

## STUDI KANDUNGAN JENIS MINERAL LEMPUNG PADA TANAH RESIDU DAERAH BULUDUA SULSEL (Geo2)

Ratna Husain<sup>1</sup>, A.M. Imran<sup>2</sup>, Ulva Ria Irfan<sup>3</sup> dan Tri Harianto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Doktor, Teknik Sipil Fakultas.Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: [nana\\_ratna56@yahoo.co.id](mailto:nana_ratna56@yahoo.co.id)

<sup>2</sup>Staf Pengajar, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Email: [mudimran@yahoo.com](mailto:mudimran@yahoo.com)

<sup>3</sup>Staf Pengajar, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Email: [ulyairfan@yahoo.com](mailto:ulyairfan@yahoo.com)

<sup>4</sup>Staf Pengajar, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Email: [trihariantoy@gmail.com](mailto:trihariantoy@gmail.com)

### ABSTRAK

Daerah Buludua merupakan jalur jalan yang menghubungkan antara Kabupaten Barru dengan Kabupaten Soppeng, jalan tersebut mengikuti dan memotong perbukitan pada lereng cukup terjal, dimana pada beberapa tempat sepanjang jalan terdapat longsor yang masih berskala kecil, serta badan jalan tersebut terjadi retakan dan permukaan jalan yang tidak beraturan, hal ini dapat terjadi karena deformasi lokal pada material soil atau batuan dasarnya. Salah satu factor yang mempengaruhinya yakni kandungan mineral lempung pada tanah tersebut. Genesa pembentukan mineral lempung sangat kompleks, sebagai mineral penyusun tanah yang dapat menentukan sifat keteknikannya. Namun demikian tidak semua mineral lempung mempunyai sifat negatif, tergantung pada jenis dan jumlah mineral lempung yang terbentuk dari lapukan batuan asalnya dan faktor yang mempengaruhi pelapukannya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik jenis mineral lempung pada lapisan tanah residu, mengidentifikasi morfologi dan ketebalan soil, menentukan jenis mineral lempung dan menganalisis penyebaran mineral lempung pada penampang vertikal. Oleh karena tanah dengan kandungan mineral lempung yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi akan menimbulkan berbagai dampak, sehingga menjadi komponen yang perlu diperhatikan dalam mengantisipasi kejadian longsor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan melakukan survey lapangan, mencakup pengambilan sampel tanah permukaan dan pengambilan data pengeboran manual bawah permukaan menggunakan bor manual (*handauger*). Analisis sampel menggunakan metode petrografi dan kandungan kadar unsur kimia pada soil dengan metode XRD (*X-Ray Diffraction*). Berdasarkan deskripsi pengamatan petrografi secara mikroskopik, jenis mineral pada singkapan batuan dijumpai mineral lempung, opa, kuarsa dan kalsit, ortoklas, piroksin. Dari hasil data analisis kadar unsur kimia sampel lapukan batuan pada titik 1 dan titik 2, mineral *illite*, *vermiculite* dan *halloysite*, *chlorite* serta *kaolinite*. Faktor yang mempengaruhi keberadaan jumlah dan jenis mineral lempung yang terkandung didalam tanah residu adalah batuan asal dan topografi.

Kata kunci : XRD, petrografi, mineral lempung, bor manual.

### 1. PENDAHULUAN

Penyebaran napal yang berselingan dengan batugamping dan batuan vulkanik sebagai batuan penyusun, dijumpai pada daerah penelitian yang merupakan wilayah perbukitan dan pegunungan. Di bagian Timur membentuk jajaran pegunungan berlereng terjal, memanjang utara-selatan dari pare-pare sampai ke wilayah Pangkep, Maros, Barru dan Bone. Daerah Buludua merupakan jalur jalan yang penting penghubung antara Kabupaten Barru dan Kabupaten Soppeng, dimana pada beberapa tempat pada jalur jalan tersebut terjadi longsor-longoran yang merusakkan jalan dan pada badan jalan terjadi retakan dan permukaan jalan yang tidak beraturan, lerengnya yang terjal dijadikan tempat tinggal penduduk, serta persawahan dan perkebunan.

