

## **DISTRIBUSI FORAMINIFERA BENTONIK SEDIMEN PALEO TSUNAMI LETUSAN GUNUNG KRAKATAU BERDASARKAN DATA INTI BOR U-6 DI DAERAH UJUNGKULON, BANTEN**

**Lili Fauzielly<sup>1)</sup>, Lia Jurnaliah<sup>1)</sup>, A. Helman Hamdani<sup>2)</sup>**

1) Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

2) Laboratorium Sedimentologi dan Geologi Kwartir, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

### **ABSTRACT**

The presence of microfossils in sediments on mainland can explain the phenomenon of paleo -tsunami. Foraminifera bentonik as indicators of depositional environment used in this study. The purpose of this study was to determine the distribution of depositional environments of sedimentary origin eruption of Mount Krakatau tsunami. According this study, tsunami sediments can be recognized begin depth 90 - 120cm. From Mikropaleontologi quantitative analysis from 12 samples of sediment, was obtained of 2635 individual and 55 species of foraminifera bentonik. The dominant species is *Streblus becarii* Linnaeus, *Planulina wuellerstorfi* Schwager, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Bolivina spathulata* Williamson, *Elphidium lessonii* d'Orbigny, *Euuvigerina peregrina* Cushman. Depositional environment of origin of tsunami sediments is shelf -bathyal and inner -shelf lagoon.

**Keywords:** paleo tsunami, Krakatoa eruption, bentonic foraminifera, paleoenvironment

### **ABSTRAK**

Kehadiran mikrofosil dalam sedimen sedimen yang ditemukan didaratan, dapat menjelaskan fenomena paleo tsunami. Penggunaan foraminifera bentonik yang diketahui sebagai indikator lingkungan pengendapan digunakan dalam studi ini. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui distribusi dari lingkungan pengendapan asal dari sedimen tsunami hasil letusan Gunung Krakatau. Dari Core U6 yang diteliti, sedimen tsunami dapat dikenali mulai kedalaman 90 -120cm. Analisis mikropaleontologi kuantitatif dilakukan pada 12 conto sedimen. Diperoleh hasil 2635 individu dan 55 spesies foraminifera bentonik. Spesies yang dominan, berdasarkan kelimpahan berturut-turut adalah *Streblus becarii* Linnaeus, *Planulina wuellerstorfi* Schwager, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Bolivina spathulata* Williamson, *Elphidium lessonii* d'Orbigny, *Euuvigerina peregrina* Cushman. Lingkungan pengendapan asal dari sedimen tsunami pada inti bor yang diteliti adalah *inner-shelf lagoon*.

**Kata kunci:** paleo tsunami, letusan Krakatau, foraminifera bentonik, lingkungan pengendapan

### **PENDAHULUAN**

Foraminifera sebagai salah satu dari kelompok mikrofosil yang dipelajari dalam mikropaleontologi, telah banyak digunakan sebagai obyek dalam penentuan *paleo environment* (lingkungan pengendapan). Secara umum telah diketahui bahwa mikropaleontologi adalah cabang ilmu geologi yang berperan penting dalam mengungkap sejarah geologi suatu daerah, terkait ruang dan waktu.

Gunung Krakatau, gunung berapi yang terletak di selat Sunda dikenal secara luas oleh dunia karena letusannya yang sangat hebat pada tahun 1883. Letusan Gunung Krakatau tercatat sebagai salah satu letusan gu-

nung api terbesar di dunia. Gunung yang terletak di selat Sunda ini menghasilkan gelombang tsunami yang sangat dahsyat yang menghancurkan pesisir pantai yang berdekatan, ke arah bagian barat dari pulau Jawa dan bagian selatan pulau Sumatra. Ke arah selatan tsunami menerjang mulai dari daerah Ujung Kulon sampai ke Pesisir Samudra Hindia.

Studi mengenai keberadaan sedimen tsunami dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan mikrofosil. Foraminifera bentonik dipilih sebagai obyek penelitian karena distribusinya yang melimpah pada perairan di Indonesia.

