

Studi Mekanisme Erupsi Endapan Piroklastik Tuf Banten (Qpvb) di Daerah Pancanegara dan Sekitarnya Menggunakan Metode Distribusi Ukuran Butir dan Analisis Komponen

(Study of Eruption Mechanism Pyroclastic Deposit of Banten Tuff (Qpvb) in Pancanegara and its surrounding Using Grainsize Distribution and Componentry Analysis)

Mochammad Alim Yekini¹, Gamma A. Jabbar²

Program Studi S1 Geologi, Universitas Indonesia¹

alimyekini@gmail.com

Program Studi S1 Geologi, Universitas Indonesia²

Gamma.aj@gmail.com

Abstrak

Tuf Banten (Qpvb) merupakan endapan piroklastik yang cukup penting di ujung barat Pulau Jawa. Tuff Banten cukup penting karena memiliki persebaran yang sangat luas sampai hampir menutupi sebagian besar daerah Banten. Di tengah persebaran Tuf Banten, terdapat sebuah keberadaan Kaldera dengan bentuk persegi panjang yang memiliki luas 13.7 km x 6.5 km. Belum ada penelitian yang menjelaskan karakteristik endapan piroklastik secara rinci, sehingga sulit untuk menjelaskan bagaimana proses dan mekanisme erupsi yang telah terjadi berdasarkan endapan tersebut. Penelitian ini menjadi jawaban dari beberapa pertanyaan mengenai proses, mekanisme, sejarah dan episode erupsi. Metode penelitian menggunakan analisis kualitatif berupa pendeskripsian karakteristik singkapan dan kuantitatif berupa distribusi ukuran butir dan analisis komponentri. Penelitian ini telah mengumpulkan lebih dari 10 singkapan yang berisikan data ukuran butir, komposisi penyusun, tekstur, serta sifat fisik lain endapan Tuff Banten (Qpvb) secara rinci. Pendeskripsian singkapan telah menghasilkan korelasi tephra-stratigraphy dalam empat satuan fasies. Setiap fasies memiliki distribusi dan komposisi yang berbeda. Empat fasies ini dikelompokkan menjadi tiga fase erupsi. Fase erupsi ini dirangkai menjadi sebuah cerita yang berguna untuk menentukan sejarah dan episode erupsi yang terjadi di Pancanegara dan sekitarnya.

Kata Kunci: Tuf Banten (Qpvb), kaldera, distribusi ukuran butir, komponentri, *tephra-stratigraphy*, satuan fasies, fase erupsi, sejarah erupsi, episode erupsi

Abstract

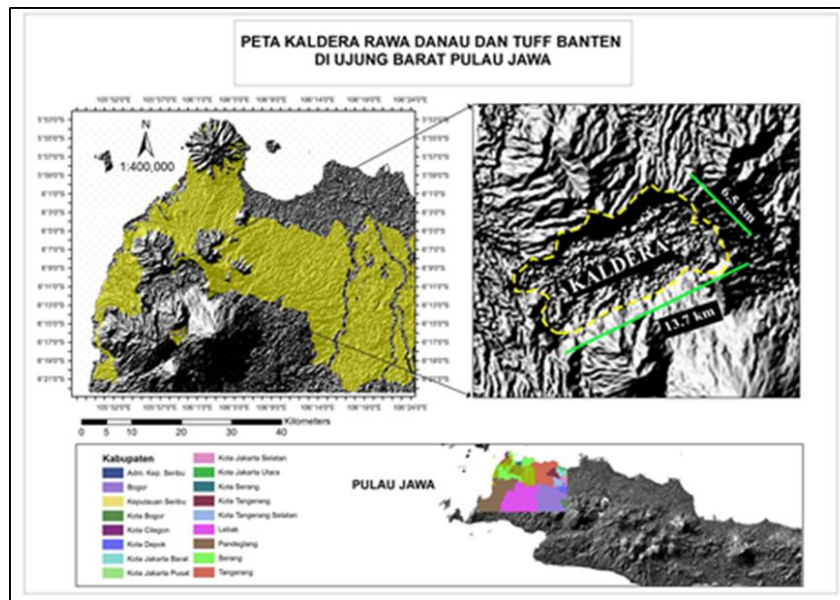
Banten Tuff (Qpvb) is pyroclastic deposit that is very significant in western Java Island. The importance of this deposit is caused by spreading and covering most of Banten region. In the middle of Banten Tuff, there is a caldera that has rectangular shape and the large area 13.7 km x 6.5 km. The research in this area has not studied yet that explain the characteristics of pyroclastics deposit in detail, therefore it's hard to tell how the eruption process and mechanism that happened based on the deposit. This study become solution of a puzzle about process, mechanism, history, and episode of eruption. The research methods are using qualitative and quantitative analysis such as grain-size distribution and componentry. The study has succeed obtaining more than ten outcrops that described in detail. Description of outcrops resulted tephra-stratigraphy correlation in four facies unit. These four facies categorized into three eruption phases. Eruption phases are arranged into a story which is useful for determining historical and episode eruption in Pancanegara and its surrounding.

Keywords: Banten Tuff (Qpvb), a caldera, grain-size distribution, componentry, *tephra-stratigraphy*, facies units, eruption phase, history eruption, episode eruption

PENDAHULUAN

Tuf Banten (Qpvb) merupakan endapan piroklastik yang cukup penting di ujung barat Pulau Jawa. Hal ini dikarenakan persebarannya yang sangat luas, bahkan hampir menutupi sebagian besar daerah Banten (Gambar 1) (Rusmana, dkk., 1991). Selain itu, Rusmana, dkk (1991) pada Lembar Geologi Serang menambahkan bahwa di beberapa daerah terdapat endapan Tuf Banten (Qpvb) yang memiliki ketebalan lebih dari 200 meter. Tuff Banten (Qpvb) adalah sebuah formasi yang tersusun dari batuan tuf, breksi

batuapung, dan batupasir tufaan yang diperkirakan berumur Plistosen Awal dengan karakteristik batuan penyusun dari formasi ini terdapatnya komponen batuapung, feldspar, mika, dan mineral mafik (Rusmana, dkk., 1991).

