

ANALISA MINERAL BATUBARA MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION (XRD)

(ANALYSIS OF COAL MINERAL USING X-RAY DIFFRACTION (XRD))

Deddy NSP Tanggara ^{1*}, Wita Kristiana ²

^{1*} Dosen Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya

² Dosen Jurusan/Prodi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya

* Korespondensi E-mail: deddytanggara@mining.upr.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mineralogi batubara sampel berupa batubara dari Formasi Batu Ayau yang berada pada Cekungan Kutai Atas di wilayah Kalimantan Tengah, dengan menggunakan analisis XRD dapat membantu dalam mengidentifikasi kandungan mineral pada batubara tersebut. Pada analisis ini informasi yang diperoleh dapat berupa data kualitatif maupun kuantitatif, dengan error estimasi adalah 5% hingga 10%. Hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan difraktometer. Difraktogram yang dihasilkan selanjutnya diinterpretasi dengan menggunakan tabel Hanawalt dan X-ray powder data file. Pelaksanaan analisis XRD ini dilakukan dengan analisis bulk powder. Sampel batubara ditumbuk hingga ukuran butirnya sangat halus (ukuran lempung) menggunakan alat penumbuk dari agate. Bubuk sampel tersebut kemudian diletakkan pada preparat dan diratakan menggunakan kaca datar hingga permukaannya rata dengan preparat. Untuk menghindari kontaminasi pada bubuk sampel, peralatan preparasi selalu dibersihkan menggunakan alkohol sebelum dipakai kembali. Tahap selanjutnya adalah dipadatkan bubuk sampelnya ke dalam alat XRD kemudian pemantulan sinar-X mulai dijalankan dengan two-theta 2°-65°. Penentuan mineralnya dilihat dari nilai d =(jarak antar bidang kristal/diversee) yang dihubungkan dengan intensitas yang menandakan kelimpahan mineral pada sampel tersebut, kalau puncaknya tinggi kelimpahan nilainya besar. Berdasarkan hasil analisis mineral batubara dengan menggunakan metode analisa X-Ray Diffraction (XRD) dan mengacu pada Bayliss dkk, maka pada batubara Formasi Batu Ayau didapatkan kehadiran mineral lempung (kaolinit dan smektit), mineral silikat (kuarsa dan mika), mineral karbonat (kalsit dan siderit), mineral sulfat (anhidrit) dan mineral sulfida (pirit)

Kata Kunci : XR-D, mineral, lempung, silikat, karbonat, sulfida

Abstract

This study aims to determine the mineralogical characteristics of coal samples in the form of coal from the Batu Ayau Formation located in the Upper Kutai Basin in Central Kalimantan, using XRD analysis to help identify the mineral content of the coal. In this analysis, the information obtained can be in the form of qualitative or quantitative data, with an estimation error of 5% to 10%. The results of the observations were then analyzed using a diffractometer. The resulting diffractogram is then interpreted using a Hanawalt table and X-ray powder data file. The XRD analysis was carried out using bulk powder analysis. The coal sample was ground to very fine grain size (clay size) using an agate pulverizer. The sample powder was then placed on the preparation and leveled using a flat glass until the surface was flush with the preparation. To avoid contamination of the sample powder, the preparation equipment is always cleaned with alcohol before reuse. The next step is to compact the sample powder into the XRD apparatus and then start X-ray reflection with two-theta 2°-65°. The determination of minerals is seen from the value of d =(distance between crystal planes/diversee) which is associated with the intensity which indicates the abundance of minerals in the sample, if the peak is high, the abundance is large. Based on the results of coal mineral analysis using the X-Ray Diffraction (XRD) analysis method and referring to Bayliss et al, the coal of the Batu Ayau Formation found the presence of clay minerals (kaolinite and smectite), silicate minerals (quartz and mica), carbonate minerals (calcite and siderite), sulfate minerals (anhydrite) and sulfide minerals (pyrite).

