.L., Liewig, N., 1999. Clay diagenesis in the sandstone reservoir of the Ellon Field (Alwyn, North Sea). *Clays and Clay Minerals*, 47(3), hal. 269-285. DOI: <https://doi.org/10.1346/CCMN.1999.0470303>
- Husain, R., 2015. *Geokimia Mineral Lempung Dan Implikasinya Terhadap Gerakan Tanah*. Disertasi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Muhmed, A., dan Wanatowski, D., 2013. Effect of lime stabilisation on the strength and microstructure of clay. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 6(3), hal.87-94.
- Sedaghat, S., 2013. Synthesis of clay-CNTs nanocomposite. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 3(1), hal.1-4. DOI: <https://doi.org/10.1186/2193-8865-3-24>
- Sunardi, S., Irawati, U., Wianto, T., 2011. Karakterisasi Kaolin Lokal Kalimantan Selatan Hasil Kalsinasi. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 8(1), hal.59-65. DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v8i1.3106>
- Utami, D.N., 2018. Kajian Jenis Mineralogi Lempung Dan Implikasi Dengan Gerakan Tanah. *Jurnal Alami*, 2(2).
- Widada, S., Afifah, H., Said, S., Hendaryono, H., 2019. Jenis Mineral Lempung Endapan Kuarter Pantai Semarang Jawa Tengah dan Potensinya sebagai Lumpur Pemboran. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 3(1), hal.1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.30588/jo.v3i1.488>
- Yanti, E. D., Iqbal, P., Pratiwi, I., Jakah, J., 2018. Karakteristik mineral lempung pada jalan rawan longsor jalur Liwa-Bukit Kemuning berdasarkan analisis SEM dan XRD. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(2), 93-99. DOI: <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol14.No2.2018.165>
- Yuliet, R., 2010. Identifikasi Tanah Lempung Kota Padang Berdasarkan Uji Klasifikasi Teknik Dan Uji Batas-Batas Konsistensi Atterberg. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2), hal.19-30. DOI: <https://doi.org/10.25077/jrs.6.2.19-30.2010>
- Zakaria, Z., 2005. Sesar Cimandiri bagian timur dan implikasinya terhadap longsoran di Citatah, Padalarang, Jawa Barat. *Majalah Geologi Indonesia*, 20(1), 41-50.
- Zakaria, Z., Dipatunggoro G., Tri-Haryanto, E., 2007. Karakteristik Tanah Lempung Lapukan Formasi Balikpapan Di Samboja, Kalimantan Timur. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 5(3). DOI: <https://doi.org/10.24198/bsc%20geology.v5i3.8625>