

Identifikasi dan Karakterisasi Endapan Tsunami Berdasarkan Studi Sedimentologi dan Paleontologi di Desa Air Pinang dan Desa Sambai, Pulau Simeulue, Provinsi Aceh

Khansa Mutia Yahya¹, Anis Kurniasih¹, Purna Sulastya Putra², Reddy Setyawan^{1*}, Jenian Marin¹, Septriono Hari Nugroho², Eko Yulianto², Wahyu Krisna Hidajat¹

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, Tembalang, Semarang, 50275

²Pusat Riset Geoteknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Sangkuriang, Bandung, Jawa Barat, 40135
Email: reddy@live.undip.ac.id

Abstract

Identification and Characterization of Tsunami Deposits Based on Sedimentology and Paleontology Studies at Air Pinang and Sambai Village, Simeulue Island, Aceh Province

Simeulue Island, Aceh Province is one of the areas that affected by the tsunami due to the Sumatra-Andaman earthquake. A lot of research about tsunami sediments around Aceh and Simeulue Island has been conducted, but there are only few in the eastern Simeulue. In 2017, the geological coastal chapter team of the 'Widya Nusantara Expedition' LIPI did the research and took samples including SIM 5A in Air Pinang Village and SIM 5C in Sambai Village. The study aims to determine the characteristic of tsunami deposits by sedimentological and paleontological data. The research continue with laboratory analysis which are granulometric analysis, X ray Fluorescence (XRF), Loss of Ignition (LoI) and diatom abundance. Based on granulometry analysis, the candidate of SIM 5A has a grain size is bimodal - unimodal pattern, very coarse silt - coarse silt, poorly sorted - very poorly sorted. While SIM 5C has fine sand - very coarse silt, distribution patterns are unimodal, bimodal and trimodal. LoI analysis shows average value of carbonate material 26,26% with organic material value 15,37% while SIM 5C has average value of carbonate material 13,42% and organic material value 6,55%. The candidate of both samples has the dominant chemical composition of Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca, Ti. Paleontological analysis of tsunami deposit has diatom species with three different salinity environments: air tawar, air payau and marine. In conclusion, all of the results show that tsunami candidates are proven to be tsunami deposit. Differents of characteristic deposits influenced by factors such as micro-topography and post-deposition process.

Keywords : Simeulue, tsunami deposits, sedimentology, paleontology, diatom

Abstrak

Pulau Simeulue, Provinsi Aceh merupakan salah satu daerah yang mengalami dampak tsunami akibat gempa Sumatra-Andaman. Penelitian mengenai endapan tsunami di sekitar Aceh dan Pulau Simeulue sudah banyak dilakukan, namun masih sedikit pada daerah Simeulue bagian timur. Pada tahun 2017 Tim Geologi coastal chapter 'Ekspedisi Widya Nusantara' LIPI melakukan penelitian dan pengambilan sampel diantaranya SIM 5A pada Desa Air Pinang dan SIM 5C pada Desa Sambai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik endapan tsunami secara sedimentologi dan paleontologi. Pada kedua sampel tersebut masing-masing ditemukan satu kandidat endapan tsunami. Penelitian dilanjutkan dengan analisis laboratorium berupa analisis granulometri, X-Ray Fluorescence (XRF), Loss of Ignition (LOI) dan kelimpahan diatom. Analisis granulometri menunjukkan kandidat endapan tsunami SIM 5A memiliki distribusi ukuran butir pola bimodal - unimodal dengan ukuran lanau sangat kasar - lanau kasar, sortasi jelek - sangat jelek, sedangkan SIM 5C memiliki ukuran butir pasir halus - lanau sangat kasar, distribusi ukuran butir pola unimodal, bimodal dan trimodal. Analisis LOI memberikan nilai rata-rata material karbonat 26,26% dengan rata-rata material organik 15,37% sedangkan SIM 5C memiliki nilai rata-rata material karbonat 13,42% dan rata-rata material organik 6,55%. Endapan kandidat tsunami kedua sampel tersebut memiliki komposisi kimia dominan berupa Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca, Ti. Analisis paleontologi pada endapan tsunami memiliki spesies diatom dengan tiga lingkungan salinitas berbeda yaitu tawar, payau, asin. Keseluruhan hasil analisis menunjukkan bahwa kandidat endapan tsunami terbukti endapan tsunami. Perbedaan karakteristik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti mikrotopografi dan proses pasca pengendapan.

Kata kunci : Simeulue, endapan tsunami, sedimentologi, paleontologi, diatom

PENDAHULUAN

Kejadian tsunami disebabkan oleh beberapa hal yang di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh gempa bumi dan sebagian kecil lainnya oleh letusan gunung api (Diposaptono dan Budiman, 2005). Menurut catatan sejarah, tsunami di Pulau Simeulue umumnya disebabkan oleh pergeseran permukaan lantai samudera yang mengakibatkan naiknya muka air laut dan membentuk tsunami (Atwater *et al.*, 1999). Menurut penelitian, telah terjadi empat kali tsunami di Pulau Simeulue yaitu tahun 2005, 2004, 1907, dan 1861 (Yulianto *et al.*, 2008). Pulau Simeulue, Provinsi Aceh merupakan salah satu daerah yang mengalami tsunami akibat gempa Sumatra-Andaman. Moore *et al.*, (2006) dalam penelitiannya di barat laut Aceh menghasilkan endapan tsunami Aceh 2004 dengan ketebalan 5 - 20 cm pada kedalaman 50 - 400 menggunakan analisis besar butir. Whitlow (2008) dalam penelitiannya di Simeulue berhasil mengidentifikasi karakteristik endapan tsunami yang dihasilkan oleh kejadian tsunami tahun 1861 dan 2004, sementara Fujino *et al.*, (2014) melakukan penelitian dentritus karang dan penentuan umur tsunami 1861 dan 1907 di Pulau Simeulue, Aceh.