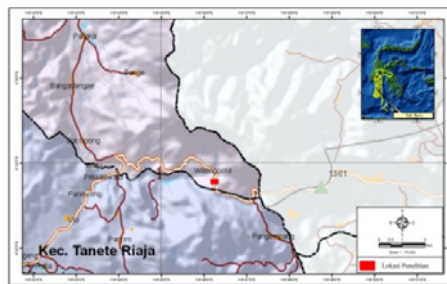
Batu napal merupakan batuan sedimen klastik yang berukuran butir lanau-lempung (0.0625-0.002 mm) yang tersusun oleh mineral lempung dimana masing-masing berbeda dalam susunan struktur kristalnya. Mineral lempung dapat terbentuk dari hampir setiap jenis batuan (Folk, 1974), selama terdapat cukup banyak alkali dan tanah alkali untuk dapat membuat terjadinya reaksi kimia (dekomposisi). Batugamping dengan struktur berlapis, merupakan sedimen bioklastik dari formasi Tonasa, dan breksi yang terdiri dari komponen fragmen batuan beku dan matriks tufa lempungan dari formasi Camba (Sukamto dan Supriatna, 1982).

Hasil pelapukan dari batuan sedimen yang dipengaruhi oleh iklim dan jenis batuan sedimennya, dapat mempengaruhi kandungan mineral sebagai penyusun pada tanah residu, sehingga jika mineral lempung terkandung sebagai mineral lempung yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi, maka hal ini dapat menentukan sifat keteknikan tanah tersebut.

Genesa pembentukan mineral lempung sangat kompleks, faktor yang menyebabkan terbentuknya dapat menentukan sifat yang khas antara lain sifat plastis dan susut kering karena perubahan suhu. Kemampuan pertukaran ion yang bervariasi dan jenis ikatan antar atom memunculkan klasifikasi yang beraneka ragam pada jenis mineral lempung. Mineral yang membentuk lempung begitu halus yang tidak dapat diukur secara megaskopik. Pengeboran di bawah permukaan dan identifikasi mineral lempung menggunakan analisis difraksi sinar – X, dapat memberikan informasi yang detail.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik penyebaran jenis mineral lempung pada lapisan tanah residu, menganalisis hubungan morfologi dan ketebalan soil, menentukan jenis mineral lempung dan menganalisis penyebaran mineral lempung pada penampang vertikal, sehingga diharapkan agar dapat meningkatkan pemahaman jenis mineral lempung yang dapat terbentuk dari pelapukan batuan yang berselingan napal, batugamping dan breksi, danantisipasi terhadap kemungkinan terjadinya longsor yang lebih besar dapat dilakukan dengan tepat.

Lokasi Buludua secara administratif terletak pada Desa Tompo Lemolemo Kecamatan Barru Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar1), secara geografis terletak pada 4°30'39"LS dan 119°40'00"BT, berjarak 120 km di sebelah Timur Laut Kota Makassar.



**Gambar 1. Peta Tunjuk Lokasi Penelitian**

## **2. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang dilakukan yakni survey lapangan dan analisis laboratorium. Pengambilan data berupa kondisi fisik singkapan batuan dan tanah residu, mencakup sifat fisik berupa warna, tekstur, komposisi material, serta struktur batuan, penyebaran dan juga hubungan singkapan batuan dan tanah residu dengan batuan atau mineral lain yang berada disekitarnya, serta unsur-unsur geologi yang dijumpai di lapangan direkam secara visual melalui kamera digital, sampel selanjutnya dipreparasi untuk analisis laboratorium.

Pengambilan data bawah permukaan dilakukan 2 titik pengukuran, juga pengambilan data batuan yakni 1 conto batunapal, 1 conto batugamping dan fragmen serta matrik dari breksi, kemudian dibuar dalam bentuk sayata tipis (petrografi). Pengambilan conto pelapukan napal menggunakan *handauger*. Sampel diambil sebanyak 2 conto yang dianggap mewakili tiap ketebalan dan kedalaman yang berbeda di lapangan. Sampel yang diambil dengan tujuan agar dapat dianalisis, untuk mengetahui kandungan mineral dan komposisi kimianya. Analisis geokimia bertujuan untuk mengetahui jenis dan persentase mineral lempung pada setiap perbedaan 50 cm lapisan. Sampel tanah lempung diambil sebanyak 8 sampel untuk analisis, yang mewakili tiap lapisan. Mekanisme kerja yakni conto yang akan dianalisis XRD, diayak yang lolos pada 200 mesh, kemudian dipreparasi lebih lanjut menjadi lebih padat dalam suatu holder kemudian diradiasi dengan Difraksi Sinar X.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Morfologi atau bentang alam (Gambar 2) menunjukkan relief tinggi, dan berbukit bergelombang, dengan kemiringan antara 35° hingga 54°, ketinggian bagian timur terletak 630 meter dan bagian barat 530 meter. Proses pelapukan pada bentang alam tersebut dipengaruhi banyak faktor, vegetasi sedang hingga jarang, curah hujan dengan intensitas relatif tinggi, menurut BMKG stasiun Klimatologi klas 1 Maros stasiun

