

# STUDI PENGARUH KARAKTER MASERAL TERHADAP NILAI INHERENT MOISTURE PADA BATUBARA FORMASI TORAJA

Iga Mawarni<sup>1\*</sup>, Agus Ardianto Budiman<sup>2</sup>, Anshariah<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia,  
Makassar, Indonesia

Email: [iga.mawarni17@icloud.com](mailto:iga.mawarni17@icloud.com)

## ABSTRACT

The Toraja Formation, extending from the southern part of Enrekang Regency to the northern part of North Toraja Regency, consists of Eocene-aged rock formations that carry coal layers within a sequence of clastic sedimentary rocks. The complex tectonic conditions and the presence of igneous rock intrusions are believed to influence the variation in coal rank and quality. This rank variation also affects the results of proximate analysis. Contrary to the general trend where moisture content decreases with increasing coal rank, the Toraja Formation coal exhibits the opposite trend. The aim of this study is to identify the maceral characteristics of Toraja Formation coal and their impact on inherent moisture values. Maceral analysis of the coal was performed using organic petrology methods in accordance with ISO-7404 standards. An interesting observation that affects inherent moisture values is the maceral character of vitrinite in Samples B and C, specifically the presence of pores in the collinite. However, the presence of these pores does not influence the inherent moisture value in Sample B, which is lower than that in Sample A due to differences in coal rank. This is likely due to the higher mineral content in Sample B, 11.20%, compared to the mineral content in Sample C, which is only 1.80%.

**Keywords:** Toraja Formation; Organic Petrology; Maceral Characteristics; Inherent Moisture

## ABSTRAK

Formasi Toraja yang membentang dari bagian selatan Kabupaten Enrekang hingga bagian utara Kabupaten Toraja Utara, merupakan formasi batuan berumur Eosen pembawa lapisan batubara dengan urutan lapisan batuan sedimen klastik. Dengan kondisi tektonik yang kompleks dan adanya intrusi batuan beku, diyakini memberikan pengaruh terhadap variasi peringkat dan kualitas batubara. Variasi peringkat tersebut juga mempengaruhi karakter hasil analisis proksimat. Nilai *moisture* yang sejatinya semakin menurun seiring bertambahnya peringkat batubara, justru terjadi sebaliknya pada batubara Formasi Toraja. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi karakter maseral batubara Formasi Toraja dan pengaruhnya terhadap nilai *inherent moisture*. Analisis karakter maseral batubara dilakukan dengan menggunakan metode analisis petrologi organik dengan standar ISO-7404. Hal menarik yang teramati dan membawa pengaruh terhadap nilai *inherent moisture* adalah karakter maseral vitrinit Sampel B dan Sampel C, berupa keberadaan pori pada kolitinit. Namun keberadaan pori tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai *inherent moisture* pada Sampel B yang lebih rendah ketimbang pada Sampel A karena perbedaan peringkat batubara. Besar kemungkinan hal tersebut disebabkan oleh besarnya kandungan mineral pada Sampel B yaitu sebanyak 11,20% yang mengisi pori, dibandingkan kandungan mineral pada Sampel C yang hanya sebanyak 1,80%.

**Kata kunci:** Formasi Toraja; Petrologi Organik; Karakter Maseral; *Inherent Moisture*.

## 1. PENDAHULUAN

Formasi Toraja yang membentang dari bagian selatan Kabupaten Enrekang hingga bagian utara Kabupaten Toraja Utara, merupakan formasi batuan berumur Eosen pembawa lapisan batubara dengan urutan lapisan batuan sedimen klastik (Djuri dkk., 1998). Secara umum, meskipun lapisan batubara di Formasi Toraja cenderung tipis dan dianggap kurang ekonomis, keberadaannya masih menarik karena dapat memberikan wawasan tentang kondisi lingkungan

saat pengendapan (Budiman dkk., 2016), yang sangat berguna untuk eksplorasi minyak dan gas bumi di wilayah tersebut (Coffield dkk., 1993)