Menurut Goff *et al.*, (2010); Chagué-Goff *et al.*, (2011); Ramírez-Herrera *et al.*, (2012) penggabungan analisis sedimentologi dengan metode lainnya penting dilakukan untuk meningkatkan akurasi identifikasi endapan tsunami. Analisis laboratorium dilakukan untuk mengidentifikasi adanya lapisan tsunami yang selanjutnya untuk mengetahui ciri khas sedimentologi dan paleontologi pada endapan tsunami Pulau Simeulue. Analisis sedimentologi dalam studi endapan tsunami dapat digunakan untuk merekonstruksi kejadian tsunami serta memberikan informasi mengenai sumber material sedimen dan proses hidrodinamik tsunami (Font *et al.*, 2013). Analisis paleontologi dapat memberikan informasi penting mengenai sumber sedimen berasal berdasarkan lingkungan hidup diatom yang ditemukan pada lapisan tersebut (Nentwig *et al.*, 2018).

Penelitian dilakukan melalui pemboran tangan pada daerah Simeulue Timur. Sampel intibor SIM 5A diambil pada daerah Desa Air Pinang, sedangkan intibor SIM 5C diambil pada Desa Sambay. Jarak pengambilan sampel pada Desa Air dari pantai 200 meter ditargetkan untuk menunjukkan karakteristik endapan tsunami yang jauh dari lingkungan laut dan masih dipengaruhi sungai, sedangkan pengambilan sampel pada Desa Sambay berjarak dari pantai 50 meter dan diambil pada bekas daerah permukiman yang terkena gelombang tsunami.

MATERI DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian dari empat tahap yaitu: (1) Tahap persiapan merupakan tahap berupa studi literatur dan studi geologi yang sesuai dengan permasalahan dalam penelitian serta jurnal atau publikasi terdahulu yang mencakup tentang penelitian ini. (2) Tahap survei lapangan untuk menentukan lokasi titik pengambilan sampel. Lokasi yang dipilih adalah lokasi yang memiliki relief cukup datar dan terbuka terhadap laut lepas. Titik pengambilan sampel berjarak sekitar 200 hingga 300 meter dari garis pantai. (3) Tahap pengambilan sampel lapangan. Sampel batuan diambil dengan metode tumbuk secara vertikal, sehingga inti batuan tertangkap di dalam pipa PVC berdiameter 3" dengan kedalaman 20 - 50cm. Sampel dideskripsi secara megaskopis untuk menentukan kemungkinan endapan kandidat tsunami. Endapan kandidat tsunami ini dianalisis lebih lanjut di laboratorium. Interval sampel yang dianalisis di laboratorium adalah 1cm. (4) Tahap analisis laboratorium merupakan tahapan yang dilakukan dengan memanfaatkan alat yang tersedia di laboratorium. Adapun analisis yang dilakukan pada tahapan ini adalah: preparasi dan deskripsi sampel, analisis granulometri (Passega, 1964), analisis x-ray fluorescence (XRF) (Chagué-Goff *et al.* 2017), analisis *loss on ignition* (LoI) (Heiri *et al.*, 2001), analisis diatom. (5) Tahap analisis data merupakan merupakan tahap pengolahan data dari masing-masing metode laboratorium yang telah dilakukan. Hasil analisis granulometri diolah menggunakan perangkat gradistat dengan klasifikasi ukuran butir menggunakan Folk dan Ward (1957). (6) Tahap penyusunan hasil dan laporan hasil merupakan penggabungan hasil analisis data dari tiap analisis laboratorium yang akan ditampilkan dan digabungkan informasinya dalam composite log dan grafik kumulatif.

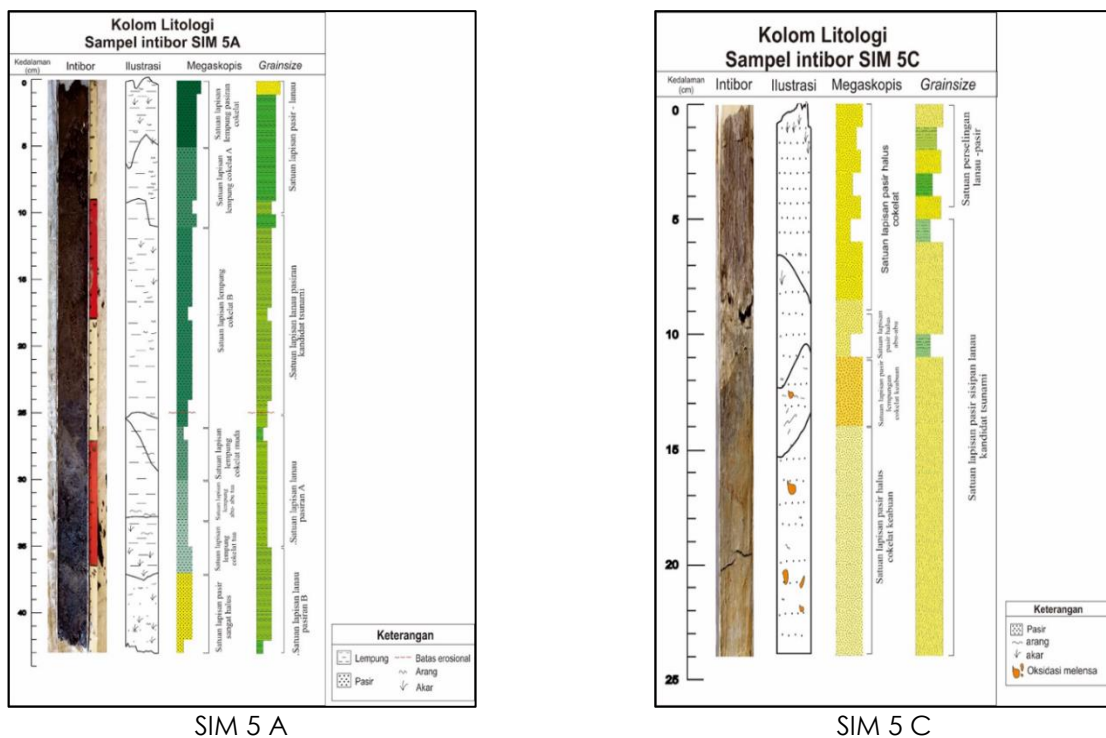
HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara megaskopis dengan urutan stratigrafi dari muda ke tua sampel intibor 5A adalah berupa Lapisan lempung pasir coklat, Lapisan lempung coklat A, Lapisan lempung coklat B, Lapisan lempung pasir coklat muda, Lapisan lempung abu-abu tua, Lapisan lempung coklat tua, dan Lapisan pasir sangat halus. Pendeskripsian megaskopis sampel intibor 5C menghasilkan data berupa empat lapisan sedimen dengan stratigrafi dari muda ke tua yaitu Lapisan pasir halus coklat, Lapisan pasir lempungan coklat keabuan, dan Lapisan pasir halus abu-abu.