Sumpangbinangae Barru, dapat mencapai tertinggi pada tahun 2012 curah hujan bulanan Januari (421mm) dan Februari (309mm), serta pada tahun 2013 januari (1151mm) dan April (878mm), sehingga perubahan sifat fisik pada batuan yang segar menjadi mudah berubah dan laju pelapukan juga intensif membentuk tanah residu. Kenampakan karakteristik tanah berwarna keabu-abuan, ukuran klastik halus, diinterpretasikan sebagai hasil pelapukan batuan napal. Dimensi pengukuran bor manual memiliki kedalaman bervariasi, ketebalam tanah residu antara 2 meter hingga 3 meter.



**Gambar 2. Morfologi berbukit bergelombang /miring**

Batuan penyusunnya melampar luas terdiri dari Napal berselingan Batugamping dan Breksi Vulkanik. Batuan Napal menempati hampir setengah luas daerah Tompolemo-lemo. Singkapan batuan (Gambar 3) yang dijumpai dibagian utara, kenampakan fisiknya berwarna segar abu-abu dan warna lapuk.abu-abu kecoklatan. Tekstur klastik halus, sortasi baik, kemas tertutup, ukuran butir lanau-lempong, dan bersifat karbonatan disebut *Marl/Napal* (Pettijohn, 1975).

Kenampakan batugamping (Gambar 4) berwarna segar putih, warna lapuk abu-abu kehitaman, tekstur bioklastik kasar dan struktur berlapis. Berdasarkan ciri-ciri fisiknya disebut *Limestone/Batugamping* (Pettijohn, 1975). Lingkungan pengendapan napal berselingan batugamping ditentukan berdasarkan komposisi mineral kalsit, menunjukkan lingkungan laut dangkal (Wilson, 1975). Penentuan umur batuan ini didasarkan pada kandungan fosil foram *Discocyclina pratti* (Michelin), menunjukkan umur Eosen Awal – Eosen Akhir (Postuma 1969).

Breksi vulkanik (Gambar 5) menempati bagian Selatan daerah Tompolemo-lemo. Kenampakan breksi vulkanik secara megaskopis berwarna segar kecoklatan, warna lapuk coklat kehitaman, tekstur piroklastik



**Gambar 3. Singkapan batunapal**



**Gambar 4. Singkapan batugamping**



**Gambar 5. Singkapan breksi**

kasar, ukuran butir pasir hingga bongkah, komposisi material yaitu fragmen basalt, bentuk fragmen subangular - subrounded dengan ukuran fragmen 4- 25 cm, matriks basalt, bentuk angular-subrounded, ukuran 1,5cm–2,4 cm serta semen berupa debu vulkanik, kemas terbuka, sortasi buruk dan struktur berlapis. Nama batuan adalah *Volcanic breccia/Breksi vulkanik* (Mcphie, J. dkk, 1993). Berdasarkan komposisi kimianya yang bersifat silika, lingkungan pengendapannya daratan. Penentuan umur breksi vulkanik ditentukan berdasarkan kesamaan ciri fisik dan posisi stratigrafinya, serta letak geografis yang relatif dekat dengan lokasi tipe, maka breksi vulkanik dibandingkan dengan anggota Batuan Gunungapi Formasi Camba (Tmcv) berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir (Sukamto, 1982). Struktur geologi yang dijumpai antara lain lipatan, kekar (Gambar 6), dan indikasi sesar (Gambar 7). Kedudukan batuan dibagian Selatan N190°E/31° sedangkan sebelah utara N34°E/24°. Dari hasil pengukuran tersebut batuan ini mengalami perlipatan antiklin. Adapun indikasi sesar yang dijumpai pada zona sesar adanya breksi sesar (Gambar.8) dengan komposisi fragmen, matriks, dan semennya berasal dari batugamping yang mengalami pensesaran. Berdasarkan indikasi tersebut yang dipadukan dengan aspek relief, maka diketahui terdapat sesar yang bekerja pada daerah penelitian adalah sesar normal berarah utara – selatan.