Kumpulan fosil foraminifera bentonik yang didapatkan pada masing-

masing lapisan akan mampu memberikan informasi secara detail mengenai paleoenvironment dari setiap lapisan. Selanjutnya, dari data analisis lingkungan yang diperoleh, akan didapatkan pula gambaran mengenai besarnya gelombang yang dihasilkan dari setiap sedimen tsunami hasil letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883.

Sejumlah peneliti telah melakukan analisis menggunakan mikrofosil dalam mempelajari sedimen tsunami. Studi ini mendapatkan perhatian yang sangat besar terutama setelah terjadinya tsunami yang melanda Aceh pada tahun 2004.

Dominey-Howes (1996,1998) dan Dominey-Howes *et al* (1999) pertamakali meneliti mengenai keberadaan foraminifera dalam sedimen tsunami di daerah western Crete. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sedimen tsunami dapat dikenali dari urutan lapisan stratigrafi yang mengandung mikrofosil. Hussain *et al* (2006) telah mempelajari studi provenan dari sedimen tsunami di P. Andaman, dan menyimpulkan adanya transportasi mikrofosil dari lingkungan shallow litoral menuju lingkungan neritik. Elakkiya *et al* (2013) membahas mengenai distribusi foraminifera dan ostracoda di India selatan dan mengenali adanya jejak tsunami berdasarkan keberadaan mikrofosil di daerah tersebut.

## BAHAN DAN METODA PENELITIAN

Tigabelas conto yang berasal dari daerah Ujung Kulon, Banten (105°27'7.09" BT-105°27'6.99" BT dan 6°50'15.60"- 6°50'1.29LS) telah digunakan untuk studi ini (gambar 1). Conto yang digunakan berasal dari 1 titik bor yang diambil dengan menggunakan bor dangkal hingga kedalaman 295cm dari permukaan tanah, Pengambilan conto dilakukan pada setiap lapisan sedimen. Pada tahap ini dilakukan pengamatan urutan lapisan sedimen dan ketebalan secara terperinci.

Penelitian laboratorium dilakukan dengan melakukan preparasi dan identifikasi dari mikrofosil, foraminifera dengan menggunakan mikroskop binokuler. Determinasi mengacu pada klasifikasi Loeblich dan Tappan (1988) untuk foraminifera dan Analisis mikrofosil dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan program PAST (Paleontologi Statistik) untuk menentukan biofasies.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Litologi

Secara umum profil stratigrafi menunjukkan bagian atas inti bor (kedalaman 0-30 cm) merupakan sedimen terrestrial. Hal ini ditandai dengan hadirnya jejak-jejak akar. Bukti lainnya yang menguatkan adalah tidak ditemukannya mikrofosil pada lapisan ini.

Sedimen marin baru ditemukan pada kedalaman 30cm – 60cm, bercampur dengan sedimen terrestrial yang terdiri dari tanah lanauan yang mengandung kerikilan koral dan jejak akar (Iskandarsyah, 2013). Pada lapisan ini kumpulan mikrofosil masih belum ditemukan. Demikian pula pada sedimen di kedalaman 30 cm – 60 cm dan 60 – 90 cm sehingga disimpulkan bahwa dominasi sedimen darat jauh lebih besar daripada sedimen marin.

Sedimen didominasi marin mulai terlihat pada kedalaman 90 cm -120cm. Hal ini juga diperkuat oleh keberadaan kumpulan mikrofosil.

### Mikrofosil

Analisis mikrofosil dilakukan secara kuantitatif, diambil dari setiap 1 gram berat kering conto sedimen. Dari hasil analisis didapatkan hasil sebanyak 2365 individu yang terdiri dari 56 spesies dengan 15 spesies mempunyai kelimpahan lebih dari 1%. (tabel 1).

Empat spesies yang dominan di titik ini (frekuensi lebih dari 10%) adalah *Streblus becarii* Linnaeus

(21,7%), *Planulina wuellerstorfi* Schwager (13,1%), *Hyalinea balthica* Schroeter (10,9%), *Bulimina marginata* d'Orbigny (10,1%),

Adanya perbedaan jumlah individu dari masing-masing kedalaman diperkirakan merupakan akibat mekanisme dari proses tsunami yang terjadi.