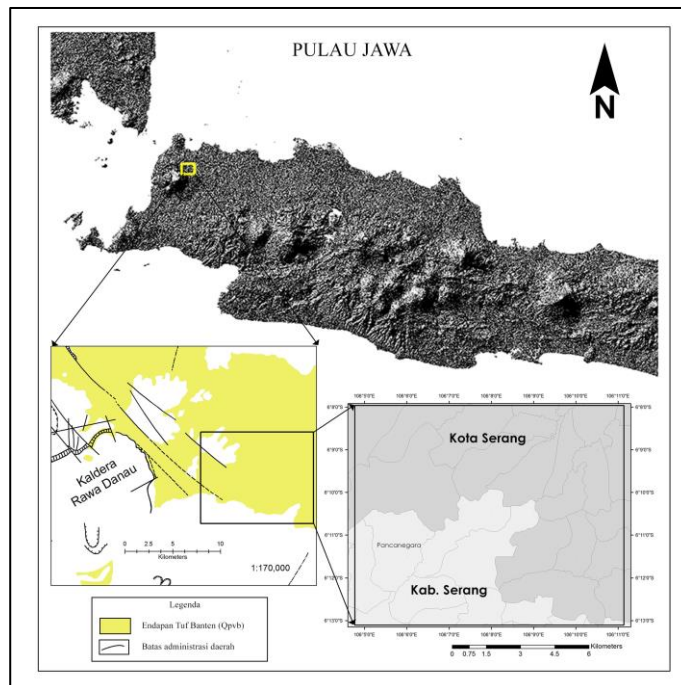


Gambar 1. Persebaran Tuf Banten (Qpnb) dan Keberadaan Kaldera Rawa Danau (Modifikasi dari DEMNAS dan Rusmana, dkk., 1991)

Di tengah persebaran Tuf Banten (Qpnb), terdapat sebuah kaldera yang memiliki dimensi 13.7 km x 6.5 km yang berada di tepi barat Provinsi Banten (Gambar 1) dengan bentuk persegi panjang. Keberadaan endapan piroklastik dan kaldera ini dapat mengindikasikan bahwa dahulu telah terjadi letusan gunungapi yang cukup eksplosif. Akan tetapi, belum ada penelitian lain yang menjelaskan mengenai bagaimana proses dan mekanisme erupsi yang terjadi.

Adani dkk (2020) melakukan penelitian mengenai karakteristik dan sifat batuan dengan menghasilkan secara rinci tekstur dan komposisi mineral dari batuan penyusun di sekitar area Kaldera Rawa Danau. Secara umum, gunungapi muda di sekitar area Rawa Danau memiliki tekstur trakitik dan porfiritik dengan komposisi mineral plagioklas 15 – 30% yang bertipe An58 (Adani et al., 2020). Sedangkan, Santika dkk (2020) telah melakukan penelitian mengenai vulkanostratigrafi dengan menghasilkan empat zona fasies di sekitar area Kaldera Rawa Danau. Empat fasies tersebut terdiri dari fasies sentral (kubah Gunung Parakasak), fasies proksimal (lava *andesitic*), fasies medial (*tuff* dan *tuff breccia*), dan fasies distal (endapan rawa) (Santika et al., 2020).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rusmana dkk (1991), Adani dkk (2020), dan Santika dkk (2020) masih belum menggambarkan secara rinci bagaimana karakteristik dari endapan Tuf Banten (Qpnb), sehingga belum dapat menjawab bagaimana proses dan mekanisme erupsi yang telah terjadi berdasarkan karakteristik/deskriptif endapan Tuf Banten (Qpnb). Ketidaktahuan karakteristik secara rinci pada endapan Tuf Banten menjadi rumusan masalah pada penelitian ini. Dari rumusan masalah tersebut, diharapkan penelitian ini mencapai tujuan yaitu dapat menentukan karakteristik endapan piroklastik Tuf Banten yang berada di Daerah Pancanegara dan sekitarnya (Gambar 2), sehingga dapat menjawab serta menceritakan bagaimana proses dan mekanisme erupsi yang terjadi.



Gambar 2. Daerah penelitian di Pancanegara dan sekitarnya (Modifikasi dari Bakosortanal)

METODOLOGI

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu pra-lapangan, kegiatan lapangan, dan pasca lapangan. Tahapan penelitian yang pertama adalah pra lapangan, dimana pada tahap ini terdapat dua kegiatan yaitu studi literatur dan analisis foto udara. Studi literatur bertujuan untuk mencari tahu mengenai kondisi geologi, geografi, serta bahan bacaan lainnya yang berguna untuk membantu menjawab tujuan penelitian. Selanjutnya, analisis foto udara adalah sebuah kegiatan yang menggunakan satelit pada Google Earth atau Google Maps untuk mencari lahan bukaan yang terlihat dari aplikasi tersebut. Hal ini berguna untuk menentukan adanya singkapan endapan piroklastik, serta dapat memudahkan perencanaan lokasi penelitian. Tahapan ini memerlukan waktu sekitar tiga sampai empat bulan.

Metode Pengumpulan Data

Tahap penelitian selanjutnya adalah kegiatan lapangan. Kegiatan ini fokus kepada identifikasi endapan piroklastik berbagai aspek seperti geometri, struktur sedimen, litologi, dan komponen. Identifikasi tersebut kemudian dicatat dalam sebuah buku lapangan yang diakhiri dengan dokumentasi singkapan (foto secara rinci). Waktu kegiatan lapangan adalah sekitar satu minggu. Tahap ini merupakan tahap inti dari penelitian yang mana penulis melakukan pengambilan data lapangan bersama dosen pembimbing.

