



## **Identifikasi Mineral Lempung pada Formasi Warukin di Daerah Kandangan, Provinsi Kalimantan Selatan Berdasarkan Data Pengujian ASD** *Clay Minerals Identification on Warukin Formation at Kandangan Area, South Kalimantan Province Based on ASD Testing Method*

Jamal Jamal, Sonia Rijani, Sigit Maryanto dan Akbar Cita

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi

Jl. Diponegoro No. 57 Bandung, 40122 e-mail: [jamal.mamay.go@gmail.com](mailto:jamal.mamay.go@gmail.com)

Naskah diterima : 28 Januari 2021, Revisi terakhir : 15 Februari 2021 Disetujui : 16 Februari 2021, Online : 16 Februari 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.22.1.1-7p>

**Abstrak** - Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis mineral lempung yang terkandung pada batulempung penyusun Formasi Warukin yang dijumpai di daerah Kandangan, Kalimantan Selatan. Sejumlah 10 sampel batulempung telah diambil untuk analisis laboratorium metode ASD. Peralatan pengujian metode ASD di Pusat Survei Geologi dapat digunakan untuk menentukan jenis mineral lempung yang tidak terekam pada pengamatan petrografi. Jenis mineral lempung yang dijumpai terdiri atas kaolinit dan illit, dan mineral bukan-lempung yang teridentifikasi adalah klinoklor, silika dan mineral Fe+3. Batuan sumber formasi ini adalah batuan kaya feldspar atau batuan granitik pada lingkungan tektonik orogenesis yang terdaur-ulang.

**Katakunci:** Formasi Warukin, batulempung, kaolinit, illit, granitik.

**Abstract** - This study is conducted to determine the type of clay minerals contained in at claystones forming Warukin Formation that were found in the Kandangan area, South Kalimantan. Amounts of ten claystone samples have been taken for ASD method laboratory analysis. The equipment of the ASD testing method in the Center for Geological Survey can be used to determine the type of clay minerals that are not recorded on the petrography observations. The kind of clay minerals that were found made up of kaolinite and illite, and non-clay minerals identified as clinocllore, silica and Fe+3 mineral. Source rock of this formation was rich-feldspar rocks or granitic rocks from recycled orogenic tectonic setting.

