

**KARAKTERISTIK MIKROMORFOLOGI PEDON
TANAH SAWAH YANG BERKEMBANG
PADA ENDAPAN ABU VULKANIK
GUNUNG MERAPI**
*(Micromorphological Characteristics of Paddy Soil
Profiles Developed On Volcanic Ash Deposits
of Mt. Merapi)*

Rachman Sutanto¹⁾

Abstract

Six paddy soils of different land utilization types developed on volcanic ash deposits of Mt. Merapi were studied, with the objectives of dating their micromorphological characteristics to their management. All pedons were sampled in the southern and southeastern footslope areas of Mt. Merapi.

Information on micromorphological characteristics of hydromorphism in volcanic ash is relatively scarce, but some pedogenetic processes can be recognized and investigated by means of micromorphology. The description and terminology used in this study were based on Bullock et al., (1985).

The oxidation and reduction processes occurring as a results of management of soils by periodic flooding have caused the segregation and redistribution of iron which were observed in the profiles as rusty brown and black iron oxides deposites as motles or nodules.

Thin section studies show that iron segregations were the most obvious pedological features. They were present as coatings, hypocoatings and nodules. The presence of these Fe-features suggests and alternation of reducing and oxidizing conditions, and can be considered as temporary hydromorphism due to artificial flooding.

Intisari

Enam pedon tanah sawah yang berbeda intensitas penggunaannya, dan berkembang pada endapan abu Gunung Merapi dipilih dan diberikan karakteristik mikromorfologi hubungannya dengan pengelolaan tanah. Profil yang dipilih berasal dari lereng sebelah selatan dan tenggara Gunung Merapi.

Informasi tentang mikromorfologi gejala hidromorfik pada tanah abu vulkanik sangat terbatas, tetapi proses pedogenesis yang terjadi dapat diamati dan dipelajari berdasarkan karakteristik mikromorfologi. Dalam studi ini pemberian dan istilah mikromorfologi yang digunakan berdasarkan sistem yang dikemukakan oleh Bullock et al., (1985).

¹⁾Laboratorium Pedologi, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.

Proses oksidasi dan reduksi yang terjadi akibat penggenangan secara berkala, menimbulkan segregasi dan penyebaran oksida besi dan mangan dalam bentuk bercak tanah (*mottling*) dan nodul (*nodule*) berwarna merah tua atau coklat kelam.

Berdasarkan pemerian irisan tipis (*thin section*), segregasi besi merupakan kenampakan yang paling merajai. Dalam mikromorfologi kenampakan itu disebut *coating*, *hypocoating* dan *nodules*. Adanya bentuk-bentuk segregasi besi merupakan hasil proses oksidasi dan reduksi yang terjadi secara silih berganti. Adanya kenampakan ini dalam tanah menyimpulkan terjadinya proses hidromorfik secara berkala akibat penggenangan buatan.

Pengantar

Tanah sawah ditakrifkan sebagai tanah yang digunakan untuk pertanaman padi, dan pengolahan tanah yang dilaksanakan mensyaratkan dilakukan penggenangan selama/sebagian masa pertumbuhan padi (Mohr *et al.*, 1972; Moorinan, 1981). Pakar yang lain menakrifkan tanah sawah sebagai tanah yang mempunyai karakteristik hidromorfik buatan yang sangat berkaitan erat dengan pertanaman yang dilaksanakan (Kanno, 1962; Sivarajasingham, 1963). Tanah hidromorfik mempunyai karakteristik morfologi yang dipengaruhi oleh tingkat kejenuhan air, kecuali dilaksanakan pengatusan buatan, sehingga mengakibatkan terjadinya proses reduksi paling tidak selama masa tertentu dalam setahun. Dalam Soil Taxonomy (USDA, 1990) tanah yang demikian disebut memiliki regim kelengasan aquik. Kondisi hidromorfik kemungkinan terjadi karena air tanah yang dangkal, adanya lapisan tanah yang mampat dekat ke permukaan, adanya genangan alamiah atau buatan dalam periode tertentu (Stoops dan Eswaran, 1985). Berdasarkan proses pedogenesis tertentu dan spesifik, serta perkembangan tanah, maka perbedaan morfologi yang terjadi dapat diukur dan diamati secara mikroskopis.

Belum banyak penelitian tentang mikromorfologi tanah sawah, terutama yang berkembang pada material vulkanik. Tetapi dengan menggunakan istilah mikromorfologi yang umum digunakan pada tanah hidromorfik, maka pemerian dapat dilaksanakan. Pioner mikromorfologi tanah hidromorfik adalah Bloomfield (1973) yang mempelajari bermacam-macam bentuk segregasi besi akibat pengaruh air tanah yang dangkal atau adanya genangan di permukaan tanah. Sedang Veneman *et al.*, (1976) mempelajari evolusi seskuioksida di dalam tanah hubungannya dengan kondisi jenuh air.