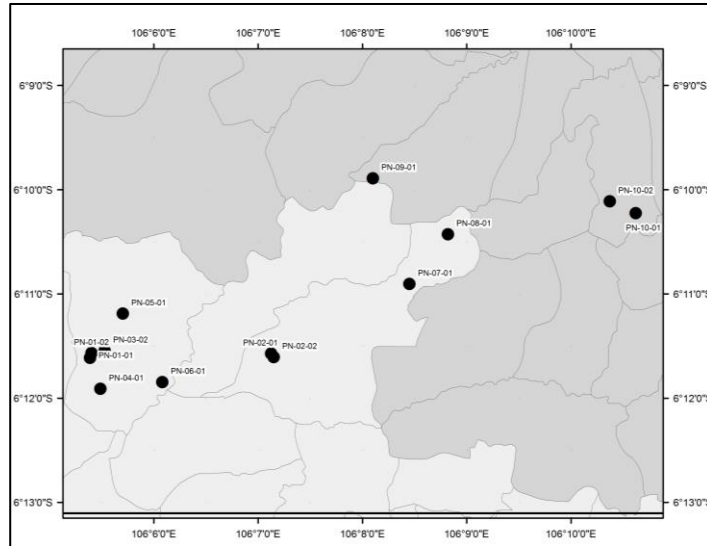
Metode Analisis Data

Tahap terakhir dari kegiatan penelitian ini yaitu pasca lapangan. Pasca lapangan terdiri dari pengolahan dan analisis data yang diakhiri dengan interpretasi serta penyusunan laporan penelitian. Tahap ini merupakan tahap inti dan tahap yang paling panjang dari serangkaian kegiatan penelitian ini, dimana memerlukan waktu sekitar kurang lebih 7 bulan. Pada tahap ini ialah analisis dan pengolahan data secara kuantitatif. Ada dua metode analisis, yaitu distribusi ukuran butir dan analisis komponen. Analisis yang pertama adalah distribusi ukuran butir. Analisis ini menggunakan alat ayakan dengan tipe ASTM E.11, tidak ada ketentuan baku mengenai penggunaan alat mana yang tepat. Hasil analisis dari metode ini berupa nilai persentase setiap ukuran butir (dalam skala phi) dan parameter lainnya seperti median diameter dan standar deviasi. Setelah dilakukan analisis distribusi ukuran butir, kemudian nilai phi (aperture) yang lebih dari 2mm dipisahkan, hal ini dikarenakan akan dilakukan analisis komponen pada data tersebut. Setelah dilakukan pemisahan data, observasi data tersebut dengan minimal pengambilan sampel 300 butir per lapisan. Hasil dari analisis ini adalah tipe komponen beserta persentase yang didapatkan.

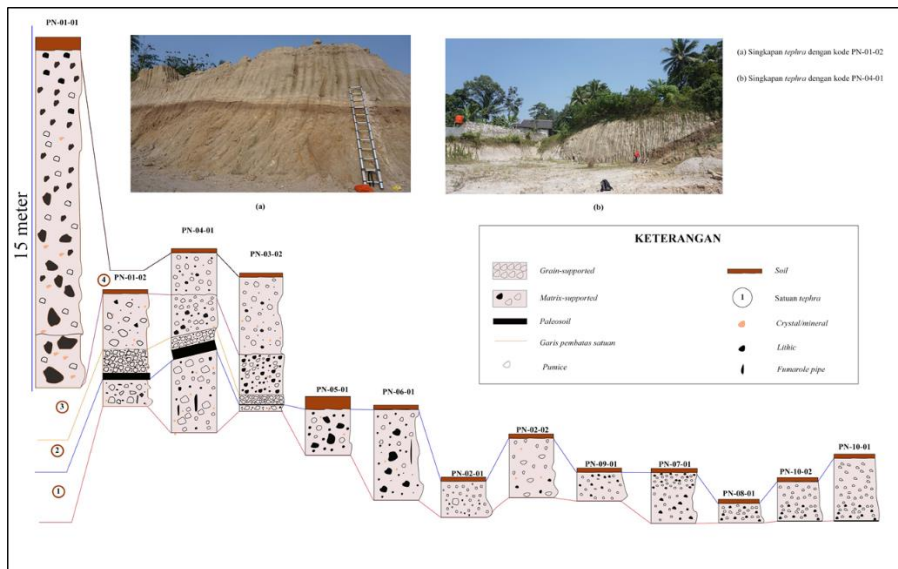
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah mengumpulkan lebih dari 10 singkapan yang berisikan data ukuran butir, komponen penyusun, tekstur, serta sifat fisik endapan Tuff Banten (Qvpb) yang berada di daerah

Pancanegara dan sekitarnya dengan persebaran singkapan seperti yang tertera pada Gambar 3. Singkapan – singkapan tersebut kemudian dikorelasi berdasarkan kesamaan sifat fisik (*lithofacies*) dari masing – masing lapisan. Korelasi tersebut dinamakan sebagai korelasi *tephra-stratigraphy* (Gambar 4).

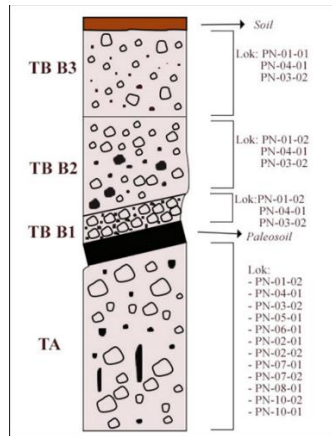


Gambar 3. Lokasi persebaran endapan piroklastik di daerah Pancanegara dan sekitarnya



Gambar 4. Korelasi *tephra-stratigraphy*

Korelasi *tephra-stratigraphy* menghasilkan satuan fasies erupsi yang tersusun dari TA, TB B1, TB B2, dan TB B3. Adapun visualisasi dari masing – masing fasies erupsi tertera pada Gambar 5. Penjelasan sifat fisik secara rinci mengenai empat fasies tertera pada tabel berikut (Tabel 1).



