



Identifikasi Sebaran Batugamping Menggunakan Data Citra Landsat 8 Di Pulau Buton Bagian Selatan

Andi Fahdli Heriansyah, Citra Aulian Chalik, Muh. Hardin Wakila, Harwan, Jamal Rauf Husain, Firdaus F*

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

**Email: citraaulian@umi.ac.id*

SARI

Pulau Buton yang terletak di salah satu lengan Sulawesi bagian tenggara adalah salah satu wilayah Indonesia yang memiliki potensi batu gamping cukup besar, batu gamping terumbu tersebut telah mengalami proses geologi hingga terangkat 700 m ke permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sebaran batu gamping menggunakan Citra Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*). Penelitian ini mengolah Citra Landsat 8 kemudian dianalisis dan dilakukan beberapa metode interpretasi sehingga sebaran batugamping dapat teridentifikasi dengan baik. Metode interpretasi yang digunakan pada Citra Landsat 8 adalah metode composite band RGB (Red Green Blue), band ratios, dan band spectral. Pada data Citra Landsat 8, metode interpretasi yang dilakukan didapatkan dua klasifikasi sebaran batugamping yaitu sebaran batugamping potensi tinggi dan sebaran batugamping potensi rendah. Setelah pengolahan data Citra Landsat 8, penelitian ini juga melakukan pengecekan langsung di lapangan untuk mendukung keberhasilan dari hasil interpretasi yang dilakukan. Penelitian ini memiliki implikasi yang cukup besar untuk memanfaatkan data Citra Landsat 8 untuk tujuan eksplorasi lebih lanjut.

Kata kunci: batugamping, Landsat 8, buton selatan.

ABSTRACT

Indonesia has a large potential for industrial minerals and is spread in almost all parts of Indonesia. Buton Island, which is located in one of the southeastern arms of Sulawesi, is one of Indonesia's regions that has a large potential for limestone, the reef limestone has undergone a geological process until it was lifted 700 m to the surface. This study was to identify how the distribution of limestone using Landsat 8 OLI image data. This research was conducted by processing Landsat 8 image data and then analyzing and carrying out several interpretation methods so that the distribution of limestones can be well.

How to Cite: Heriansyah, A.F., Chalik, C.A., Wakila, M.H., Harwan, 2022. Identifikasi Sebaran Batugamping Menggunakan Data Citra Landsat 8 Di Pulau Buton Bagian Selatan. Jurnal Geomine, 10 (1): 59-74.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit 16 September 2021

Received in from 16 September 2021

Accepted 30 April 2022

Licensed By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





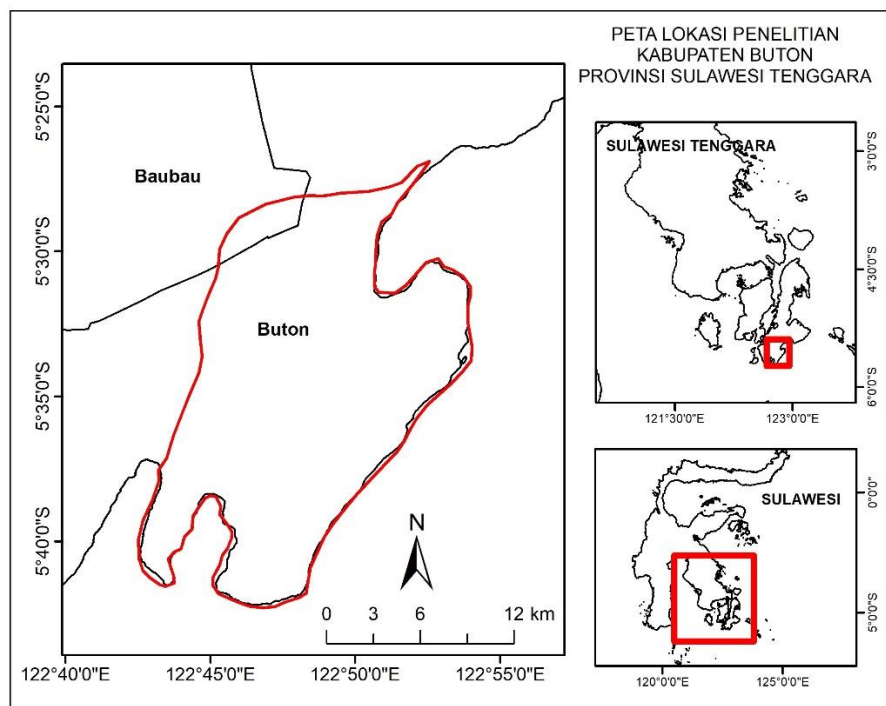
The interpretation method used in Landsat 8 imagery is the RGB (Red Green Blue) composite band method, band ratio, and band spectrum. In Landsat 8 imagery data, the interpretation method used is to obtain two classifications of limestone distribution, namely the distribution of high potential limestone and low potential limestone distribution. After processing Landsat 8 image data, this study also carried out direct checks in the study area to support the success of the results carried out. This research is large enough to utilize Landsat 8 imagery data for further exploration.

Keywords: limestone, Landsat 8, south of buton.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terus mengalami peningkatan dan pembangunan infrastruktur, hal tersebut menunjukkan penyediaan semen yang meningkat untuk bahan baku industri (Rumuidi, 2010). Batu gamping (*limestone*) adalah bahan galian non logam potensinya untuk bahan baku industri serta tersebar di beberapa wilayah di Indonesia (Shubri and Armin, 2014).