Keywords: XR-D, minerals, clays, silicates, carbonates, sulfides

1. PENDAHULUAN

Material anorganik yang berasosiasi dengan batubara sering diistilahkan dengan Mineral Matter (Ward, 1986), material ini secara umum mencakup tiga golongan, yaitu mineral dalam bentuk partikel diskrit dan kristalin pada batubara, unsur atau senyawa anorganik yang terikat dengan molekul organik batubara dan biasanya tidak termasuk unsur nitrogen dan sulfur dan senyawa anorganik yang larut dalam air pori batubara dan air permukaan.

Mineral matter pada batubara dapat juga berasal dari unsur anorganik pada tumbuh-tumbuhan pembentuk batubara atau disebut inherent mineral serta mineral yang berasal dari luar rawa atau endapan kemudian ditransport ke dalam cekungan pengendapan batubara melalui air atau angin dan disebut extraneous atau adventitious mineral matter (Speight, 2005).

Inherent Mineral adalah material yang terdapat di dalam batubara dalam bentuk partikel halus yang tersebar keseluruh bagian batubara, pada dasarnya sebagian material ini ialah unsur-unsur anorganik yang berasal dari tumbuhan yang membentuk batubara tersebut dan sebagian lainnya berasal dari material sampingan yang terbawah ke dalam batubara selama proses pembentukan batubara, oleh karena itu jumlah serta sifat mineral dalam batubara setiap lapisannya berbeda. Hampir dapat di pastikan bahwa mineral ini tidak dapat dipisahkan dari batubara dengan cara mekanis (pencucian) berdasarkan bentuk ikatan mineral ini dengan batubara.

Extraneous atau adventitious mineral matter merupakan mineral yang berasal dari luar rawa atau endapan yang kemudian di transport ke dalam cekungan pengendapan batubara melalui air atau angin. Berdasarkan atas kelimpahannya, maka mineral-mineral pada batubara dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu mineral utama (major minerals), mineral tambahan (minor minerals) dan unsur jejak (trace elements)

Renton (1982), menggolongkan mineral utama jika kadarnya > 10 % berat, sementara mineral tambahan memiliki persentase 1-10 % dari berat. Umumnya yang termasuk mineral utama adalah mineral lempung dan kuarsa sedangkan yang merupakan mineral minor adalah karbonat, sulfida dan sulfat.

Menurut Speight, (2005) kelimpahan unsur anorganik dalam batubara dengan persentase sebesar 0,01 % (100 ppm) berat yang umumnya tergolong kecil sekali disebut unsur jejak (trace element), sedang menurut

menurut Rollinson (1995) berjumlah > 0,1% (1000 ppm) berat.

Metode yang umum digunakan dalam mengidentifikasi mineral pada batubara adalah XRD (X-ray diffraction), prinsip dasarnya adalah dengan menbandingkan intensitas yang menandakan kelimpahan mineral pada sampel.

Pada penelitian ini akan dikaji mengenai karakteristik mineral batubara dari Formasi Batu Ayau yang berada pada Cekungan Kutai Atas di wilayah Kalimantan Tengah dengan menggunakan analisa XRD yang mampu membantu dalam mengidentifikasi mineral yang terdapat pada sampel pada batubara tersebut.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah analisa dengan menggunakan analisis XRD untuk mengidentifikasi kandungan mineral pada batubara. Pada analisis ini informasi yang diperoleh dapat berupa data kualitatif maupun kuantitatif, dengan error estimasi adalah 5% hingga 10%. Hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan difraktometer. Difraktogram yang dihasilkan selanjutnya diinterpretasi dengan menggunakan tabel Hanawalt dan X-ray powder data file.

Pelaksanaan analisis XRD ini dilakukan dengan analisis bulk powder. Sampel batubara ditumbuk hingga ukuran butirnya sangat halus (ukuran lempung) menggunakan alat penumbuk dari agate. Bubuk sampel tersebut kemudian diletakkan pada preparat dan diratakan menggunakan kaca datar hingga permukaannya rata dengan preparat. Untuk menghindari kontaminasi pada bubuk sampel, peralatan preparasi selalu dibersihkan menggunakan alkohol sebelum dipakai kembali. Tahap selanjutnya adalah dipadatkan bubuk sampelnya ke dalam alat XRD kemudian pemantulan sinar-X mulai dijalankan dengan two-tetha 2° - 65° . Penentuan mineralnya dilihat dari nilai d =(jarak antar bidang kristal/diversee) yang dihubungkan dengan intensitas yang menandakan kelimpahan mineral pada sampel tersebut, kalau puncaknya tinggi kelimpahan nilainya besar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Penelitian