Eksistensi batubara di Formasi Toraja dapat digunakan sebagai materi pembelajaran untuk memahami sifat-sifat batubara berumur Eosen secara keseluruhan, sehingga dapat menjadi perbandingan yang berguna untuk distribusi batubara berumur Eosen di Indonesia. Dengan kondisi tektonik yang kompleks dan adanya intrusi batuan beku, diyakini memberikan pengaruh terhadap variasi peringkat dan kualitas batubara (Djuri, 1998). Variasi peringkat tersebut juga mempengaruhi karakter hasil analisis proksimat (Budiman dkk., 2024a). Nilai *moisture* yang sejatinya semakin menurun seiring bertambahnya peringkat (Diessel, 1992), justru terjadi sebaliknya pada batubara Formasi Toraja (Budiman dkk., 2024a). Kemungkinan hal tersebut dapat terjadi akibat pengaruh struktur pori pada maseral batubara (Unsworth dkk., 1989). Hal tersebut menjadi dasar usulan penelitian kali ini dalam mengkarakterisasi maseral batubara Formasi Toraja.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berawal dari fakta akan kontradiksi nilai *inherent moisture* kaitannya dengan peringkat batubara Formasi Toraja (Budiman dkk., 2024). Pengambilan sampel batubara dilakukan pada tiga lokasi singkapan batubara. Batubara dengan kode Sampl A didapatkan pada sebuah bukit di daerah Tondokbatu, Kabupaten Toraja Utara. Adapun batubara dengan kode sampel B didapatkan pada sisi Sungai Tampelang, Dusun Sangbua, Desa Banti, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, sedangkan batubara dengan kode Sampel C didapatkan pada puncak bukit di Dusun Tiktok, Desa Kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, seperti yang telah dilakukan oleh Budiman dkk., (2024a). Analisis karakter maseral batubara dilakukan dengan menggunakan metode analisis petrologi organik dengan standar ISO-7404.

Pembuatan preparat pada juga mengacu kepada prosedur yang telah diuraikan oleh (Taylor dkk., 1998); (Anshariah dkk.,) Sepuluh gram fragmen batubara dengan diameter berukuran sekitar 1 mm dicampurkan ke dalam epoksi resin beserta pengerasnya, untuk kemudian dipoles dengan kertas poles dan bubuk alumina. Mikroskop Zeiss Axio Imager A2m dengan tahap loncatan Petrog™ otomatis dan perangkat lunak PetrogLite™ digunakan untuk menentukan komposisi bahan maseral dan mineral untuk setidaknya 500 titik yang dihitung. Identifikasi dan klasifikasi maseral mengikuti sistem ICCP (1998; 2001) dan Pickel dkk. (2017).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis komposisi maseral batubara Formasi Toraja Budiman dkk., (2024) berupa nilai refletan vitrinit yang terkait dengan peringkat batubara dan nilai *inherent moisture* ditampilkan pada Tabel 1 Sampel A pada daerah Tondokbatu, Kabupaten Toraja Utara, Sampel B pada sisi

Sungai Tampelang, Kabupaten Enrekang, dan Sampel C pada Dusun Tiktok, Kabupaten Enrekang.