Gambar 5. Satuan fasies pada daerah penelitian

Tabel 1. Empat fasies erupsi

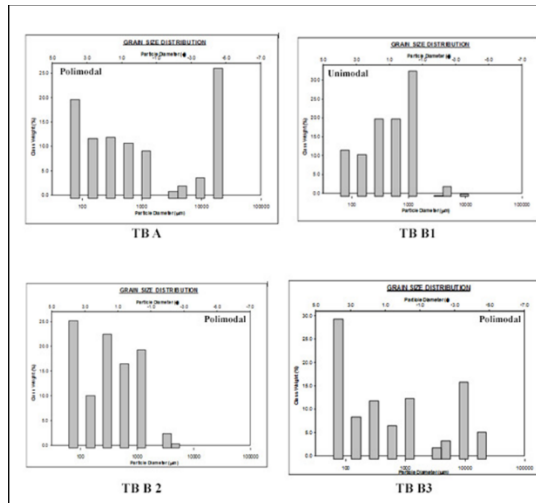
Fasies Erupsi	Deskripsi	Keterangan
TB A	Struktur masif, kaya akan batupung yang berukuran <i>lapilli-bomb</i> dengan bentuk agak menyudut, <i>matrix-supported</i> , sortasi buruk, tidak banyak mengandung litik dan mineral, dan adanya pipa <i>lapilli fumarole</i>	Terdeskripsi hanya bagian atasnya saja, karena bawahnya tidak terlihat, ketebalan satuan fasies ini sekitar 200-400cm.
TB B1	Struktur masif, <i>grain-supported</i> , kaya akan batupung dengan ukuran <i>lapilli</i> , sortasi sedang – baik, tidak begitu banyak mengandung litik dan mineral	Terendapkan diatas dari paleosoil dengan ketebalan sekitar 10 – 20cm.
TB B2	Struktur masif, sortasi buruk, <i>matrix-supported</i> , kaya akan litik dan batupung berukuran <i>lapilli</i> , menebal pada lembahan dan menitis pada punggungan	Terendapkan selaras di atas TB B2 dengan ketebalan sekitar 80 cm.
TB B3	Struktur masif, sortasi buruk, kaya akan litik yang dominan & batupung dengan ukuran <i>lapilli-bomb</i> , mengandung mineral yang berukuran <1mm.	Terendapkan tidak selaras di atas TB B2.

Korelasi endapan piroklastik yang telah diobservasi di lapangan harus didukung dengan adanya analisis dan pengolahan data kuantitatif di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan dua metode kuantitatif yaitu distribusi ukuran butir dan analisis komponentri (komponen). Penjelasan hasil analisis keduanya adalah sebagai berikut.

Distribusi ukuran butir menghasilkan parameter persentase nilai ukuran butir serta nilai median diameter dan standar deviasi (sortasi). Hasil distribusi ukuran butir tertera pada Tabel 2. Dari data tersebut, terdapat dua tipe persebaran distribusi ukuran butir; unimodal dan polimodal (Gambar 6). Unimodal adalah sebuah histogram yang menunjukkan hanya ada satu nilai puncak, artinya tipe ini cenderung memiliki persebaran ukuran butir yang cukup seragam. Sebaliknya, polimodal adalah keadaan nilai memiliki nilai puncak (persentase yang tinggi) pada beberapa nilai phi, hal ini diakibatkan ketidakseragaman distribusi ukuran butir pada singkapan tersebut.

Tabel 2. Data hasil distribusi ukuran butir

NO.	SINGKAPAN	LAPISAN	BERAT BERSIH (gr)	SIEVE SIZE (mm) BERAT (wt%)										GRAIN-SIZE DISTRIBUTION				
				5/8 in.	5/16 in.	5 in.	7 in.	18 in.	35 in.	60 in.	120 in.	230 in.	Mean	Median	Sorting	Skevness	Kurtosis	
1	PN-01-01	-	4357	24.2	69.2	16.3	10.6	54.7	31.4	54.6	41.0	133.7	0.77	1.60	2.70	-0.46	1.76	
2	PN-04-01	Lapisan 4	195	0.3	13.0	10.0	11.0	50.0	26.0	25.0	24.0	35.7	0.85	0.75	2.10	-0.24	2.15	
		Lapisan 3	220	0	11.0	22.0	17.0	61.0	32.0	27.0	12.0	38.0	0.53	-0.01	2.07	0.07	2.08	
		Lapisan 1	100	0	0.0	0.8	3.0	19.0	17.0	23.0	11.0	26.2	1.69	1.72	1.60	-0.21	2.08	
3	PN-06-01	Lapisan 2	122	0	0.6	3.0	0.2	39.0	25.0	25.0	14.0	15.2	1.14	0.86	2.82	0.13	2.54	
		Lapisan 1	332	1	0.0	10.0	29.0	53.0	28.0	39.0	42.0	130.0	1.80	2.55	2.01	-0.63	2.11	
4	PN-07-01	Lapisan atas	758	7	67.0	124	68.0	175	12.0	117.0	101.0	87.0	0.17	-0.17	2.29	0.07	1.72	
		Lapisan bawah	332	1	0.0	10.0	29.0	53.0	28.0	39.0	42.0	130.0	1.80	2.55	2.01	-0.63	2.11	
5	PN-08-01	-	1454	8	27.0	80.0	150	376	202	205.0	168.0	238.0	0.83	0.71	1.97	-0.09	2.12	



Gambar 6. Persentase pada nilai phi dari masing – masing fasies

Selanjutnya yaitu parameter median diameter dan standar deviasi. Nilai median diameter berguna untuk menunjukkan persebaran diameter ukuran butir penyusun suatu lapisan endapan piroklastik, sedangkan nilai standar deviasi untuk mengetahui kualitas sortasi suatu lapisan endapan piroklastik. Nilai distribusi ukuran butir yang lebih spesifik telah di kelompokkan berdasarkan satuan fasies erupsi tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Nilai median diameter (Md) dan Standard Deviasi (Sd) pada empat fasies (Skala *phi*)