**Keywords:** Warukin Formation, claystone, kaolinite, illite, granitic.

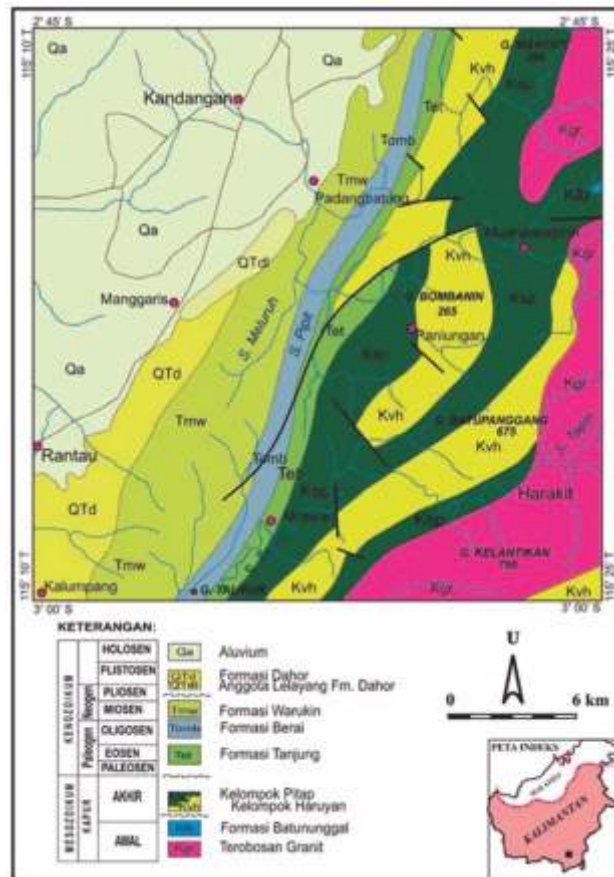
**PENDAHULUAN**

Mineral lempung selalu hadir di dalam batuan sedimen halus dengan jumlah beragam. Identifikasi mineral lempung dapat dilakukan secara langsung di lapangan, maupun di laboratorium dengan menggunakan mikroskop polarisasi (Maryanto, 2018). Namun demikian, jenis mineral lempung yang diidentifikasi secara petrografi tersebut tidak dapat terekam dengan baik (Jenkins dan Snyder, 1996). Penentuan jenis mineral lempung dapat dilakukan lebih akurat dengan menggunakan peralatan laboratorium yang tersedia di Laboratorium Pusat Survei Geologi (Maryanto, 2011), seperti peralatan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Diffractometer* (XRD), dan *Analytical Spectral Devices* (ASD). Dengan menggunakan ketiga peralatan laboratorium itu, jenis mineral lempung di dalam batuan dapat diidentifikasi, seperti montmorilonit, illit, kaolinit, maupun atapulgit (Moore dan Reynolds, 1989).

Sampel batulempung yang diuji pada penelitian ini sejumlah 10 (sepuluh) sampel yang diambil secara acak berupa batulempung Formasi Warukin di daerah

Kandangan, Kalimantan Selatan (Margono dkk., 1997). Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mineral lempung di dalam batuan sedimen Formasi Warukin berdasarkan data pengujian mineralogi metode ASD di Laboratorium Pusat Survei Geologi.

Secara stratigrafi, batuan tertua di daerah penelitian adalah Granit Belawayan yang merupakan bagian dari kerak benua (Dirk dan Amiruddin, 2000). Batuan alas ini tertindih oleh batugamping Formasi Batununggal yang berumur Kapur Awal (Heryanto dkk., 1998). Selanjutnya, diendapkan Kelompok batuan Kapur Akhir Kelompok Pitap dan Haruyan (Margono dkk., 1997). Kelompok Pitap terdiri atas Formasi Pudak, Keramaian, dan Manunggul, sedangkan Kelompok Haruyan terdiri atas Formasi Pitanak dan Paau (Heryanto dkk., 1998). Kelompok batuan Paleogen-Neogen (Kusumah dkk., 2016). Runtunan diawali batuan sedimen klastika Eosen Akhir Formasi Tanjung, diikuti batugamping Oligosen-Miosen Formasi Berai, ditindih selaras batuan sedimen klastika Miosen Tengah Formasi Warukin, dan batuan sedimen klastika Plio-Plistosen Formasi Dahor (Margono dkk., 1997; Gambar 1).



**Gambar 1.** Peta geologi daerah Kandangan, Kalimantan Selatan (Margono dkk., 1997) yang memperlihatkan sebaran Formasi Warukin.

## METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan kegiatan tersebut, metode yang digunakan adalah dengan pengambilan data lapangan, diikuti dengan pengujian ASD di laboratorium. Kegiatan lapangan dilakukan dengan pengumpulan data geologi dan pengambilan sampel batulempung di beberapa lokasi terpilih. Sampel batuan dipilih secara acak dari Formasi Warukin, dan sampel dalam kondisi cukup segar.