Analisis Granulometri

Berdasarkan analisis granulometri sampel intibor SIM 5A dibagi menjadi empat satuan lapisan (Gambar 2), yaitu Satuan lapisan pasir – lanau, Satuan lapisan lanau pasiran kandidat tsunami, Satuan lapisan lanau pasiran A, Satuan lapisan lanau pasiran B. Lapisan lanau kandidat tsunami secara megaskopis lapisan ini yang memiliki batas yang jelas pada lapisan di bawahnya berupa *erosional abrupt contact*. Bentuk kurva modus lapisan ini berupa unimodal – bimodal yang menandakan bahwa endapan ini tersusun oleh beberapa satuan ukuran butir. Nilai rata-rata ukuran butir tergolong dalam *very coarse silt - coarse silt* (lanau sangat kasar – kasar). Nilai sortasi tergolong dalam sortasi buruk (*poorly sorted*) – sortasi sangat buruk (*very poorly sorted*). Nilai skewness tergolong dalam *near symmetrical*, sedangkan nilai kurtosis bertipe *mesokurtic* dan *leptokurtic* (Folk dan Ward, 1957).

Sampel intibor SIM 5C dapat dibagi menjadi dua satuan lapisan dengan pemerian dan penjabarannya dari muda ke tua (Gambar 1) yaitu Satuan perselingan lanau -pasir, Satuan lapisan pasir sisipan lanau kandidat tsunami. Penentuan kandidat tsunami pada lapisan ini didasarkan pada perubahan signifikan ukuran butir menghalus ke atas yang terlihat jelas pada kedalaman 5 cm dan didukung ditemukannya foraminifera pada kedalaman 9-11 cm.



Gambar 1. Kenampakan, pendeskripsian megaskopis dan grainsize sampel intibor SIM 5A dan SIM 5C

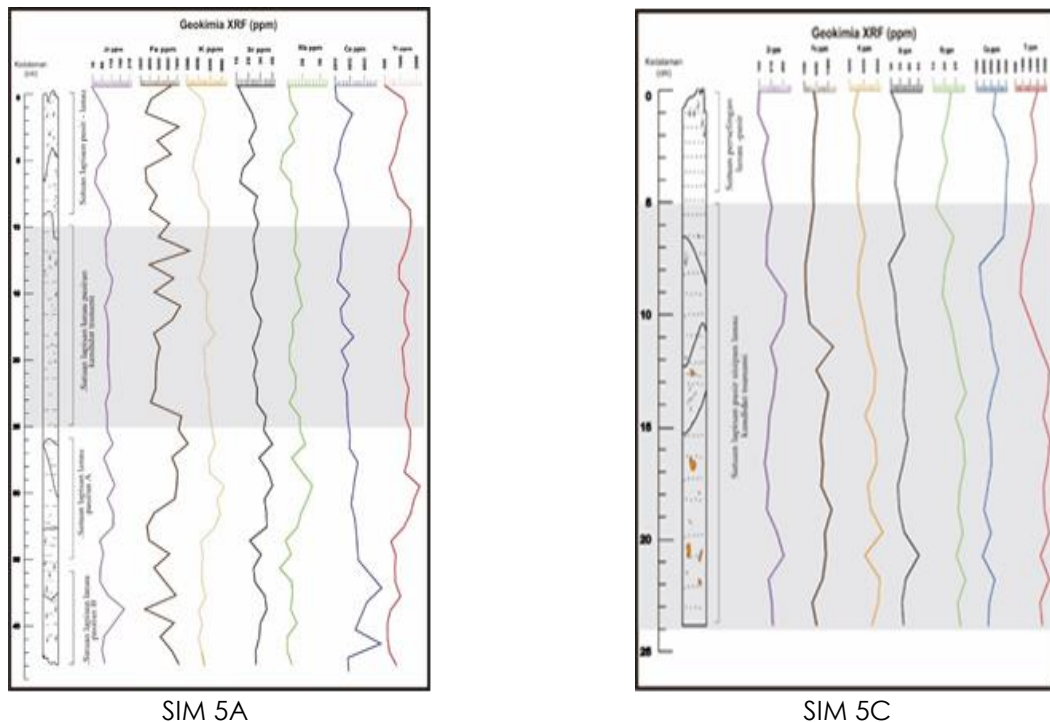
Nilai rata-rata ukuran butir pada satuan ini tergolong dalam *very fine sand* (pasir sangat halus), *fine sand* (pasir halus) dan *very coarse silt* (lanau sangat kasar). Nilai sortasi tergolong dalam sortasi buruk (*poorly sorted*) – sortasi sangat buruk (*very poorly sorted*). Nilai skewness pada lapisan ini tergolong dalam *strongly fine skewed*, *fine skewed* dan *near symmetrical*, sedangkan nilai kurtosis tergolong dalam tipe yang beragam yaitu *platykurtic*, *leptokurtic*, *very leptokurtic*, *mesokurtic* (Folk dan Ward, 1957).