Fasies	Variabel		Singkapan
	Median Diameter (Md)	Standard Deviasi (Sd)	
TB B3	1.60	2.70	PN-01-01
	0.75	2.10	PN-04-01 lapisan 4
TB B2	-0.01	2.07	PN-04-01 lapisan 3
TB B1	1.72	1.60	PN-04-01 lapisan 2
TB A	0.71	2.00	PN-08-01
	2.55	2.01	PN-07-01
	-0.17	2.29	PN-06-01
	0.51	2.73	PN-06-01
	0.86	2.82	PN-04-01 lapisan 1

Hasil analisis berikutnya yaitu analisis komponen. Penulis telah menganalisis beberapa sampel endapan yang disajikan pada Tabel 4 dengan masing masing data yang diambil 300 sampel butir (per lapisan). Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat empat komponen yang ditemukan pada semua singkapan yaitu pumice (batuapung) atau/maupun gelas vulkanik, litik teralterasi, litik, dan mineral. Penjelasan empat komponen tersebut adalah sebagai berikut:

- *Pumice*/gelas vulkanik: komponen ini memiliki warna putih kusam dan hitam dengan bentuk cenderung menyudut hingga menyudut (subangular – angular) dan ada yang blocky, memiliki kilap vitreous dan glassy. Pada batuapung terdapat rongga atau vesikuler. Kedua komponen ini cenderung ringan (densitas rendah).
- Litik teralterasi (*altered lithics*): memiliki bentuk cenderung tidak teratur, warna kejinggaan. Litik teralterasi memiliki densitas yang cukup berat.
- Litik (*lithics*): memiliki bentuk agak membundar, agak menyudut hingga blocky. Warna dari litik yang ditemukan hitam.
- Mineral: memiliki bentuk pipih, dengan kilap vitreous bentuk anhedral dengan warna cenderung kejinggaan – keemasan. Mineral yang ditemukan sepertinya mika, feldspar. Mineral ini ditemukan menyatu dengan komponen lainnya dengan ukuran <2 mm. Bagian ini berisi hasil analisis dan pembahasan hasil analisis. Uraikan secara terstruktur, rinci, lengkap dan padat, sehingga pembaca dapat mengikuti alur analisis dan diskusi peneliti dengan baik. Uraian pada bagian ini dapat menggunakan sub judul sesuai dengan poin-poin analisis dan pembahasan yang

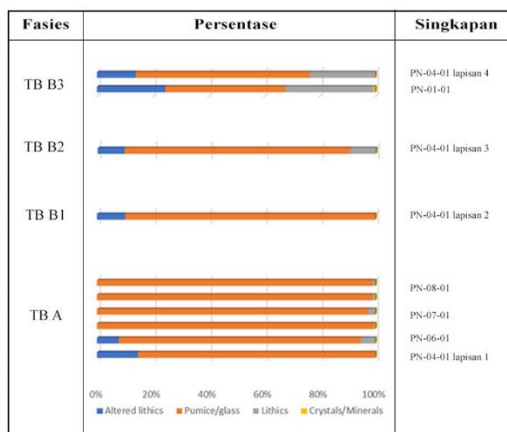
ingin dijelaskan oleh penulis. Analisis dan pembahasan dapat dilengkapi dengan tabel dan gambar sehingga lebih jelas dan menarik dengan tata cara seperti yang dijelaskan berikut ini.

Tabel 4. Data hasil analisis komponen

No	SINGKAPAN	LAPISAN	POINT COUNTING				KOMPONEN (%)			
			Altered lithics	Pumice/glass	Lithics	Crystals/Minerals	Altered lithics	Pumice/glass	Lithics	Crystals/Minerals
1	PN-01-01	-	89	156	115	2	24.59	43.09	31.77	0.55
2	PN-04-01	4	62	277	104	0	14.00	62.53	23.48	0.00
		3	32	269	30	0	9.67	81.27	9.06	0.00
		2	32	284	0	0	10.13	89.87	0.00	0.00
		1	54	312	0	0	14.75	85.25	0.00	0.00
3	PN-06-01	-	26	287	17	0	7.88	86.97	5.15	0.00
4	PN-07-01	Atas	0	416	1	1	0.00	99.52	0.24	0.24
		Bawah	0	316	8	0	0.00	97.53	2.47	0.00
5	PN-08-01	Atas	0	300	2	1	0.00	99.01	0.66	0.33
		Bawah	0	302	3	0	0.00	99.02	0.98	0.00

Tabel 4 di atas kemudian dibagi ke dalam Tabel 5 berdasarkan masing – masing fasies beserta persentasenya. Berdasarkan Tabel 5, komponen penyusun dari semua fasies erupsi didominasi oleh batupung atau gelas vulkanik, litik dan litik teralterasi setengahnya, dan mineral hanya sebagian kecil. Tabel berikut menunjukkan persentase komponen pada masing – masing fasies. Perbedaan dominan terletak pada satuan fasies erupsi TB B3 yang didominasi oleh Litik dan litik teralterasi.

Tabel 5. Data hasil analisis komponen beserta persentasenya



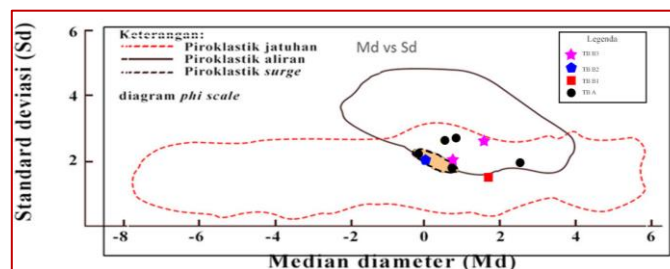
Penentuan tipe erupsi dilihat dari komponen penyusun pada sebuah singkapan. Berdasarkan analisis komponentri, berikut hasil dan penjelasan komponen pada setiap fasies.