**Tabel 1.** Nilai Refletan Vitritinit yang Terkait Dengan Peringkat Batubara dan Nilai *Inherent Moisture*

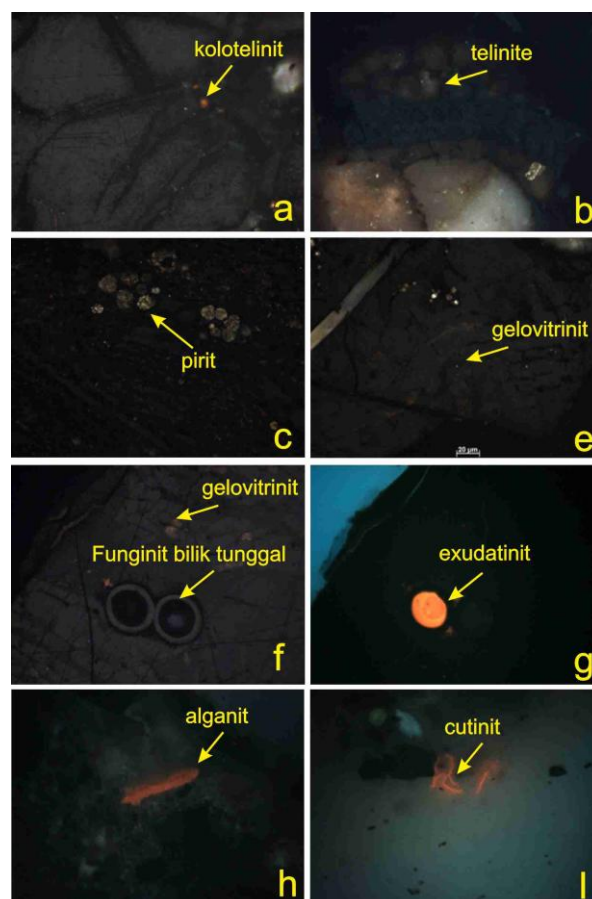
| Komponen |            | Sampel         | A              | B     | C     |
|----------|------------|----------------|----------------|-------|-------|
|          |            |                | dalam bentuk % |       |       |
| Maseral  | Vitrinite  | Telovitrinite  | 75,60          | 83,80 | 94,80 |
|          |            | Detrovitrinite | 1,80           | 5,00  |       |
|          |            | Gelovitrinite  | 6,00           |       |       |
|          |            | Sub total      | 83,40          | 88,80 | 94,80 |
|          | Liptinite  | Cutinite       | 0,10           |       |       |
|          |            | Exudatinit     | 0,20           |       | 0,20  |
|          |            | Alginit        | 0,10           |       |       |
|          |            | Sub total      | 0,40           |       | 0,20  |
|          | Inertinite | Fusinite       |                |       | 0,60  |
|          |            | Funginite      | 0,20           |       | 1,40  |
|          |            | Macrinite      | 0,80           |       | 1,20  |
|          |            | Sub total      | 1,00           |       | 3,20  |
|          | Mineral    | Pyrite         | 3,20           | 3,80  | 0,60  |
|          |            | Lempung        | 5,20           | 6,40  | 1,20  |
|          |            | Lainnya        | 7,20           | 1,00  |       |
|          |            | Sub total      | 15,60          | 11,20 | 1,80  |
| Total    |            | 100            | 100            | 100   |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |
|          |            |                |                |       |       |

Komposisi maseral menunjukkan bahwa tiga sampel umumnya didominasi oleh maseral vitritinit dengan kisaran 83,40 hingga 94,80%. Pada Sampel A, maseral vitritinit didominasi oleh telovitrinit 75,60% berupa kolotelinit (Gambar 1a) dengan sedikit telinit (Gambar 1b), kemudian detrovitrinit 1,80% (Gambar 1c) dan gelovitrinit 6% (Gambar 4.1d). Pada Sampel B, maseral vitritinit didominasi oleh telovitrinit 83,80% dan detrovitrinit 5%. Pada Sampel C, hanya maseral telovitrinit yang teramati pada kelompok maseral vitritinit dengan jumlah 94,80%.

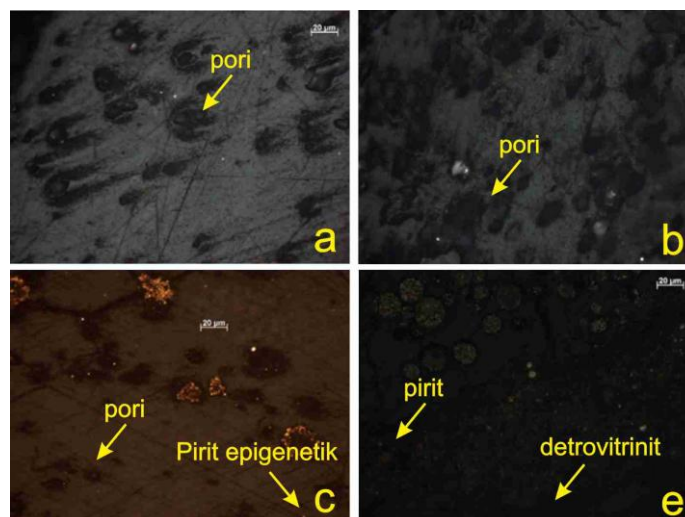
Maseral liptinit hanya teramati pada Sampel A, berupa maseral-maseral exudatinit 0,20% (Gambar 1f), maseral alginit 0,1% (Gambar 1g), serta maseral cutinit 0,10% (Gambar 1h), dan pada Sampel C berupa maseral exudatinit 0,20%. Maseral inertinit teramati pada Sampel A berupa maseral funginit 0,20% yang umumnya funginit bilik tunggal (Gambar 1e) dan maseral micrinit 0,80%. Pada Sampel C, maseral inertinite yang teramati berupa maseral fusinit 0,60%, maseral funginit 1,40% yang umumnya funginit multi bilik (Gambar 3c) dan maseral mikrinit 1,20% (Gambar 3b). Maseral liptinit dan inertinit tidak teramati pada Sampel B. Mineral teramati pada ketiga sampel, berupa mineral pirit. Juga teramati mineral lempung dan mineral lainnya (Tabel 1). Mineral pirit hadir dalam bentuk framboidal pada Sampel A (Gambar 1c) dan pada Sampel B (Gambar 2d), sedangkan pirit epigenetik hadir pada Sampel B (Gambar 2c) dan pada Sampel C (Gambar 3d).

