

# Karakteristik Mikromorfologi Tanah-Tanah Vulkanik di Daerah Banten

## *Micromorphological Characteristics of Volcanic Soils in Banten Area*

FAUZI A.I.<sup>1</sup>, S. ZAUYAH<sup>2</sup>, DAN G. STOOPS<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Sebanyak empat pedon yang terbentuk dari tufa masam dan intermedier di daerah Banten dideskripsi dan diambil contohnya untuk penelitian pedogenesis. Ciri mikromorfologi tanah yang berhubungan dengan proses pedogenesis diamati pada contoh sayatan tipis dari beberapa horison dengan bantuan mikroskop petrografik. Data analisis mineral, sifat kimia dan fisika tanah digunakan untuk mendukung interpretasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah dari tufa intermedier mempunyai struktur mikro yang lebih porous dengan massa dasar lebih homogen dan halus daripada tanah dari tufa masam. Massa dasar pada tanah tufa intermedier dicirikan oleh dominasi liat berwarna coklat kekuningan hingga kemerahan dengan sedikit partikel opak dan lapukan mineral. Sedangkan liat pada tanah dari tufa masam berwarna coklat terang hingga coklat tua dan banyak mengandung partikel kuarsa. Jejak proses pedogenesis berupa selaput liat terutama dijumpai pada tanah di daerah dengan musim kemarau yang nyata. Secara umum, karakteristik mikromorfologi, mineralogi, kimia dan fisika tanah menunjukkan proses pelapukan dan pembentukan tanah yang lebih intensif pada tanah dari tufa intermedier daripada tufa masam. Partikel batupung dan plagioklas segar pada lapisan atas tanah tersebut diduga berasal dari abu letusan Krakatau tahun 1883. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai karakteristik mikromorfologi dan proses pedogenesis tanah-tanah vulkanik, serta indikasi adanya pengaruh abu vulkan Krakatau di daerah Banten.

*Kata Kunci : Mikromorfologi, tanah vulkanik, proses pedogenesis, abu Krakatau*

### ABSTRACT

Four pedons derived from acid and intermediary tuffs in Banten area had been described and sampled for a pedogenesis study. Micromorphological features related to pedogenesis processes were observed through thin sections of some representative horizons using a petrographic microscope. Mineralogical, chemical, and physical data were also used to support interpretation. The results showed that microstructures of soils developed on intermediary tuff had more porous structures and homogenous fineness than those on acid tuff. Groundmass of the soils on intermediary tuff was characterized by dominant fine mass yellowish to reddish brown color, and with few opaque and weathered minerals. Whereas the soils on the acid tuff had light to strong brown fineness and many coarse quartz particles. Pedofeatures were found as clay coatings on pores especially in the soils with clear dry season climate. Pumice particles and some fresh plagioclase in the surface horizons of the soils was predicted to come from Krakatau ash of the eruption in 1883. Generally, micromorphological, mineralogical, chemical, and physical characteristics of the soils indicated that

weathering process and soil genesis more intensive on the intermediary tuff than on the acid tuff. This research is expected to give more knowledge about micromorphological characteristics and pedogenesis processes of the volcanic soils and the influence of Krakatau ash in Banten area.

*Key Words : Micromorphology, volcanic soils, pedogenesis processes, Krakatau ash*

### PENDAHULUAN

Sejak beberapa dekade terakhir, mikromorfologi telah banyak digunakan dalam penelitian genesis dan klasifikasi tanah, seperti di dalam penentuan bahan induk tanah (Cady, 1973), pengamatan proses pelapukan dan pembentukan mineral tanah (Delvigne dan Stoops, 1990), terjadinya horison eluviasi liat (Bullock dan Thompson, 1985) dan iluviasi liat (Miedema dan Slager, 1972), serta di dalam karakterisasi horison oksik, argilik (Bennema *et al.*, 1970) dan andik (Stoops, 1983). Demikian pula di dalam penelitian terbaru mengenai proses-proses pelapukan batuan, iluviasi, neoformasi mineral, pedoturbation dan pembentukan humus juga telah dipublikasi (Mulyanto dan Stoops, 2003; Sedov *et al.*, 2003; Ampe dan Langohr, 2003). Dengan demikian mikromorfologi telah menjadi ilmu yang penting di dalam penelitian proses pelapukan batuan induk dan pembentukan serta klasifikasi tanah.

Penelitian genesis dan klasifikasi tanah di Indonesia kebanyakan dilakukan dengan menggunakan data hasil analisis mineral, kimia, dan fisika dari contoh tanah pada tiap horison (Subardja dan Buurman, 1980; Dai, 1983; Subagjo *et al.*, 1984). Proses pembentukan tanah yang spesifik diketahui dengan menghubungkan

1 Soil Research Institute, Bogor, Indonesia

2 Dept. of Land Management, UPM, Malaysia

3 Lab. Mineralogy, Petrology and Micropedology, University Gent, Belgium

sifat-sifat tanah pada tiap horizon. Penentuan horizon diagnostik yang memerlukan identifikasi adanya selaput liat (horison argilik/argik) tidak dapat dilakukan. Karena itu pula cara ini sering menimbulkan masalah di dalam menentukan klasifikasi tanahnya (Buurman *et al.*, 1976).

Studi mikromorfologi pertama kali dilakukan oleh Dai dan Pape (1976) pada tanah-tanah di daerah Banten, kemudian dilanjutkan oleh beberapa peneliti lain pada tanah di daerah Bogor-Jakarta (Astiana, 1982; Mulyanto *et al.*, 1999). Namun informasi yang diperoleh masih sangat terbatas atau belum memadai untuk mengetahui proses pembentukan tanah-tanah di Indonesia yang bervariasi karena pengaruh perbedaan bahan induk dan curah hujan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik mikromorfologi tanah yang berhubungan dengan proses pembentukan tanah-tanah vulkanik di daerah Banten. Tanah-tanah tersebut diduga dipengaruhi oleh abu vulkanik baru dari letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883. Hasil dari penelitian diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang proses pembentukan tanah-tanah vulkanik dan adanya pengaruh endapan abu Krakatau di daerah Banten.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tahun 1999 dengan menggunakan contoh tanah dari daerah Anyer, Carita, dan Saketi, Propinsi Banten serta contoh tanah dari Pulau Rakata. Ketiga daerah penelitian di Banten dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa tanah di daerah tersebut mempunyai perbedaan dalam umur dan sifat bahan induk, curah hujan tahunan, penggunaan lahan dan jarak ke pusat erupsi gunung Krakatau di Selat Sunda. Sedangkan contoh tanah bahan vulkanik dari P. Rakata diambil sebagai bahan pembanding karakteristik abu vulkanik yang dijatuhkan di daerah Banten.

Lokasi penelitian di Anyer (pedon 1) terletak di daerah pertanian tanaman pangan lahan kering pada

dataran kaki lereng Gunung Gede yang mempunyai ketinggian tempat 100 m di atas permukaan laut (dpl). Lokasi ini berada pada jarak sekitar 60 km di sebelah timur G. Krakatau. Secara fisiografis, daerah ini merupakan bagian pegunungan dari zone fisiografik Bogor (van Bemmelen, 1949). Pedon berada pada landform kaki lereng vulkanik dengan bentuk wilayah melandai (lereng 3-5%). Pada peta geologi lembar Jawa Barat skala 1:500.000, daerah ini adalah hasil dari aktifitas vulkanik kuartar yang tidak dapat dibedakan (Geological Survey of Indonesia, 1963). Menurut van Bemmelen (1949), bahan vulkanik di daerah ini bersifat intermedier hingga basik. Mohr (1944) melaporkan bahwa bahan induk tanah di daerah pegunungan ini diduga berasal dari bahan vulkanik berukuran halus (lapili dan abu).

Di Carita, lokasi penelitian terletak di dataran kaki lereng Gunung Aseupan pada ketinggian 120 m dpl (pedon 2). Daerahnya merupakan kawasan hutan konservasi Perum Perhutani yang berjarak 3 km di sebelah timur pantai Carita atau sekitar 40 km di sebelah timur dari G. Krakatau. Keadaan fisiografi, landform, bentuk wilayah dan bahan induk tanahnya serupa dengan daerah penelitian di Anyer.

Di daerah Saketi, lokasi penelitian (pedon 3 dan 4) terletak di dataran bergelombang, Desa Cimanggu, pada ketinggian 50 dan 80 m dpl. Daerah ini terletak pada jarak 7 km di sebelah selatan Saketi atau sekitar 80 km di sebelah timur G. Krakatau. Dua pedon yang diamati terletak di daerah yang tertutup vegetasi semak dan belukar atau bekas kebun penduduk. Secara fisiografis, daerah penelitian merupakan dataran bergelombang dan berbukit rendah dari zone fisiografik Bogor. Keadaan landformnya membentuk dataran tektonik bergelombang dengan bentuk wilayah berombak (lereng 3-4%). Dalam peta geologi, daerah ini merupakan dataran fasies sedimen miosen (Geological Survey of Indonesia, 1963) yang tertutup bahan vulkanik masam yang menjadi bahan induk tanah di daerah ini.