1. TB A: Persentase komponen pada fasies ini yaitu, batupung (>85%), litik (<5%), litik teralterasi (5-10%), dan mineral (0%). Batupung memiliki tekstur vesikuler (berongga), banyak yang telah mengalami pelapukan atau oksidasi, dan berbentuk agak menyudut. Litik teralterasi dan litik memiliki karakteristik agak mirip, bentuk cenderung menyudut, meskipun ada beberapa yang blocky. Berdasarkan Cas & Wright (1996), ketika sebuah endapan tersusun atas batupung atau pumice yang dominan, menandakan bahwa telah terjadi erupsi yang cukup eksplosif dengan tipe magmatik atau sebuah erupsi yang dihasilnya murni dari magma, tanpa ada faktor pengganggu lainnya.
2. TB B1: Secara komponentri, fasies ini tidak begitu beda dengan fasies TB A, yang menjadi pembeda adalah ukuran komponen penyusun di lapangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase batupung atau pumice cukup dominan, sisanya hanya litik dan litik teralterasi. Karakteristik batupung pada fasies ini ialah berongga (vesikuler), bentuk agak menyudut, dan beberapa sudah lapuk. Sedangkan litik memiliki bentuk menyudut, tekstur kasar, dan berwarna hitam (litik teralterasi: kejinggaan) dengan persentase kurang lebih 10%. Menurut Fisher & Schmincke (1989), terdapatnya sebuah litik teralterasi menandakan adanya pengaruh air saat terjadi erupsi. Akan tetapi secara keseluruhan, fasies ini termasuk dalam tipe erupsi magmatik.
3. TB B2: Komponentri pada TB B2 tersusun atas batupung (75%), litik (10%), dan litik teralterasi (15%). Karakteristik batupung pada fasies ini agak menyudut – agak membundar, tidak terlihat adanya tekstur berongga. Litik memiliki bentuk agak blocky, warna hitam. Dan litik teralterasi berwarna kejinggaan. Banyaknya litik dan litik teralterasi pada fasies ini menandakan adanya pengaruh dinding batuan dan air yang tidak begitu dominan saat erupsi terjadi. Sehingga, penulis mengidentifikasi bahwa satuan fasies ini masih dalam tipe erupsi magmatik, meskipun ada pengaruh air.

4. TB B3: Berbeda dengan tiga fasies di bawahnya, fasies ini didominasi oleh komponen litik (32%) dan litik teralterasi (25%), sedangkan batupung hanya sekitar 33%. Litik yang dominan memiliki bentuk blocky, warna gelap. Sedangkan batupung cenderung membulat, tidak terlihat adanya rongga. Menurut Fisher & Schmincke (1989) menjelaskan bahwa suatu endapan didominasi oleh adanya komponen litik dan litik yang teralterasi, menandakan bahwa endapan tersebut bersifat freatomagmatik. Artinya erupsi vulkanik yang diakibatkan oleh adanya interaksi antara magma dan air pada saat erupsi terjadi.

Penentuan distribusi ukuran butir berguna untuk memvalidasi mengenai karakteristik mekanisme pengendapan pada endapan piroklastik secara kuantitatif. Gambar 7 merupakan hasil plotting antara variabel median diameter (Md) dan standar deviasi (Sd) (adaptasi dan modifikasi dari Walker, 1971). Analisis distribusi ukuran butir ini bukan sebagai acuan mutlak untuk penentuan mekanisme endapan piroklastik. Hasil analisis pada gambar di atas menunjukkan bahwa sebagian besar menunjukkan nilai median diameter dan standar deviasi terpusat dalam satu daerah plotting. Adapun penjelasan dari masing – masing fasies adalah sebagai berikut:

- TB A: memiliki nilai median diameter (Md) <3 dan standar deviasi lebih dari 2. Berdasarkan hasil plotting menunjukkan bahwa fasies ini terjadi mekanisme pengendapan endapan piroklastik dengan cara piroklastik aliran.
- TB B1: diwakili oleh singkapan PN-04-01 lapisan 2. Hasil analisis distribusi ukuran butir menunjukkan bahwa fasies ini memiliki nilai standar deviasi kurang dari 2, sehingga fasies ini dikategorikan sebagai endapan piroklastik jatuhan (Walker (1971) dalam Cas & Wright (1996)). Hasil analisis kuantitatif ini mendukung dan membenarkan pengamatan deskripsi singkapan yang telah dilakukan berdasarkan karakteristik sifat endapan di lapangan.
- TB B2: hasil dari fasies ini memiliki nilai standar deviasi yang mirip dengan TB A, dimana hanya memiliki perbedaan pada median diameter. Hal ini mengindikasikan bahwa ada perbedaan komponen yang mengindikasikan beda daya ledak erupsi antara TB A dengan TB B2.
- TB B3: fasies ini memiliki median diameter dan standar deviasi yang mirip dengan TB A, nilai median <2 dan standar deviasi >2. Menurut parameter Inman (1952), ketika nilai median diameter kurang dari <2 dan standar deviasi lebih dari 2, dikategorikan sebagai endapan piroklastik aliran.



Gambar 7. Diagram distribusi ukuran butir dengan skala phi (Md vs Sd)

(Modifikasi dari Walker (1971) dalam Cas & Wright)

Fasies erupsi yang telah ditemukan, dikelompokkan lagi menjadi fase erupsi. Fase erupsi adalah sebuah kumpulan fasies yang mungkin terjadi dalam satu kejadian erupsi yang sama (Cas & Wright, 1996). Berdasarkan data lapangan, penulis membagi tiga fasies. Penjelasan tiga fase erupsi tersebut adalah sebagai berikut:

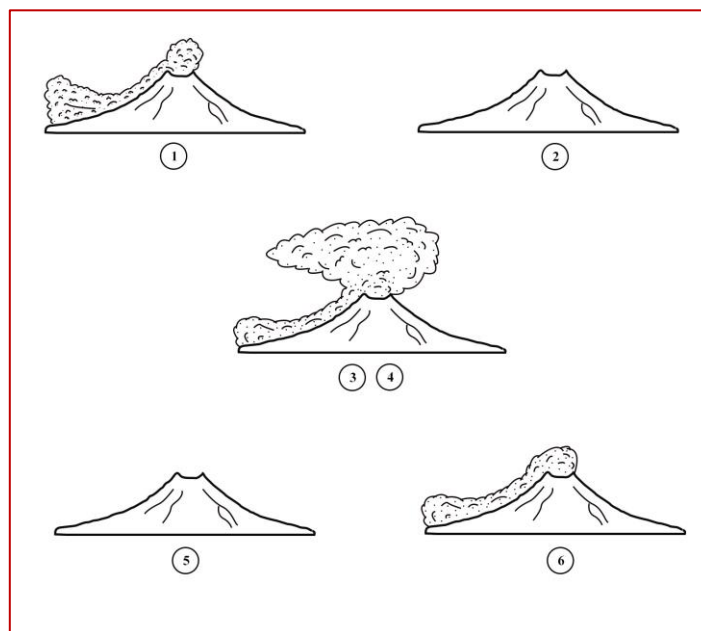
1. Fase 1: Fase 1 adalah episode erupsi pertama yang terjadi pada serangkaian erupsi yang ditemukan. Fase ini berisikan fasies TB A, dimana berdasarkan karakteristik fisik endapan dan hasil analisis distribusi serta ukuran butir menunjukkan bahwa yang terjadi pada erupsi ini adalah erupsi tipe magmatik dengan mekanisme pengendapan piroklastik aliran. Fase 1 ini dicirikan dengan banyaknya pipa lapilli fumarole. Fase tidak seutuhnya ditemukan, melainkan hanya dibagian atasnya saja.
2. Fase 2: Fase 2 terpisahkan dengan fase 1 oleh adanya lapisan paleosoil yang kurang lebih memiliki ketebalan sekitar 1 meter. Fase ini mengalami dua kali erupsi yang direpresentasikan oleh fasies TB B1 dan TB B2. Erupsi TB B1 diinterpretasikan sebagai erupsi tipe magmatik dengan mekanisme piroklastik jatuhan, dimana endapannya mengikuti topografi yang ada (Lampiran 1). Selanjutnya secara selaras terendapkan endapan fasies TB B2 yang disinyalir masih dalam satu episode erupsi tapi berbeda mekanisme pengendapannya, yaitu piroklastik aliran. Fase erupsi ini bermula ketika terjadi erupsi magmatik dengan membentuk kolom erupsi (eruption coloumn). Kolom erupsi tersebut akan dengan sendirinya jatuh akibat ada gaya gravitasi yang bekerja. Saat

kolom erupsi itu jatuh, membentuk sebuah piroklastik aliran, atau sering disebut sebagai eruption column collapse (Cas & Wright, 1996)

3. Fase 3: Fase 3 ini merupakan fase erupsi terakhir yang pada penelitian ini (secara stratigrafi). Fase ini memiliki komponen penyusun yang didominasi oleh litik dan litik teralterasi yang memiliki ukuran cenderung blocky dengan batupung dengan karakteristik membulat. Hal tersebut mengindikasikan bahwa erupsi yang terjadi banyak dipengaruhi oleh keberadaan air di bawah permukaan ataupun dijalan keluarnya magma. Interaksi antara magma dan air disebut sebagai erupsi freatomagmatik. Fase ini kemungkinan memiliki jeda yang tidak diketahui berapa lama waktunya, karena terdapat ketidak-selarasan antara fase ini dengan fase sebelumnya. Mekanisme erupsi yang terjadi pada fase ini adalah erupsi piroklastik aliran.

Rangkaian fase erupsi ini berguna untuk menceritakan dan merekonstruksikan sejarah serta episode erupsi yang terjadi pada daerah penelitian.

Rekontruksi sejarah erupsi pada daerah penelitian memiliki enam episode erupsi yang tertera pada Gambar 8. Episode erupsi pertama diidentifikasi sebagai erupsi magmatik. Erupsi ini kemungkinan memiliki daya ledak yang cukup besar, hal ini dibuktikan dengan penyusun komponen yang berukuran lebih dari 5 cm (lebih dari ukuran lapilli). Erupsi episode ini terjadi dengan cara mekanisme piroklastik aliran, yang ditandai dengan adanya pipa *lapilli fumarole*.



Gambar 8. Enam episode sejarah erupsi pada endapan piroklastik Tuff Banten (Qp_{vb}) di daerah Pancanegara

Setelah erupsi fase pertama selesai, terjadi jeda erupsi yang ditandai dengan kehadiran paleosoil yang cukup tebal. Penanda bahwa itu paleosoil adalah adanya fosil jejak serangga. Kemungkinan jeda erupsi ini bisa sampai ratusan tahun, akan tetapi tidak begitu presisi kapan jeda erupsi ini berlangsung. Setelah jeda erupsi yang cukup lama, kemudian terjadi erupsi kembali dengan tipe magmatik, tetapi memiliki dua mekanisme erupsi yang berbeda. Tahap awal erupsi pada episode ini dihasilkan piroklastik aliran yang menghasilkan kolom erupsi. Kolom erupsi tersebut jatuh akibat pengaruh gaya gravitasi. Jatuh kolom erupsi menghasilkan mekanisme endapan piroklastik aliran, dengan tipe erupsi akibat runtuhnya kolom. Episode erupsi yang terakhir terjadi adalah erupsi freatomagmatik dengan mekanisme piroklastik aliran. Episode ini kemungkinan besar terjadi memiliki jeda erupsi yang tidak cukup lama, hal ini ditandai oleh adanya ketidak selarasan di lapisan TB B2 dan TB B3. Tipe erupsi pada episode akhir ini cenderung berbeda dengan episode sebelumnya, karena memiliki komposisi komponen litik dan litik teralterasi yang dominan. Serangkaian episode erupsi tertera pada Gambar 8.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Serang (Rusmana, dkk., 1991), endapan Tuf Banten (Q_vpb) ini terendapkan pada Plistosen Awal. Merujuk pernyataan Katili (1975) dan Hamilton (1975), kemungkinan besar endapan tersebut dihasilkan oleh gunungapi yang meletus akibat dari reaktivasi subduksi di selatan Jawa pada masa Plio-Plistosen. Diketahui Bersama bahwa, pada masa tersebut banyak gunungapi yang meletus dengan menghasilkan endapan kuartar awal. Akan tetapi, hal tersebut belum signifikan untuk

menjawab kapan terjadinya erupsi ini terjadi, perlu dibutuhkan analisis pengukuran umur atau carbon dating untuk memastikannya.