Analisis XRF

Sampel intibor SIM 5A menunjukkan adanya penipisan komposisi Fe dan Ca dan Zr. Diketahui juga terdapat unsur K, Sr, Rb, Ti yang menunjukkan kenaikan konsentrasi pada lapisan lanau pasiran A, kemudian mengalami penurunan hingga lapisan pasir-lanau. Pengkayaan unsur Ca dan Fe dalam lapisan lanau pasiran B yang berbeda dengan lanau pasiran A mungkin disebabkan oleh tingginya mineral yang kaya akan Ca dan Fe. Pada studi Hawaii dan Chili (Font *et al.*, 2013) tingginya unsur Ca dan Sr tidak hanya bersumber dari cangkang, namun terkait dengan mineralogi seperti Ca feldspar yang diangkut oleh daratan oleh tsunami,

Unsur Fe kemungkinan berasal dari material arang dan akar serta oksidasi berbentuk lensa yang dapat dilihat secara megaskopis pada intibor yang digunakan sebagai indikator asal sedimen terrestrial. Adanya pola penurunan pada semua unsur kimia pada sampel SIM 5A dapat diinterpretasikan bahwa terdapat pengaruh post deposition seperti air hujan dan aktifitas manusia dapat mengubah unsur kimia endapan, sehingga tidak ditemukan adanya perubahan signifikan unsur kimia kandidat tsunami dengan endapan lainnya (Gambar 3).

Sampel intibor 5C menunjukkan adanya penurunan Ca dari lapisan lanau pasiran kandidat tsunami hingga lapisan pasir – lanau (dari 3067,552 ppm hingga 2341,578 ppm), disertai dengan kenaikan Fe (dari 5468,434 hingga 7535,405) dan Ti (1863,674 hingga 2277,716) yang dapat menunjukkan adanya perubahan lingkungan pengendapan. Ca dapat merepresentasikan indikator sedimen yang bersumber dari laut sedangkan Fe dan Ti digunakan sebagai indikator asal sedimen terrestrial.



Gambar 2. Deskripsi sampel dan fluktuasi geokimia XRF intibor SIM 5A dan SIM 5C

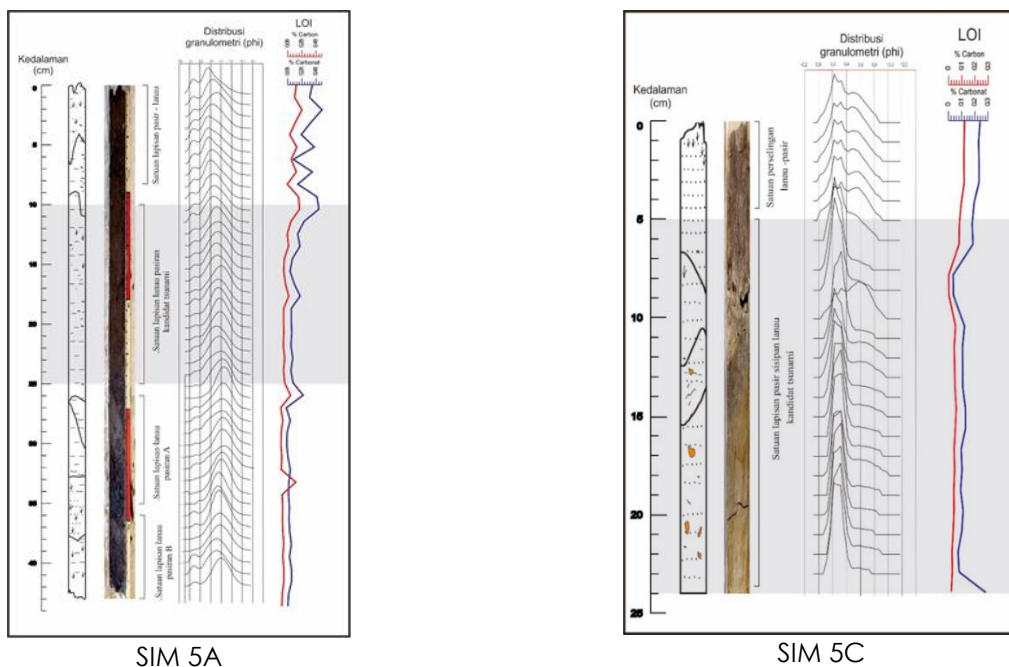
Adanya penurunan Ca disertai kenaikan Fe dan Ti dapat menunjukkan proses penggenangan atau inundation setelah gelombang tsunami terjadi. Hal tersebut semakin menguatkan teori sifat dari gelombang tsunami yang mampu mengerosi dan membawa material tererosi baik yang berasal dari laut maupun darat dan mengendapkannya dalam suatu cekungan sehingga dapat ditemukan sekaligus dua unsur kimia yang berasal dari darat dan laut dalam satu sampel (Gambar 2).