Dearah penelitian berada di Pulau Buton bagian selatan Provinsi Sulawesi Tenggara, lokasi penelitian berada pada $122^{\circ}40' - 122^{\circ}55'$ Bujur Timur dan $5^{\circ}45' - 5^{\circ}25'$ Lintang Selatan (Gambar 1)



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Wilayah Kabupaten Buton bagian selatan cukup luas untuk dilakukan eksplorasi secara langsung dimana luas daerahnya mencakup 40 km² dan objek (Batugamping) yang diamati

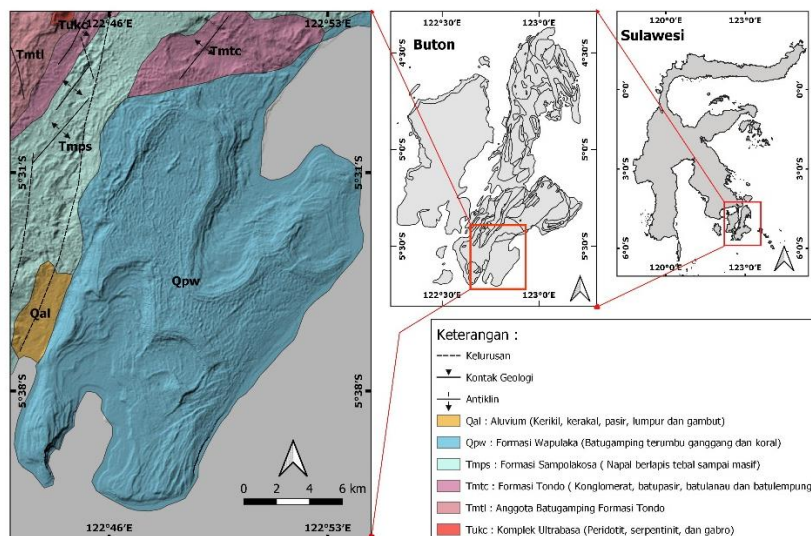
tersebut memiliki sebaran yang luas, maka perlu dilakukan metode pemetaan yang tepat dan akurat untuk mengetahui distribusi sebaran Batugamping tersebut. Daerah tersebut merupakan daerah yang prospek untuk eksplorasi batu gamping, berdasarkan karakteristik geologi Buton yang didominasi oleh kelompok batuan berumur kuartar (batugamping terumbu), yang tersebar di bagian tengah dan selatan dari Pulau Buton dan sangat khas memperlihatkan satuan undak pantai, sehingga potensi batugamping di daerah penelitian sangat berlimpah (Sikumbang, 1995). Pada penelitian sebelumnya daerah penelitian telah di eksplorasi untuk menunjukan kualitas batu gamping. Penelitian tersebut menunjukan bagaimana kualitas dan karakteristik batugamping berdasarkan analisis geokimia (Wakila *et al.*, 2021). Penelitian ini mengungkap metode pemetaan yang terbaik untuk mendelineasi zona sebaran batu gamping tersebut menggunakan citra Satelit Landsat 8 yang nantinya akan dikorelasikan dengan data Survei tinjau langsung kelapangan untuk mengetahui potensi Batugamping yang akan digunakan sebagai bahan baku industri semen, Analisis laboratorium diharapkan bisa menjadi data tambahan untuk mengetahui kualitas dan sebaran mineral yang terdapat pada batugamping daerah penelitian. Penelitian ini diharapkan menjadi pengetahuan bagi peneliti dan menjadi data dalam pemetaan batu gamping dengan menggunakan metode eksplorasi selanjutnya pada daerah Kabupaten Buton.

Geologi Daerah Penelitian

Kepingan benua yang berukuran seragam berada di Sulawesi bagian Timur dari Lengan Timur Sulawesi hingga di Kepulauan Tukang Besi (Surono and Indonesia. Badan Geologi., 2010). Kepingan Sulawesi berasal dari kepungan benua dari tepi Utara Australia (Watkinson, Hall and Ferdian, 2011).

Geologi Pulau Buton bagian Timur terdapat cekungan Buton yang di batasi oleh Laut Banda dan di Buton Selatan berbatasan dengan laut Flores serta pada Buton di bagian Barat berbatasan dengan pengunungan tengah (Hadipandoyo, 2007).

Formasi Wapulaka mendominasi jenis batuan pada daerah penelitian ini, formasi ini berumur Pliosen Akhir hingga Pleistosen terdiri dari batu gamping bioklastik. Batugamping terumbu dicirikan dengan satuan undak pantai (Sikumbang, 1995). Batu gamping terumbu terangkat ke permukaan sebagai Formasi Wapulaka. Batuan sedimen di daerah penelitian tersusun oleh batupasir gampingan, batul empung dan batu napal. Batugamping di daerah penelitian menunjukan batuan yang terangkat hingga 700 meter. (Gambar 2)



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (modifikasi dari Sikumbang 1995)

Kondisi tektonik yang berkembang di wilayah timur Sulawesi berpengaruh dengan kondisi tektonik pada Pulau Buton . Pola struktur yang berkembang di daerah penelitian dipengaruhi oleh pola tektonik Sulawesi bagian Timur dan sesar yang ada di bagian lengan tenggara Sulawesi yang berarah timurlaut-baratdaya (Arifin and Naibaho, 2016).

Penginderaan Jauh

Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi memperoleh informasi suatu objek, melalui pengolahan data yang diperoleh dengan menggunakan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek (Lillesand and Kiefer, 1979).

Analisis citra penginderaan jauh membutuhkan peta tematik, data statistik, dan data di lapangan sebagai data acuan. Hasil analisisnya menunjukkan informasi permukaan bumi, tipe bentuk lahan, keadaan lapangan, dan kondisi sumber daya alam yang di kaji. Prosesnya terdiri dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data, proses tersebut disebut Sistem Penginderaan Jauh (Purwadhi, 2001).

Data penginderaan jauh diolah terlebih dahulu sebelum data penginderaan jauh diinterpretasi. Pengolahan data penginderaan jauh diantaranya adalah koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik adalah perubahan citra hasil penginderaan jauh sehingga citra mempunyai bentuk, skala dan proyeksi (Mather, 1987). Proses selanjutnya adalah koreksi Radiometrik untuk memperbaiki piksel gambar agar sesuai dan mengurangi faktor gangguan atmosfer. Parameter interpretasi objek yang dapat dilakukan pada data penginderaan jauh yaitu warna/rona, ukuran, bentuk, pola, tekstur, dan asosiasi. Interpretasi data penginderaan jauh dapat dilakukan berdasarkan kombinasi band pada citra. Kombinasi dipilih untuk menunjukkan perbedaan yang nampak untuk membedakan litologi di daerah yang

dikaji, selain itu tekstur litologi yang nampak pada citra membantu dalam membedakan unit litologi yang lain (Simon *et al.*, 2016).