Hal menarik yang teramati dan membawa pengaruh terhadap nilai *inherent moisture* adalah karakter maseral vitrinit Sampel B dan Sampel C berupa keberadaan pori pada kolotelinit (Gambar 2A dan 2B serta Gambar 3A dan 3B). Pori pada batubara dapat meningkat akibat pengaruh intrusi batuan beku (Jiang dan Cheng 2014) sebagaimana terdapatnya intrusi batuan beku yang terdapat di lokasi penelitian (Budiman dkk., 2024b). Keberadaan pori dapat berpengaruh dalam meningkatnya nilai *inherent moisture* (Unsworth dkk., 1989) seperti yang terjadi pada Sampel C.

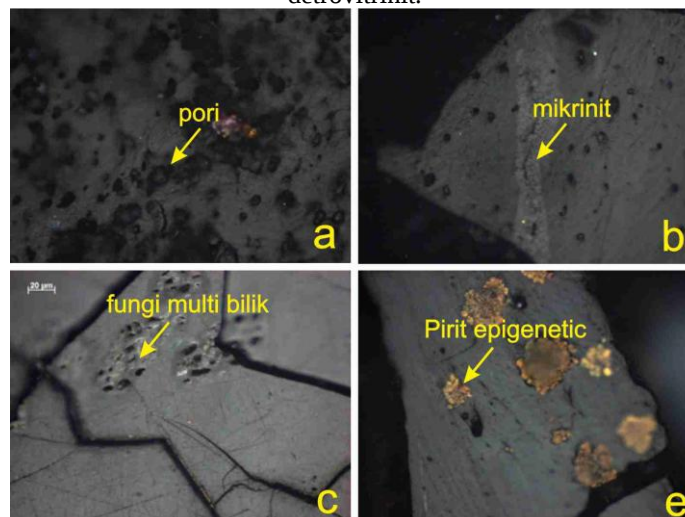
Namun keberadaan pori tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai *inherent moisture* pada Sampel B yang lebih rendah ketimbang pada Sampel A karena perbedaan peringkat batubara. Besar kemungkinan hal tersebut disebabkan oleh besarnya kandungan mineral pada Sampel B yaitu sebanyak 11,20% yang mengisi pori, dibandingkan kandungan mineral pada Sampel C yang hanya sebanyak 1,80%. Keberadaan mineral pada batubara umumnya terdapat dalam hubungan dekat dengan matriks batubara baik sebagai pengisi celah, lumen sel atau sebagai pengganti metasomatik sebagian dari bahan organik (Diessel 1992).



**Gambar 1.** Fotomikrograf maseral dan mineral Sampel Adalam mode cahaya putih (a sampai e) dan dalam mode fluoresensi (f sampai h. (a) kolotelinit; (b) telinit; (c) pirit dalam bentuk framboidal dan detrovitrinit; (d) gelovitrinit; (e) funginit bilik tunggal, gelovitrinit, dan kolotelinit; (f) sama seperti (e), namun dalam mode fluoresensi, menampilkan exudatinit yang mengisi pori pada funginit bilik tunggal; (g) alganit; (h) cutinit.



**Gambar 2.** Fotomikrograf maseral dan mineral pada Sampel B dalam mode cahaya putih. (a) dan (b) kenampakan pori pada kolotelinit; (c) pirit epigenetik mengisi pori; (d) pirit framboidal, kolotelinit, dan detrovitrinit.



**Gambar 3.** Fotomikrograf maseral dan mineral pada Sampel C dalam mode cahaya putih. (a) kenampakan pori pada kolotelinit; (b) kenampakan pori dan mikrinit pada kolotelinit; (c) funginit multi bilik; (d) pirit epigenetik mengisi pori.