Di Pulau Rakata, contoh tanah diambil dari lereng bagian timur yang tertutup hutan primer pada

ketinggian 60 m dpl. Daerah ini tertutup oleh endapan tufa batuapung yang tebal (20-40 m) hasil dari erupsi Krakatau pada tahun 1883 (Purbawinata *et al.*, 1983). Ketebalan abu vulkanik yang diendapkan di daerah Banten kurang dari 30 cm dan cenderung menipis di daerah yang semakin jauh dari pusat erupsi (Verbeek, 1885).

Berdasarkan data iklim, daerah penelitian mempunyai suhu udara tahunan rata-rata 26,6°C dengan variasi bulanan kurang dari 5°C. Curah hujan tahunan (pengamatan selama 10 tahun, 1971-1980) di daerah Anyer, Carita, dan Saketi masing-masing 1.859 mm, 3.146 mm, dan 4.013 mm. Periode kering (curah hujan <60 mm) hanya terjadi di daerah Anyer yaitu pada bulan Juli sampai September, sedangkan di daerah lainnya sepanjang tahun merupakan bulan basah (>100 mm) (Meteorology and Geophysics Institute, 1974a; 1974b; 1980). Menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951), daerah Anyer mempunyai tipe hujan C, dan daerah Carita dan Saketi bertipe hujan A. Dalam peta zone agroklimat (Oldeman, 1975), daerah Anyer berada pada zone D2, daerah Carita pada zone B2, dan daerah Saketi pada zone B1.

Bahan penelitian menggunakan empat buah pedon, yang telah diamati dan dideskripsi mengikuti *Guidelines for Soil Description* (FAO, 1990). Sebanyak 16 contoh tanah utuh, yang diambil dengan kotak aluminium berukuran 40 x 65 x 40 mm<sup>3</sup> pada beberapa horison terpilih, digunakan untuk analisis mikromorfologi 23 contoh tanah perwakilan dari tiap horison untuk analisis susunan mineral dan sifat kimia tanah, dan 6 contoh tanah ring dari lapisan atas (10-20 cm) dan bawah (40-60 cm) untuk analisis sifat fisika tanah.

Proses pembuatan irisan tipis tanah (*thin section*), mulai dari pengeringan contoh tanah utuh, penjemuran dengan resin, pemotongan, hingga persiapan irisan tipis, dilakukan berdasarkan metode Benyarku dan Stoops (1995) di laboratorium mikropedologi Ghent University (Belgia). Contoh tanah utuh dari lapang dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 5-7 hari atau lebih tergantung pada kelembabannya. Di dalam ruang hampa, contoh dijenuhi dengan campuran polyester resin

dan aseton ditambah dengan akselerator dan katalisator. Untuk 2 sampai 3 contoh, campuran yang digunakan adalah 1.300 ml polyester resin, 500 ml aseton, 80 tetes akselerator dan 40 tetes katalisator. Hasil penjemuran, yang mengeras setelah 7 minggu, dipotong setebal 2 cm dengan mesin pemotong dan salah satu permukaannya dihaluskan dengan mesin pengasah untuk dilekatkan pada gelas preparat (90 x 60 mm<sup>2</sup>). Selanjutnya lempeng preparat tersebut dipotong kembali hingga ketebalan 50 µm dan diasah sampai ketebalan 20-30 µm atau sampai terlihat warna kelabu dari mineral kuarsa. Irisan tipis ditutup dengan gelas dan siap untuk diamati dan dideskripsi di bawah mikroskop polarisasi. Deskripsi irisan tipis dilakukan mengikuti terminologi Bullock *et al.* (1985).

Analisis susunan mineral tanah dilakukan pada fraksi pasir (diameter 50-2.000 µm), fraksi debu (2-50 µm), dan fraksi liat (< 20 µm). Fraksi tersebut dipisahkan dari contoh tanah dengan metode penyaringan dan pemipetan. Fraksi pasir dipisahkan dengan penyaringan basah, sementara fraksi debu dan liat dipisahkan dengan metode pipet dari suspensi tanah yang didispersikan dengan peptisator (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4%). Mineral fraksi pasir ditetapkan dengan metode benang silang di bawah mikroskop polarisasi di laboratorium mineral, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Untuk analisis mineral fraksi debu dan liat dilakukan dengan alat Difraktometer Sinar-X (*X-Ray Diffraction*) di laboratorium mineralogi Ghent University (Belgia). Khusus untuk fraksi liat, penetapan mineral dilakukan setelah penjemuran dengan Mg<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>- Glycerol, K<sup>+</sup>, dan pemanasan K<sup>+</sup> hingga 550°C.

Beberapa sifat kimia dan fisika tanah yang ditetapkan meliputi tekstur empat fraksi (pasir, debu, liat, dan liat halus) dengan metode penyaringan basah dan pemipetan, pH H<sub>2</sub>O yang diukur secara potensiometrik pada suspensi tanah (perbandingan 1:2,5), besi bebas ditetapkan dengan metode Mehra dan Jackson, dan Al dapat tukar diukur dalam ekstrak KCl 1M. Untuk analisis kation dapat tukar (Ca, Mg, K, Na) dan kapasitas tukar kation, tanah diekstrak dengan larutan NH<sub>4</sub>OAc 1M pH 7 dalam tabung perkolasi. Kation Ca dan Mg

ditetapkan dengan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*), dan Na dan K dianalisis dengan *flame photometer*. Bobot isi (BI) tanah ditetapkan berdasarkan volume *ring sample* dan berat tanah kering oven (105°C). Total porositas dihitung berdasarkan data bobot isi dan kerapatan lindak. Semua pekerjaan analisis kimia dan fisika tanah ini dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanah, Bogor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik morfologi, mineralogi, kimia, dan fisika tanah

Karakteristik morfologi semua pedon

menunjukkan tanah-tanah yang diteliti telah berkembang dengan susunan horison yang dicirikan oleh horison permukaan yang telah terganggu oleh pengolahan (Ap), kecuali pada pedon 2 (Ah) yang merupakan tanah hutan dan oleh adanya horison akumulasi liat (horison Bt). Pedon 1 dan 2 mempunyai solum cukup tebal/dalam dan tanpa adanya horison C atau BC, seperti yang terdapat pada pedon 3 dan 4. Bahkan di bagian bawah pedon 1 ditemukan banyak batuan vulkanik segar. Uraian morfologi profil tanah di daerah penelitian disajikan pada Tabel 1.

Perkembangan tanah pada keempat pedon tersebut diduga berhubungan erat dengan sifat bahan induk dan intensitas proses pelapukannya. Menurut Stoops *et al.* (1994) profil pelapukan dari

**Tabel 1. Uraian morfologi profil-profil tanah**

*Table 1. Morphological description of the soil profiles*

| Keda-laman<br>(cm)             | Horison | Warna    |          | Tekstur | Struktur      | Konsistensi (lembab) | Batas horison | Keterangan               |
|--------------------------------|---------|----------|----------|---------|---------------|----------------------|---------------|--------------------------|
|                                |         | Matriks  | Karatan  |         |               |                      |               |                          |
| <b>Pedon 1 (daerah Anyer)</b>  |         |          |          |         |               |                      |               |                          |
| 0 - 18                         | Ap      | 10YR4/4  | -        | SiCL    | 2, f-m, sb    | gembur               | jelas         | Banyak akar halus        |
| 18 - 40                        | Bt1     | 5YR4/6   | -        | SiC     | 3, f-m, cr-sb | teguh                | berangsur     | Sedikit akar halus       |
| 40 - 70                        | Bt2     | 5YR4/6   | -        | C       | 2-3, m, sb    | teguh                | berangsur     | Sedikit akar halus       |
| 70 - 90                        | Bt3     | 5YR4/6   | -        | C       | 2, f-m, sb    | gembur-teguh         | berangsur     | Beberapa batuan<br>segar |
| 90 - 110                       | Bt4     | 5YR4/6   | -        | C       | 2, f-m, sb    | gembur-teguh         | -             | Banyak batuan<br>segar   |
| <b>Pedon 2 (daerah Carita)</b> |         |          |          |         |               |                      |               |                          |
| 0 - 14                         | Ah      | 5YR4/4   | -        | C       | 2, f-m, cr    | gembur               | nyata         | Banyak akar halus        |
| 14 - 28                        | BA      | 5YR4/6   | -        | C       | 2, f-m, cr    | teguh                | jelas         | Banyak akar halus        |
| 28 - 59                        | Bt1     | 2.5YR4/6 | -        | C       | 2, f-m, cr    | gembur               | berangsur     | Sedikit akar halus       |
| 59 - 95                        | Bt2     | 2.5YR4/6 | -        | C       | 2, m, cr      | gembur               | difuse        | Sedikit akar halus       |
| 95 - 140                       | Bt3     | 2.5YR4/6 | -        | C       | 2, m, cr      | gembur               | difuse        | Sedikit akar halus       |
| 140 - 180                      | Bt4     | 2.5YR4/6 | -        | C       | 2, m, cr      | gembur               | -             | Sedikit akar halus       |
| <b>Pedon 3 (daerah Saketi)</b> |         |          |          |         |               |                      |               |                          |
| 0 - 12                         | Ap      | 10YR3/3  | -        | SiL     | 2, f-m, sb    | gembur               | jelas         | Sedikit akar halus       |
| 12 - 32                        | Bt1     | 10YR4/4  | -        | CL      | 2-3, m, sb    | teguh                | berangsur     | Sedikit akar sedang      |
| 32 - 56                        | Bt2     | 10YR4/4  | -        | C       | 2-3, m, sb    | teguh                | berangsur     | Sedikit akar halus       |
| 56 - 88                        | Bt3     | 10YR5/8  | -        | C       | 2, m, sb      | gembur-teguh         | jelas         | -                        |
| 88 - 126                       | BCc     | 10YR5/8  | 7.5YRN2/ | C       | 1-2, f-m, sb  | gembur               | nyata         | Konkresi halus           |
| 126 - 142                      | 2C      | 10YR6/8  | 10YR7/1  | SCL     | 0             | teguh                | -             | Karatan<br>kekuningan    |
| <b>Pedon 4 (daerah Saketi)</b> |         |          |          |         |               |                      |               |                          |
| 0 - 11                         | Ap      | 10YR4/4  | -        | C       | 2, f, sb      | gembur-teguh         | nyata         | Banyak akar halus        |
| 11 - 36                        | Bt1     | 7.5YR5/6 | -        | C       | 2-3, f-m, sb  | teguh                | jelas         | Sedikit akar halus       |
| 36 - 70                        | Bt2     | 7.5YR5/6 | -        | C       | 2, m, sb      | teguh                | berangsur     | Sedikit akar halus       |
| 70 - 126                       | Bt3     | 7.5YR5/6 | -        | C       | 2, m, sb      | teguh                | berangsur     | -                        |
| 126 - 148                      | BC      | 2.5YR5/6 | -        | C       | 2-3, m, sb    | gembur-teguh         | berangsur     | -                        |
| 148 - 170                      | Cv      | 10YR6/8  | 10R3/6   | C       | 0             | teguh                | -             | Karatan<br>kekuningan    |