Sifat reflektansi serta absorbs gelombang elektromagnetik dari objek-objek yang ada di permukaan bumi dapat dimanfaatkan untuk proses analisis citra Landsat, sehingga informasi objek dapat diperoleh (Sabins, 1999)

METODE PENELITIAN

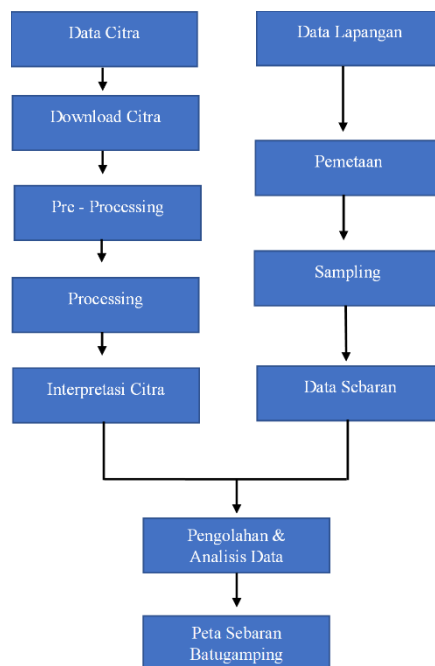
1). Data

Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 OLI (Operational Land Imager). Landsat 8 OLI memiliki resolusi 30 m (Ke *et al.*, 2015), Landsat 8 OLI dapat di download pada web <http://earthexplorer.usgs.gov>. Selain data Landsat 8 OLI, penelitian ini menggunakan data ASTER DEM (*Digital Elevation Model*) V3 sebagai data topografi.

Software atau perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data citra Landsat 8 OLI adalah ENVI (*Environment for Visualizing Images*). Perangkat lunak ENVI digunakan untuk mengolah data citra Landsat 8 mulai dari koreksi radiometrik, koreksi atmosfer, dan pemotongan data. Software membuat berbagai kombinasi atau penggabungan beberapa saluran RGB (Nurrochman, Febriani and Yuliatama, 2020)

2). Pengolaan Data

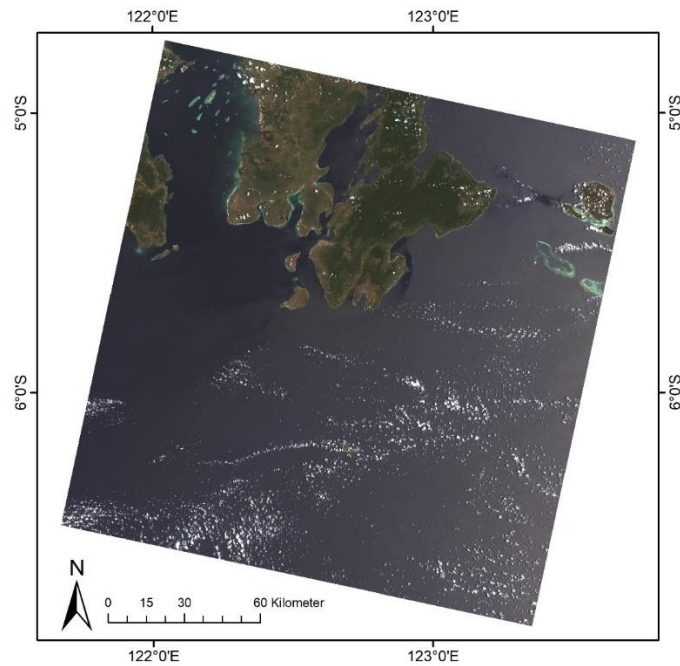
Pada Tahapan ini data citra satelit landsat 8-Oli dan data DEM dilakukan Pre-Processing dan Processing guna mengetahui sebaran Batugamping menggunakan metode *composite band* dan *Band Ratio* yaitu metode yang menggunakan kombinasi satu atau lebih band untuk peningkatan kualitas citra. Metode ini sering digunakan untuk keperluan pemetaan sebaran batuan dan lainnya.



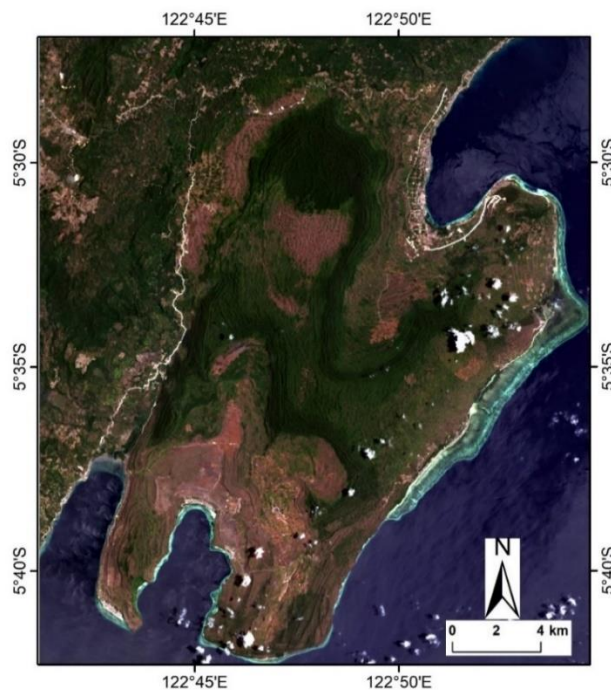
Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Landsat 8 OLI adalah koreksi radiometrik, radiometrik koreksi terdiri dari dua tahap pengolahan yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosferik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengubah Digital Number (DN) menjadi radiance dan albedo reflectance, hasil koreksi radiometrik dapat dilihat pada Gambar 4. Setelah koreksi radiometrik dilakukan koreksi atmosferik koreksi menggunakan tool FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*) pada software ENVI. Hasil FLAASH menghilangkan pengaruh atmosfer pada citra. Hasil koreksi atmosferik kemudian dilakukan subset data (pemotongan citra), citra dipotong sesuai dengan daerah penelitian (Gambar 5).