Bahan dan Cara

Enam pedon tanah sawah yang terletak di lereng sebelah selatan Gunung Merapi dipilih berdasarkan perbedaan intensitas penggunaannya. Pedon Mer-1, Mer-2 dan Mer-4 adalah sawah tadah

hujan dengan pertanaman padi-palawija/bero, sedang Mer-3, Mer-5 dan Mer-6, pertanaman padi 3 × dalam setahun. Berdasarkan Soil Taxonomy (USDA, 1990) pedon Mer-1, Mer-2, Mer-3 dan Mer-5 diklasifikasikan sebagai *Aeric Tropic Fluvaquent*; Mer-4 *Typic Tropaquepts*; Mer-6 *Aeric Tropaquepts*. Pencuplikan dilaksanakan pada masing-masing horison yang terbentuk. Ada dua macam cuplikan tanah, ialah: (1) cuplikan terusik untuk analisa rutin, (2) cuplikan tak terusik dengan menggunakan kotak Kubiena untuk penyiapan irisan tipis (thin section). Pemerian tanah di lapangan dilaksanakan berdasarkan buku pedoman "Guidelines for Soil Profile Description (FAO, 1977).

Tabel 1. Karakteristik Pedon Tanah Sawah.

| Horison | Depth, cm | Warna Matrik (lembab) | Pemerian becak tanah | | | Tekstur | BV g/cm ³ | C-org % | Fe-dit % |
|--|-----------|-----------------------|----------------------|--------|---------|---------|----------------------|---------|----------|
| | | | Warna | Jumlah | Kontras | | | | |
| Mer-1, Pakem Binangun vil. Pakem sub-district | | | | | | | | | |
| Aplg | 0 - 15 | 7.5YR4/2 | 2.5YR4/8 | + | + | SaL | 1,2 | 2,58 | 1,21 |
| Ap2gm | 15 - 33 | 5YR3/4 | 2.5YR4/8 | ++ | ++ | SaL | 1,5 | 1,65 | 2,07 |
| B3lg | 33 - 63 | 7.5YR4/4 | 2.5YR4/8 | -- | +++ | SaL | 1,3 | 1,27 | 2,21 |
| Clg | 108 - 150 | 5YR4/8 | 10YR4/4 | - | ++ | SaL | 1,3 | 1,07 | 1,57 |
| Mer-2, Manukan vil., Depok sub-district | | | | | | | | | |
| Apl | 0 - 15 | 7.5YR3/2 | - | - | - | SaL | 1,2 | 1,42 | 0,54 |
| Ap2gm | 15 - 25 | 7.5YR4/4 | 2.5YR3/6 | -- | -- | SaL | 1,6 | 0,83 | 1,64 |
| B3g | 25 - 35 | 7.5YR4/3 | 2.5YR3/6 | -- | -- | SaL | 1,2 | 0,82 | 2,29 |
| C2 | 55 - 75 | 10YR4/6 | - | - | - | Sa | 1,2 | 0,85 | 1,00 |
| Mer-3, Tlogodadi vil., Godean sub-district | | | | | | | | | |
| Aplg | 0 - 25 | 2.5Y4/4 | 2.5YR4/6 | ++ | ++ | L | 1,4 | 1,67 | 0,86 |
| Ap2gm | 25 - 35 | 10YR3/4 | 2.5YR3/4 | ++ | +++ | L | 1,7 | 1,49 | 1,43 |
| B3gm | 35 - 67 | 7.5YR4/3 | 2.5YR4/6 | ++++ | +++ | SaL | 1,2 | 1,07 | 1,29 |
| Clg | 67 - 90 | 7.5YR4/6 | 2.5YR4/8 | ++++ | +++ | SaL | 1,3 | 0,67 | 3,83 |
| Mer-4, Kalitirto Agric. Exp. Sta., Kalasan sub-district | | | | | | | | | |
| Apl | 0 - 24 | 10YR3/2 | - | - | - | L | 1,4 | 0,90 | 0,64 |
| Ap2gm | 24 - 42 | 5Y3/1 | 5YR4/5 | ++ | +++ | L | 1,7 | 0,62 | 1,45 |
| B2(t)g | 42 - 92 | 10YR4/3 | 7.5YR4/6 | ++++ | +++ | SiL | 1,5 | 0,57 | 1,59 |
| Clg | 92 - 110 | 2.5YR4/4 | 10YR4/2 | ++++ | ++++ | L | 1,7 | 0,22 | 2,56 |
| Mer-5, Oyo vil., Patuk sub-district | | | | | | | | | |
| Apg | 0 - 30 | 10YR3/2 | 2.5YR4/6 | ++ | ++ | CL | 1,3 | 0,48 | 0,61 |
| HC1g | 30 - 47 | 10YR5/2 | 2.5YR4/6 | ++ | ++ | SaL | 1,4 | 0,16 | 1,00 |
| HC2g | 47 - 60 | 10YR5/1 | 2.5YR5/8 | +++ | +++ | SiL | 1,2 | 0,37 | 0,83 |
| VC4g | 84 - 155 | 10YR5/3 | 2.5YR5/8 | +++ | ++ | SiL | 1,2 | 0,30 | 0,94 |
| Mer-6, Karangnom vil., Jatinom sub-district | | | | | | | | | |
| Aplg | 0 - 20 | 10YR3/2 | 5YR5/3 | ++ | ++ | L | 1,1 | 0,73 | 1,90 |
| Ap2gm | 20 - 30 | 10YR3/2 | 2.5YR4/6 | +++ | +++ | SaL | 1,7 | 0,61 | 1,32 |
| B2(t)g | 30 - 100 | 10YR4/4 | 5YR5/2 | +++ | ++++ | CL | 1,3 | 0,36 | 2,54 |