Analisis Lol

Sampel SIM 5A dan SIM 5C memiliki karakteristik yang hampir sama. Tingginya nilai rata-rata persentase kadar material organik dalam suatu lapisan umumnya berasal dari sisa tanaman atau tumbuhan seperti akar, ranting batang. Sisa tumbuhan sendiri merupakan suatu material yang kaya akan unsur karbon (C). Hal ini didukung dengan data megaskopis bahwa pada lapisan tersebut ditemukan banyak arang dan akar. Adanya proses agradasi pada material organik pada kedua sampel tersebut disebabkan oleh massa jenis organik yang lebih ringan sehingga akan cenderung diendapkan secara suspensi dan mengakibatkan menumpuknya organik pada lapisan termuda. Sedangkan persentase nilai rata-rata kadar karbonat paling tinggi dimiliki oleh lapisan paling muda atau lapisan diatas kandidat tsunami. Hal ini disebabkan material karbonat umumnya berasal dari sisa-sisa cangkang makhluk hidup (fossil) dan klastika biogenik sehingga biasanya pada lapisan paling atas akan mendapat pengaruh lebih besar oleh aktivitas pantai atau laut yang mengerosi dan mengendapkan klastika maupun cangkang. Interpretasi lain fenomena tingginya material karbonat yang berada diatas kandidat tsunami adalah berasal dari Ca feldspars dan mineral kaya silika lainnya yang terendapkan. Material karbonat yang lebih besar dibandingkan material organik pada kedua sampel tersebut dapat diinterpretasikan bahwa sampel tersebut terendapkan pada suatu kawasan yang kaya akan klastika biogenik (Gambar 3).

Analisis Diatom

Terdapat 656 spesimen diatom pada sampel intibor SIM 5A meliputi 15 famili dengan 28 spesies sedangkan sampel intibor SIM 5C memiliki 486 spesimen diatom meliputi 15 famili dan 22 spesies yang telah diidentifikasi. Hampir semua jenis diatom yang ditemukan merupakan jenis bentonik.



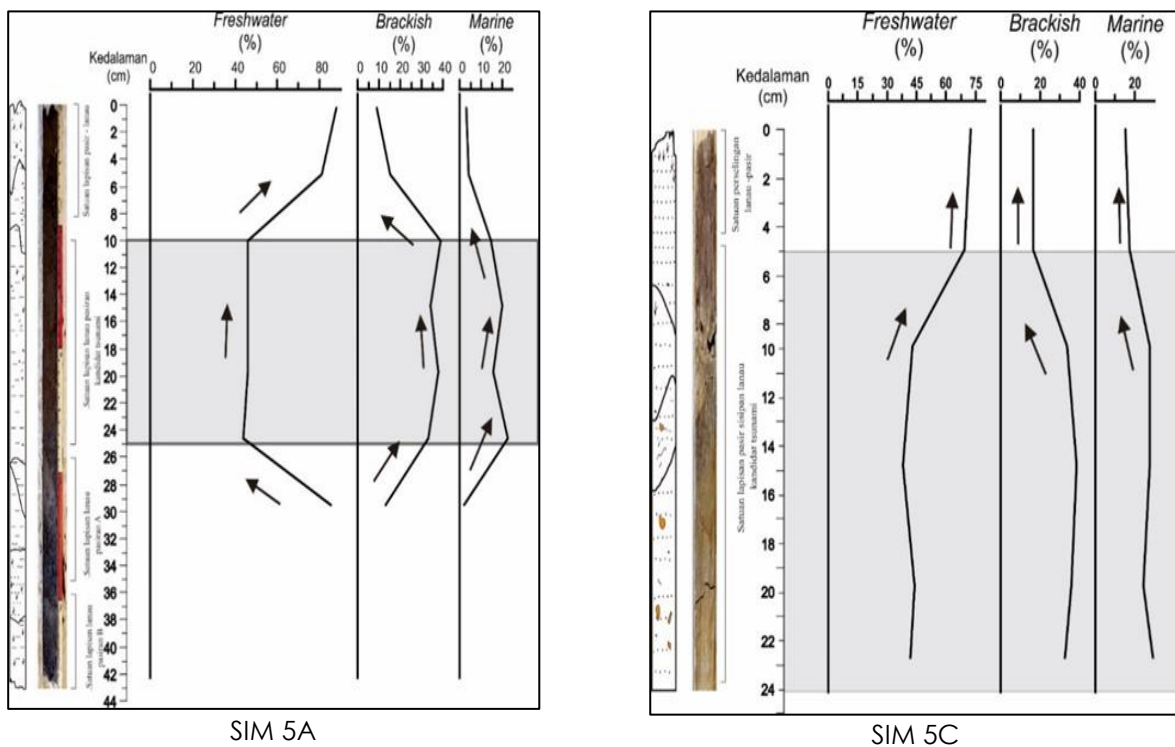
Gambar 3. Deskripsi sampel SIM 5A (atas) dan 5C (bawah). Fluktuasi kadar organik (garis merah) dan karbonat (garis biru).

Berdasarkan profil fluktuasi kelimpahan diatom menunjukkan bahwa spesies air tawar memiliki persentase yang semakin tinggi (81%) bersama dengan penurunan jumlah spesies air payau (15%) dan penurunan spesies diatom marine (4%). Kedalaman 0-1 cm menunjukkan kenaikan kelimpahan diatom air tawar (88%) disertai dengan penurunan diatom spesies air payau (9%) dan spesies marine (3%). Terdapat pola yang sama seperti pada kedalaman 30 cm - 31 cm. Berdasarkan hal tersebut tentunya pada kedalaman 10-11 cm dapat dijadikan kunci sebagai adanya perubahan lingkungan pada sampel tersebut (Gambar 4).