Pengukuran titik 1 pada poros jalan Makassar–Soppeng. arah Timur Timur laut - Barat Baratdaya. Pada morfologi relief tinggi, kemiringan lereng kurang lebih 35°, terjadinya proses pelapukan ditandai dengan



**Gambar 6. Kekar nonsistematis pada batuan Napal**



**Gambar 7. Blok Napal sebagai zona sesar**



**Gambar 8. Breksi sesar**

perubahan sifat fisik pada batuan, serta adanya perubahan warna pada permukaan yang diakibatkan beberapa factor, diantaranya temperatur dan intensitas curah hujan pada daerah Kabupaten Barru dan sekitarnya, yang menghasilkan lapukan soil. Soil yang dijumpai berwarna putih kehitaman, komposisi kimia karbonat, ukuran klastik halus, sehingga dapat diinterpretasikan sebagai hasil lapukan Napal. Dimensi pengukuran *handauger* memiliki kedalaman 3 meter, merupakan ketebalan soil. Pengambilan sampel titik dua, pada bentang alam yang menunjukkan relief tinggi dengan kemiringan lereng kurang lebih 54°. Soil berwarna keabu-abuan (Gambar 10), dijumpai blok-blok batuan Napal dan bongkahan breksi vulkanik. Napal berwarna abu-abu dengan ukuran butir lanau-lempung, tekstur klastik halus, kemas tertutup, sortasi baik, dan komposisi kimia karbonat. Breksi vulkanik berwarna segar kehitaman, tekstur klastik kasar, fragmen Basalt berukuran 3–8 cm, matriks batuan beku, kemas terbuka, sortasi buruk.

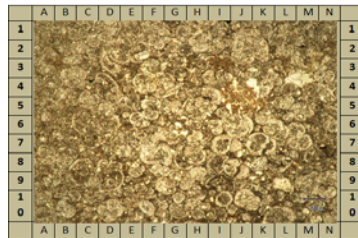


**Gambar 9. Sampel titik 1**

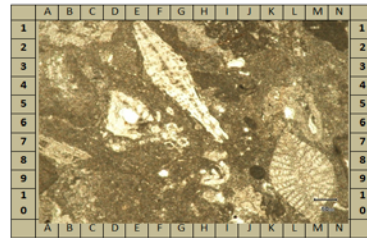


**Gambar 10. Sampel titik 2**

Kenampakan petrografis napal (Gambar 11), memperlihatkan warna absorpsi kuning kecoklatan interferensi coklat, tekstur klastik halus, sortasi baik, komposisi material terdiri dari grain berupa fosil foraminifera kecil (85%), dan mud (15%), **Grainstone (Dunham, 1962)**. Analisis petrografis batugamping bioklastik (Gambar 12), warna absorpsi coklat dengan warna interferensi coklat kemerahan, tekstur bioklastik, komposisi Grain skeletal (70%) berupa fosil foram (35%), Alga (35%); dan mud (30), **Packstone (Dunham, 1962)**.



**Gambar 11. Fotomikrograf napal**

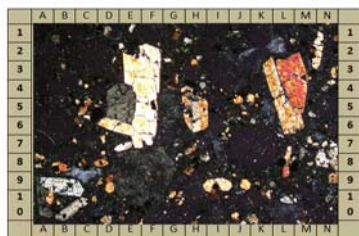


**Gambar 12. Fotomikrograf batugamping**

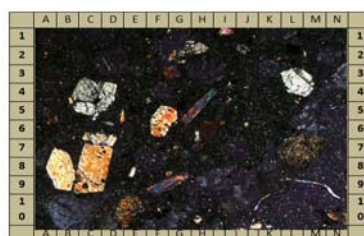
Analisis petrografis pada fragmen breksi vulkanik (Gambar 13) memperlihatkan warna absorpsi orange kecoklatan, warna interferensi abu – abu kehitaman, kristalinitas hipokristalin, granularitas porfiro afanitik, fabrik bentuk subhedral – anhedral, relasi inequigranular, bentuk subangular – subrounded, ukuran mineral 0.02 – 1.5 mm, yang tersusun atas fenokris berupa piroksin (42%), ortoklas (12%), leusit (25%), mineral opak (8%) dan massa dasar gelas (13%), **Basalt ( Travis, 1955)**.