Tekstur : Sa, sand; SaL, geluh pasiran; L, geluh; SiL, geluh debu; CL, geluh lempungan

Jumlah becak : (++++) sangat banyak; (+++) banyak; (++) sedang; (+) sedikit

Kontras : (++++) sangat jelas; (+++) jelas; (++) agak jelas; (+) kabur.

1. Analisa Rutin

Tekstur tanah diukur dengan metode pipet, sesudah dilaksanakan perlakuan pendahuluan dengan menggunakan H_2O_2 30% untuk menghilangkan bahan organik tanah. Sodium karbonat digunakan sebagai larutan pendispers (USDA, 1984). Kerapatan lindak (BV) diukur dengan metode lilin (USDA, 1984).

Kandungan bahan organik diukur dengan menggunakan metode Walkley and Black (Allison, 1965). Kandungan besi bebas (Fed) diekstraksi dengan Na-dithionite dalam larutan sitrat dan $NaHCO_3$ pada pH 7,3 (Mehra and Jackson, 1960).

2. Pemerian Mikromorfologi

Bongkah tanah tak terusik berukuran 60×90 mm dikering-anginkan, kemudian *diimpregnasi* menggunakan resin polystyrene dalam kondisi hampa udara. Irisan tipis (thin section) ukuran petrografi dipersiapkan, dan pengamatan dilakukan dengan mikroskop polarisasi (Stoops, 1978). Pemerian irisan tipis dan istilah mikromorfologi berdasarkan "Soil Thin Section Description", Bullock *et al.*, (1985).

Hasil

Pemerian Morfologi Tanah

Aras kejenuhan air di dalam tanah dapat diukur berdasarkan karakteristik morfologi tanah. Penjenuhan tanah menyebabkan terjadinya proses reduksi, tetapi aras proses yang terjadi sangat ditentukan oleh kandungan bahan organik tanah (De Coninck, 1974). Proses oksidasi-reduksi yang berlangsung menyebabkan terjadinya becak tanah (*mottling*). Becak tanah yang cenderung berwarna cerah disebabkan karena senyawa besi yang teroksidasi dan tersegregasi, sedang becak berwarna kelabu karena besi yang tereduksi bersifat mobil dan hilang dari bagian tanah tersebut (Bloomfield, 1973; Ottow, 1973).

Warna matrik semua pedon bervariasi antara coklat kelam sampai kelabu tua, hal ini tergantung juga pada kandungan bahan organik tanah. Pada pedon Mer-3, Mer-4 dan Mer-6 di bawah lapisan olah warna matrik berubah kuat menjadi merah kekuningan. Timbulnya warna kelabu yang tersebar di seluruh profil merupakan indikasi kuat aras kejenuhan tanah akibat penggenangan buatan. Segregasi besi yang terjadi dapat dibedakan menjadi 2 macam: (1) terjadi dalam bentuk selaput (coating) yang kadang-kadang ber-

campur dengan bahan organik, sepanjang saluran perakaran dan pada dinding pori tanah, dan (2) dalam bentuk becak atau endapan berwarna merah kecoklatan atau coklat kelam di permukaan agregat tanah. Tipe yang pertama dijumpai terutama di lapisan olah (horison Ap) dan juga lapisan cadas oleh (Ap2gm). Tipe yang kedua banyak dijumpai di lapisan bawah (sub soil).