Gambar 4 Hasil koreksi radiometrik pada Landsat 8

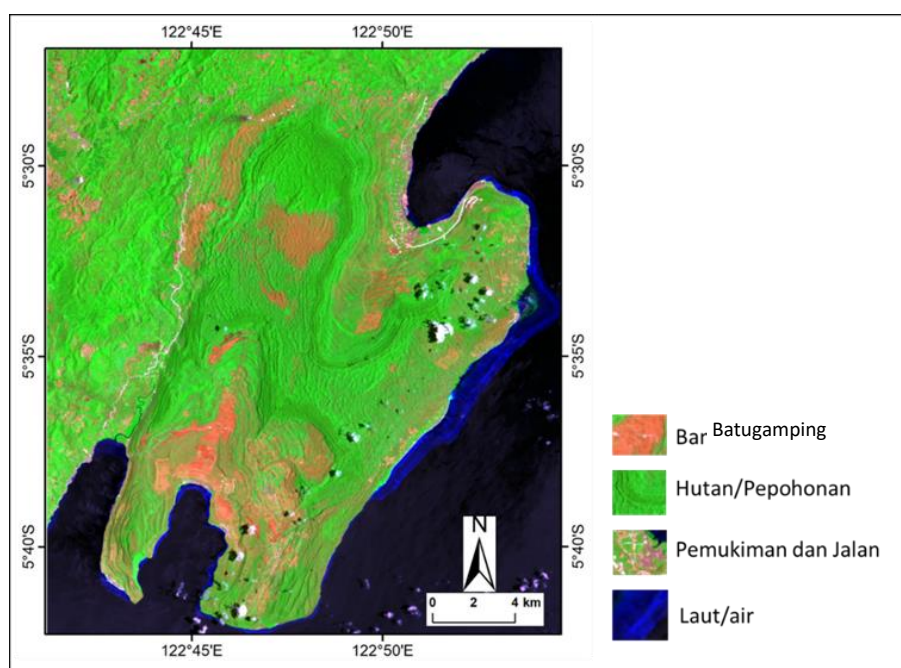


Gambar 5 Hasil koreksi atmosferik dan pemotongan citra pada Landsat 8

a. Composite band

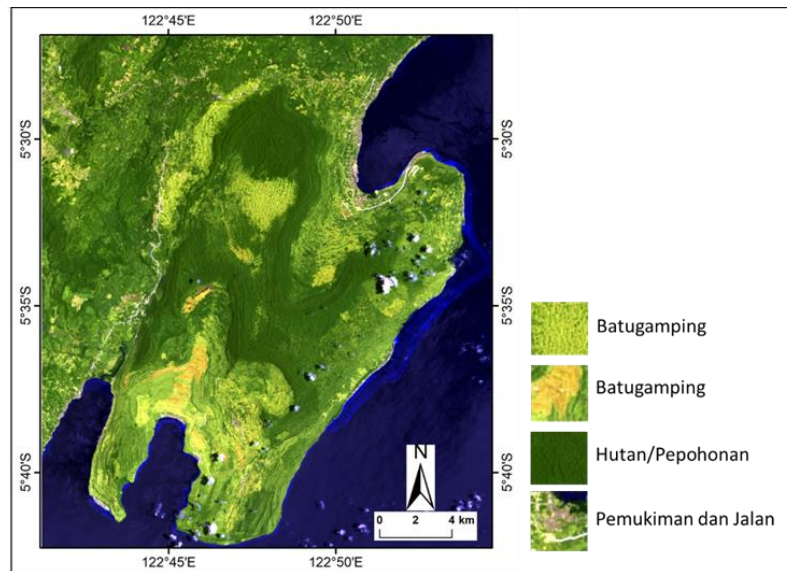
Composite band red-green-blue (RGB), Landsat 8 OLI terdiri dari Band 1 sampai Band 8, band 1 tidak digunakan untuk mendeteksi fitur geolog karena band tersebut dirancang untuk air panai dan aerosol. Citra dengan kombinasi RGB alami atau Natural Composite Band digunakan band 4,3,2 (Red: Band 4, Green: Band 3, dan Blue : Band 2). Kombinasi band yang

digunakan untuk mendeteksi batugamping adalah 753 (Red: Band 7, Green: Band 5, Blue : Band 3), band 7 (SWIR 2) memiliki panjang gelombang 2.11-2.29 μm , band 5 (Near Infrared) memiliki panjang gelombang 0.85-0.88 μm , dan band 3 (Green) memiliki panjang gelombang 0.53-0.59 μm . Kombinasi band tersebut dapat menampilkan warna merah muda terang pada daerah-daerah yang terkonfirmasi adanya batugamping. Hutan atau pohon diidentifikasi dengan warna hijau, pemukiman diidentifikasi dengan warna ungu dan garis putih teridentifikasi sebagai jalan, selain itu biru dan hitam diidentifikasi sebagai laut atau air Gambar 6.