Analisis petrografis matriks breksi vulkanik (Gambar 14), warna absorpsi orange kecoklatan, warna interferensi abu–abu kehitaman, ukuran butir 0.02–1.8mm, bentuk butir subangular-subrounded, komposisi

mineral piroksin (42%), ortoklas (12%), leusit (25%), mineral opak (8%), dan gelas vulkanik (13%), *Crystal Tuff* (Pettijohn, 1975).



Gambar13. Fotomikrograf fragmen breksi vulkanik



Gambar 14. Fotomikrograf matriks breksi vulkanik

### Karakteristik Jenis Mineral Lempung

Hasil analisis data (Tabel 1) dari pengujian XRD pada titik 1, sampel diambil pada ketinggian kurang lebih 600 meter dari permukaan laut dan pada posisi kemiringan lereng 35°, tebal soil 3 m,

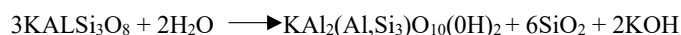
Tabel 1. Jenis dan persentase mineral Lempung titik 1

Kedalaman (m)	Illit (%)	Kaolinit (%)	Halloysite (%)	Vermiculite (%)	Chlorite (%)
0 - 1	9.2	19.7	44.1	25.3	1.7
1 - 1.5	30.8	16	14	18	21.3
1.5 - 2	46.8	18.8	23	4.6	6.8
2 - 2.5	46.9	18.6	13.3	6.4	14.7
2.5 - 3	50.1	19.1	14.7	14.3	1.7

Kaolinit dalam jumlah paling konstan, sifat fisik kaolin bersifat plastis bila kena air tetapi tidak menghidrat (iner solid) yang mempengaruhi viskositas dan density tetapi tidak mengadakan hidrasi dalam air (Alwin, 2011). Illit merupakan mineral lempung yang memperlihatkan persentase terbanyak diantara mineral lempung lainnya, Menurut Lougnan (1969) bahwa jika potash larut karena bereaksi dengan air, maka orthoklas (potash feldspar) akan membentuk kaolinit :



dan Illit juga dapat terbentuk dari orthoklas (potash feldspar), jika potash tidak larut seluruhnya :



Illit memiliki ikatan lebih kuat sehingga lebih stabil, tetapi terdapat lapisan gipsit octahedral diantara dua lapisan silica tetrahedral, ikatan ini menyebabkan aktivitas illit jauh lebih besar dibandingkan kaolin, memperlihatkan pola semakin kearah dalam jumlahnya semakin besar, hal ini dipengaruhi oleh batuan asalnya dari napal (batulempung gampingan). Halloysit merupakan kelompok kaolin, yang ikatannya lebih acak, dijumpai cenderung semakin berkurang jumlahnya pada kedalaman 3 m, pembentukan halloysit juga ditentukan oleh kehadiran batuan asal vulkanik *glassy* basalt (Gbr.13)

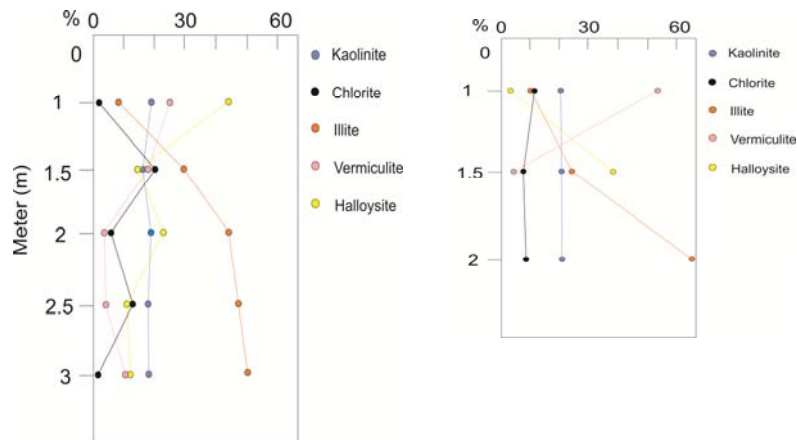
Vermiculit merupakan tipe 2:1, memilki ikatan antar kristal lemah, sangat banyak mengandung  $\text{Ca}^+$  dan  $\text{Mg}^+$  sehingga mineral ini berpotensi kembang susut.