### Biofasies (Q-mode)

Untuk merefleksikan variasi dari lingkungan pengendapan, maka dilakukan Analisis kluster (Q-mode cluster).

Suatu taxa digunakan bila terdapat lebih dari 3 individu pada conto yang dianalisis, dengan kandungan 50 atau lebih individu dalam setiap conto yang dianalisis. Horn's overlap indices (Horn, 1966) digunakan untuk *similarity*. Berdasarkan analisis PAST (Paleontologi Statistik), daerah penelitian dibagi menjadi 3 biofasies yaitu biofasies A, B dan C

Biofasies A terdiri dari dua conto yaitu pada kedalaman 240cm-270cm. Litologi tersusun dari sedimen tanah lanauan bercampur sedimen alluvial dengan jumlah pumice yang melimpah. Biofasies ini dicirikan dengan kelimpahan *Planulina wuellerstorfi* Schwager dan *Amphistegina lessonii* d'Orbigny. Biota lain yang *common* adalah *Hyalinea balthica* Schroeter, *Quinqueloculina pygmaea* Reuss, *Robulus thalmani* Hessland

Berdasarkan Murray (2006) *Planulina wuellerstorfi* Schwager dan *Amphistegina lessonii* merupakan foraminifera bentonik yang hidup pada lingkungan shelf bathyal, pada substrat lempung-pasir dan dengan salinitas tinggi pada suhu perairan dingin-hangat

Biofasies B terdiri dari sepuluh conto pada kedalaman 90-120cm hingga 180cm-210cm. Litologi tersusun oleh sedimen tanah pasiran berwarna coklat yang bercampur dengan jejak akar, kerikil koral dan fragmen batuan. Biofasies ini dicirikan oleh kelimpahan fosil *Streblus becarii*

Linnaeus dan *Bulimina marginata* d'Orbigny. Biota lain yang *common* adalah *Planulina wuellerstorfi* Schwager, *Hyalinea balthica* Schroeter, *Bolivina spathulata* Williamson, *Euuvigerina peregrina* Cushman, *Elphidium lessonii* d'Orbigny, *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, *Robulus thalmani* Hessland, *Elphidium crispum* Linnaeus, *Nonion cf. asterizans* Fichtel and Moll, *Lenticulina calcar* Linnaeus, *Nonion scaphum* Fichtel and Moll, *Lenticulina calcar* Linnaeus, *Nonion scaphum* Fichtel and Moll, *Cassidulina teretis* Tappan, *Elphidium orbiculare* Brady, *Bolivinellina translucens* Phleger and F.L. Parker

Berdasarkan Murray (2006) *Streblus becarii* merupakan foraminifera bentik yang hidup pada lingkungan inner shelf lagoon, dengan substrat pasir bersalinitas tinggi dengan suhu perairan hangat-dingin (Murray, 2006)

Biofasies C terdiri dari satu satu conto sedimen pada kedalaman 240 cm - 270 cm, tersusun oleh sedimen pasir lanauan berwarna abu-abu kehijauan bercampur dengan struktur *rip up* clast dan mengandung pumis serta jejak akar. Biofasies ini dicirikan oleh kelimpahan fosil *Elphidium lessonii* d'Orbigny dan *Quinqueloculina seminulum* Linnaeus.

Biota yang *common* adalah *Hyalinea balthica* Schroeter, *Euuvigerina peregrina* Cushman, *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, *Bolivina spathulata* Williamson, *Nonion scaphum* Fichtel and Moll

### Kaitan biofasies dengan paleo tsunami

Asal dari produk tsunami, dapat dijelaskan dengan menggunakan keterdapatannya mikrofosil marin. Dengan melihat kumpulan fosilnya, dapat diketahui lingkungan pengendapan asal. Selanjutnya dengan mengetahui lingkungan pengendapan asal dapat pula diperoleh informasi besaran dari

kekuatan gelombang yang dibawa sampai ke daratan.