Pengujian laboratorium, merupakan pekerjaan utama penelitian ini, termuat di dalam Dokumen Metode Uji Mineralogi ASD (GL-MU-1.2; Laboratorium Pusat Survei Geologi, 2009), meliputi preparasi sampel, penyiapan peralatan, pengambilan data uji, dan interpretasi data uji. Sampel yang diambil dari lapangan pada umumnya tidak memerlukan preparasi khusus. Sampel hanya perlu dikeringkan pada udara normal dan apabila permukaan sampel bergelombang, perlu diratakan terlebih dahulu. Penyiapan peralatan dilakukan secara berurutan sehingga semua peralatan terpasang sempurna. Aktifkan seluruh software yang diperlukan (Gambar 2), dan lakukan kalibrasi awal peralatan. Pengambilan data uji dilakukan secara berurutan, masing-masing sampel diuji sebanyak 3 (tiga) kali guna mendapatkan data uji yang optimal. Matikan semua peralatan, kecuali laptop, setelah pengambilan data selesai seluruhnya. Interpretasi data uji dilakukan sekaligus terhadap tiga data uji yang ditampilkan. Pengujian dilakukan terhadap spektrum utama terlebih dahulu, sebelum dilakukan interpretasi lanjutan terhadap spektrum tambahan, dan seterusnya sampai semua spektrum selesai diinterpretasi.

Sampel batulempung yang diuji dengan peralatan ASD ini terdiri atas 10 sampel batulempung Formasi Warukin. Sebelum dilakukan perekaman data di laboratorium, maka sampel dibersihkan terlebih dahulu dengan menghilangkan kotoran dan lapukan batuan.



**Gambar 2.** Peralatan ASD yang dirangkai di atas meja dan siap dioperasikan.

Proses perekaman data ASD relatif mudah dilakukan dengan detektor dinamis. Semua data yang dihasilkan disimpan di dalam folder khusus, sebelum dilanjutkan dengan analisis spektrum guna identifikasi jenis mineral lempung pada masing-masing sampel.

Proses identifikasi mineralogi metode ASD dilakukan secara manual, dengan menggunakan program *ASD SpecMin Pro* dan *ASD SpecWin Pro*, yang dioperasikan secara bersamaan. Hasil identifikasi dengan dua software ini dituangkan dengan menggunakan software CorelDraw guna penggambarannya. Software ini dapat menampilkan gambar tiga spektrum sekaligus pada satu sampel dan digabungkan dengan jenis mineral yang teridentifikasi. Gambaran hasil identifikasi mineralogi pada batulempung Formasi Warukin terlihat pada Gambar 3.

## HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

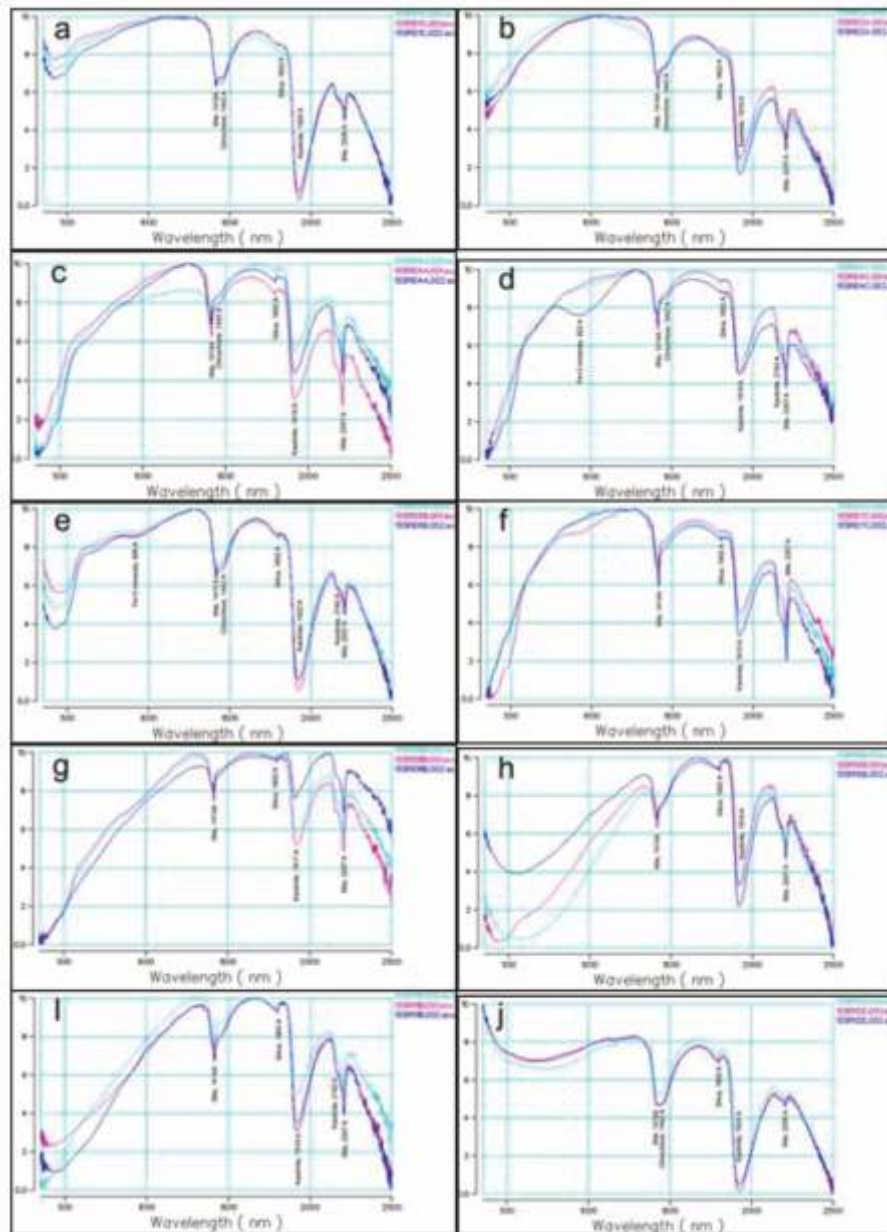
Secara sepintas tampak bahwa tidak ada perbedaan yang mencolok pada jenis mineral lempung yang hadir di dalam satuan batuan tersebut (Tabel 1). Mineral lempung yang teridentifikasi adalah kaolinit dan illit. Mineral bukan lempung dijumpai terbatas, dan meliputi klonoklor, silika dan mineral Fe<sup>+3</sup>. Sebagai catatan bahwa mineral primer pembentuk batuan seperti kuarsa dan feldspar memang tidak dapat diidentifikasi dengan perangkat peralatan ASD ini, karena mempunyai panjang gelombang di luar jangkauan peralatan.

Mineral lempung kaolinit selalu hadir sebagai komponen utama mineral lempung dengan panjang gelombang utama 1915A-1924A, mempunyai pola spektrum doublet sempit yang umumnya sangat dalam. Kaolinit juga teridentifikasi pada sebagian sampel dengan panjang gelombang 2162A, mempunyai pola spektrum doublet sempit dan sangat dangkal. Mineral lempung illit selalu hadir pada sampel batuan dengan panjang gelombang utama 1414A-1416A, mempunyai pola spektrum tunggal sangat sempit dan sangat dalam. Selain itu, illit ini teridentifikasi pada panjang gelombang 2206A-2207A, mempunyai pola spektrum tunggal sangat sempit dan dalam hingga sedang.

Mineral silika selalu hadir di dalam batuan dengan panjang gelombang 1802A, mempunyai pola spektrum tunggal sempit dan sangat dangkal. Mineral klinoklor hadir di beberapa sampel batuan dengan panjang gelombang 1442A mempunyai pola kadang-kadang masih dijumpai mineral Fe<sup>+3</sup> dengan panjang gelombang 895A-992A, mempunyai pola spektrum lebar beragam sangat dangkal.