Daerah penelitian berada di Kalimantan Tengah, yaitu pada Cekungan Kutai bagian atas. Secara fisiografis daerah tersebut berbatasan di sebelah utara dengan tinggian

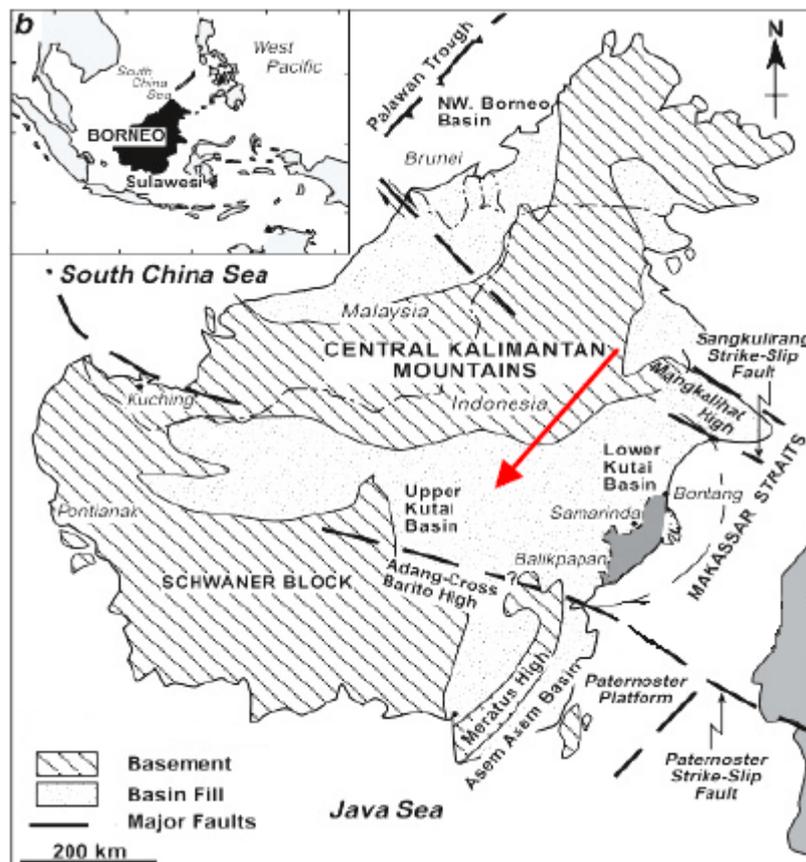
Mangkalihat, zona sesar Bengalon dan Sangkulirang. Di sebelah selatan berbatasan dengan cekungan Barito pada zona sesar Adang yang bertindak sebagai zona sumbu cekungan sejak akhir Paleogen hingga sekarang (Gambar 1).

Di sebelah barat, cekungan ini berbatasan dengan Central Kalimantan Range yang dikenal sebagai Kompleks Orogenesa Kuching (berupa metasedimen kapur yang telah terangkat dan telah terdeformasi) dan di bagian timur berbatasan dengan Selat Makasar.

Cekungan Kutai dihasilkan oleh proses pemekaran (rift basin) yang terjadi pada Eosen Tengah yang melibatkan pemekaran selat Makasar bagian Utara dan Laut Sulawesi (Moss dan Chambers, 1999). Selama Kapur Tengah sampai Eosen Awal, pulau Kalimantan merupakan tempat terjadinya kolisi dengan mikro-kontinen, busur kepulauan, pengebakan lempeng oceanic dan intrusi granit,

membentuk batuan dasar yang menjadi dasar dari Cekungan Kutai. Sedimentasi di Cekungan Kutai dapat dibagi menjadi dua yaitu, sedimen Paleogen yang secara umum bersifat transgresif dan fase sedimentasi Neogen yang secara umum bersifat regresif.