Dalam studi terkait produk yang dihasilkan Minoura *et al* (1996) dan Moore *et al*, (2006) menjelaskan adanya penghalusan sedimen ke arah darat, akibat berkurangnya kecepatan dari gelombang tsunami.

Dari hasil penelitian pada titik U-6, didapatkan adanya variasi litologi yang disertai dengan percampuran biota yang berasal dari laut dalam dan laut dangkal. Hal ini menjadi bukti yang memperkuat adanya percampuran pada saat gelombang tsunami terjadi. Dengan mengetahui biofasies dari kumpulan biota, berdasarkan analisis mikropaleontologi secara kuantitatif, asal dari sedimen secara lebih terperinci dapat diketahui.

Berdasarkan kumpulan foraminifera, diperoleh 3 biofasies yang menunjukkan bahwa sedimen tsunami ini berasal dari sumber yang berbeda. Energi gelombang tsunami terbesar terjadi pada bagian bawah daerah penelitian, dan secara berangsur berkurang kekuatannya ke arah atas.

Bagian bawah dari titik ini menunjukkan kumpulan biota yang berasal dari shelf bathyal. Ini menunjukkan energi yang dihasilkan sangat kuat, sehingga sedimen laut dalam terangkat dan terbawa hingga ke daratan.

Pada posisi stratigrafi di atasnya (kedalaman 180m-210m), dicirikan oleh kumpulan foraminifera yang berasal dari lingkungan inner shelf lagoon.

## KESIMPULAN

Informasi mengenai asal dari sedimen tsunami beserta kekuatan gelombang tsunami yang dihasilkan dapat dilakukan dengan pendekatan analisis mikrofossil secara kuantitatif. Kumpulan yang berada pada titik U-6 terdiri atas *Planulina wuellerstorfi* Schwager, *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, *Streblus beccarii* Linnaeus dan *Robulus thalmani* Hessland

Adanya kumpulan foraminifera dari laut dalam dan laut dangkal yang terendapkan di daratan, menunjukkan bahwa gelombang tsunami yang terjadi pasca letusan G. Krakatau mempunyai energi yang sangat kuat pada saat diendapkan pada sedimen bagian bawah dan berangsur berkurang pada sedimen di bagian atasnya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak T. Yan Waliana atas penggunaan sampel penelitian serta Sdr. Ria Fitriani yang telah membantu mengumpulkan data. Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian FTG Unpad, Tahun anggaran 2014.

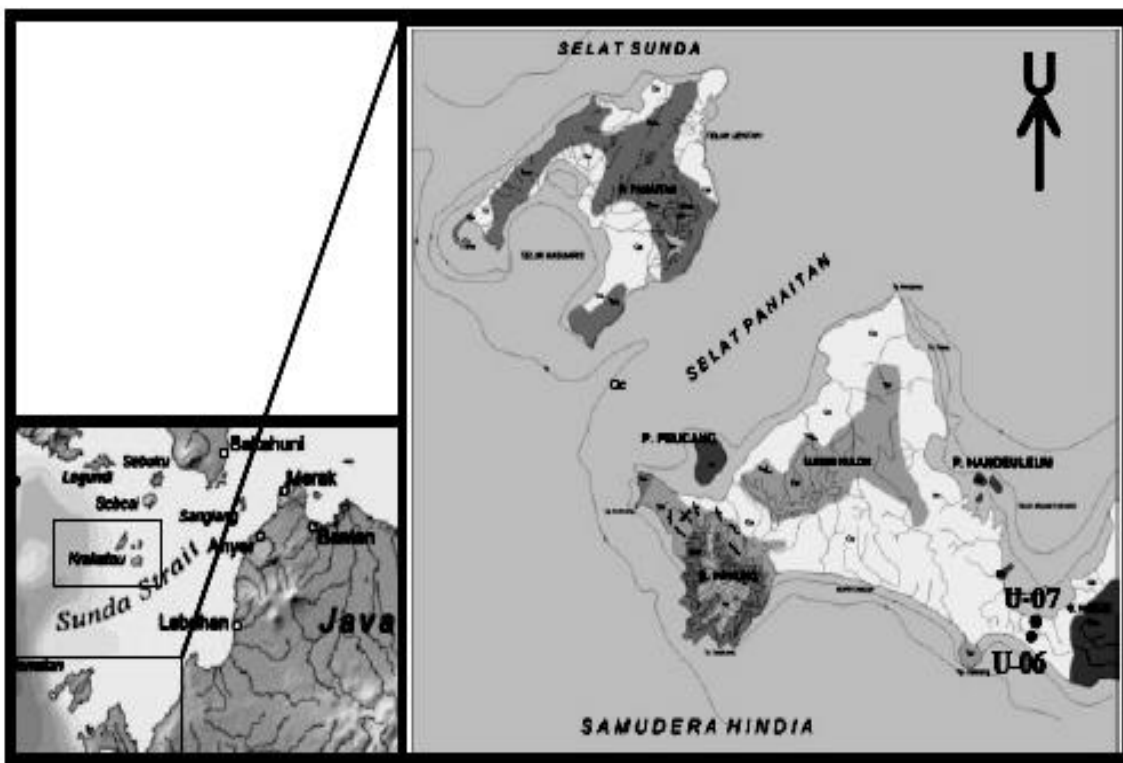
## DAFTAR PUSTAKA

- Atmawinata, S, & Abidin, H.Z., 1991, *Geologi lembar Ujung Kulon, Jawa Barat*. Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jendral Geologi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Carey S. Morelli D, Sigurdsson H and Bronto S, 2001, Tsunami deposits from major explosive eruptions : An example from the 1883 eruption of Krakatau, *Geology*, vol. 29 (4), pp 347-350
- Dominey-Howes DTM, Dawson AG, Smith DW, 1999, Late Holocene coastal tectonics at Falasarma western crete : a sedimentary study, in: Stewart I, Vita Finzi C (eds) *Coastal tectonics*, vol. 146. *Geol. Soc. London Spl. Pub. London*, pp.343-352
- Dominey-Howes DTM., 1998, Assessment of tsunami magnitude and implications for urban hazard planning in Greece. *Disaster Prev Manag Inter J* 7: 176-182
- Dominey-Howes DTM., 1996, *The Geomorphology and Sedimentology of five tsunamis in the Aegean Sea region Greece*, (Unpublished). Phd thesis,