**Tabel 1.** Ringkasan hasil uji ASD pada batulempung Formasi Warukin di daerah Kandangan, Kalimantan Selatan

No.	Kode Sampel	Hasil Uji ASD
1.	15SRi01C	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika
2.	15SRi02A	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika
3.	15SRi04A	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika
4.	15SRi04C	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika, mineral Fe <sup>+3</sup>
5.	15SRi06B	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika
6.	15SRi07C	Kaolinitit, illit, silika
7.	15SRi08B	Kaolinitit, illit, silika
8.	15SRi10B	Kaolinitit, illit, silika
9.	15SRi11B	Kaolinitit, illit, silika
10.	15SRi12E	Kaolinitit, illit, kimoklor, silika



**Gambar 3.** Spektrum ASD yang telah diinterpretasi pada batulempung Formasi Warukin, terdiri atas sampel-sampel: a) 15SRi01C, b) 15SRi02A, c) 15SRi04A, d) 15SRi04C, e) 15SRi06B, f) 15SRi07C, g) 15SRi08B, h) 15SRi10B, i) 15SRi11B dan j) 15SRi12E.

Berdasarkan data hasil pengujian ASD tersebut di atas terlihat bahwa kaolinit dan illit selalu hadir bersamaan di dalam satu batuan, meskipun keberadaan kedua mineral lempung tersebut bersifat masing-masing dan bukan merupakan interlayer. Pada beberapa sampel batuan masih mengandung mineral klorit sebagai mineral ikutan, selain mineral Fe+3 yang hadir pada dua sampel.

Secara regional diketahui bahwa Formasi Warukin diendapkan di lingkungan paparan banjir hingga dataran delta yang secara setempat dipengaruhi oleh saluran limpahan (*crevasse splay*), beberapa bagian merupakan bakau belakang (*back mangrove*) hingga rawa air tawar (Heryanto dan Panggabean, 2013). Pada lingkungan pengendapan tersebut di atas, mineral lempung ada umumnya hadir cukup banyak dan membentuk lapisan tersendiri. Kemunculan mineral kaolinit dan illit secara bersamaan menunjukkan bahwa batuan sumber terdahulu merupakan batuan kaya feldspar dan mineral filosilikat (Lazaro, 2015). Hal ini sesuai dengan keadaan geologi regional daerah penelitian, yang menyebutkan bahwa batuan alas pengendapan pra-Paleogen adalah batuan granitan (Dirk dan Amiruddin, 2000), yang kaya akan mineral feldspar. Penelitian batuan sumber Formasi Balikpapan yang berumur Miosen Tengah, seumur dengan Formasi Warukin di Kalimantan Selatan, berasal dari batuan granitik serta sedimen *syn-rift* (Sudirman dan Hidayat, 2015). Penelitian pada Formasi Tanjung di daerah Kualakurun menunjukkan bahwa di daerah ini berada pada tatanan tektonik blok benua dan orogenesis terdaur-ulang (Heryanto dan Margono, 2008). Tatanan tektonik ini mulai berlangsung pada awal Paleogen, yaitu pada saat terendapkannya Formasi Tanjung (Heryanto dan Panggabean, 2004) hingga Neogen Akhir. Tidak hadirnya mineral kloritik pada semua sampel menunjukkan bahwa batuan sumber bukan batuan andesitik atau basaltik (Tomita dkk., 1979), yang menyebutkan bahwa interlayer antara klorit-montmorilonit dan mika-montmorilonit merupakan produk alterasi utamanya.

Kehadiran mineral lempung pada batuan sedimen, selain karena proses dan lingkungan pengendapan, pada umumnya terbentuk oleh proses diagenesis dan pelapukan beragam sumber batuan (Browne, 1984; Bonnet dan Corriveau, 2007). Dalam kaitannya dengan suhu pembentukan, kehadiran jenis mineral lempung mencerminkan suhu diagenesis (Henley dan Ellis, 1983; Silaban, 2001). Montmorilonit dan kaolinit terbentuk pada suhu <160°C, dan kebanyakan merupakan hasil pelapukan batuan induk tanpa melibatkan peningkatan suhu. Kehadiran interlayer