Tabel 1. Jenis dan persentase mineral Lempung titik 2

Kedalaman (m)	Illit (%)	Kaolinit (%)	Halloysite (%)	Vermiculite (%)	Chlorite (%)
0 - 1	11.2	20.9	3.7	52.5	11.7
1 - 1.5	24.5	21.4	39.3	6.3	8.5
1.5 - 2	69.3	22.7	0	0	8.1

Sampel yang diambil pada titik 2 , ketebalan soil 2 m, ketinggian kurang lebih 500 m, kemiringan lereng 54°, morfologi ini kemiringannya lebih terjal 54°, hal ini akan berpengaruh pada pembentukan halloysit

dimana air hujan akan lebih cepat mengalir, sehingga persentasenya pada kedalaman yang sama dipermukaan lebih kecil dari pada titik 1.



**Gambar15. Profil mineral lempung pada titik 1 dan titik 2.**

Pada peta geologi dapat terlihat bahwa titik 2 merupakan jalur sesar normal menyebabkan daerah yang dilewatinya termasuk dalam zona lemah, terlihat dipermukaan hancuran batuan yang dapat mempengaruhi proses pelapukan baik secara mekanik ataupun kimia, dan merubah jenis dan persentase mineral lempung pada daerah penelitian. Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa meskipun batuan asal mineral lempung sama, tetapi pada letak ketinggian dan pada relief yang berbeda akan menunjukkan warna dan jumlah persentase dari jenis mineral lempungnya akan berbeda. Keberadaan vermiculite dan Illit serta halloysit memberikan karakter tersendiri pada soil, dan intensitas curah hujan yang cukup tinggi, serta pengukuran kedudukan perlapisan batuan yang searah dengan kemiringan lereng,, dapat menyebabkan lereng akan rentan terhadap pergerakan massa yang lebih besar.

#### 4. KESIMPULAN

- Hasil analisis X-RD (X-ray diffraction) mineral lempung yang ada di daerah penelitian antara lain yaitu : Dari lapisan top hingga bottom adalah *mineral illite* dan *mineral kaolinite*, *mineral vermiculite*, *mineral halloysite* dan *mineral chlorite*. Penyebaran mineral Illite semakin besar kearah dalam yang berbanding terbalik dengan mineral vermiculite. Mineral kaolinit relative konstan pada setiap kedalaman
- Pada morfologi di daerah yang memiliki sudut lereng  $\pm 35^\circ$ , mineral lempung dijumpai dr permukaan tanah hingga kedalaman 3m persentasenya berubah secara gradual, pada morfologi sudut lereng  $54^\circ$  Vermiculit dan Halloysite tidak lagi dijumpai pada kedalaman 2 m.
- Ketebalan soil pada lereng yang lebih terjal lebih kecil daripada ketebalan soil pada lereng yang lebih landai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alwin, (2011), *Kajian Bahan Galian Kaolin Sebagai Bahan Baku Industri Keramik di Kabupaten Mandailing Natal*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara, Medan.
- Bakosurtanal (1991). *Peta Rupa Bumi Lembar Lalebata nomor 2011-34*, Cibinong, Bogor.
- Dunham, R.J. (1962). "Classification of Carbonate rocks according to depositional texture", From: *Classification of Carbonat rocks* (Ham, W.E., *American Association of Petroleum, Geol*)
- Grim, (1959). *Struktur atom pada mineral lempung*, New York

- Loughnan, F.C., (1969), *Chemical Weathering of the Silicate Mineral*, American Elsevier Publ.Co, Inc. New York.
- Mcphie, J., (1993). *Volcanic Textures, Centre for Ore Deposit and Exploration Studies*, University of Tasmania.
- Pettijohn, F.J., (1975). *Sedimentary Rock. Third Edition. Harper dan Row Publishers*, New York-Evanston-San Fransisco-London.
- Postuma, J.A., 1971, *Manual of Planktonik Foraminifera*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Nederlands
- Sukamto, Rab. & Supriatna (1982). *Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Pertambangan Umum Departemen Pertambangan Dan Energi, Bandung, Indonesia.
- Sjarif (1991), *Penentuan mineral lempung secara sifat fisik dan sifat kimia*, Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta
- Sastiono, (1997). *Genesa mineral lempung*, Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta