

Batubara dan Serpih Karbonan Formasi Ngrayong, Daerah Sale, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah Studi Kasus : Kajian Sedimentasi terhadap Karakteristik Mikroskopis Piritik Sulfur

Basuki Rahmad¹, Sugeng Raharjo², Yody Rizkianto³, Aris Buntoro⁴, Dita Antari Setyaningsih⁵, Obrin Trianda⁶

^{1,2,3,5} Program Studi Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

⁴ Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

⁶ Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : basukirahmad@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang sedimentasi batubara dan karakteristik mikroskopis sulfur lapisan batubara yang tersingkap di daerah Sale, Rembang, Jawa Tengah. Geologi regional daerah Rembang berada di Antiklinorium Rembang-Madura termasuk dalam cekungan belakang busur (*back arc basin*). Target formasi dalam penelitian ini adalah Formasi Ngrayong. Metoda penelitian yang dilakukan adalah pengambilan sampel singkapan batubara dan serpih karbonan, kemudian dianalisa mikroskopis maseral dan mineral berdasarkan sayatan blok *polished briquette*. Singkapan batuan yang ditemukan di daerah telitian terdiri dari batubara, channel batupasir dan serpih karbonan. Hasil analisa pollen ditemukan fosil indeks *Florschuetzia Trilobata* dan *Palmaepollenites Kutchensis* umur relatif batubara Formasi Ngrayong Miosen Tengah diendapkan di lingkungan Upper Delta Plain dicirikan oleh hadirnya taksa *freshwater pollen* seperti *Cephalomappa*, *Stemonurus*, *Calophyllum type*, *Verrucatosporites Usmensis*, *Macaranga* dan *Casuarina spp.* Berdasarkan perubahan kolom air maka sistem sedimentasi batubara dan Serpih karbonan formasi Ngrayong mengalami perubahan dari *high water* dengan ciri kandungan vitrinite tinggi menuju *low water* dicirikan dengan kandungan vitrinite lebih sedikit. Perubahan pasang surut air laut di daerah transisi menyebabkan ion sulfat air masuk ke dalam rawa membentuk framboidal piritik sulfur. Peringkat batubara Formasi Ngrayong sub-bituminus (Rv 0,38-0,53)

Kata kunci: transisi, delta plain, kolom air, vitrinite, framboidal piritik sulfur.

ABSTRACT

*This research discusses coal sedimentation and the microscopic characteristics of coal seam sulfur exposed in the Sale area, Rembang, Central Java. The regional geology of the Rembang area is in the Rembang-Madura Anticlinorium, including the back arc basin. The target formation in this research is the Ngrayong Formation. The research method used was sampling outcrops of coal and carbonaceous shale, then microscopically analyzing the macerals and minerals based on incisions from polished briquette blocks. The rock outcrops found in the study area consist of coal, channel sandstone and carbonaceous shale. The results of pollen analysis found index fossils of *Florschuetzia Trilobata* and *Palmaepollenites Kutchensis* relative ages of Middle Miocene Ngrayong Formation coal deposited in the Upper Delta Plain environment characterized by the presence of freshwater pollen taxa such as *Cephalomappa*, *Stemonurus*, *Calophyllum type*, *Verrucatosporites Usmensis*, *Macaranga* and *Casuarina spp.* Based on changes in the water column, the coal and carbonaceous shale sedimentation system of the Ngrayong formation occurring a change from high water characterized by high vitrinite content to low water characterized by less vitrinite content. Changes in sea tides in the transition area cause water sulphate ions to enter the swamp to form framboidal pyritic sulphur. Coal rank of coal Ngrayong Formation subbituminous (Rv 0,38-0,53).*

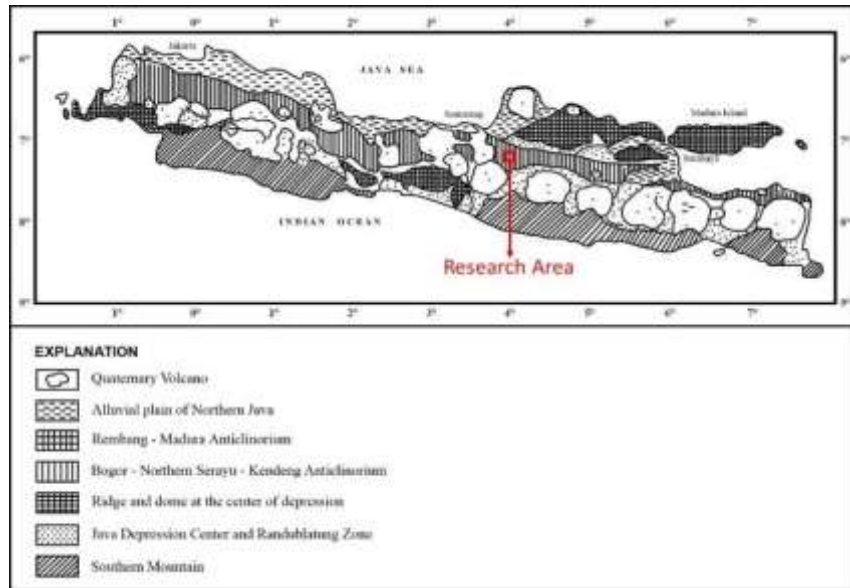
Keywords: transitional, delta plain, water coloum, vitrinite, framboidal pyritic sulphur

PENDAHULUAN

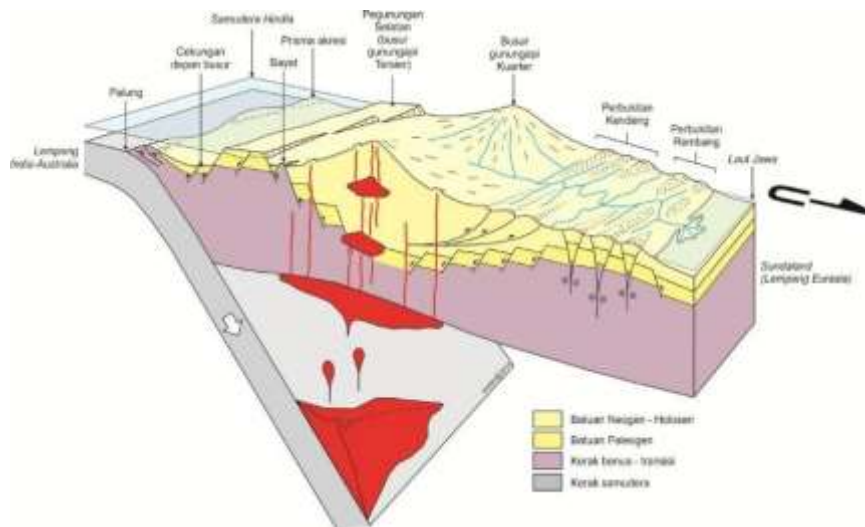
Penelitian ini membahas tentang sedimentasi batubara dan karakteristik mikroskopis sulfur lapisan batubara yang tersingkap di daerah Sale, Rembang, Jawa Tengah. Geologi regional daerah Rembang berada di Antiklinorium Rembang-Madura termasuk dalam cekungan belakang busur (*back arc basin*) [7] [3] (Gambar 1). (subduksi) antara Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara menyusup di bawah Lempeng



Eurasia. Tumbukan tersebut telah berlangsung dari Kala Eosen hingga sekarang. Proses tersebut menyebabkan terjadinya tatanan tektonik seperti: Busur Kepulauan (Island Arc), Busur magmatic (*Magmatic Arc*) serta pembentukan cekungan sedimen di bagian Cekungan Depan Busur (*Fore Arc Basin*) dan Cekungan Belakang Busur (*Back Arc Basin*) [3] (Gambar 2).



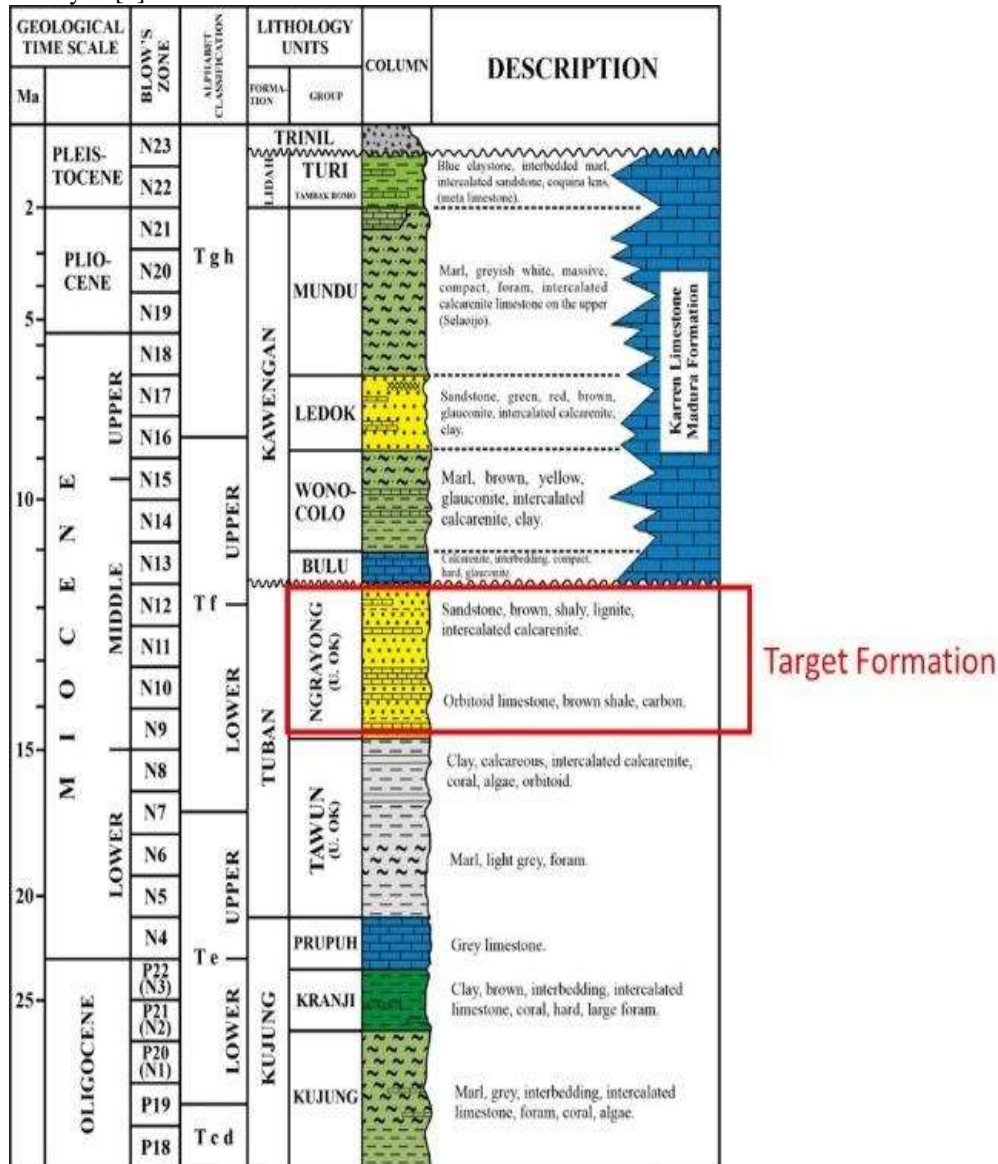
Gambar 1. Fisiografi Pulau Jawa [7]



Gambar 2. Unsur-unsur Tektonik Jawa Timur [3]

Stratigrafi regional Mandala Rembang menurut [4] terbagi menjadi 12 (dua belas) satuan. Satuan batuan yang hingga kini diketahui tersingkap di Cekungan Rembang berumur Oligosen Tua, disusul oleh urutan-urutan sedimentasi yang menerus tanpa terputus-putus sampai zaman Pleistosen (Gambar 3). Target formasi dalam penelitian ini adalah Formasi Ngrayong dimana posisi stratigrafinya selaras di atas Formasi Tawun. Litologi Formasi Ngrayong terdiri dari batupasir kuarsa dengan perselingan batulempung, lanau, batubara/lignit, dan batugamping bioklastik. Batupasir kuarsa mengandung cangkang moluska laut. Lingkungan pengendapan Formasi Ngrayong di daerah dangkal dekat pantai yang semakin ke atas lingkungannya menjadi litoral, lagoon, hingga sublitoral tepi. Tebal dari Formasi Ngrayong mencapai 90 meter. Formasi Ngrayong terdiri dari batupasir kuarsa merupakan batuan reservoir minyak yang berpotensi pada Cekungan Jawa Timur bagian Utara. Formasi Ngrayong berumur Miosen Tengah sebagai batuan induk (source

rock) di Cekungan Rembang khususnya di Lapangan Wonocolo yang sampai sekarang masih beroperasi produksi minyak [4].

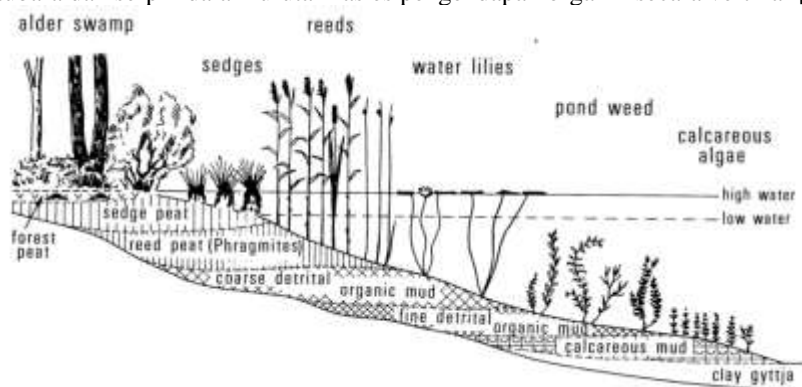


Gambar 3. Stratigrafi Cekungan Rembang, Jawa Timur Utara [4]

Hal yang menarik dalam penelitian ini adalah daerah penelitian merupakan lapangan minyak seperti Lapangan minyak Wonocolo dimana lokasinya sekitar 40 km dari daerah penelitian dan ditemukannya kontak singkapan batubara, channel batupasir dan serpih karbonan Formasi Ngrayong. Oleh karena itu penelitian difokuskan untuk meneliti bagaimana sedimentasi batubara ini diendapkan dan pengaruh sedimentasinya terhadap kandungan sulfur baik di dalam lapisan batubara maupun sulfur dalam serpih karbonan.

Secara umum batubara dan serpih terbentuk di rawa-rawa dan marsh (tanah basah berlumpur), umumnya berasosiasi dengan lingkungan pengendapan fluvial-deltaik. Komposisi akumulasi sisa-sisa tumbuhan tersebut dikontrol air tawar, air payau atau air laut dan juga dikontrol oleh iklim: kering, panas atau air dingin sehingga menyebabkan perubahan permukaan muka air dari low dan high water. Kondisi low water berupa lingkungan marsh yang terletak di bagian tepi paparan cekungan rawa ditandai jenis tumbuhan tingkat tinggi (*wet forest*) membentuk akumulasi gambut dan batubara. Sedangkan di bagian tengah cekungan rawa (high water) ditandai dengan jenis tumbuhan tingkat rendah membentuk akumulasi endapan lumpur organik hasil akhirnya adalah batulempung karbonan dan serpih. Proses perubahan muka air (high dan Low water)

akan mengontrol perubahan jenis tumbuhan sehingga hasil akhirnya akan terjadi perubahan akumulasi antara pengendapan batubara dan serpih dalam urutan fasies pengendapan organik secara vertikal [6] (Gambar 4).



Gambar 4. Jenis-jenis tumbuhan yang tumbuh di rawa dan sikuen yang dihasilkan dengan perbedaan tipe dari lumpur organik membentuk coal zone dan coaly shale/shale zone [6]

Secara mikroskopis bahan-bahan organik pembentuk batubara disebut maseral (*maceral*), analog dengan mineral dalam batuan. Istilah ini pada awalnya diperkenalkan oleh Stopes, 1935 dalam [6] untuk menunjukkan material terkecil penyusun batubara yang hanya dapat diamati di bawah mikroskop sinar pantul. Maseral dalam batubara dapat dikelompokkan dalam 3 grup (kelompok) utama yaitu grup (kelompok) vitrinite, liptinite dan inertinite. Pengelompokan ini didasarkan pada bentuk morfologi, ukuran, relief, struktur dalam, komposisi kimia, warna pantulan, intensitas refleksi dan tingkat pembatubarannya [6].

Dalam penelitian ini pembagiannya mulai dari grup (kelompok) maseral, sub grup maseral dan jenis maseral yang mengacu pada *Australian Standard: AS2856* (1986). Kelebihan sistem Australian Standard ini adalah pembagian komposisi maseralnya berlaku untuk semua peringkat batubara, baik untuk batubara hard coal maupun brown coal, dan sistem ini cukup sederhana. Sedangkan sistem standar yang lain biasanya dibedakan antara *hard coal* dan *brown coal*.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kontribusi sistem sedimentasi lingkungan pengendapan batubara dan serpih karbonan sebagai material organik di Formasi Ngrayong sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui pengkayaan organik pembentuk hidrokarbon di Formasi Ngrayong.

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data singkapan dengan cara penggambaran singkapan batuan dan batubara. Analisa laboratorium meliputi analisa proksimat dan maseral batubara. Analisa maseral batubara dilakukan dengan cara contoh batubara yang diperoleh dari lapangan kemudian dibuat menjadi pelet kilap atau kilap (*polished briquette*) dengan ukuran garis tengah 2,5 cm dan tebal 2 cm. Analisa petrografi batubara dibagi menjadi 2 jenis, yaitu analisa reflektansi dan analisa maseral menggunakan mikroskop sinar pantul jenis *Leitz Orthoplan POL Polarizing Research Microscope* yang dilengkapi dengan vertikal iluminator, menggunakan oil immersion objective. Analisa reflektansi untuk menentukan besarnya sinar pantul (refleksi) yang dipantulkan maseral, dalam hal ini terhadap maseral vitrinite dengan pertimbangan maseral vitrinite paling banyak ditemukan pada endapan batubara. Meningkatnya besaran sinar pantul maseral vitrinite sesuai dengan pertambahan tingkat pembatubaraan lapisan batubara, sehingga analisa reflektansi vitrinite dapat digunakan untuk menentukan tingkat pembatubaraan (*rank*) lapisan batubara.

Langkah-langkah dalam pengamatan mikroskopis sayatan poles batubara adalah sebagai berikut: Analisis mikroskopis batubara untuk mengidentifikasi komposisi maseral dan mineral matter (sulfur, kuarsa dan lempung) dan nilai reflektan vitrinite. Dalam preparasi conto diperlukan beberapa alat dan bahan seperti:

1. Sampel batubara
2. Bubuk resin (*transoptic powder*)
3. Alat penumbuk
4. Ayakan ukuran 16, 20, dan 65 mesh
5. Cetakan *polished briquette*, pemanas, termometer, dan penekan
6. Alat pemoles (*grinder-polisher*)

7. Silicon carbide ukuran 800 dan 1000 mesh dan alumina oxide ukuran 0,3; 0,05; dan 0,01 mikron

8. Kaca preparat dan lilin malam

Contoh batubara yang diperoleh singkapan batubara dan serpih karbonan direduksi secara *coning* dan *quartering* untuk mendapatkan jumlah contoh yang sesuai untuk kebutuhan analisis. Selanjutnya conto batubara digerus secara manual dan diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 16 mesh dan 20 mesh, fraksi ukuran butiran batubara -16 mesh +20 mesh yang diperoleh digunakan untuk analisis petrografi batubara.

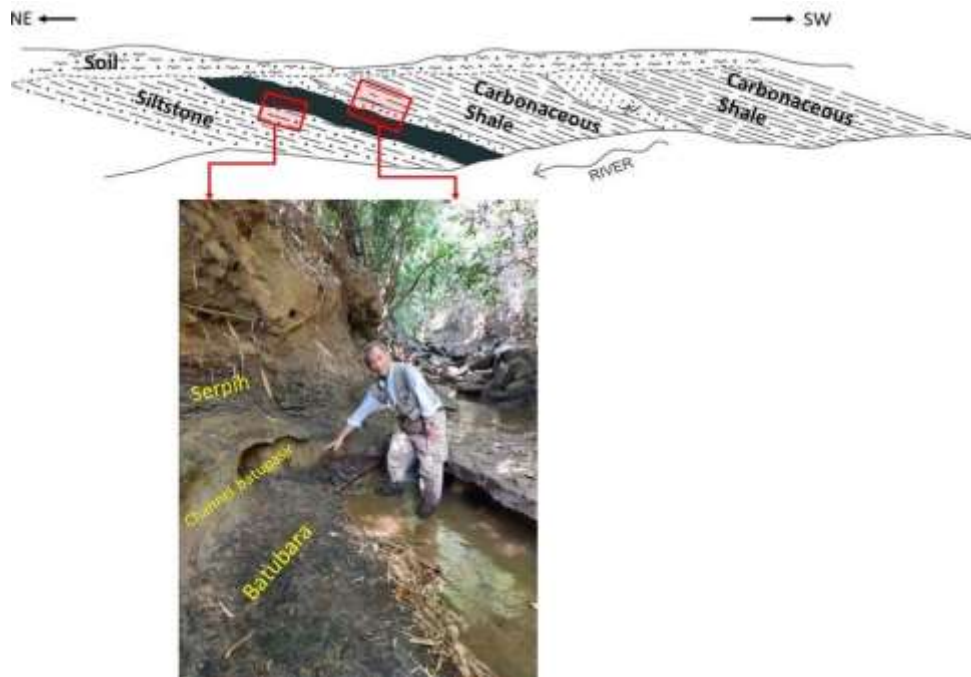
Batubara fraksi ukuran -16 mesh +20 mesh tersebut kemudian dicampur dengan bubuk resin (transoptic powder) dengan perbandingan 1:1. Campuran selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan dan dipanaskan sampai suhu 200oC. Setelah suhu mencapai 200oC pemanas dimatikan dan cetakan diberi tekanan sampai 2000 psi. Briquette dapat dikeluarkan setelah temperatur mencapai suhu kamar. Tahap berikutnya adalah pemolesan briquette yang dimulai dengan pemotongan menggunakan alat poles (*grinder-polisher*) kemudian dihaluskan dengan silicon carbide ukuran 800 mesh dan 1000 mesh di atas permukaan kaca. Selanjutnya dipoles dengan menggunakan alumina oxide ukuran 0,3 mikron, 0,05 mikron, dan terakhir ukuran 0,01 mikron di atas kain sutera atau *silk cloth*. Sayatan poles yang dihasilkan diletakkan di atas kaca preparat dengan dudukan lilin malam kemudian dilakukan levelling.

Pengamatan sayatan poles dilakukan dengan menggunakan mikroskop reflektan baik secara kualitatif maupun kuantitatif untuk menentukan kandungan maseral maupun mineral dalam batubara. Penelitian mikroskopik menggunakan sinar pantul dengan pembesaran 200 kali dengan pengamatan sebanyak 500 titik. Proses analisis dilaksanakan di Laboratorium Petrografi Batubara, Puslitbang tekMIRA, Bandung. Klasifikasi Maseral Batubara menggunakan standar Australia (AS 2856, 1986) dan mikroskop yang digunakan adalah *Microscope Spectrophotometer Polarization with Fluorescence*, tipe: MPM 100, merk : Zeiss.

HASIL DAN ANALISIS (10 PT)

Kegiatan geologi lapangan berada di daerah Sale, Kabupaten Rembang Jawa Tengah sebagai representasi dari Cekungan Jawa Timur Utara segmen Barat, dimana target formasinya adalah Formasi Ngrayong berumur Miosen Tengah. Metode yang dilakukan untuk pengambilan data lapangan adalah terutama dengan melacak keberadaan singkapan batubara dan serpih sebagai sebuah satu kesatuan batuan organik dan anorganik. Singkapan batubara dan serpih ditemukan di daerah Sale, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah (Gambar 5).

Hal yang menarik dari singkapan tersebut adalah terbentuk fasies organik secara normal mulai pembentukan endapan batubara sampai endapan serpih, dengan sisipan channel batupasir kuarsa, struktur cross bedding dan bioturbasi (Gambar 6 & 7). Kondisi ini bisa terbentuk mulai rawa lagoon sampai pantai. Hal ini berdasarkan analisa pollen fosil indeks *Florschuetzia Trilobata* dan *Palmaepollenites Kutchensis* umur relatif batubara Formasi Ngrayong Miosen Tengah diendapkan di lingkungan Upper Delta Plain dicirikan oleh hadirnya taksa *freshwater pollen* seperti *Cephalomappa*, *Stemonurus*, *Calophyllum type*, *Verrucatosporites Usmensis*, *Macaranga* dan *Casuarina spp*. Lingkungan pengendapannya berada di delta plain, dimana menjelaskan pengendapannya yang lebih ke arah darat.



Gambar 5. Singkapan batubara, batupasir kuarsa, serpih Formasi Ngrayong



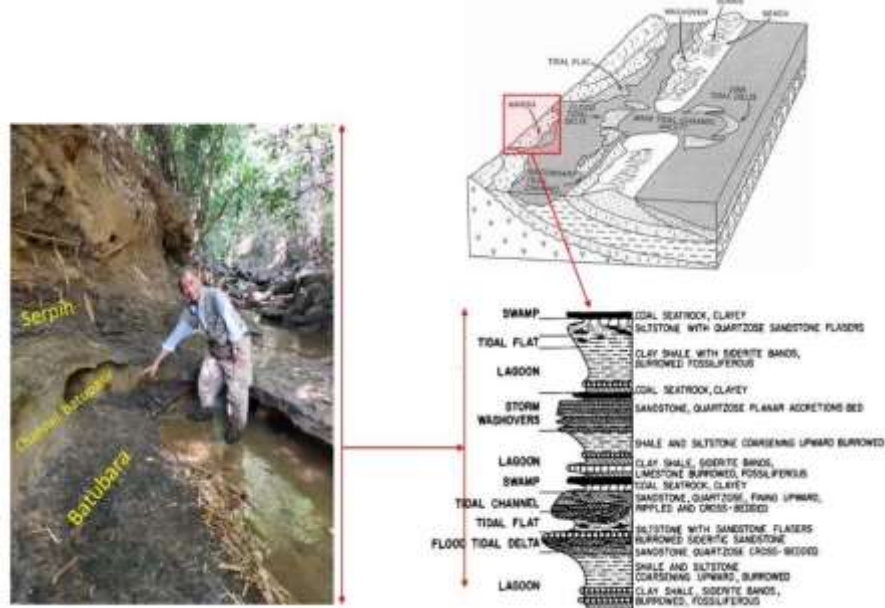
Gambar 6. Singkapan serpih karbonan Formasi Ngrayong



Gambar 7. Singkapan batupasir kuarsa struktur cross bedding dan bioturbasi Formasi Ngrayong

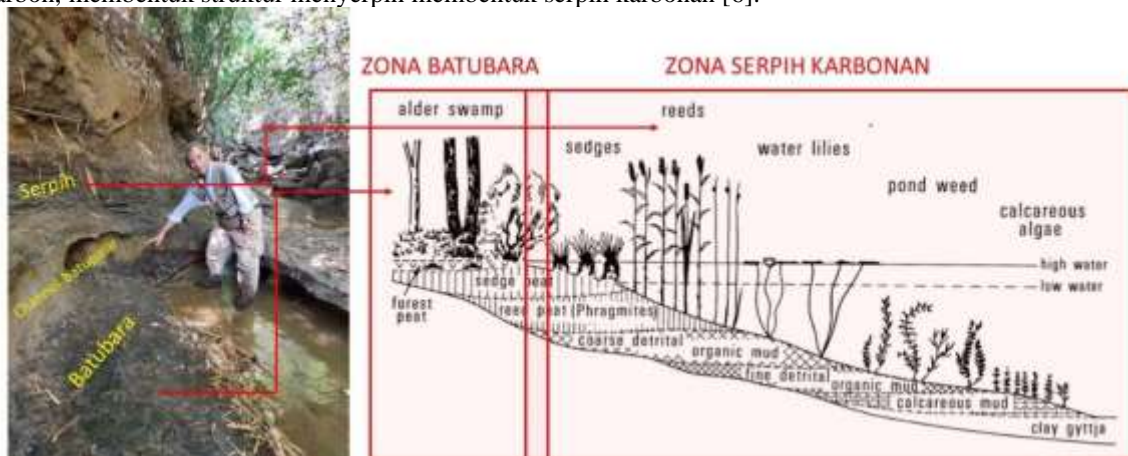
Analisis lingkungan pengendapan sedimentasi batubara dan serpih karbonan Formasi Ngrayong daerah Sale berdasarkan pengamatan litologi singkapan yang terdiri atas batulanau, lapisan batubara, serpih

karbon, sisipan channel batupasir, struktur cross laminasi, bioturbasi, secara umumnya diendapkan pada lingkungan transisi daerah delta plain mulai dari fasies rawa hingga fasies laguna [8] (Gambar 8).



Gambar 8. Lingkungan Pengendapan Batubara dan serpih Formasi Ngrayong [8]

Fasies organik Formasi Ngrayong untuk batubaranya diendapkan di forest swamp-marsh dengan jenis tumbuhan tinggi (berkayu) merupakan wilayah pembentukan *coal zone* dengan kolom air yang relatif rendah (dangkal) kurang dari 1 meter [6]. Sedangkan serpih karbon diendapkan di wilayah *alder swamp* dengan jenis tumbuhan tingkat rendah (non berkayu), kedalaman kolom air relatif tinggi (dalam) lebih 1 meter (Gambar 9). Perubahan kolom air tinggi/high ke rendah/low (sebaliknya) dengan intensitas yang tinggi, menyebabkan terjadinya degradasi unsur tumbuhan yang berasal dari forest swamp tertransport dan mengendap di wilayah kolom air yang lebih dalam, menyebabkan lumpur di alder swamp kaya akan organik karbon, membentuk struktur menyerpih membentuk serpih karbon [6].



Gambar 9. Fasies Pengendapan Batubara dan serpih Formasi Ngrayong [6]

Karakteristik mikroskopis batubara dan serpih ditunjukkan dengan kehadiran maseral batubara sebagai produk dari jenis tumbuhan, hal ini dapat dipakai sebagai petunjuk untuk mengetahui lingkungan pengendapan pada saat akumulasi gambut berlangsung. Pada saat muka air maksimum (high water) seperti lingkungan rawa, maka jenis tumbuhannya adalah tumbuhan tinggi (banyak mengandung serat kayu) membentuk batubara di zona batubara, hal ditandai dengan meningkatnya kandungan maseral vitrinite. Sedangkan pada saat muka air minimum (low water) seperti lingkungan rawa, maka jenis tumbuhannya adalah tumbuhan rendah (banyak tidak banyak mengandung serat kayu) membentuk serpih karbonan di zona serpih, hal ditandai dengan meningkatnya kandungan mineral lempung, sedangkan maseral vitrinite rendah (Gambar 9).

Hasil analisa mikroskopis batubara dan serpih Formasi Ngrayong adalah sebagai berikut: batubara Formasi Ngrayong dominan maseral vitrinite antara 79,6% - 96,2 %, subgrupnya: telovitrinite (telocollinite dan detrovitrinite (desmocollinite), maseral liptinite antara 1,8% - 2,2% sedangkan maseral inertinite antara 1,4% - 9,8% terdiri dari subgrup semifusinite dan sclerotinite, nilai Rv 0,38-0,53 termasuk rank sub-bituminus (Gambar 10). Mineral matter batubara Formasi Ngrayong terdiri dari kuarsa, framboidal pirit dan lempung. Komposisi mikroskopis serpih karbonan Formasi Ngrayong didominasi mineral kuarsa, framboidal pirit dan lempung dan sedikit maseral detrovitrinite (Gambar 11).



Gambar 10. Kenampakan mikroskopis framboidal pirit (piritik sulfur) batubara Formasi Ngrayong



Gambar 11. Kenampakan mikroskopis framboidal pirit (piritik sulfur), kuarsa dan lempung serpih karbonan Formasi Ngrayong

Bentuk karakteristik framboidal pirit dalam batubara dan serpih karbonan Formasi Ngrayong (Gambar 10 & 11) menunjukkan adanya pengaruh pasang surut air laut di daerah lingkungan transisi, sedangkan keberadaan mineral kuarsa menunjukkan sumbernya berasal dari daratan. Secara umum sistem sedimentasi pengendapan singkapan batubara dan serpih karbonan Formasi Ngrayong terletak di delta plain (Gambar 8).

KESIMPULAN

1. Lingkungan Pengendapan Formasi Ngrayong daerah Sale, Rembang, Jawa Tengah diendapkan di lingkungan transisi dari *marsh – lagoon* di daerah delta plain.
2. Fasies organik batubara dan serpih karbonan Formasi Ngrayong daerah Sale, Rembang, Jawa Tengah berada di *forest swamp* (zona pembentukan batubara) dengan jenis tumbuhan tinggi sampai *alder swamp* dengan jenis tumbuhan rendah (zona pembentukan serpih karbonan).

3. Peringkat batubara Formasi Ngrayong sub-bituminus (Rv 0,38-0,53)

DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1]. 2856-1986., A. S.-A. (1986) 'Coal Maceral Analysis. Published by The Standart Association of Australian Standart House. Allen G.P., et al., 1998. Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta, Indonesian Petroleum Association. 231p.
- [2]. Dickinson, W. R. and Suczek, C.A., 1979, Plate Tectonics and Sandstone Composition, The American Association of Petroleum Geologist Bulletin Vol. 63 no. 12, p. 2164-2182
- [3]. Husein, S., 2016. Fieldtrip Geologi Cekungan Jawa Timur Utara. Premier oil.
- [4]. Pringgoprawiro, H., 1983. Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara. "Suatu Pendekatan Baru". Disertasi Doktor. Institut Teknologi Bandung. 239 hal. Tidak dipublikasikan.
- [5]. Sribudiyani, Muschin, N., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie B., Asikin, S., Harsolumakso, H.A., dan Yulianto, I., 2003. The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon occurrences in the East Java Basin. Proceeding of Indonesian Petroleum Association 29th Annual Convention
- [6]. Stach, E., Mackowsky, M., Th., Teichmuller, M., Tailor, G.H., Chandra, D. & Techmuller, R., 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology 3th edition. Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart. p.481
- [7]. Van Bemmelen, R. W. 1949. The Geology of Indonesia, General Geology. Government Printing Office. Den Haag.
- [8]. Walker, R.G., James, N.P., 1992. Facies Models, Respons to Sea Level. Geological Association of Canada.