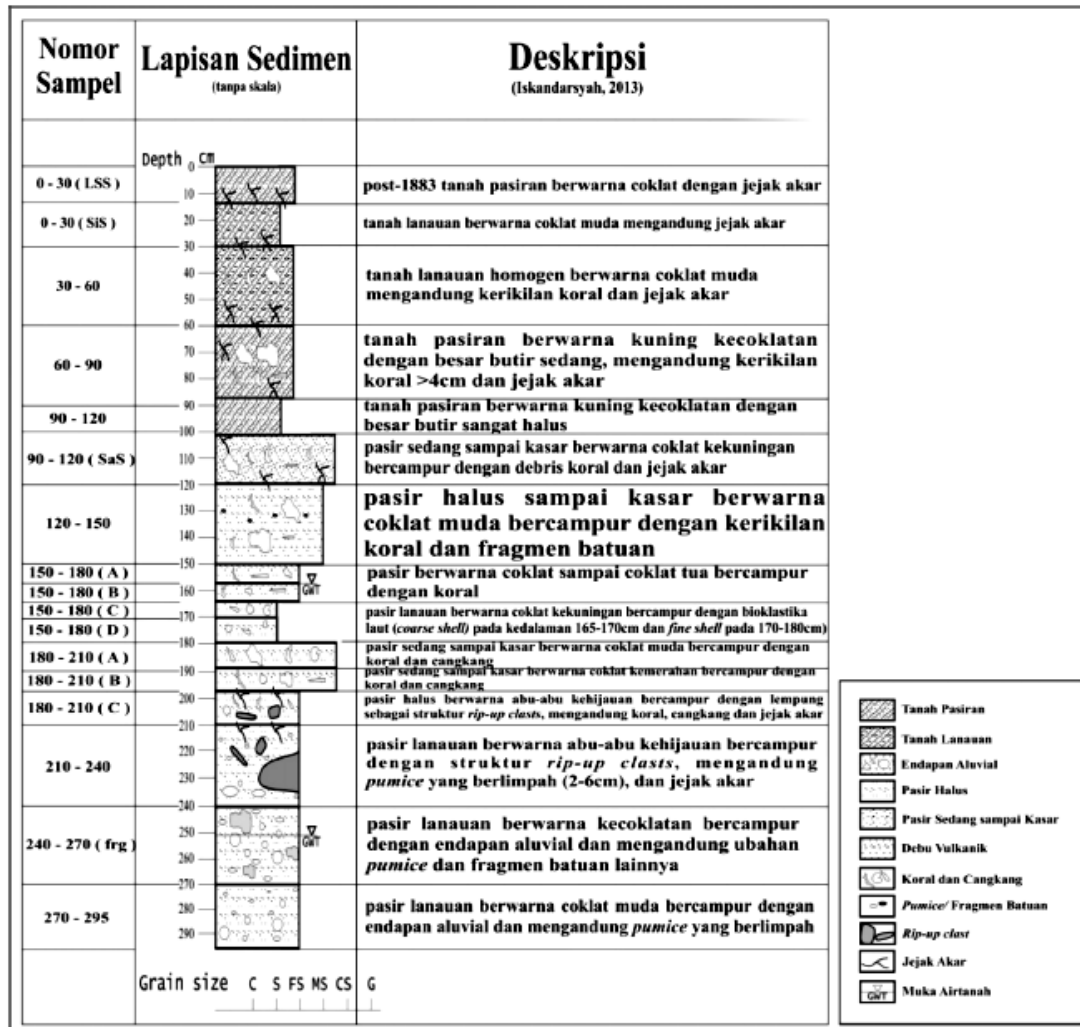
*Distribusi foraminifera bentonik sedimen paleo-tsunami letusan Gunung Krakatau berdasarkan data inti bor U-6 Di daerah Ujungkulon, Banten.*  
(Lili Fauzielly, Lia Jurnaliah, A. Helman Hamdani)

division of Geography, Coventry University, UK  
 Hussain SM, Krishnamurthy R, Gandhi SM, Ilayaraja K, Ganesan P, Mohan S.P., 2006, Micro-paleontological investigations of tsunamigenic sediments of Andaman Islands. *Curr.Sci* 91: 1655-1667  
 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 Planet Space* 58: 253-258  
 Murray, J.W., 1991, *Ecology and Paleocology of bentic*, Essex, p.397

Minoura, K., Gusiakov, V.G., Kurbatov, A, Takeuti, S, Svendsen J.I., Bondevik, S, & Oda, T., 1996, Tsunami sedimentation associated with the 1923 Kamchatka earthquake. *Sediment Geol* 106:145-154  
 Elakkiya, P., Hussain, S.M, Elumalai, K., 2013, *Distribution of foraminifera and ostracoda in the Kameshwaram Coast, Nagapattinam, South India: Implications for recognition of overwash extreme wave event deposits.*