Moss dan Chambers, (1999), mengemukakan bahwa Cekungan Kutai dapat dibagi dalam dua bagian atau sub Cekungan, yaitu Cekungan Kutai Atas dan Cekungan Kutai Bawah. Cekungan Kutai bagian atas terdapat di bagian barat laut yang merupakan area yang terangkat karena proses tektonik pada Miosen bawah, sedangkan Cekungan Kutai bagian bawah terdapat di bagian timur dan lebih banyak dikenali pada endapan Neogennya daripada endapan-endapan regangan selama Paleogen yang merupakan deposenter di Cekungan Kutai bagian atas. Regangan-regangan yang terbentuk selama Paleogen tersebut telah mengalami inversi dan tererosi selama Neogen.



Gambar 1. Geologi Pulau Kalimantan (Modifikasi dari Dwiantoro, dkk., 2013).

Supriatna, dkk (1995) mengemukakan bahwa kegiatan tektonik di daerah ini dimulai

sejak Mesozoikum dengan munculnya batuan granit, granodiorit, diorit dan gabro dalam

kompleks busang yang kemudian diikuti oleh munculnya batuan gungapi Kasale dan pengendapan Kelompok Selangkai pada Kapur Akhir. Pada Kapur Awal dan Kapur Tengah, terjadi kegiatan gunungapi yang menghasilkan batuan gunungapi Nyaan. Pada Kala Eosen Akhir, di cekungan Barito dan Hulu Mahakam, terbentuk formasi Haloq, Formasi Haloq dan Batu Kelau yang tak terpisahkan, Formasi Batu Ayau dan Tanjung. Formasi ini ditutupi secara selaras oleh Formasi Ujohbilang sejak Oligosen dan waktu yang sama juga terbentuk Formasi Tuyu di Cekungan Kutai. Pada Kala Oligosen Akhir hingga Miosen Awal, terbentuk Formasi Berai, Formasi Montalat, Formasi Jangkan, Formasi Karamuan, Formasi Purukcahu yang diikuti oleh kegiatan gunungapi Malasan, yang semuanya menindih secara tidak selaras Formasi Ujohbilang. Pada Kala yang sama terjadi terobosan Sintang.

Pada cekungan Kutai, terbentuk Formasi Pamaluan yang menindih tidak selaras Formasi Toyu. Pada Kala Miosen Tengah di Cekungan Barito terbentuk Formasi Wahau dan Formasi Kelinjau yang menindih tidak selaras Formasi Berai, Montalat, Jangkan, Karamuan dan Purukcahu sedangkan di Cekungan Kutai terjadi pengendapan Formasi Pulubalang yang disertai oleh kegiatan gunungapi Meragoh.

Pada Miosen Akhir di Cekungan Kutai terbentuk Formasi Balikpapan dan pada Miosen Akhir sampai Kuartar terjadi kegiatan gunungapi Mentulang dan Bandang di Cekungan Barito, sedangkan di Cekungan Kutai terbentuk Formasi Kampung Baru (Supriatna, dkk, 1995).

Satyana, dkk (1999) mengungkapkan bahwa pada Cekungan Kutai struktur geologi dominan adalah pelipatan dan pensesaran yang secara umum memiliki sumbu berarah Timurlaut-Baratdaya dan subparalel terhadap garis pantai timur pulau Kalimantan dengan deformasi berlangsung kurang intensif pada areal di lepas pantai.

Perkembangan struktur pada pertengahan Miosen hingga ke Kuartar

diperlihatkan dengan endapan tipis di atas struktur, sementara pada bagian barat Cekungan Kutai yang terangkat, memperlihatkan struktur berskala regional di beberapa tempat.

Hasil Penelitian

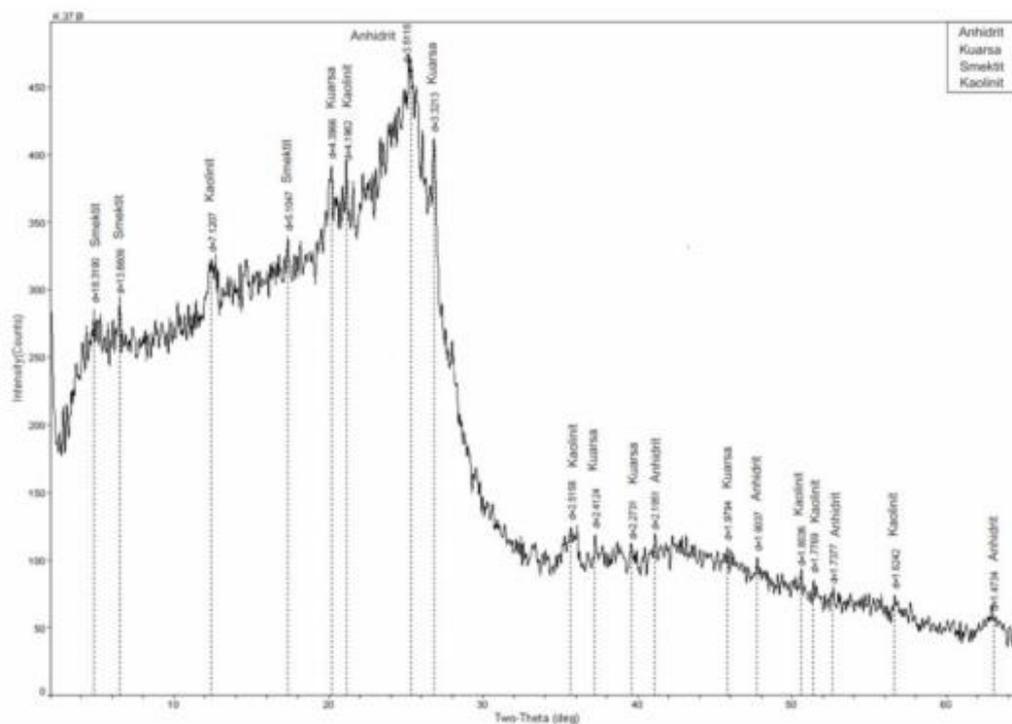
Analisa yang dilakukan adalah analisa XRD yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan mineral pada batubara. Pada analisis ini informasi yang diperoleh dapat berupa data kualitatif maupun kuantitatif, dengan error estimasi adalah 5% hingga 10%. Hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan difraktometer. Difraktogram yang dihasilkan selanjutnya diinterpretasi dengan menggunakan tabel Hanawalt dan X-ray powder data file.

Pelaksanaan analisis XRD ini dilakukan dengan analisis bulk powder. Sampel batubara ditumbuk hingga ukuran butirnya sangat halus (ukuran lempung) menggunakan alat penumbuk dari agate. Bubuk sampel tersebut kemudian diletakkan pada preparat dan diratakan menggunakan kaca datar hingga permukaannya rata dengan preparat. Untuk menghindari kontaminasi pada bubuk sampel, peralatan preparasi selalu dibersihkan menggunakan alkohol sebelum dipakai kembali. Tahap selanjutnya adalah dipadatkan bubuk sampelnya ke dalam alat XRD kemudian pemantulan sinar-X mulai dijalankan dengan two-tetha 2° - 65° . Penentuan mineralnya dilihat dari nilai $d=(\text{jarak antar bidang kristal/diverce})$ yang dihubungkan dengan intensitas yang menandakan kelimpahan mineral pada sampel tersebut, kalau puncaknya tinggi kelimpahan nilainya besar.

Hasil analisis XRD (X-ray diffraction) pada sampel batubara untuk penelitian ini dan mengacu pada Bayliss dkk. (1980a), maka pada batubara Formasi Batu Ayau didapatkan kehadiran mineral lempung (kaolinit dan smektit) mineral silikat (kuarsa dan mika), mineral karbonat (kalsit dan siderit), mineral sulfat (anhidrit) dan mineral sulfida (pirit). Data penelitian tersaji pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Hasil Analisa X-Ray diffraction batubara daerah penelitian

Sampel	Mineral							
	Lempung		Silikat		Karbonat		Sulfat	Sulfida
	Kaolinit	Smektit	Kuarsa	Mika	Kalsit	Siderit	Anhidrit	Pirit
K.37.B	√	√	√					
K.37.C	√	√		√			√	
K.37.M	√	√	√				√	
K.37.T	√	√	√				√	√
K.39.B	√	√	√		√	√		
K.39.C				√	√	√		
K.39.M		√	√	√		√		
K.39.T		√	√		√			
K.41.B				√	√		√	√
K.41.C	√	√		√			√	√
K.41.M	√		√	√				√
K.41.T		√		√				



Gambar 2. Kurva analisis X-Ray Diffraction (XRD) batubara sampel

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis XRD batubara sampel pada lokasi penelitian, dengan mengacu pada Bayliss dkk. (1980a) diidentifikasi bahwa pada batubara sampel yang berasal dari Formasi Batu Ayau

didapatkan kehadiran mineral lempung (kaolinit dan smektit) mineral silikat (kuarsa dan mika), mineral karbonat (kalsit dan siderit), mineral sulfat (anhidrit) dan mineral sulfida (pirit).