Sampel SIM 5C (Gambar 5) perubahan kumpulan terjadi pada bagian bawah profil (23-15) cm, spesies air tawar mengalami penurunan secara bertahap (44% - 38%) dan spesies marine yang cenderung mengalami sedikit penurunan (27% - 25%) diikuti semakin naiknya diatom spesies air payau (dari 31% hingga 37%). perubahan drastis pola dapat diamati pada kedalaman 10-5 cm, spesies diatom air tawar mengalami kenaikan secara pesat (69%). Hal tersebut berkebalikan dengan spesies air payau yang mengalami peningkatan (15%) disertai dengan spesies marine (15%), tentunya batas atas lapisan kandidat tsunami pada kedalaman 5 cm - 6 cm dapat dijadikan kunci sebagai adanya perubahan lingkungan yang terjadi. Semakin meningkatnya kelimpahan spesies air tawar (72%) diikuti dengan semakin menurunnya spesies air payau (15%) dan marine (13%). Adanya spesies marine dan backwash serta ditemukan lebih banyak katub hancur dibandingkan lapisan lainnya memperkuat bukti adanya endapan tsunami.

Interpretasi Karakteristik Endapan Tsunami

Berdasarkan analisis laboratorium yang telah dilakukan menghasilkan suatu kesimpulan bahwa kandidat endapan tsunami terbukti merupakan endapan tsunami. Karakteristik endapan tsunami sampel SIM 5A yang ditemukan memiliki beberapa persamaan dan perbedaan dengan sampel SIM 5C. Perbedaan tersebut terdapat dalam berbagai aspek fisik meliputi granulometri, komposisi kimia dan kelimpahan diatom, adapun perbedaan dan persamaan karakteristik dari kedua sampel tersebut (Tabel 1.)



Gambar 4. Kelimpahan diatom sampel intibor SIM 5A (atas) dan SIM 5C (bawah) berdasarkan kumpulan salinitas (air tawar, air payau, marine).

Tabel 1. Karakteristik Endapan tsunami SIM 5A dan SIM 5C

Parameter Fisik	SIM 5A	SIM 5C
Ketebalan lapisan tsunami	16 cm (10 cm – 25 cm)	20 cm (5 cm – 24 cm)
Tipe endapan tsunami	Dominasi lanau	Dominasi pasir
Bidang batas erosional	25 cm - 26 cm	-
Cangkang foraminifera	-	9 cm - 11 cm
Suksesi partikel	<i>Coarsening upward</i>	<i>Fining upward</i>
Mode	<i>Unimodal, bimodal</i>	<i>Unimodal, bimodal, trimodal</i>
Mean	4,967 ϕ - 5,963 ϕ (<i>Very coarse silt – coarse silt</i>)	2,786 ϕ - 4,156 ϕ (<i>Fine sand – very coarse silt</i>)
Sortasi	1,721 ϕ - 2,205 ϕ (<i>Poorly sorted – Very poorly sorted</i>)	1,027 ϕ - 2,111 ϕ (<i>Poorly sorted – Very poorly sorted</i>)
Skewness	-0,074 - 0,022 (<i>symmetrical</i>)	-0,075 - 0,502 (<i>symmetrical – very fine skewed</i>)
Material Organik	15,37%	6,55%
Material Karbonat	26,26%	13,42%
Komposisi Kimia XRF	Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca, Ti	Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca, Ti
Diatom	45% spesies air tawar 36% spesies air payau 19% spesies marine	48% spesies air tawar 29% spesies air payau 23% spesies marine

Tebalnya lapisan tsunami disebabkan oleh keberadaan dan ketersediaan sedimen geometri cekungan, serta besaran dan kejadian tsunami. Adanya perbedaan karakteristik tipe endapan tsunami pada SIM 5A yang didominasi pasir dengan lapisan partikel sedimen mengkasar ke atas (*coarsening upward*) dan SIM 5C yang didominasi lanau dengan lapisan partikel sedimen menghalus ke atas (*fining upward*) dipengaruhi oleh ketersediaan sumber sedimen, variasi topografi lokal dan geomorfologi batimetri, massa air gelombang tsunami yang mencapai daratan serta proses-proses pasca pengendapan, misalnya aktivitas manusia, hujan, bioturbasi dan aliran air permukaan (Putra *et al.*, 2013). Bentuk mode berupa unimodal – polimodal dengan sortasi buruk hingga sangat buruk menandakan bahwa pada kejadian tsunami, aliran yang terbentuk berupa turbulents sehingga mampu mencampur adukkan material yang terbawa. Ukuran butir endapan tsunami dan skewness yang dihasilkan memperlihatkan bahwa memiliki ukuran butir halus yang mengindikasikan bahwa gelombang tsunami membawa material yang diduga merupakan sedimen laut dalam yang dihasilkan oleh proses suspension.