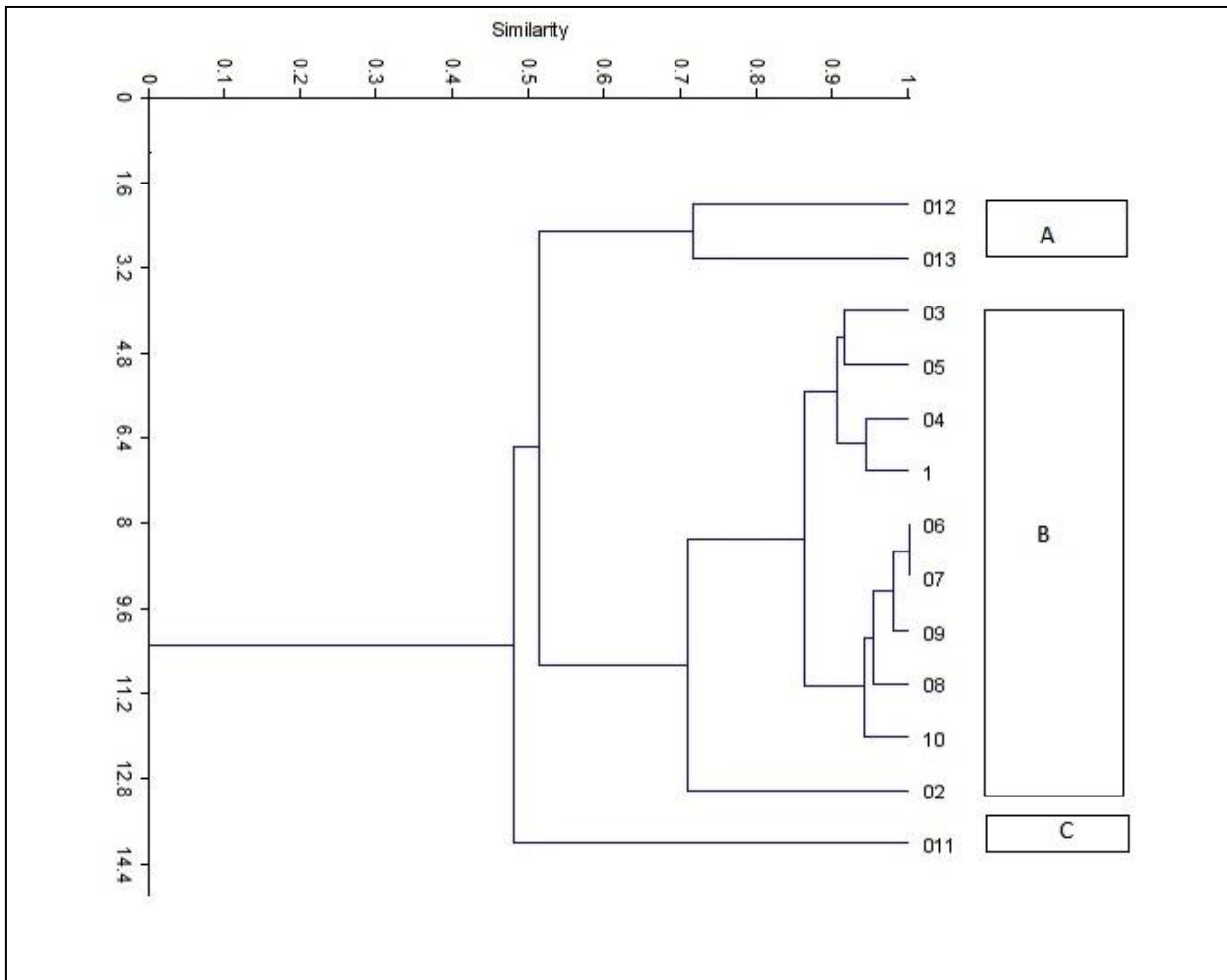


Gambar 1. Lokasi penelitian, tanpa skala (Atmawinata dan Abidin, 1991)



Gambar 2. Profil stratigrafi titik U-6 (Iskandarsyah, 2013)

Distribusi foraminifera bentonik sedimen paleo-tsunami letusan Gunung Krakatau berdasarkan data inti bor U-6 Di daerah Ujungkulon, Banten.  
(Lili Fauzielly, Lia Jurnaliah, A.Helman Hamdani)