KESIMPULAN

Kesimpulannya adalah terdapat empat fasies erupsi yang penulis namakan TB A, TB B1, TB B2, dan TB B3. Pengelompokan fasies erupsi ini dilakukan berdasarkan kenampakan dan deskripsi dilapangan yang dikorelasikan dengan hasil analisis distribusi ukuran butir dan analisis komponentri (komponen). Distribusi ukuran butir memiliki dua tipe yaitu unimodal dan polimodal dengan nilai standar deviasi lebih dari 2 kecuali TB B1. Hasil analisis komponen menemukan empat komponen penyusun daerah penelitian yaitu batupung/gelas vulkanik, litik, litik teralterasi, dan mineral. Persentase dari keempat pada masing masing fasies cukup beragam. Fasies erupsi dikelompokkan menjadi fase erupsi. Fase erupsi yang ditemukan terbagi menjadi tiga, fase 1, fase 2, dan fase 2. Fase 1 terdiri dari fasies erupsi TB A, fase 2 terdiri dari fasies erupsi TB B1 dan TB B2, serta fase 3 terdiri dari fasies erupsi TB B3. Fase erupsi dapat menjelaskan mengenai sejarah erupsi daerah penelitian. Sejarah erupsi yang terjadi memiliki enam episode dengan dua episode jeda erupsi. Erupsi pertama yaitu magmatik dengan mekanisme piroklastik aliran, episode kedua terjadi setelah jeda pada episode pertama dimana erupsi yang terjadi ialah erupsi magmatik dengan mekanisme piroklastik jatuhan yang kemudian diikuti oleh piroklastik aliran yang kemungkinan berasal dari jatuhnya kolom erupsi. Jeda erupsi kembali terjadi yang kemudian terjadi erupsi terakhir dengan tipe erupsi magmatik dengan mekanisme piroklastik aliran pada erupsi ini sebelumnya terjadi jeda yang tidak begitu lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah PITTA B 2019, yang mana adalah serangkaian penelitian *big project* untuk mengungkap mekanisme dan fase erupsi secara keseluruhan di *Kompleks Kaldera Rawadano*. penulis disini ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Dosen Pembimbing (Bu Dita dan Pak Gamma) serta tim riset Kaldera Rawadano.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S., Indra, T. L., & Syahputra, R. (2020). Petrography characteristics of Quaternary volcanoes in Rawa Danau Caldera, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 538(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/538/1/012032>
- Angkasa, S. S., Ohba, T., Imura, T., Setiawan, I., & Rosana, M. (2019). Tephra-stratigraphy and Ash Componentry Studies of Proximal Volcanic Products at Mount Tangkuban Parahu, Indonesia: An Insight to Holocene Volcanic Activity. *Indonesian Journal on Geoscience*, 6(3). <https://doi.org/10.17014/ijog.6.3.235-253>
- Barberi, F., Cioni, R., Rosi, M., Santacroce, R., Sbrana, A., & Vecci, R. (1989). Magmatic and phreatomagmatic phases in explosive eruptions of Vesuvius as deduced by grain-size and component analysis of the pyroclastic deposits. 21.
- Bemmelen, van. (1949). *Geology of Indonesia Vol. Ia General Geology* - RW van Bemmelen 1949.pdf.
- Cas, R. A. F., & Wright, J. V. (1996). *Volcanic successions: Modern and ancient; a geological approach to processes, products and successions* (reprinted). Chapman & Hall.
- Douglas L. Inman. (1952). *Measures for Describing the Size Distribution of Sediments*. *SEPM Journal of Sedimentary Research*, Vol. 22. <https://doi.org/10.1306/D42694DB-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- Fisher, R. V., & Schmincke, H.-U. (1989). *Pyroclastic rocks*. Springer-Vlg.
- Hamilton, W. (1979). *Tectonics of the Indonesian Region*. Government Printing Office
- Katili, J. A. (1975). Volcanism and plate tectonics in the Indonesian island arcs. *Tectonophysics*, 26(3-4), 165-188. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(75\)90088-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(75)90088-8)
- Komite SSI, D. (1996). *Sandi Stratigrafi Indonesia Edisi 1996*. 34.
- Lirer, L., & Vinci, A. (1991). Grain-size distributions of pyroclastic deposits. *Sedimentology*, 38(6), 1075-1083. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1991.tb00372.x>
- Mirzam Abdurrachman, Widiyantoro, S., Bambang Priadi, Zaky, M., Alim, A., & Amran Hakim Dewangga. (2015). Proposed New Wadati-Benioff Zone Model in Java-Sumatra Subduction Zone and Its Tectonic Implication. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3716.1045>
- Pulunggono, A., & Martodjojo, S. (1994). Perubahan Tektonik Paleogen dan Neogen merupakan peristiwa Tektonik terpenting di Jawa. *Proceeding Geologi Geoteknik Pulau Jawa*, halaman 37-50.
- Rusmana, dkk. (1991). *Peta Geologi Lembar Serang Edisi Kedua* (2012). Bandung: Badan Geologi.

- Santika, A. D., Syahputra, R., & Indra, T. L. (2020). Quaternary volcanostratigraphy setting in Rawa Danau Caldera, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 538(1), 012077. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/538/1/012077>
- Schmid, R. (1981.). Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. 4.
- Sigurdsson, H., Houghton, B. F., McNutt, S. R., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). (2015). *The encyclopedia of volcanoes* (Second edition). Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Walker, G. (1971). Grain-Size Characteristics of Pyroclastic Deposits. *The Journal of Geology*, 79(6), 696–714. Dellur, J.W., 1997, *The Handbook of Groundwater Engineering*: CRC Press LLC, Corporate Blvd, USA, p. 356–422