montmorilonit-illit dan kaolinit-illit terbentuk pada suhu 160-220°C, yaitu suhu diagenesis sedang. Hadirnya mineral illit terbentuk pada suhu 220-300°C dan nakrit terbentuk pada suhu 180-280°C, yang mencerminkan diagenesis suhu tinggi, sebelum berlanjut menjadi proses metamorfisme suhu rendah. Mineral lempung yang terkandung di Formasi Warukin adalah kaolinit dan illit. Asosiasi ini mencerminkan bahwa suhu diagenesis yang terjadi pada Formasi Warukin berkisar 160-220°C (sesuai dengan klasifikasi menurut Henley dan Ellis, 1983). Tipe alterasi yang terjadi adalah zona argilik pada grup illit-kaolinite, dengan suhu pembentukan tidak lebih dari 220°C (Camuti, 2008; Inoue dkk. 2006). Kenaikan suhu pembentukan mineral lempung terjadi karena diagenesis (Santy, 2014) akibat penimbunan formasi oleh batuan sedimen yang lebih muda di atasnya (Heryanto dan Margono, 2008). Terjadinya perubahan mineral dari kaolinit menjadi illit dapat terjadi karena kenaikan tekanan (Mantovani dkk., 2010), dan berlangsung pada tahapan proses hingga paska penimbunan sedimen (mesodiagenesis). Perubahan mineral kaolinit menjadi illit ini termasuk proses diagenesis pembentukan mineral authigenik yang berlangsung pada tahapan mesodiagenesis tersebut.

---

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian ASD yang telah dilakukan, jenis mineral lempung yang dijumpai pada batulempung Formasi Warukin terdiri atas kaolinit dan illit. Mineral bukan lempung yang teridentifikasi adalah klinoklor, silika, dan mineral Fe+3. Batuan sumber Formasi Warukin adalah batuan kaya feldspar, yaitu batuan granitik yang berada di lingkungan tektonik orogenesis terdaur-ulang. Suhu diagenesis yang telah terjadi pada Formasi Warukin berkisar 160-220°C, akibat penimbunan sedimen di atasnya pada tahap mesodiagenesis.

---

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ir. Sinung Baskoro, MT. selaku Koordinator Pemetaan, Pusat Survei Geologi yang telah mengatur kegiatan penelitian ini, dan merupakan bagian dari kegiatan pemetaan geologi sistematik berskala 1:50.000 Lembar Kandangan, Kalimantan Selatan pada Tahun Anggaran 2015. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Sdr. Supriyono dan Sdr. Heriyanto (alm.) untuk bantuannya dalam pengambilan sampel di lapangan dan pengambilan data laboratorium.