#### 4. KESIMPULAN

1. Karakter maseral batubara dari Formasi Toraja, yaitu maseral liptinit dan inertinit, tidak teramati pada Sampel B. Mineral yang teramati pada ketiga sampel adalah mineral pirit. Selain itu, mineral lempung dan mineral lainnya juga teramati. Mineral pirit hadir dalam bentuk framboidal pada Sampel A (Gambar 1c) dan pada Sampel B (Gambar 2d), sementara pirit epigenetik hadir pada Sampel B (Gambar 2c) dan pada Sampel C (Gambar 3d).
2. Pengaruh karakteristik maseral batubara terhadap nilai *inherent moisture* menunjukkan bahwa keberadaan pori tidak berpengaruh pada nilai *inherent moisture* pada Sampel B, yang lebih rendah dibandingkan Sampel A, akibat perbedaan peringkat batubara. Tingginya

kandungan mineral diindikasikan sebagai penyebabnya pada Sampel B (11,20%), dibandingkan dengan kandungan mineral pada Sampel C yang hanya 1,80%.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anshariah, Imran A.M, Irfan, U. A, Nawir, Budiman A.A, “*Characterization And Reconstruction Of Deposit Facies Of Mallawa Coal Formation Of South Sulawesi Based On Proximate And Petrography Analysis*”, 2018.
- Budiman, A. A., dan Anshariah, “Analisis lingkungan pengendapan Subcekungan Enrekang berdasarkan komposisi maseral batubara”, Laporan Penelitian Dosen Pemula, Universitas Muslim Indonesia, 2016, 31 hal., Tidak Dipublikasikan.
- Budiman, A. A., dan Anshariah, “Penentuan kualitas batubara pada Kabupaten Enrekang berdasarkan analisis proksimat dan ultimat”, *Jurnal Geomine*, 2017, 5 (2), 53-58.
- Budiman, A. A., Nawir, A., Anggayana, K., Widayat, A. H., Sumantri, C. A., dan Samsul, W. S., “Karakterisasi Hasil Pencampuran Batubara Formasi Toraja”. Dalam proses publikasi pada *Jurnal Geomine*, 2024.
- Budiman, A.A. Anggayana, K., Widayat, A. H., Sasongko, D., Fakhruddin, R, “*Organic geochemical, petrographic and palynological characterization of claystones of the Palaeogene Toraja Formation, and oil seeps in the Enrekang Sub-basin, south Sulawesi, Indonesia: Implications for hydrocarbon source rock potential*”, *Energy Geoscience*, 5(3). Available at, 2024b.
- Coffield, D. Q., Bergman, S. C., Garrard, R. A., Guritno, N., Robinson, N. M., dan Talbot, J., “*Tectonic and stratigraphic evolution of the Kalosi PSC area and associated development of a Tertiary petroleum system, South Sulawesi, Indonesia*”, *Proceedings Indonesian Petroleum Association, Twenty Second Annual Convention*, 1993.
- Diessel, C. F. K., “*Coal-Bearing Depositional Systems*”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992, 721 hal.
- Djuri, Sudjatmiko, Bachri, S., dan Sukido, “Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi”, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1998.
- ICCP. *The new inertinite classification* (ICCP System 1994), 2001, Fuel, 80, 459 – 471.
- ICCP. *The new vitrinite classification* (ICCP System 1994), 1998, Fuel, 77, 349 – 358.
- ISO 7404 – 2. “*Methods for the petrographic analysis of coals – Part 2: Methods of preparing coal samples*”, 2009, *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*, 12 hal.
- ISO 7404 – 3. “*Methods for the petrographic analysis of coals - Part 3: Methods of determining maseral group composition*”, 2009, *International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*, 7 hal.
- Jiang and Cheng “*Effects of Igneous Intrusion on Microporosity and Gas Adsorption Capacity of Coals in the Haizi Mine, China*”, 2014.
- Pickel, W., Kus, J., Flores, D., Kalaitzidis, S., Christanis, K., Cardott, B.J., Misz-Kennan, M., Rodrigues, S., Hentschel, A., Hamor-Vido, M., Crosdale, P., Wagner, N., dan ICCP. “*Classification of liptinite – ICCP System 1994*”, 2017, *International Journal of Coal Geology*, 169, 40 – 61.
- Taylor, G. H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C. F. K., Littke, R., dan Robert, P. “*Organic Petrology*”, 1998, Gebrüder Borntraeger, Berlin, 704 hal.



Unsworth, J. F., Fowler, C. S., dan Jones, L. F., “*Moisture in coal 2. Maseral effects on pore structure*”. 1989. Fuel, 68, 18 – 26.