Gambar 6 Kombinasi band citra Landsat 8 RGB : 753

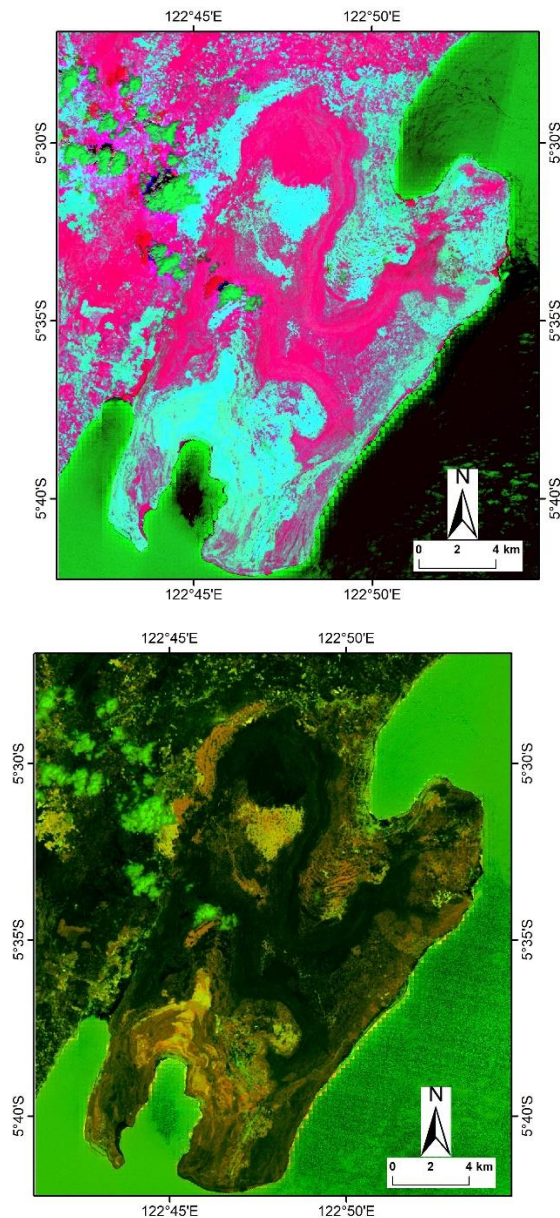
Kombinasi band lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan batu gamping adalah kombinasi band 7,6,2 (RGB : 762), band 7 (SWIR 2) dengan panjang gelombang 2.11-2.29 μm , band 6 (SWIR 1) dengan panjang gelombang 1.57-1.65 μm , dan band 2 (Blue) memiliki panjang gelombang 0.45-0.51 μm . Band 7 dipilih untuk warna RGB sebagai perwakilan fitur penyerapan batuan di wilayah SWIR karena Al-OH, Fe, Mg-OH dan CO₃. Batuan dengan nilai emisivitas tinggi dicirikan dengan mineral silikat yang tinggi. Spektrum gamping menunjukn reflektansi yang tinggi pada band 6 dan menunjukan serapan yang rendah pada band 7, kemungkinan disebabkan oleh alterasi gipsum dan lempung yang lemah, oleh karena itu membandingkan band 7 dan band 6 pada landsat 8 bisa digunakan untuk mengekstrak batugamping. Pada Gambar 7, batu gamping ditunjukan dengan warna hijau kekuningan, hutan/pepohonan ditunjukan oleh warna hijau tua, sedangkan pemukiman ditunjukan oleh warna ungu dan putih.



Gambar 7. Kombinasi band citra Landsat 8 RGB : 762

b. Band Ratio

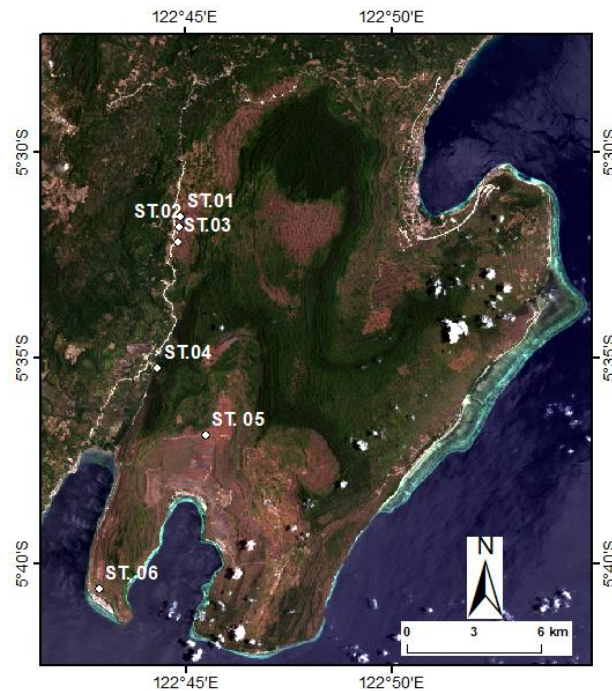
Dua band yang dikombinasikan untuk setiap warna dipilih untuk mengekstraksi lebih baik unit geologi dan zona mineralisasi yang ada. Kombinasi dua band tersebut untuk setiap warna disebut dengan band rasio (Band Ratio). Band rasio yang digunakan untuk mengekstrak batugamping adalah $R5/4$, $G6/5$, $B72$, batugamping menunjukkan warna biru-putih terang. Band rasio lainnya yang digunakan adalah $R6/5$, $G7/6$, $B4/7$ batugamping menunjukkan warna kuning-coklat (Gambar 8)



Gambar 8. Band rasio R5/4, G6/5, B72 (kiri), R6/5, G7/6, B4/7 (kanan)