**ACUAN**

- Bonnet, A.L., and Corriveau, L., 2007. Alteration Vectors to Metamorphosed Hydrothermal Systems in Gneissic Terranes. In: Goodfellow, W.D. (ed.). *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication 5: 1035-1049.
- Browne, P.R.L., 1984. Subsurface Stratigraphy and Hydrothermal Alteration of Eastern Section of the Olkaria Geothermal Field, Kenya. *Proceedings of the 6th New Zealand Geothermal Workshop, Geothermal Institute, Auckland*, 33-41.
- Camuti, K., 2008. *Clay Minerals, Alteration and Terry's pH-Temperature Table*. Lantana Exploration (power point presentation).
- Dirk, M.H.J. dan Amiruddin, 2000. Batuan Granitoid. Dalam: Hartono, U., Sukanto, Suro dan Panggabean, H. (Ed.). *Evolusi Magmatik Kalimantan Selatan. Publikasi Khusus Pusat Survei Geologi*, 23: 37-51.
- Henley, R.W. and Ellis, A.J., 1983. Geothermal Systems Ancient and Modern: A Geochemical Review. *Earth Science Rev.*, 19: 1-50.
- Heryanto, R. dan Panggabean, H., 2013. Lingkungan Pengendapan Formasi Pembawa Batubara Warukin di Daerah Kandungan dan Sekitarnya, Kalimantan Selatan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 23(2): 93-103.
- Heryanto, R. dan Margono, U., 2008. The Provenance and Diagenesis of the Eocene Tanjung Formation in the Kualakurun Area, Central Kalimantan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 18(5): 291-298.
- Heryanto, R. dan Panggabean, H., 2004. Fasies, Sedimentologi Formasi Tanjung di Bagian Barat, Tengah dan Timur Tinggian Meratus, Kalimantan Selatan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 14(3): 78-93.
- Heryanto, R., Sutrisno, Sukardi, dan Agustiyanto, D.A., 1998. *Peta Geologi Lembar Belimbing, Kalimantan, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Inoue, A., Lanson, B., Fernandes, M.M., Sakharov, B.A., Murakami, T., Meunier, A., and Beaufort, B., 2006. *Illite-Smectite Mixed-Layer Minerals in Hydrothermal Alteration of Volcanic Rocks: One-Dimensional XRD Structure Analysis and Characterization of Component Layers*. Department of Earth Sciences, Chiba University, Chiba 263-8522, Japan.
- Jenkins, R. and Snyder, R.L., 1996. *Introduction to X-ray Powder Diffractometry*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Kusumah, K.D., Jamal, dan Maryanto, S., 2016. *Geologi Lembar Binuang Skala 1:50.000, Kalimantan Selatan*. Pusat Survei Geologi Bandung.
- Laboratorium Pusat Survei Geologi, 2009. *Metode Uji Mineralogi, Terbitan 2*. Dokumen Mutu Internal, Pusat Survei Geologi.
- Lazaro, B.B., 2015. Halloysite and Kaolinite: Two Clay Minerals with Geological and Technological Importance. *Rev. Real Academia de Ciencias Zaragoza*, 70: 7-38.
- Mantovani, M., Escudero, A. and Becerro, I., 2010. Effect of Pressure on Kaolinite Illitization. *Applied Clay Science*, 50: 342-347.
- Margono, U., Sutrisno dan Susanto, E., 1997. *Peta Geologi Lembar Kandungan, Kalimantan Selatan Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Maryanto, S., 2018. Metode Analytical Spectral Devices (ASD) untuk Identifikasi Mineral Lempung pada Batuan Sedimen di Daerah Binuang, Kalimantan Selatan. Di: Panggabean, H. dkk. (ed). *Pengembangan Metode laboratorium dan Sarana Penyelidikan*. Pusat Survei Geologi, Bandung: 63-78. ISBN: 978-979-551-062-8.
- Maryanto, S., 2011. Uji repetisi sampel standar sebagai upaya jaminan mutu hasil pengukuran dengan peralatan difraksi sinar-X di lingkungan Laboratorium Pusat Survei Geologi. *Publikasi Khusus Kumpulan Makalah Sarana Teknik Pusat Survei Geologi*, 39: 73-85.
- Moore, D.M. and Reynolds, R.C.Jr., 1989. *X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals*. Oxford University Press, Oxford.

- 
- Santy, L.D., 2014. Diagenesis Batupasir Eosen di Cekungan Ketungau dan Melawi, Kalimantan Barat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 15(3): 117-131.
- Silaban, M.S.P., 2001. Studi Mineral Lempung Hidrotermal dan Aplikasinya untuk Operasi Pemboran Panasbumi (Studi Kasus: Prospek Panasbumi Ulubelu, Lampung. *Proceeding 5th Inaga Annual Scientific Conference and Exhibitions*, Yogyakarta.
- Sudirman, M.R. dan Hidayat, R., 2015. Studi Provenance dan Granulometri pada Singkapan Batupasir Formasi Balikpapan pada Daerah Palaran dan Sanga-sanga, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional ke-8, Academia-Industry Linkage*. Grha Sabha Pramana, Yogyakarta.
- Tomita, K., Koiso, M., Yamamoto, M., and Oba, N., 1979. Clay Minerals in the Altered Andesites in Yokogawa-Cho, Kagoshima Prefecture. *Rep. Fac. Sci. Kagoshima Univ (Earth Sci. & Biol.)*, 12: 21-31.
-