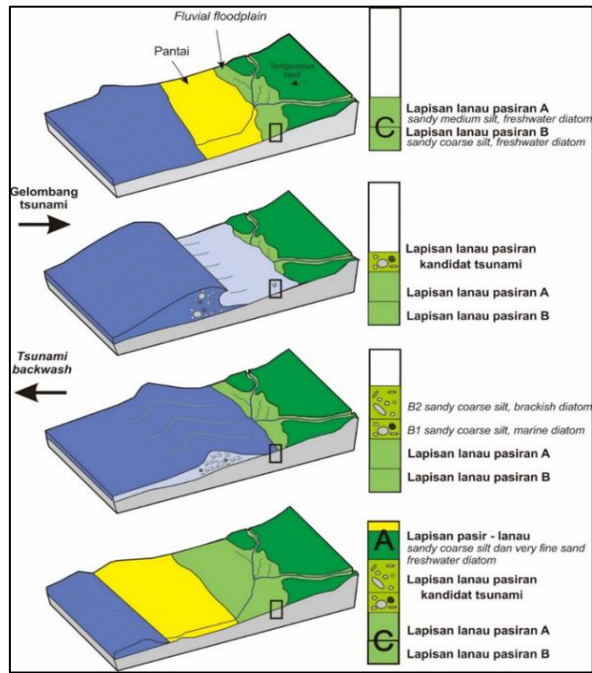
Interpretasi Proses Pembentukan Endapan Tsunami Sampel Intibor SIM 5A

Proses awal dimulai dengan pembentukan jebakan kandidat tsunami berupa cekungan antar punggung (*swale*), adanya lapisan lanau pasiran A dan lapisan lanau pasiran B mengindikasikan adanya cekungan pada floodplain hal tersebut dibuktikan dengan ukuran butir lanau dengan material ranting dan akar pada lapisan tersebut. Lapisan lanau pasiran kandidat tsunami dibagi menjadi 2 sub bagian. Pada B1 merupakan proses *run up* yang membawa material sedimen ukuran halus berasal dari endapan laut sehingga ditemukan adanya ukuran butir *very fine sandy coarse silt* (lanau kasar kepasiran sangat halus) dengan spesies diatom marine. Transisi antara B1 dan B2 ditandai oleh adanya diatom spesies air payau, yang mana proses backwash membawa material sedimen darat dan pantai disertai dengan diatom spesies air payau. Selain itu hipotesis adanya pengaruh arus backwash pada sub unit B2 adalah sudah adanya pengaruh dari terrestrial seperti masukan sedimen terrestrial hulu. Hal ini didukung dengan peningkatan komposisi Ti dan Fe. Meskipun bagian atas lapisan tsunami tidak memiliki ukuran yang lebih halus dibandingkan dengan

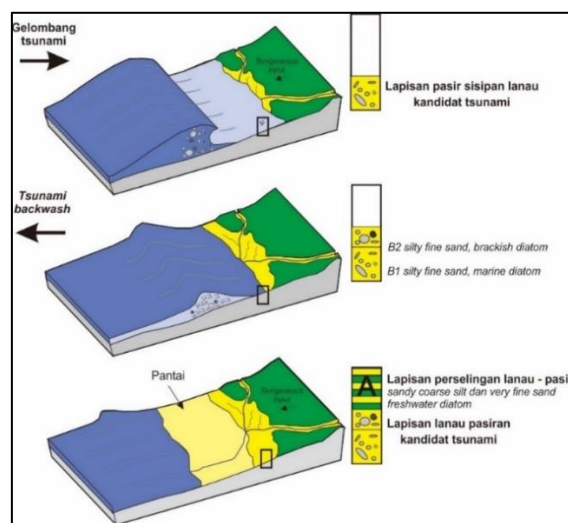
lapisan endapan tsunami namun adanya peningkatan kembali kelimpahan diatom spesies air tawar diduga telah dipengaruhi fluvial yang lebih dominan, hal ini didukung oleh semakin tingginya komposisi Ti dan Fe dan material organik pada lapisan ini (Gambar 5).

Interpretasi Proses Pembentukan Endapan Tsunami Sampel Intibor SIM 5C

Sampel intibor SIM 5C dibagi menjadi dua unit utama yaitu unit B (lapisan pasir sisipan lanau kandidat tsunami), unit A (lapisan perselingan lanau-pasir) (Gambar 6). Lapisan lanau pasir kandidat tsunami dibagi menjadi 2 sub bagian yaitu B1 merupakan proses run up yang membawa material sedimen ukuran pasir sangat halus dengan spesies diatom marine dari endapan laut.



Gambar 5. Kelimpahan diatom sampel intibor SIM 5A berdasarkan kumpulan salinitas (air tawar, air payau, marine).



Gambar 6. Kelimpahan diatom sampel intibor SIM 5C berdasarkan kumpulan salinitas (air tawar, air payau, marine).

Kemudian mengikis dan membawa cangkang foraminifera dan mengendapkannya pada cekungan (proses inudasi), dan terjadi gelombang balik atau backwash. Perubahan antara B1 dan B2 ditandai oleh adanya diatom spesies air payau, yang mana proses run up yang membawa material secara turbulenta dengan membawa sedimen laut dalam dengan diatom spesies marine, kemudian proses backwash yang membawa material sedimen darat dan pantai disertai dengan diatom spesies air payau. Hipotesis adanya pengaruh arus backwash pada sub unit B2 didukung dengan semakin meningkatnya material Fe, hal ini mengindikasikan unit B2 sudah dipengaruhi oleh terrestrial akibat proses backwash. Perubahan unit B dan unit A ditandai dengan adanya perubahan fasies litologi, disertai dengan adanya perubahan kelimpahan diatom spesies marine dan air payau yang mengalami penurunan disertai peningkatan diatom spesies air tawar.