Pengambilan Data Lapangan

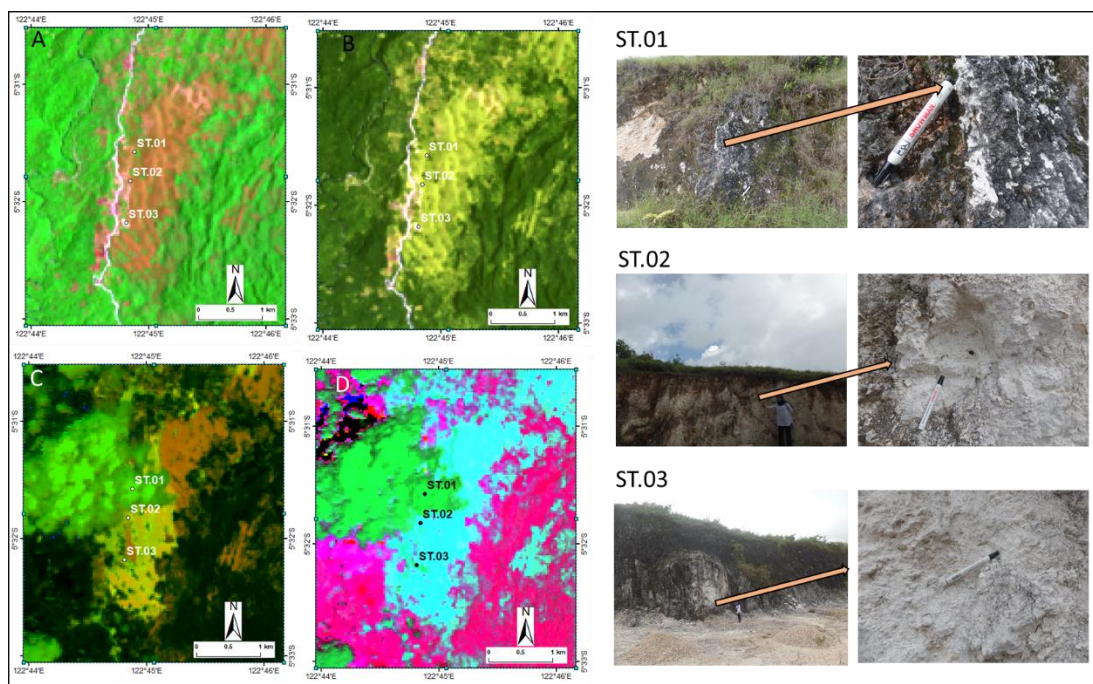
Pengambilan sampel batuan di lapangan untuk mengidentifikasi keberadaan batugamping di lapangan, serta mengetahui karakteristik batugamping di lokasi penelitian. Lokasi pengambilan sampel terdiri dari 6 lokasi yang tersebar dari utara ke selatan (Gambar 9). Setiap lokasi diidentifikasi terdapat singkapan batugamping dan terdapat tambang batugamping.



Gambar 9. Titik pengambilan sampel

ST.01, ST.02, dan ST.03

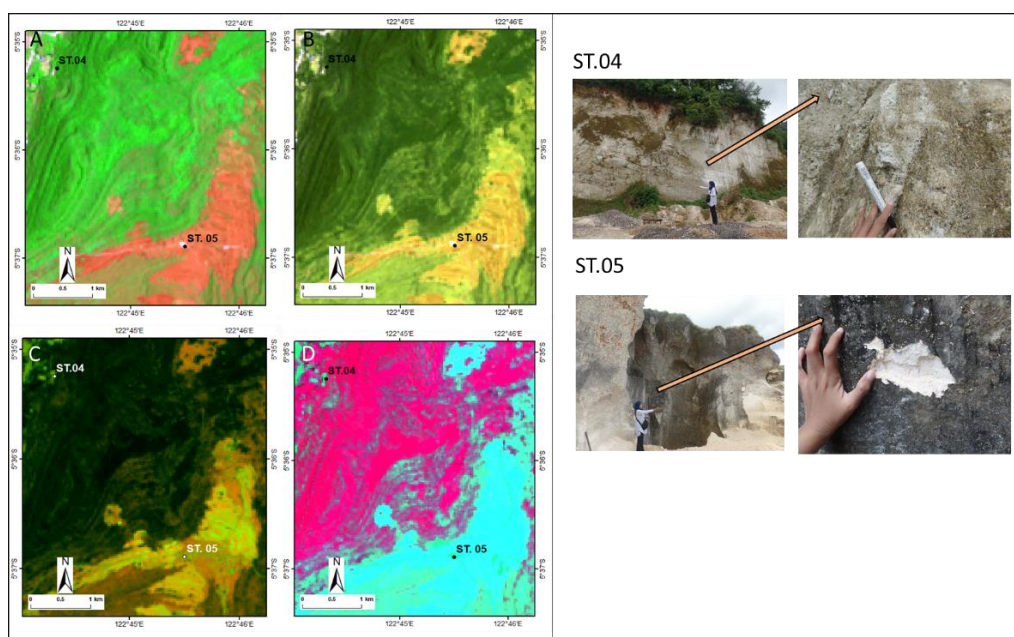
Lokasi ST.01, ST.02, dan ST.03 berada dipinggir jalan, masing masing lokasi saling berdekatan. ST. 01 merupakan singkapan dipinggir jalan yang diidentifikasi sebagai batugamping. ST.02 berada $\pm$ 800 m dari ST.01, dan ST.03 merupakan tambang rakyat batugamping. Lokasi pengambilan sampel di plot pada peta Landsat 8 kombinasi band RGB: 753, RGB: 762, R5/4, G6/5, B72, dan R6/5, G7/6, B4/7 (Gambar 10). Kenampakan batuan dilapangan menunjukan daerah teridentifikasi sebagai batugamping, dimana RGB: 753 menunjukan warna coklat-merah muda, RGB: 762 menunjukan warna kuning-hijau, R6/5, G7/6, B4/7 menunjukan warna kuning-coklat, dan R5/4, G6/5, B72 menunjukan warna biru-hijau



Gambar 10 Lokasi pengambilan sampel ST.01, ST.02, dan ST.03 diplot pada peta citra Landsat kombinasi band RGB : 753 (A) , RGB : 762 (B) , R6/5, G7/6, B4/7(C), dan R5/4, G6/5, B72 (D)

ST.04 dan ST.05

Lokasi ST.04 dan ST.05 diplot pada citra Landsat 8 untuk menunjukkan kenampakan warna yang dihasilkan oleh setiap kombinasi band (Gambar 11).