Keterangan: Tekstur: SiCL = lempung liat berdebu; SiC= liat berdebu; SiL= lempung berdebu; SCL=lempung liat berpasir; C=liat Struktur: 0= tanpa struktur; 1=lemah; 2=sedang; 3=kuat; f=halus; m=sedang; sb=gumpal bersudut; cr=remah

bahan yang kaya silika (tufa masam) di daerah tropik umumnya mempunyai horison C yang lebih tebal (pedon 3 dan 4) dibanding dengan profil pelapukan dari bahan yang miskin silika (pedon 1 dan 2). Warna tanah pedon 1 dan 2 yang mempunyai *hue* lebih merah (2,5YR dan 5YR) dan homogen daripada pedon 3 dan 4 menunjukkan hasil proses pelapukan dan pencucian yang intensif pada kondisi drainase yang cukup baik. Sedangkan adanya warna karatan dan konkresi pada horison BC dan C dengan batas horison yang masih jelas pada pedon 3 dan 4 mengindikasikan kondisi drainase yang kurang baik dan kurang intensifnya proses pelapukan. Pada mikromorfologi tanahnya, hasil proses pelapukan yang intensif ini dicirikan oleh dominasi bahan halus (liat) dan nisbah bahan kasar terhadap bahan halus (c/f) yang rendah. Bahan halus tanah yang berwarna semakin merah berhubungan dengan semakin banyaknya kandungan hematit dan Fe-gels, sedangkan yang berwarna coklat kekuningan dengan goetit dan lepidokrosit.

Pada horison permukaan pedon 1 dan 3 dijumpai tekstur yang lebih kasar (SiCl, SiL). Tekstur kasar ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti eluviasi dan iluviasi liat dan erosi liat di permukaan tanah (van Breemen dan Buurman, 1998) atau adanya pengaruh endapan abu vulkanik baru (Hommel dan van Reuler, 1983). Berdasarkan data susunan mineral fraksi pasir (Tabel 2), data tekstur (Tabel 4) dan karakteristik mikromorfologinya yang akan diuraikan lebih detil pada bagian berikut, dapat ditunjukkan adanya pengaruh abu vulkanik baru dan proses iluviasi liat. Karakteristik mikromorfologi permukaan tanahnya dicirikan oleh adanya partikel mineral vulkanik yang lebih segar dengan nisbah f/c yang lebih tinggi daripada horison di bawahnya serta terdapatnya selaput liat di horison yang lebih dalam.

Hampir semua horison dari pedon yang diteliti, kecuali pedon 2 dan horison C pada pedon 3 dan 4, mempunyai bentuk struktur gumpal bersudut hingga remah dengan konsistensi teguh hingga gembur. Sedangkan pada pedon 2 sebagian besar berstruktur remah atau granular dengan konsistensi gembur.

Karakteristik mikromorfologi tanah ini dicirikan oleh tipe struktur mikro dengan keadaan porinya. Pada struktur gumpal agak bersudut, pori memanjang lebih banyak dijumpai di antara padatan tanah daripada di dalam massa tanahnya, sedangkan pada struktur remah dicirikan oleh banyaknya pori diantara agregat mikro yang terbentuk.

Komposisi mineral fraksi pasir (50 – 200  $\mu$ ) pada semua pedon menunjukkan dominasi mineral resisten (opak atau kuarsa) dan sedikit mineral mudah lapuk yang jumlahnya semakin menurun ke lapisan bawah, seperti gelas vulkan, plagioklas, sanidin, hornblend, augit, dan hipersten (Tabel 2). Komposisi mineral ini menunjukkan hasil pelapukan yang intensif dari bahan vulkanik yang dipengaruhi oleh endapan abu vulkanik baru (rejuvinasi). Dominasi mineral opak pada pedon 1 dan 2 diduga berasal dari bahan vulkanik yang bersifat intermedier atau agak basik, seperti halnya komposisi mineral pasir pada tanah vulkan andesitik di beberapa toposekuen di Jawa (Subardja dan Buurman, 1980; Subagjo *et al.*, 1984). Sedangkan untuk pedon 3 dan 4 yang mengandung kuarsa tinggi (50-90%) diduga berasal dari bahan vulkanik yang bersifat masam, seperti halnya yang ditemukan oleh Buurman *et al.* (1976) pada tanah-tanah yang berkembang dari tufa masam di daerah Banten. Pada mikromorfologi tanah, fraksi pasir ini dapat diamati sebagai bahan kasar yang komposisi mineralnya dapat ditetapkan.

Pengaruh abu vulkanik baru yang lebih nyata pada pedon 1 dan 2 diduga berhubungan erat dengan perbedaan ketebalan endapan abu vulkanik dan jarak dari pusat erupsi. Pengaruh abu Krakatau pada data susunan mineral pasir tidak dapat diketahui, karena tidak dapat menunjukkan ciri khas dari abu vulkanik tersebut. Partikel batupung dari abu Krakatau pada susunan mineral pasir ini telah teridentifikasi sebagai gelas vulkan. Tetapi pada irisan tipis tanahnya, keberadaan batupung beserta mineral vulkanik mudah lapuk lainnya akan dapat diamati hanya sebagai bahan kasar saja.

Komposisi mineral fraksi debu (2 – 50  $\mu$ m)

**Tabel 2. Komposisi mineral fraksi pasir***Table 2. Mineralogical composition of the sand fractions*

| Kedalaman               | Horison |      |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
|-------------------------|---------|------|--------|-------------|-----------------|--------------|-------------|--------------------------|---------|-----------|-------|-----------|---------------------------|
|                         |         | Opak | Kuarsa | Konkresi Fe | Lapukan mineral | Lapukan batu | Glas vulkan | Plagioklas (intermedier) | Sanidin | Hornblend | Augit | Hipersten | Total mineral mudah lapuk |
| (cm)                    |         | %    |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
| Pedon 1 (daerah Anyer)  |         |      |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
| 0 – 18                  | Ap      | 55   | 12     | 3           | 7               | 6            | 4           | 10                       | .       | .         | 1     | 1         | 16                        |
| 18 – 40                 | Bt1     | 53   | 12     | 6           | 7               | 7            | 3           | 9                        | .       | .         | 1     | 1         | 14                        |
| 40 – 70                 | Bt2     | 69   | 12     | 5           | 7               | 4            | sp          | 1                        | .       | sp        | .     | sp        | 2                         |
| 70 – 90                 | Bt3     | 57   | 17     | 9           | 7               | 5            | .           | 1                        | .       | .         | sp    | 2         | 4                         |
| 90–110                  | Bt4     | 59   | 18     | 8           | 8               | 6            | .           | .                        | .       | .         | .     | 1         | 1                         |
| Pedon 2 (daerah Carita) |         |      |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
| 0 – 14                  | Ah      | 22   | 4      | 2           | 16              | 1            | 36          | 16                       | .       | .         | 1     | 2         | 55                        |
| 14 – 28                 | AB      | 38   | 6      | 4           | 26              | 4            | 11          | 7                        | .       | .         | sp    | 2         | 20                        |
| 28 – 59                 | Bt1     | 60   | 7      | 7           | 21              | 2            | 1           | sp                       | .       | .         | 1     | sp        | 2                         |
| 59 – 95                 | Bt2     | 63   | 8      | 4           | 20              | 2            | 1           | 1                        | .       | sp        | sp    | sp        | 3                         |
| 95 –140                 | Bt3     | 80   | 5      | 2           | 12              | 1            | .           | sp                       | sp      | .         | .     | sp        | 1                         |
| 140–180                 | Bt4     | 79   | 4      | 3           | 12              | 2            | .           | sp                       | .       | .         | .     | .         | 1                         |
| Pedon 3 (daerah Saketi) |         |      |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
| 0 – 12                  | Ap      | 20   | 54     | 4           | 10              | 3            | 1           | 7                        | sp      | sp        | sp    | 1         | 10                        |
| 12 – 32                 | Bt1     | 17   | 55     | 4           | 10              | 6            | .           | 7                        | .       | 1         | sp    | sp        | 9                         |
| 32 – 56                 | Bt2     | 17   | 55     | 4           | 16              | 4            | .           | 4                        | sp      | sp        | .     | .         | 5                         |
| 56 – 88                 | Bt3     | 30   | 49     | 3           | 12              | 4            | .           | 2                        | sp      | sp        | .     | .         | 3                         |
| 88 –126                 | BCc     | 38   | 26     | 6           | 20              | 4            | .           | 6                        | .       | sp        | .     | .         | 6                         |
| 126 –142                | 2C      | 18   | 49     | 7           | 17              | 7            | .           | 2                        | sp      | sp        | sp    | .         | 3                         |
| Pedon 4 (daerah Saketi) |         |      |        |             |                 |              |             |                          |         |           |       |           |                           |
| 0 – 11                  | Ap      | 5    | 87     | sp          | 3               | 5            | sp          | sp                       | sp      | .         | sp    | sp        | sp                        |
| 11 – 36                 | Bt1     | 4    | 91     | sp          | 2               | 3            | .           | sp                       | sp      | .         | .     | .         | sp                        |
| 36 – 70                 | Bt2     | 5    | 91     | 1           | 1               | 2            | .           | sp                       | sp      | .         | .     | .         | sp                        |
| 70 –126                 | Bt3     | 5    | 92     | 1           | 1               | 1            | .           | sp                       | sp      | .         | .     | .         | sp                        |
| 126 –148                | BC      | 5    | 91     | sp          | 2               | 2            | .           | .                        | sp      | .         | .     | .         | sp                        |
| 148 –170                | Cv      | 7    | 86     | 3           | 2               | 2            | .           | .                        | sp      | .         | .     | .         | sp                        |

Keterangan: sp = sporadis (&lt; 1%)

yang terdeteksi oleh Difraktometer Sinar-X (XRD) menunjukkan dominasi mineral kuarsa dan kristobalit (Tabel 3). Mineral tersebut merupakan mineral resisten yang biasa ditemukan pada abu vulkanik. Menurut Dahlgreen *et al.* (1993) mineral silika, seperti kuarsa, kristobalit dan tridimit adalah bagian dari mineral primer penyusun abu vulkanik. Dengan demikian komposisi mineral pasir ini memperkuat dukungan pada dugaan bahwa bahan induk tanah yang diteliti berasal dari bahan vulkanik, khususnya untuk tanah-tanah vulkanik yang telah berkembang lanjut. Pada pengamatan mikromorfologi, mineral silika berukuran debu ini sulit dikenali, karena jumlah fraksi debunya sangat sedikit atau merupakan bagian dari fraksi debu halus (2-20  $\mu\text{m}$ ) yang tidak

dapat diidentifikasi dengan mikroskop polarisasi. Pada horison permukaan yang bertekstur kasar (pedon 1 dan 3) dengan fraksi debu yang lebih banyak mineral silika terlihat sebagai butiran halus berwarna putih hingga kelabu.

Fraksi liat yang dideteksi dengan XRD menunjukkan semua pedon didominasi mineral liat tipe 1:1 (metahalosit dan kaolinit). Mineral tipe 2:1 (smektit) juga ditemukan pada pedon 3 dan sangat sedikit pada pedon 4 (Tabel 3). Mineral liat ini berukuran halus (< 2  $\mu\text{m}$ ) dan tidak dapat ditetapkan dengan bantuan mikroskop pada irisan tipisnya. Namun dengan bantuan mikroskop elektron, partikel berukuran sampai 1  $\mu\text{m}$  masih dapat diamati. Pengamatan dengan mikroskop elektron pada

**Tabel 3. Komposisi mineral fraksi debu dan liat***Table 3. Mineralogical composition of the silt and clay fractions*

|                                |                    | Komposisi mineral    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |    |  |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|
| Hori-son                       | Keda-laman<br>(cm) | Fraksi debu (2-50µm) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Fraksi liat (< 2 µm) |     |     |     |     |     |    |  |
|                                |                    | Qz                   | Cr  | Mg  | Hm  | Fr  | Pr  | Gb  | Fl  | Py  | Am  | Sm                   | K   | KH  | Gb  | Qz  | Go  | CT |  |
| <b>Pedon 1 (daerah Anyer)</b>  |                    |                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |    |  |
| Ap                             | 0-18               | +++                  | +   | (+) | (+) | .   | +   | .   | (+) | (+) | .   | .                    | .   | +++ | .   | (+) | +   | +  |  |
| Bt2                            | 40-70              | +++                  | +   | .   | .   | (+) | +   | (+) | .   | (+) | (+) | .                    | .   | +++ | .   | (+) | +   | +  |  |
| Bt3                            | 90-110             | +++                  | +   | (+) | (+) | +   | +   | (+) | .   | (+) | (+) | .                    | .   | +++ | .   | .   | +   | ++ |  |
| <b>Pedon 2 (daerah Carita)</b> |                    |                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |    |  |
| Ah                             | 0-14               | +++                  | +   | .   | (+) | (+) | .   | .   | (+) | (+) | .   | .                    | +++ | .   | .   | .   | (+) | +  |  |
| Bt2.1                          | 28-58              | ++                   | +++ | .   | +   | +   | +   | .   | (+) | (+) | (+) | .                    | +++ | .   | .   | (+) | +   | +  |  |
| Bt3                            | 95-140             | ++                   | +++ | .   | +   | +   | +   | +   | .   | +   | +   | .                    | +++ | .   | .   | (+) | .   | +  |  |
| <b>Pedon 3 (daerah Saketi)</b> |                    |                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |    |  |
| Ap                             | 0-12               | +++                  | ++  | .   | +   | (+) | +   | .   | +   | .   | (+) | ++                   | +++ | .   | +   | +   | .   | .  |  |
| Bt1                            | 32-56              | +++                  | ++  | .   | +   | +   | +   | +   | .   | .   | +   | ++                   | +++ | .   | (+) | +   | .   | .  |  |
| BCc                            | 88-126             | +++                  | ++  | .   | (+) | +   | +   | (+) | .   | (+) | +   | ++                   | +++ | .   | (+) | .   | .   | .  |  |
| <b>Pedon 4 (daerah Saketi)</b> |                    |                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |    |  |
| Ah                             | 0-17               | +                    | +++ | .   | +   | (+) | (+) | +   | (+) | +   | (+) | (+)                  | +++ | .   | +   | +   | +   | .  |  |
| Bt2                            | 22-70              | +                    | +++ | .   | +   | (+) | (+) | +   | (+) | .   | .   | (+)                  | +++ | .   | (+) | +   | +   | .  |  |
| BC                             | 126-148            | +                    | +++ | .   | +   | (+) | (+) | +   | (+) | .   | .   | (+)                  | +++ | .   | (+) | +   | .   | .  |  |

Keterangan : Qz = kuarsa; Cr = kristobalit; Mg = magnetit; Hm = hematit; Fr = ferihidrit; Pr = pirolusit; Gb = gibsit; Fl = feldspar; Py = piroksin; Am = ampibol; K = kaolinit; KH = kaolinit-halosit; Go = goetit; Sm=smektit.

Jumlah relatif : +++ = banyak ; ++ = sedang ; + = sedikit ; (+) = sangat sedikit

permukaan agregat tanah dan partikel kasarnya, haloisit didapatkan berbentuk jarum atau lempeng berkerut dan kaolinit berupa tumpukan lempeng bersegi. Secara teoritis, haloisit dapat terbentuk dari pelapukan abu vulkanik dan batupung, dan kaolinit dari hasil transformasinya. Jumlah haloisit akan semakin meningkat dengan berkurangnya curah hujan (Nagasawa dan Miyaki, 1976; Aomine dan Wada, 1962). Oleh karena itu pada pedon 1 masih ditemukan adanya haloisit, karena daerahnya memiliki musim kemarau yang nyata, sedangkan pada pedon lainnya hanya terdapat kaolinit karena memiliki bulan basah sepanjang tahun. Terdapatnya mineral smektit pada pedon 3 diduga berasal dari pelapukan mineral ferromagnesian (Tabel 2) yang terjadi pada kondisi pencucian atau drainase yang lambat, seperti telah dilaporkan oleh Mizota (1976) dan Delvigne dan Stoops (1990).

Hasil analisis sifat kimia dan fisika pada semua pedon (Tabel 4) menunjukkan kandungan fraksi liat

yang tinggi dan meningkat jumlahnya menurut kedalaman (horison Bt). Kandungan fraksi liat yang tinggi ini mencerminkan hasil proses pelapukan yang intensif. Kandungan fraksi liat pedon 1 dan 2 yang rata-rata lebih tinggi (55 – 92%) dari pada pedon 3 dan 4 (29 – 72%) disebabkan oleh proses pelapukan yang lebih intensif. Sementara itu, kenaikan kandungan liat di horison Bt yang diikuti oleh peningkatan perbandingan fraksi liat halus terhadap total liat, seperti terlihat pada pedon 1 dan 3, diduga berhubungan erat dengan proses transportasi partikel liat ke lapisan bawah (eluviasi liat). Pada irisan tipis tanah, hasil proses pelapukan yang intensif dapat ditunjukkan oleh homogenitas bahan penyusun tanah dan nisbah bahan halus terhadap kasar (*fine/coarse ratio*) yang tinggi. Jejak proses eluviasi liat dapat diamati pada terbentuknya selaput liat yang terorientasi dan semakin tebal ke horison bawah.

**Tabel 4. Sifat kimia dan fisika tanah yang diteliti***Table 4. Chemical and physical properties of the studied soils*

| Hori-<br>son                   | Keda-<br>laman<br>cm | Tekstur |       |            |      | pH<br>H <sub>2</sub> O | KTK                                        |       | Kejenuhan |       | Fe<br>be-<br>bas | BI                       | PD  | Porositas<br>total |
|--------------------------------|----------------------|---------|-------|------------|------|------------------------|--------------------------------------------|-------|-----------|-------|------------------|--------------------------|-----|--------------------|
|                                |                      | pasir   | liat  | liat halus | fc/c |                        | tanah                                      | Liat  | Al        | basa  |                  |                          |     |                    |
|                                |                      | ..... % | ..... | .....      |      |                        | ... cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ... |       | ..... %   | ..... |                  | .. g cc <sup>-1</sup> .. |     | %                  |
| <b>Pedon 1 (daerah Anyer)</b>  |                      |         |       |            |      |                        |                                            |       |           |       |                  |                          |     |                    |
| Ap                             | 0 – 18               | 14      | 29    | 15         | 52   | 4,7                    | 17,3                                       | 59,6  | 3,5       | 36,8  | 2,5              | 0,9                      | 2,2 | 57,7               |
| Bt1                            | 18 – 40              | 5       | 55    | 41         | 74   | 4,7                    | 17,6                                       | 32,0  | 7,4       | 32,3  | 3,2              | -                        | -   | -                  |
| Bt2                            | 40 – 70              | 4       | 79    | 67         | 85   | 4,5                    | 16,5                                       | 20,9  | 21,2      | 23,2  | 2,4              | 0,9                      | 2,2 | 57,7               |
| Bt3                            | 70 – 90              | 5       | 83    | 75         | 90   | 4,3                    | 19,0                                       | 22,9  | 18,9      | 23,2  | 3,1              | -                        | -   | -                  |
| Bt4                            | 90 – 110             | 6       | 80    | 70         | 87   | 4,3                    | 18,0                                       | 23,0  | 20,0      | 23,0  | -                | -                        | -   | -                  |
| <b>Pedon 2 (daerah Carita)</b> |                      |         |       |            |      |                        |                                            |       |           |       |                  |                          |     |                    |
| Ah                             | 0 – 14               | 11      | 75    | 30         | 40   | 4,4                    | 11,0                                       | 14,6  | 31,8      | 16,0  | 3,6              | -                        | -   | -                  |
| AB                             | 14 – 28              | 5       | 86    | 31         | 36   | 4,2                    | 10,6                                       | 12,3  | 32,1      | 13,2  | 3,2              | 0,8                      | 2,5 | 69,8               |
| Bt1                            | 28 – 58              | 2       | 92    | 39         | 42   | 4,3                    | 10,4                                       | 11,3  | 27,5      | 10,1  | 3,0              | 0,8                      | 2,6 | 66,2               |
| Bt2                            | 58 – 95              | 2       | 91    | 37         | 40   | 4,4                    | 11,4                                       | 12,5  | 40,3      | 11,8  | 3,1              | -                        | -   | -                  |
| Bt3                            | 95 – 140             | 2       | 87    | 35         | 40   | 4,4                    | 12,4                                       | 14,3  | 32,2      | 10,6  | 3,7              | -                        | -   | -                  |
| Bt4                            | 140 – 180            | 3       | 91    | 35         | 38   | 4,4                    | 9,9                                        | 10,8  | 36,4      | 11,6  | -                | -                        | -   | -                  |
| <b>Pedon 3 (daerah Saketi)</b> |                      |         |       |            |      |                        |                                            |       |           |       |                  |                          |     |                    |
| Ap                             | 0 – 12               | 31      | 16    | 8          | 50   | 4,6                    | 17,9                                       | 112,1 | 27,4      | 20,7  | 2,0              | -                        | -   | -                  |
| Bt1                            | 12 – 32              | 30      | 29    | 20         | 69   | 4,3                    | 18,9                                       | 65,2  | 45,5      | 10,1  | 2,2              | -                        | -   | -                  |
| Bt2                            | 32 – 56              | 31      | 44    | 34         | 77   | 4,2                    | 18,0                                       | 40,8  | 52,2      | 5,6   | 2,4              | -                        | -   | -                  |
| Bt3                            | 56 – 88              | 27      | 47    | 38         | 81   | 4,1                    | 18,7                                       | 39,7  | 59,9      | 5,3   | 2,2              | -                        | -   | -                  |
| BCc                            | 88 – 126             | 27      | 43    | 30         | 70   | 4,3                    | 23,3                                       | 43,4  | 62,7      | 9,7   | 1,9              | -                        | -   | -                  |
| C                              | 126 – 142            | 50      | 25    | 17         | 68   | 4,4                    | -                                          | -     | -         | -     | -                | -                        | -   | -                  |
| <b>Pedon 4 (daerah Saketi)</b> |                      |         |       |            |      |                        |                                            |       |           |       |                  |                          |     |                    |
| Ah                             | 0 – 11               | 38      | 43    | 37         | 86   | 4,2                    | 10,9                                       | 25,4  | 33,0      | 12,3  | 2,0              | -                        | -   | -                  |
| Bt1                            | 11 – 36              | 28      | 59    | 55         | 93   | 4,1                    | 12,9                                       | 21,8  | 41,9      | 7,1   | 2,7              | 1,1                      | 2,3 | 51,3               |
| Bt2                            | 36 – 70              | 22      | 67    | 62         | 92   | 4,1                    | 16,6                                       | 24,8  | 35,5      | 3,5   | 1,8              | 1,0                      | 2,1 | 50,7               |
| Bt3                            | 70 – 126             | 17      | 72    | 66         | 92   | 4,1                    | 13,4                                       | 18,5  | 47,8      | 3,4   | 2,1              | -                        | -   | -                  |
| BC                             | 126 – 148            | 18      | 64    | 54         | 84   | 4,1                    | -                                          | -     | -         | -     | 3,1              | -                        | -   | -                  |
| C                              | 148 – 170            | 42      | 43    | 37         | 86   | 4,1                    | -                                          | -     | -         | -     | -                | -                        | -   | -                  |

Keterangan: - =tidak ditetapkan; BI=bobot isi; PD=kerapatan lindak; fc/c=nisbah liat halus terhadap liat total

Kandungan liat semua horison pada pedon 2 sangat tinggi (75-91%), tetapi tidak menunjukkan kenaikan kandungan liat yang nyata ke horison bawah. Tingginya kandungan liat ini merefleksikan hasil proses pelapukan yang sangat intensif hingga terbentuk liat yang stabil atau beraktivitas rendah. Keadaan ini diduga karena terbentuknya kaolinit yang tersementasi oleh besi hidroksida. Menurut Greenland dan Wilkinson (1969), adanya hidroksida besi pada permukaan kaolinit membuat liat menjadi sangat stabil. Ciri liat beraktivitas rendah juga terlihat pada nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah maupun liatnya. Pada pedon 2 nilai KTK tanah dan liat sangat rendah (10-12 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> tanah dan 11-15 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> liat). Pada mikromorfologi tanahnya dicirikan oleh terbentuknya agregat mikro atau pasir semu (*pseudosand*) yang menyusun struktur remah

atau granular berwarna kemerahan dan bersifat isotropik.

Pengaruh proses pelapukan dan pencucian terlihat pada reaksi tanah dan nilai kejenuhan basanya (KB). Keadaan tanah umumnya bereaksi sangat masam dengan kisaran pH antara 4,1 sampai 4,7 dan mempunyai kejenuhan basa sangat rendah (< 20%), kecuali pedon 1 yang mempunyai KB rendah sampai sedang (23-37%). Nilai kejenuhan basa dan pH tanah ini cenderung semakin rendah pada daerah yang curah hujannya semakin tinggi.

Sifat fisika tanah yang ditunjukkan oleh data bobot isi dan porositas total berhubungan dengan perkembangan struktur tanahnya. Struktur tanah yang semakin berkembang mempunyai bobot isi yang semakin tinggi dan porositas total yang



semakin rendah. Bobot isi abu dasitik dan riolitik segar mendekati  $1,5 \text{ g cc}^{-1}$  dan semakin menurun dengan meningkatnya proses pelapukan (Maeda *et al.*, 1977). Bobot isi dan porositas total lapisan atas dan bawah pada tiap pedon yang diteliti cenderung tidak berbeda, tetapi perbedaan nilai di antara pedon cukup nyata. Pedon 4 memiliki nilai bobot isi yang lebih tinggi dan nilai porositas lebih rendah dibandingkan pedon 2 dan 1. Hal ini berhubungan dengan semakin meningkatnya proses pelapukan, dan perkembangan struktur tanah.

### Karakteristik mikromorfologi

Sebagian karakteristik mikromorfologi yang berhubungan dengan keadaan morfologi profil, susunan mineral, sifat kimia dan fisika tanah pada pedon-pedon yang diteliti telah dikemukakan pada bagian terdahulu. Karakteristik mikromorfologi yang lebih lengkap pada masing-masing pedon akan diuraikan di bawah ini.

*Pedon 1.* Tiga buah irisan tipis pada pedon ini diambil dari horison Ap (10-20 cm), Bt2 (45-55cm), dan Bt3 (70-82cm). Ketiga irisan tipis ini menunjukkan struktur mikro gumpal agak bersudut dengan banyak pori rekahan (*planar voids*) dan pori tak teratur (*vughs*) dalam massa tanah. Horison Ap dicirikan oleh massa dasar (*groundmass*) yang heterogen dengan bahan halus ( $<20\mu\text{m}$ ) berwarna coklat kekuningan berbintik dan bahan kasar berukuran pasir hingga berdebu kasar, dan mempunyai nisbah bahan kasar terhadap bahan halus (c/f)  $1/4$ . Bahan kasarnya terdiri dari fragmen batuapung, opak, kuarsa, phytolit, plagioklas dan lapukan mineral. Irisan tipis pada horison Bt2 dan Bt3 mempunyai massa dasar yang lebih homogen dan nisbah c/f yang lebih kecil ( $1/8$ - $1/10$ ). Bahan halus kedua irisan tersebut berwarna coklat kemerahan berbintik dan bahan kasarnya tidak lagi mengandung fragmen batuapung dan plagioklas segar, tetapi banyak mengandung opak, lapukan mineral dan fragmen lapukan batuan. Jejak proses pembentukan tanah (*pedofeatures*) terutama berupa selaput liat pada pori dan nodul tanah. Selaput liat pada horison Bt3 semakin banyak dan tebal berwarna kekuningan berbintik sebagai indikasi

terjadinya iluviasi liat.

*Pedon 2.* Ada lima irisan tipis diambil dari horison Ah (3-11 cm), Bt1 (35-45 cm), Bt2 (70-86 cm) dan Bt4 (150-160 cm). Irisan tipis horison Ah dicirikan oleh struktur mikro gumpal agak bersudut dengan planar pori dan pori besar tidak teratur. Massa dasarnya heterogen didominasi bahan halus berwarna coklat gelap berbintik hitam tanpa *birefringents* fabrik. Nisbah c/f horison ini adalah  $1/7$ . Bahan kasarnya sedikit, terdiri dari partikel kasar batuapung, phytolit, plagioklas, dan lapukan batuan. Tiga irisan tipis dari horison di bawahnya mempunyai campuran struktur mikro remah dan granular. Massa dasar ketiga irisan tipis ini lebih homogen dan didominasi bahan halus berwarna coklat kemerahan berbintik tanpa *birefringents*. Bahan kasarnya sedikit terdiri dari mineral opak dan fragmen batuan lapuk. Perbandingan bahan kasar terhadap bahan halus dari horison permukaan menurun dari  $1/7$  ke  $1/10$ . *Pedofeatures*-nya terbatas, terutama ditemukan sebagai partikel halus pengisi pori dan sedikit kotoran (*excrements*) aktivitas biologi.

*Pedon 3.* Ada empat irisan tipis diambil dari horison Bt1 (15-25 cm), Bt2 (40-52 cm), BCc (82-94 cm) dan Cc (158-172 cm). Irisan tipis dari dua horison pertama dicirikan oleh struktur mikro gumpal agak bersudut dengan pori rekahan dan bentuk tak teratur (*vughy*). Massa dasarnya mengandung bahan halus heterogen berwarna coklat tua hingga coklat kekuningan dengan *birefringents* berbintik sejajar permukaan butiran kasar (kuarsa) dan berbintik mosaik. Bahan kasarnya di dominasi partikel kuarsa dengan sedikit lapukan batuan, mineral opak, phytolit, biotit dan plagioklas dengan inklusi lapukan gelas vulkanik (Gambar 1a dan 1b). Kedua irisan tipis pertama ini mempunyai nisbah c/f  $1/4$ . Irisan tipis pada horison BCc dicirikan oleh struktur mikro berpori tak teratur (*vughy structure*) dengan matrik heterogen berwarna coklat terang hingga coklat gelap dan berbintik. Horison Cc di bawahnya mempunyai struktur mikro lempeng dan butiran, berwarna kelabu dan coklat tua dengan *birefringents* berbintik. *Pedofeatures* berupa nodul besi pada semua horison dan selaput liat tipis coklat kekuningan dalam pori khususnya pada horison Bt2.

*Pedon 4.* Pada pedon ini terdapat empat irisan tipis yang diambil dari horison Bt1 (17-28 cm), Bt2 (52-64 cm), Bt4 (138-50 cm) dan Cv (160-172 cm). Semua horison, kecuali horison Cv mempunyai struktur gumpal agak bersudut dengan pori rekahan dan pori besar (*chamber*). Massa dasarnya didominasi oleh bahan halus homogen berwarna coklat tua hingga coklat kekuningan dengan *birefringents* fabrik yang lemah. Bahan kasarnya terdiri dari banyak kuarsa dengan sedikit opak, lapukan batuan dan mineral (Gambar 1c dan 1d). Nisbah  $c/f$  berkisar antara  $1/3$  dan  $1/4$ . *Pedofeatures* pada semua horison Bt berupa selaput liat tipis berwarna kuning pada pori rekahan, kotoran biologik dan partikel halus pengisi pori. Horison Cv mempunyai struktur mikro retakan (*fissure structure*) yang mengandung banyak butiran kuarsa ( $c/f = 4/3$ ) dan bahan halus berwarna coklat muda.

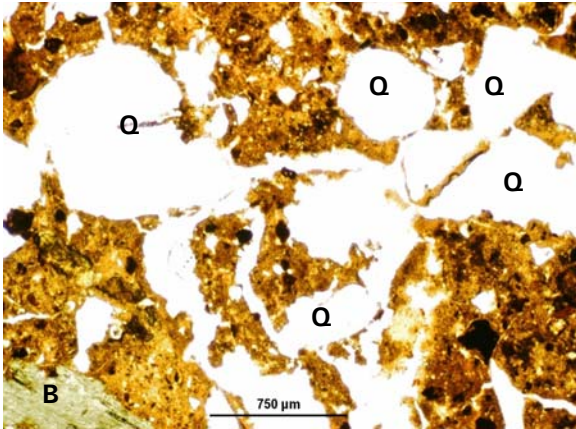
Secara garis besar karakteristik mikromorfologi pada tiap pedon di atas berhubungan dengan komposisi bahan penyusun tanah, proses pelapukan dan pembentukan tanahnya. Tanah yang mempunyai struktur gumpal agak bersudut umumnya mengandung liat kristalin tinggi dengan bahan amorf (besi bebas) yang lebih sedikit daripada tanah berstruktur remah atau granular (pedon 2). Pengaruh kandungan bahan amorf ini dapat dilihat pada penampakan *birefringents* fabrik yang semakin lemah atau tidak ada bila bahan amorfnya semakin tinggi. Sedangkan nisbah  $c/f$  dan homogenitas bahan penyusun tanah yang semakin meningkat mencerminkan proses pelapukan yang semakin intensif. Proses pelapukan yang kurang intensif ditemukan pada horison C dan BC (pedon 3 dan 4) dan horison permukaan yang dipengaruhi endapan abu vulkanik baru (pedon 1 dan 2). Pada horison ini terlihat nisbah  $c/f$  yang lebih tinggi dan komposisi bahan yang lebih heterogen daripada horison lainnya.

Proses pembentukan tanah yang terjadi ditunjukkan oleh *pedofeatures* berupa selaput liat yang berlapis pada pori celah antara *ped* yang didukung oleh data total liat dan nisbah liat halus terhadap total liat ( $fc/c$ ) lebih tinggi sebagai indikasi proses iluviasi liat, seperti ditunjukkan pada pedon 1. Pada pedon 3 dan 4 selaput liatnya sangat tipis,

meskipun kenaikan data total liat dan nisbah  $fc/c$  ke lapisan bawah cukup nyata. Iluviasi liat pada ketiga pedon ini dapat terjadi diduga karena kandungan bahan amorfnya tidak mempengaruhi dispersi liat, sehingga liatnya lebih mudah terdispersi dan terbawa oleh air perkolasi dan diendapkan di horison lebih bawah. Adanya musim kemarau yang lebih nyata di lokasi pedon 1 dapat menyebabkan terbentuknya selaput liat yang lebih banyak dari pada di lokasi pedon 3 dan 4 yang curah hujannya hampir basah sepanjang tahun.

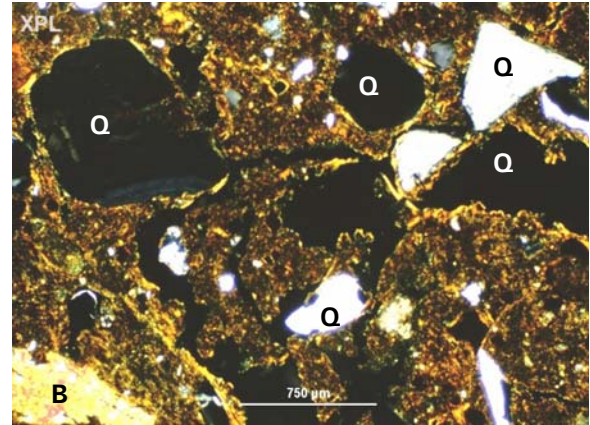
Selaput liat tidak dijumpai pada pedon 2 yang berstruktur remah dan granular. Hal ini menunjukkan keadaan struktur tanah yang stabil yang tercermin pada data total liat dan nisbah liat halus terhadap total liat yang hanya sedikit meningkat ke horison bawah (Tabel 4). Sedangkan banyaknya agregat halus tanah yang mengisi pori kasar masih merupakan gerakan fisik lokal pada massa tanah yang disebabkan oleh aktivitas biologi (*bioturbation*). Ciri mikromorfologi dan sifat tanah semacam ini umumnya ditemukan pada tanah-tanah yang telah berkembang lanjut, seperti pada Oxisols (Stoops, 1995).

Melalui irisan tipis dari pedon di P. Rakata dapat diketahui bahwa bahan vulkanik dari letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 mengandung banyak bahan amorf berupa batuapung dan glas vulkan serta mineral plagioklas, piroksin, dan opak. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa endapan abu vulkanik baru pada pedon yang diteliti dengan kandungan batuapung dan plagioklas segarnya berasal dari letusan Krakatau. Lapisan abu Krakatau ini tidak lagi terlihat pada morfologi profilnya karena telah tercampur dengan tanah akibat pengolahan (pedon 1, 3, 4) atau aktivitas biologi (pedon 2). Butiran batuapung pada pedon 1, 3, dan 4 berukuran lebih kasar daripada pedon 2. Hal ini disebabkan karena pedon 2 tidak terganggu pengolahan tanah. Pada lapisan atas pedon 3 dan 4 butiran batuapung tidak ditemukan dan sangat sedikit plagioklas. Hal tersebut dapat disebabkan oleh tipisnya endapan abu karena letak pedon yang jauh dari pusat erupsi, sehingga lapisan abunya mudah terlapuk atau tercampur karena pengolahan.



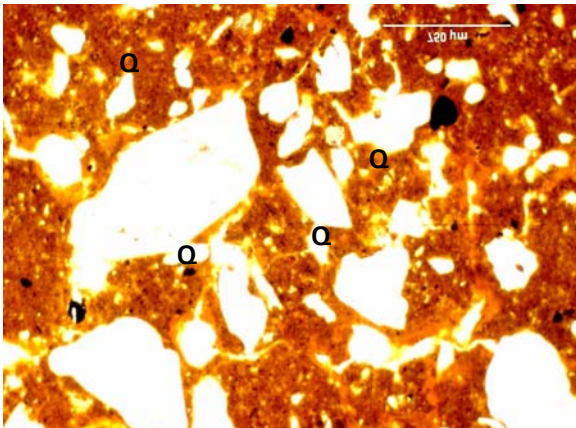
a. *Plain polarized light (PPL) dari bahan kasar mengandung kuarsa (Q), opak, dan biotit (B) serta bahan halus liat berwarna coklat kekuningan berbintik (heterogen) pada horison Bt2 pedon 3*

a. *Plain polarized light of coarse material within the Bt2 horizon of pedon 3, containing quartz (Q), opaque, and biotite, and spotted yellowish-brown fine clay*



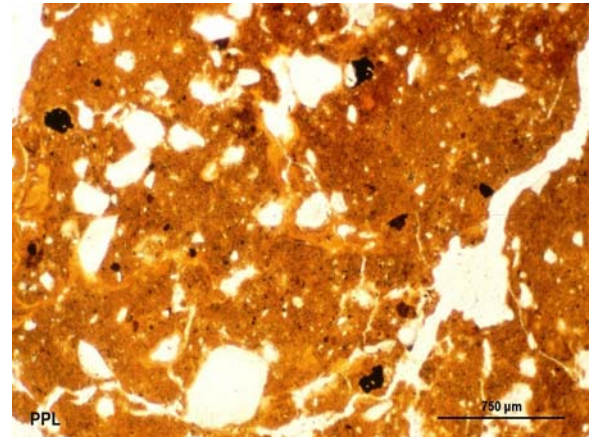
b. *Cross polarized light (XPL) dari massa dasar yang menunjukkan birefringents bahan halus berbintik dan terorientasi pada permukaan butiran kuarsa*

b. *Cross polarized light (XPL) of solid phase showing birefringents of the spotted fine earth oriented on the quartz surfaces*



c. *Bahan kasar mengandung kuarsa (Q) dan bahan halus lebih homogen serta selaput liat tipis dalam pori pada horison Bt2 pedon 4*

c. *Coarse materials containing quartz (Q) and homogeneous fine earth, and thin clay skin in soil pores of Bt2 horizon of pedon 4*



d. *Selaput liat tipis dalam pori pada horison Bt4 pedon 4*

d. *Thin clay skin in soil pores of Bt4 horizon of pedon 4*

**Gambar 1. Mikrograf irisan tipis dari pedon 3 dan pedon 4**

*Figure 1. Thin section micrographs of the pedon 3 and pedon 4*

## KESIMPULAN

1. Proses pelapukan dan pembentukan tanah-tanah vulkanik di daerah Banten dipengaruhi oleh sifat bahan induk, curah hujan, dan vegetasi/ penggunaan lahan. Tanah-tanah yang berkembang dari bahan vulkanik intermedier mengalami proses pelapukan yang lebih intensif daripada tanah-tanah yang berasal dari bahan vulkanik masam. Vegetasi hutan diduga dapat menambah intensitas proses pelapukan dan pencucian basa-basa sehingga terbentuk tanah berliat aktivitas rendah dengan kandungan besi bebas yang lebih tinggi.
2. Pencucian basa-basa dan kejenuhan aluminium tanah semakin meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan.
3. Karakteristik mikromorfologi tanah yang diteliti mencerminkan hubungannya dengan bahan-bahan penyusun tanah, intensitas proses pelapukan, dan pembentukan tanah. Pada pedon 1 dan 2, bahan halus penyusun tanahnya didominasi oleh mineral liat kristalin tipe 1:1 dan bahan (sedikit) kasar mengandung mineral resisten (opak dan kuarsa).
4. Nisbah c/f yang rendah (1/8-1/10) dan warna dan komposisi bahan yang homogen mencerminkan hasil proses pelapukan yang intensif. Pada pedon 3 dan 4 nisbah c/f lebih rendah (1/3-1/4), bahan halus mengandung mineral liat tipe 1:1 dan sedikit campuran mineral liat 2:1, sedangkan bahan kasar didominasi oleh mineral resisten kuarsa.
5. Jejak proses pembentukan tanah dicerminkan oleh *pedofeatures* berupa selaput liat pada planar pori (pedon 1, 3 dan 4), partikel halus pengisi ruang pori dan *excrement* (pedon 2).
6. Endapan abu Krakatau tahun 1883 pada semua pedon yang diteliti tidak dapat diidentifikasi pada morfologi profil karena telah tercampur dengan tanah akibat pengolahan, pelapukan, dan aktivitas biologi. Ciri endapan abu Krakatau yang didominasi oleh batupung dapat dikenali melalui contoh mikromorfologi tanahnya.

Pengaruh endapan abu Karakatau terutama ditemukan pada horison permukaan tanah-tanah di daerah Anyer dan Carita, sedangkan di daerah Saketi hampir tidak dapat diidentifikasi. Hal ini diduga karena endapan abu di Saketi lebih tipis sehingga mudah hilang karena pengaruh pengolahan tanah dan proses pelapukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ampe, C. and R. Langhor. 2003.** Morphological characterisation of humus forms in recent coastal dune ecosystems in Belgium and northern France. *Catena an interdisciplinary journal of soil science-hydrology-geomorphology focusing on geocology and landscape evolution.* 54:363-402.
- Aomine, S. and K. Wada. 1962.** Differential weathering of volcanic ash and pumice, resulting in formation of hydrated halloysite. *Am. Mineral.* 47:1024-1048.
- Astiana S. 1982.** Micromorphological and mineralogical study of a toposequence of latosols on volcanic rocks in the Bogor – Jakarta area (Indonesia). MSc thesis, Universiteit Gent, Belgium.
- Bennema J., A. Jongerius, and R. Lemos. 1970.** Micromorphology of some oxic and argillic horizons in south Brazil in relation to weathering sequences. *Geoderma*, 4:3-8.
- Benyarku, C.A. and G. Stoops. 1995.** Guidelines for preparation of rock and soil thin and polished sections. Laboratory for Mineralogy, Petrology and Micropedology-ITC for Post-Graduate Soil Scientists. University of Gent. Belgium.
- Bullock, P. and M.L. Thompson. 1985.** Micromorphology of alfisols. In L.A. Douglas and M.L. Thompson (Eds). *Soil micromorphology and soil classification*, SSSA Special Publication Number 15, Madison. P 17 – 48.
- Bullock, P., N. Federoff, A. Jongerius, G. Stoops, and T. Tursina. 1985.** Handbook for soil thin section description. Waine Res. Pub. Wolverhampton.

- Buurman, P., L. Rochimah, and A.M. Sudihardjo. 1976.** Soil genesis on acid tuffs in Banten (West Java, Indonesia). *Proc. ATA-106. Midterm Sem. Soil Res. Inst. 3*: 173-189.
- Cady, J.G. 1973.** Applications of micromorphology in soil genesis research. *In Soil Microscopy – Proceedings of the Fourth International Working-Meeting on Soil Micromorphology. Department of Geography, Queen's University, Kingston, Canada. 27<sup>th</sup> – 31<sup>st</sup> August, 1973.* P 20-26.
- Dahlgreen, R., S. Shoji, and M. Nanzyo. 1993.** Mineralogical characteristics of volcanic ash soils. *In S. Shoji, M. Nanzyo and R. Dahlgreen (Eds). Volcanic Ash Soils: Genesis, Properties and Utilization.* Elsevier. Amsterdam.
- Dai, J. 1983.** Tanah Podsolik Banten dengan aspek khusus hubungan sifat mineralogik dan kimia tanah. MS thesis, Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Dai, J. and Pape. 1976.** Micromorphological features of Podzolic Soils and Planosols from Banten (West Java, Indonesia). *Proc. ATA-106. Midterm Sem. Soil Res. Inst. Bul. 3.P* 173-193.
- Delvigne, J. and G. Stoops. 1990.** Morphology of mineral weathering and neoformation. I. Weathering of Most common silicates. *In L.A. Douglas (Ed). Soil Micromorphology.* Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. P 471- 481.
- FAO. 1990.** Guidelines for soil description, 3<sup>rd</sup>. Soil resources, management and conservation services land and water development. Rome.
- Fauzi, A.I. 1997.** Mineralogical and micromorphological study of a toposequence in the Honje Mountains, West Java Indonesia. A master thesis in Soil Science, ITC- University of Ghent. Belgium.
- Geological Survey of Indonesia. 1963.** Geological map of Java and Madura, Sheet: West Java at scale of 1:500.000, 3<sup>rd</sup> edition. Directorate of Geology, Bandung.
- Greenland, D.J. and G.K. Wilkinson. 1969.** Use of electron microscope of carbon replicas and selective dissolution analysis in the study of the surface morphology of clay particles from soils. *Proc. Int. Clay Conf. I Tokyo.* P 861-670.
- Hommel, P.W.F.M. and H. van Reuler. 1983.** The impact of the 1883 Krakatau eruption on the soils and vegetation of the Ujung Kulon Peninsula, West Java, Indonesia. *In Proceedings of Symposium on 100 Years Development of Krakatau and Its Surroundings, Jakarta, 23-27 August 1983.* Indonesia Institute of Sciences. P 453-465
- Maeda, T., H. Takenaka, and B.P. Warkentin. 1977.** Physical properties of allophane soils. *Adv. Agron., 29*:229-264.
- Meteorology and Geophysics Institute. 1974a.** Mean Rainfall in Java and Madura, period 1931–1960 2<sup>nd</sup> ed. Meteor. Note 8, Part II. Department of Communications. Jakarta.
- Meteorology and Geophysics Institute. 1974b.** Rain observations in Indonesia-Mean rainfall and number of rainy days, period 1961–1970. Meteor. Note 83A. Department of Communications. Jakarta.
- Meteorology and Geophysics Institute. 1980.** Climatic data in Indonesia, period 1971–1980. Institute Publication. Jakarta.
- Miedema, R. and S. Slager. 1972.** Micromorphological quantification of clay illuviation. *J. Soil Sci.* 23:309-314.
- Mizota, C. 1976.** Relations between the primary mineral and the clay mineral composition of some recent Andosols. *Soil Sci. Plant Nutr,* 22:257-268.
- Mohr, E.C.J. 1944.** The soils of equatorial regions with special reference to the Netherlands East Indies. Translated from *Nederlandsch* by R.L. Pendleton Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor. Michigan. P 513-533
- Mulyanto, B. and G. Stoops. 2003.** Mineral neoformation in pore spaces during alteration and weathering of andesitic rocks

in humid tropical Indonesia. *Catena* an interdisciplinary journal of soil science-hydrology-geomorphology focusing on geoecology and landscape evolution. 54: 385-391.

**Mulyanto, B., G. Stoops, and E. Van Ranst. 1999.** Precipitation and dissolution of gibbsite during weathering of andesitic boulders in humid tropical West Java, Indonesia. *Geoderma*. 89:287-305.

**Nagasawa, K. and S. Miyaki. 1976.** Mineralogical properties of halloysite as related to its genesis. *Proc. Int. Clay Conf.* P 257-265.

**Oldeman, L.R. 1975.** An Aroclimatic Map of Java.. CRIA, Bogor. Contr. No. 17.

**Purbawinata, M.A., M.A. Rani, and B. Sulaeman. 1983.** Petrological study of 1883 Krakatau Pumice. *In* Proceedings of The Symposium on 100 Years Development of Krakatau and Its Surroundings, Jakarta. 23-27 August 1983. Indonesian Institute of Sciences, Jakarta. P 220-230.

**Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951.** Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia and Western New Guinea. *Verhandelingen Hommel*. 42, Kementrian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisika, Djakarta.

**Sedov, S.N., E. Solleiro-Rebolledo, and J.E. Gama-Castro. 2003.** Andosol to luvisol evolution in Central Mexico: timing, mechanism and environmental setting. *Catena* an interdisciplinary journal of soil science-hydrology-geomorphology focusing on geoecology and landscape evolution. 54: 495-513.

**Stoops, G. 1983.** Mineralogy and micromorphology of some andisols of Rwanda. *Proc. 4<sup>th</sup> Int. Soil Class. Workshop, Rwanda*. ABOS-AGCD, Agriculture Editions, 4. Brussel. P 150-164.

**Stoops, G. 1993.** Introduction to the description and interpretation of soil thin sections. Laboratory

for mineralogy, petrology and micropedology. ITC-Ghent University. Belgium.

**Stoops, G. 1995.** Introduction to the interpretation of micromorphological data, provisional short lecture notes part II. Laboratory of Mineralogy, Petrology and Micropedology, ITC – University of Gent. Belgium.

**Stoops, G., V. Marcelino, S. Zauyah, and A. Maas. 1994.** Micromorphology of the humid tropics. *Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis. Proceedings of the IX Internationale Working Meeting on Soil Micromorphology, Townsville, Australia, July 1992.* P 1-15.

**Subagjo H., B.H. Prasetyo, and N. Suharta. 1984.** Karakterisasi Latosol dari bahan vulkan andesitik di lereng barat daya G. Burangrang dan sekitar Purwakarta, Jawa Barat. *Pertemuan Teknis Proyek Penelitian Tanah, Cipayang 21-23 Februari, 1984.* Pusat Penelitian Tanah-Badan Litbang Pertanian, Deptan.

**Subardja, D. and P. Buurman. 1980.** A topo-sequence of Latosols on volcanic rocks in the Bogor – Jakarta area. *In* P. Buurman (Ed). *Red Soils in Indonesia, Agriculture Research Reports, PUDOC.* Wageningen. 889:15-22.

**Van Bemmelen, R.W. 1949.** The geology of Indonesia vol. 1A, General geology of Indonesia and adjacent archipelagoes. Government Printing Office, the Hague.

**Van Breemen, N. and P. Buurman. 1998.** Soil formation. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

**Verbeek, R.D.M. 1885.** Krakatau. Verbeek's Monograph of 1885. *In* T. Simkin and Richard S.F.(Eds). *The Krakatau's 1883 Volcan Eruption and Its Effects.* Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. P 171-279.