Gambar 3 Dendrogram Q-mode cluster

Tabel 1. Distribusi Jumlah individu foraminifera di Titik U-6

No conto dan kedalaman (cm) Species	1 (90-120)	2(90-120)	3 (120-150)	4 (150-180)	5 (150-180)	6(150-180)	7 (150-180)	8(180-210)	9(180-210)	10(180-210)	11( 210-240)	12(240-270)	13(270-295)	jumlah
		SaS		A	B	C	D	A	B	C		Fragmen		
<i>Amphistegina lessonii</i> d'Orbigny	14		11		9	10	17	20	16	7	3	26	20	153
<i>Anomalina colligera</i> Chapman and Parr.							1							1
<i>Anomalina globulosa</i> Chapman and Parr.													1	1
<i>Anomalina rostrata</i> Brady														
<i>Asterorotalia trispinosa</i> Thalmann		2												2
<i>Astrononion fijiense</i> Cushman & Edwards											1			1
<i>Bolivina spathulata</i> Williamson	37	6	31	21	27	27	13	35	37	7	2	4	3	250
<i>Bolivinella elegans</i> Parr.													1	1
<i>Bolivinellina translucens</i> Phleger & Parker						2	1	1		3		2	7	16
<i>Buccella frigid</i> Cushman	1													1
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny	49	13	51	19	18	28	16	46	23	2		2		267
<i>Bulimina pupoides</i> d'Orbigny			1			1						2		4
<i>Calcarina calcar</i> d'Orbigny	1							1						2
<i>Calcarina venusta</i> Brady				1					1				1	3
<i>Cancris oblongus</i> Williamson													1	1
<i>Cassidulina teretis</i> Tappan	7	1	1		6				1					16
<i>Chrysalidina dimorpha</i> Brady												2		2
<i>Cibicides subhaidingerii</i> Parr.									3					3
<i>Conorboides advena</i> Cushman										1				1
<i>Cyclammina trullissata</i> Brady									2					2
<i>Dentalina subsoluta</i> Cushman			1		1	1							1	4
<i>Elphidium craticulatum</i> Fichtel and Moll		6												6
<i>Elphidium crispum</i> Linnaeus	28			3										31
<i>Elphidium lessonii</i> d'Orbigny			11			33	41	47	18	32	17	8		207
<i>Elphidium orbiculare</i> Brady	4	11												15
<i>Eponides (?) procera</i> Brady			1											1
<i>Eponides (?) tenera</i> Brady				1				1	1					3
<i>Eponides schreibersi</i> d'Orbigny											1			1
<i>Euuvigerina peregrina</i> Cushman	13	5	45	12	9	26	24	42	12	8	4	2		202
<i>Gyroidina neosoldanii</i> Brotzen			3											3
<i>Hyalinea balthica</i> Schroeter	22	5	28	29	16	53	29	20	43	9	9		26	289
<i>Jaculella acuta</i> Brady								1						1
<i>Lagena hispidula</i> Cushman													1	1
<i>Lagena laevis</i> Montagu								1						1
<i>Lagena sulcata</i> Walker and Jacob								1			1			2
<i>Lenticulina calcar</i> Linnaeus					8		6	4	6					24
<i>Lenticulina Formosa</i> Cushman									2					2
<i>Nonion cf. asterizans</i> Fichtel and Moll	8	2	9	5							1			25
<i>Nonion scaphum</i> Fichtel and Moll					3	5	2	5	4	1	5	4	2	31
<i>Patellinella jugosa</i> Brady	2							2						4
<i>Planulina ariminensis</i> d'Orbigny	1		4											5
<i>Planulina wuellerstorfi</i> Schwager	23		28	26	16	79	18	3	34	19	2	68	31	347
<i>Pleurostomella brevis</i> Schwager			2			2	1		1					6
<i>Quinqueloculina pygmaea</i> Reuss	2				1							8	3	14
<i>Quinqueloculina seminulum</i> Linnaeus							1				14			15
<i>Quinqueloculina tropicalis</i> Cushman												2		2
<i>Rectobolivina virgula</i> Brady								1						1
<i>Rectoglandulina comatula</i> Cushman						1	1			2				4
<i>Reophax nodulosus</i> Brady										1				1
<i>Robulus thalmani</i> Hessland	8		9	2	2	3		13	20	3			21	81
<i>Rosalina sp. Nov.</i>				1			1							2
<i>Stilostomella fistuca</i> Schwager												1		1
<i>Streblus beccarii</i> Linnaeus	97	46	36	41	20	81	54	84	58	51			2	570
<i>Tubinella funalis</i> Brady	1													1
<i>Uvigerina canariensis</i> d'Orbigny								1						1
<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman													1	1