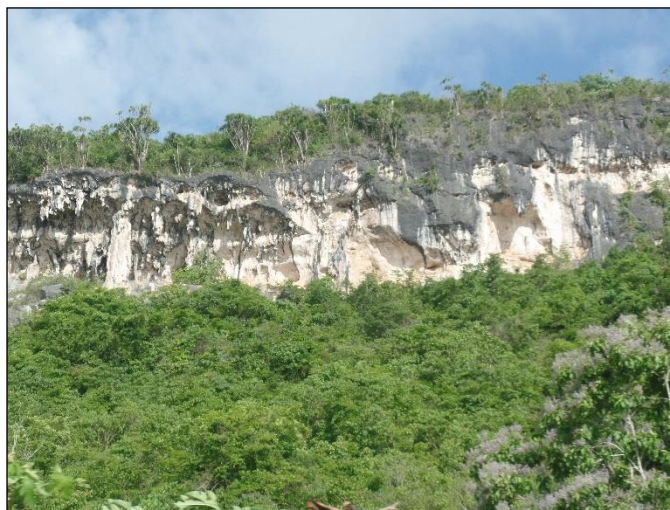


Gambar 11 Lokasi pengambilan sampel ST.04 dan ST.05 diplot pada peta citra Landsat kombinasi band RGB : 753 (A) , RGB : 762 (B) , R6/5, G7/6, B4/7(C), dan R5/4, G6/5, B72 (D)

Lokasi ST.04 merupakan bekas tambang batugamping oleh masyarakat setempat, bekas bukaan terlihat singkapan batugamping. Pada ST.05 merupakan tambang batugamping yang sedang beroperasi, tambang tersebut merupakan tambang rakyat yang menggunakan peralatan sederhana untuk mengambil batugamping. Pada citra Landsat 8. Kenampakan batuan dilapangan menunjukan daerah teridentifikasi sebagai batugamping, dimana RGB: 753 menunjukan warna coklat-merah muda, RGB: 762 menunjukan warna kuning-coklat, R6/5, G7/6, B4/7 menunjukan warna hijau-kuning, dan R5/4, G6/5, B72 menunjukan warna biru-hijau.

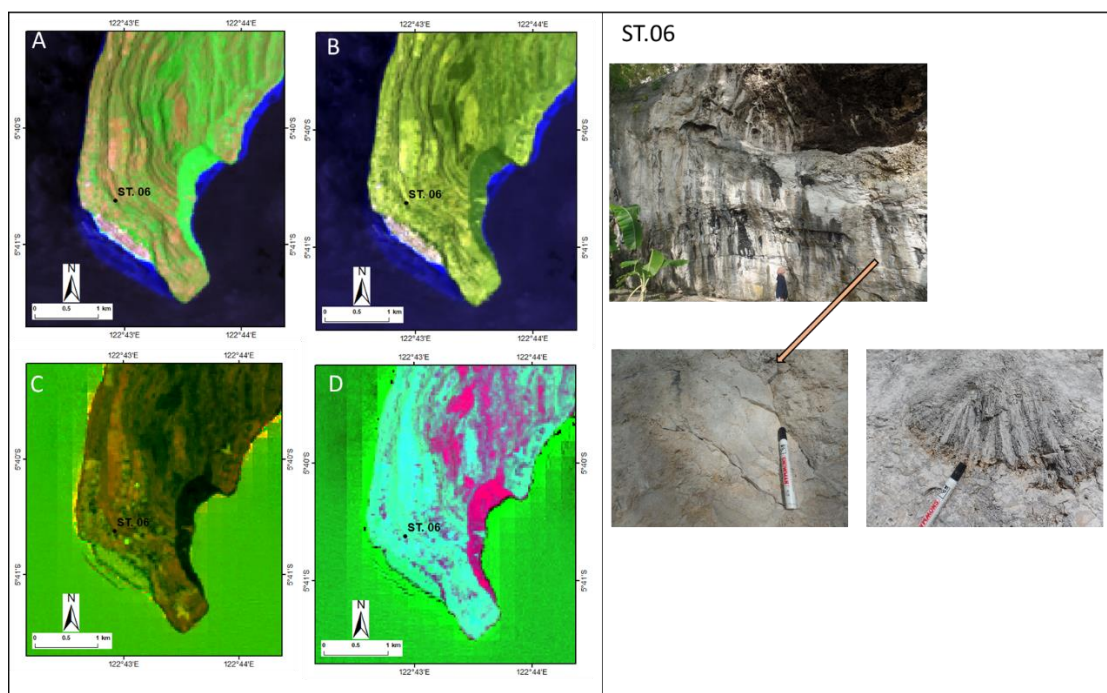
ST.06

Lokai ST.06 merupakan lokasi yang berdekatan dengan pantai, sepanjang perjalanan menuju pantai peneliti menemukan perbukitan yang teridentifikasi sebagai batugamping (Gambar 12), lokasi tersebut memiliki lereng yang cukup curam sehingga sulit untuk di akses.



Gambar 12 Kenampakan batugamping diperbukitan sekitar lokasi ST.06

Lokasi ST. 06 di plot pada citra Landsat 8 untuk menunjukan kenampakan warna yang dihasilkan oleh setiap kombinasi band (Gambar 12)

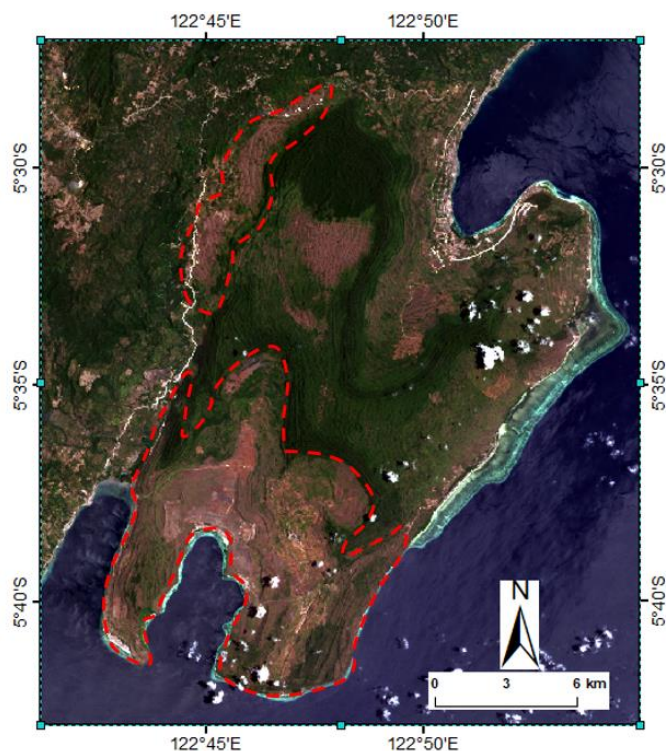


Gambar 13. Lokasi pengambilan sampel ST.04 dan ST.05 diplot pada peta citra Landsat kombinasi band RGB : 753 (A) , RGB : 762 (B) , R6/5, G7/6, B4/7(C), dan R5/4, G6/5, B72 (D)