DAFTAR PUSTAKA

- Akinyemi, S.A., Gitari, W.M., Akinlua, A., Petrik, L.F., 2012, Mineralogy and Geochemistry of Sub-Bituminous Coal and Its Combustion Products from Mpumalanga Province, South Africa, INTECH, <http://dx.doi.org/10.5772/50692>.
- Bayliss, P., Smith, D.K., Mrose, M.E and Berry, L.G., 1980a, Mineral Powder Diffraction File: Book 1, Data Book, JCPDS, International Centre for Diffraction Data, 1601 Park Line, Swarthmore, Pennsylvania 19081, USA, 1168p.
- Bayliss, P., Smith, D.K., Mrose, M.E and Berry, L.G., 1980b, Mineral Powder Diffraction File: Book 2, Search Manual, JCPDS, International Centre for Diffraction Data, 1601 Park Line, Swarthmore, Pennsylvania 19081, USA, 484p.
- Goodarzi, F., Sanei, H., Stasiuk, L.D., Sadeghi, B.H., and Reyes, J., 2006, A Preliminary Study of Mineralogy and Geochemistry of Four Coal Samples from Northern Iran, International Journal of Coal Geology, Vol. 65, p. 35-50.
- Kristiana, W., Tanggara, D., 2018, Analisa Mineral Batubara Formasi Batu Ayau Cekungan Kutai Dengan X-Ray Fluorescence (Xrf), Jurnal Teknik Pertambangan, Vol XVII No.2, p. 1 – 10.
- Moss, S.J, Chambers, J., Cloke, I., Satria, D., Ali, J.R., Baker, S., Milsom, J., & Carter, A., 1997., New Observations on The Sedimentary and Tectonic Evolution of the Tertiary Kutai Basin, East Kalimantan, Petroleum Geology of Southeast Asia, Geological Society Special Publication No. 126, p.395-416.
- Moss, S.J dan Chambers, J.L.C., 1999., Depositional Modelling and Facies Architecture of Rift and Inversion in The Kutai Basin, Kalimantan, Indonesia. Indonesian Petroleum Association, Proceedings 27th Annual Convention, p.459-486.
- Renton, J.J., 1982. Mineral matter in coal, In Meyer R.A., Coal structure, Academic press, London, p. 283-324.
- Satyana, A.H., 1995. Paleogene unconformities in the Barito Basin, S.E. Kalimantan: a concept for the solution of the "BaritoDilemma" and a key to the search for Paleogene structures. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, 24th Annual Convention, Jakarta, hal. 263 - 276.
- Spears, D.A., Tewalt, S.J., 2009, The geochemistry of environmentally important trace elements in UK coals, with special reference to the Parkgate coal in the Yorkshire–Nottinghamshire Coalfield, UK, International Journal of Coal Geology, 80, p. 157–166.
- Supriatna, Sudrajat., Abidin, H. Z., 1995., Peta Regional Lembar Muaratewe, Kalimantan, Badan Geologi, Pusat sumber Daya Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 1 p.
- Speight, J. G., 2005. Handbook of Coal Analysis, Published by John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Ward, C.R., 2002., Analysis and Significance of Mineral Matter in Coal Seam, International Journal of Coal Geology, Vol.50, p. 135-168.
- Životić, D., Wehner, H., Cvetković, O., Jovančićević, B., Gržetić, I., Scheeder, G., Vidal, A., Šajnović, A., Ercegovac, M., Simić, V., 2008, Petrological, Organic Geochemical and Geochemical Characteristics of Coal from the Soko Mine Serbia, International Journal of Coal Geology, 73, p. 285–306.