KESIMPULAN

Berdasarkan sedimentologi karakteristik endapan tsunami sampel intibor SIM 5A memiliki ketebalan lapisan tsunami 16 cm (10–25 cm), tipe endapan tsunami di dominasi pasir, adanya bidang erosional pada kedalaman 25–26 cm, mempunyai pola berupa unimodal dan bimodal, mean *very coarse silt – coarse silt, sortasi poorly sorted – very poorly sorted, skewness symmetrical*. Partikel endapan tsunami memiliki kecenderungan coarsening upward dengan nilai rata-rata material organik 15,37% dan rata-rata material karbonat 26,26%. Komposisi kimia dominan XRF berupa Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca dan Ti. Sedangkan pada sampel intibor SIM 5C memiliki ketebalan lapisan 20 cm (5–24 cm) dengan tipe endapan dominasi lanau, adanya bidang erosional pada kedalaman 9 cm -10 cm dengan cangkang foraminifera pada kedalaman 9–11 cm, memiliki pola mode berupa unimodal, bimodal, trimodal, mean *fine sand – very coarse silt, sortasi poorly sorted – very poorly sorted, skewness symmetrical – very fine skewed*. Partikel endapan fining upward dengan komposisi rata-rata material organik 6,55% dan rata-rata material karbonat 13,42% serta komposisi dominan kimia XRF berupa Zr, Fe, K, Sr, Rb, Ca, Ti. Berdasarkan paleontologi endapan tsunami sampel intibor SIM 5A memiliki kelimpahan diatom 18 spesies air tawar dengan populasi 45%, 6 spesies air payau 36%, 4 spesies marine 19% sedangkan sampel intibor SIM 5C memiliki kelimpahan diatom 14 spesies air tawar dengan populasi 48% dengan 6 spesies air payau 29%, 4 spesies marine 23% dengan ditemukannya banyak katub diatom yang pecah pada lapisan endapan tsunami kedua sampel intibor tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah membiayai dan melaksanakan kegiatan Ekspedisi Widya Nusantara 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Atwater, B.F., VEGA, M.A.C., Bourgeois, J., Dudley, W.C., Hendley, J.W., & Stauffer, P.H. (1999). Surviving a Tsunami—Lessons from Chile, Hawaii, and Japan. *US Geological Survey Circular*, (1187), 1–19.
- Chagué-Goff, C., Schneider, J.L., Goff, J.R., Dominey-Howes, D., & Strotz, L. (2011). Expanding the proxy toolkit to help identify past events—lessons from the 2004 Indian Ocean Tsunami and the 2009 South Pacific Tsunami. *Earth Science Reviews*, 107(1–2), 107–122.
- Diposaptono, Suyanto. Budiman. (2005). *Tsunami*. Bogor : Penerbit Buku Ilmiah Populer
- Folk, R.L., & Ward, W.C. (1957). Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3–26.
- Font, E., Veiga-Pires, C., Pozo, M., Nave, S., Costas, S., Ruíz Muñoz, F., Abad, M., Simões, N., Duarte, S., & Rodríguez-Vidal, J., (2013). Benchmark and sediment source(s) of the 1755 Lisbon tsunami deposit at Boca do Rio estuary. *Marine Geology*, 343, 1–14.
- Fujino, S., Sieh, K., Meltzner, A.J., Yulianto, E., & Chiang, H.W. (2014). Ambiguous correlation of precisely dated coral detritus with the tsunamis of 1861 and 1907 at Simeulue Island, Aceh Province, Indonesia. *Marine Geology*, 357, 384–391.

- Goff, J., Weiss, R., Courtney, C., & Dominey-Howes, D. (2010). Testing the hypothesis for tsunami boulder deposition from suspension. *Marine Geology*, 277, 73–77
- Heiri, O., Lotter, F.A. & Lemcke, G., (2001) Loss on Ignition as a Method for Estimating Organic and Carbonate Content in Sediments: Reproducibility and Comparability of Results, *Journal of Paleolimnology*, 25, 101-110. doi: 10.1023 /A:1008119611481
- Moore, A., Nishimura, Y., Gelfenbaum, G., Kamataki, T., & Triyono, R. (2006). Sedimentary deposits of the 26 December 2004 tsunami on the northwest coast of Aceh, Indonesia. *Earth Planets Space*, 58(2), 253–258,
- Nentwig, V., Bahlburg, H., Górecka, E., Huber, B., Bellanova, P., Witkowski, A., & Encinas, A. (2018). Multiproxy analysis of tsunami deposits— The Tirúa example, central Chile. *Geosphere*, 14(3), 1067 -1086
- Passega, R. (1964). Grain Size Representation by CM Patterns as a Geologic Tool. *Journal of Sedimentary Research*, 34, 830- 847. doi: 10.1306/74D711A4-2B21-11D7-864800010 2C1865D
- Putra, P.S., Nishimura, Y., Nakamura, Y., & Yulianto, E., (2013). Sources and Transportation Modes of The 2011 Tohoku-Oki Tsunami Deposit On The Central East Japan Coast. *Sedimentary Geology* 294, 282-293
- Ramírez-Herrera, M.-T., Lagos, M., Hutchinson, I., Kostoglodov, V., Machain, M.L., Caballero, M., Goguitchaichvili, A., Aguilar, B., Chagué-Goff, C., Goff, J., Ruiz- Fernández, A.-C., Ortiz, M., Nava, H., Bautista, F., Lopez, G.I. & Quintana, P., (2012). Extreme wave deposits on the Pacific coast of Mexico: Tsunamis or storms? — A multi-proxy approach. *Geomorphology* 139–140, 360–371.
- Whitlow, K.F. (2008). The 2004 and 1861 Tsunami Deposits on Simeulue Island, Western Sumatra. Central Washington University.
- Yulianto, E., Kusmayanto, F., Supriyatna, N., & Dirhamsyah, M. (2008). Selamat dari bencana tsunami: pembelajaran dari tsunami Aceh dan Pangandaran. UNESCO Office Jakarta and Regional Bureau for Science in Asia and the Pacific. UNESCO Office Jakarta.