Foto batuan pada sampel T.06 menunjukkan batugamping koral, berwarna putih hingga kekuning-kuningan, pada foto batuan sampel T.06 terdapat juga kenampakan fosil sisa-sisa tumbuhan yang terendapkan dan membatu bersama batugamping. Kenampakan batuan dilapangan menunjukkan daerah teridentifikasi sebagai batugamping, dimana RGB: 753 menunjukkan warna coklat-merah muda, RGB: 762 menunjukkan warna kuning-hijau, R6/5, G7/6, B4/7 menunjukkan warna kuning-coklat, dan R5/4, G6/5, B72 menunjukkan warna biru-hijau (Gambar 13)

Peta Sebaran Batugamping

Peta sebaran batugamping menunjukkan sebaran batugamping berdasarkan identifikasi warna dari citra Landsat 8, selain itu validasi keberadaan batugamping dilapangan juga dilakukan untuk menunjukkan kenampakan batugamping.



Gambar 14. Peta sebaran batugamping yang teridentifikasi

KESIMPULAN

Kenampakan batuan dilapangan pada daerah teridentifikasi sebagai batugamping, dimana RGB: 753 menunjukan warna coklat-merah muda, RGB: 762 menunjukan warna kuning-hijau, R6/5, G7/6, B4/7 menunjukan warna kuning-coklat, dan R5/4, G6/5, B72 menunjukan warna biru-hijau. Hasil menunjukkan bahwa Landsat-8 memiliki kemampuan luar biasa untuk menghasilkan spektral informasi untuk mengidentifikasi vegetasi, oksida besi/hidroksida dan mineral lempung dan karbonat, mineral silikat dan satuan litologi untuk keperluan eksplorasi. Penelitian ini menunjukkan implikasi yang signifikan untuk ahli geologi untuk memanfaatkan data Landsat-8 OLI/TIRS untuk eksplorasi batugamping

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LP2S UMI yang telah membiayai penelitian ini, Fakultas Teknologi Industri UMI, Prodi Teknik Pertambangan UMI dan tim eksplorasi di daerah penelitian,

REFERENSI

Arifin, L. and Naibaho, T. (2016) 'STRUKTUR GEOLOGI DI PERAIRAN PULAU BUTON SELATAN', *JURNAL GEOLOGI KELAUTAN* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.32693/jgk.13.3.2015.269>.

- Hadipandoyo, S. (ed.) (2007) *Kuantifikasi sumberdaya hidrokarbon Indonesia / tim penyusun, Sasongko Hadipandoyo [and seven others]*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Lemigas.
- Ke, Y. *et al.* (2015) 'Characteristics of Landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in-situ observations', *Remote Sensing of Environment*, 164. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.04.004>.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (1979) 'Remote sensing and image interpretation.', *Remote sensing and image interpretation*. [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.2307/634969>.
- Mather, P.M. (1987) 'Computer processing of remotely-sensed images: an introduction', *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.2307/633899>.
- Nurrochman, A., Febriani, R. and Yuliatama, V.P. (2020) 'Aplikasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS Dalam Mengidentifikasi Alterasi Hidrotermal Skala Regional; Studi Kasus Kecamatan Suoh dan Bandar Negeri Suoh', *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 1(2). Available at: <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i2.41>.
- Purwadhi, F.S.H. (2001) *Interpretasi citra digital*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2001.
- Rumuidi, S. (2010) 'Bahan galian Industri.'
- Sabins, F.F. (1999) 'Remote sensing for mineral exploration', *Ore Geology Reviews*, 14(3-4). Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-1368\(99\)00007-4](https://doi.org/10.1016/S0169-1368(99)00007-4).
- Shubri, E. and Armin, I. (2014) 'PENENTUAN KUALITAS BATU KAPUR DARI DESA HALABAN KABUPATEN LIMA PULUH KOTA DI LABORATORIUM DINAS ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL PROVINSI SUMATERA BARAT', *ABSTRACT OF UNDERGRADUATE RESEARCH, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, BUNG HATTA UNIVERSITY*, 3(4). Available at: <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTI/article/view/2621>.
- Sikumbang, N. (1995) 'Peta geologi lembar Buton, Sulawesi Tenggara Geological map of the Buton sheet, Southeast Sulawesi'. Bandung, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Simon, N. *et al.* (2016) 'Best band ratio combinations for the lithological discrimination of the Dayang Bunting and Tuba Islands, Langkawi, Malaysia', *Sains Malaysiana*, 45(5).
- Surono, 1955- and Indonesia. Badan Geologi. (2010) *Geologi lengan tenggara Sulawesi: publikasi khusus*. Badan Geologi Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Wakila, M.H. *et al.* (2021) 'ANALISA KUALITAS BATUGAMPING SEBAGAI BAHAN BAKU SEMEN PADA DAERAH WAANGU-ANGU KAB. BUTON PROV. SULAWESI TENGGARA', *Jurnal GEOSAPTA*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.20527/jg.v7i1.8623>.
- Watkinson, I.M., Hall, R. and Ferdian, F. (2011) 'Tectonic re-interpretation of the Banggai-Sula-Molucca Sea margin, Indonesia', *Geological Society Special Publication*, 355, pp. 203-224. Available at: <https://doi.org/10.1144/SP355.10>.