Becak besi terjadi pada semua pedon tetapi jumlah dan agihannya bervariasi. Becak tanah dijumpai sedikit pada Mer-1 dan Mer-2 yang penggunaannya berupa sawah tadah hujan dengan pertanaman padi satu kali. Pedon Mer-3, Mer-4 dan Mer-6 mempunyai becak dengan jumlah dan sebaran banyak sampai sangat banyak dengan intensitas penggunaan tanah untuk padi 2 - 3 × dalam setahun. Becak besi yang dijumpai berwarna merah dengan warna hue dan chroma yang tinggi. Becak tanah cukup banyak di lapisan bawah profil Mer-3, Mer-5 dan Mer-6, karena selama proses penggenangan ternyata tidak menyebabkan lapisan bawah berubah menjadi tereduksi, di samping diperkuat adanya cadas olah (*plow pan*) yang bersifat *impermeabel*, serta adanya fluktuasi air tanah di bawah permukaan tanah.

Cadas olah (*plow pan*) merupakan karakteristik morfologi yang dijumpai hampir pada semua pedon, meskipun ingkat pembentukannya sangat bervariasi. Cadas olah yang dikenal sebagai *plow pan* atau *traffic pan* merupakan karakteristik morfologi yang umum dijumpai pada tanah sawah (Moorman and Van Breemen, 1978). Cadas olah yang terbentuk mempunyai kerapatan lindak (BV) yang lebih tinggi dibanding horison lainnya, berkisar antara 1,6 dan 1,8 kg.dm⁻³, dan hanya sedikit pori yang mempunyai ukuran sedang sampai besar. Pedon Mer-1, Mer-2, Mer-3, Mer-4 dan Mer-6, cadas olah terbentuk pada jeluk antara 20 dan 40 cm, atau langsung di bawah lapisan olah. Makin tinggi intensitas pertanaman padi yang dilakukan, maka cadas olah yang terbentuk lebih berkembang. Perbedaan jeluk dan ketebalan cadas olah dipengaruhi oleh pengolahan tanah, tekstur dan sistem pertanaman.

Pemerian dan Interpretasi Mikromorfologi

Sebagian besar horison dari pedon sawah terpilih mempunyai struktur mikro *vughy*, *intergrain* dan *pellicular grain*. Struktur mikro di atas menunjukkan bahwa tekstur tanah dirajai oleh fraksi pasir dan mempunyai porositas yang tinggi.

Komponen kasar (>10 μm) penyusun tanah dirajai oleh mineral pasir berukuran sedang sampai kasar, dan sebagian besar mineral masih segar dan hanya sedikit mengalami proses alterasi. Komposisi mineral penyusun tanah untuk semua profil hampir sama

terdiri atas: felspar, mineral mafik (augit, hiperstin, hornblende dan olivin). Adanya mineral-mineral tersebut menunjukkan bahwa tanah nisbi masih muda dan berkembang dari bahan induk abu vulkan. Kaca vulkan, fitolit dan fragmen pumis dijumpai pada beberapa horison, terutama Mer-1, Mer-2, Mer-4 dan Mer-6. Komponen halus tanah ($< 10 \mu\text{m}$) berwarna coklat kekelabuan dan beberapa tempat berupa becak berwarna coklat kemerahan. Warna coklat kemerahan yang dijumpai pada irisan tipis sesuai dengan kejumpan warna becak tanah hasil pemerian morfologi di lapangan. Komponen halus tanah terdiri atas bahan amorf dan oksida/hidroksida besi.

Pola distribusi komponen kasar dan komponen halus untuk semua horison adalah *single-spaced porphyric* sampai *enaulic* dan *chitonic*. Pola distribusi semacam ini menggambarkan bahwa komponen penyusun tanah dirajai oleh komponen kasar ($> 10 \mu\text{m}$) dalam membentuk agregat tanah.

Bentukan proses genesa tanah (pedofeatures) yang dapat diperikan melalui irisan tipis menurut istilah mikromorfologi (Bullock *et al.*, 1985) dapat dikelompokkan menjadi dua, ialah: 1) *amorphous pedofeatures*, dan 2) *textural pedofeatures*. Dari kedua pedofeature tersebut yang dominan adalah *amorphous pedofeatures*. Pedofeatures ini selanjutnya dibedakan atas: *Fe-coating*, *Fe-hypocoating*, dan *Fe-nodul (nodule)*. *Coating* dan *hypocoating* terbentuk di sekeliling dinding pori tanah, sedang nodul besi dan mangan (Fe/Mn nodule) dengan batas yang tegas maupun baur dijumpai tersebar bersama-sama dengan bahan tanah. Menurut Brewer (1964) bentuk-bentuk selaput besi yang mengisi pori disebut *neocutan*. Adanya bentuk-bentuk segregasi oksida/hidroksida besi menyimpulkan terjadinya proses reduksi dan oksidasi yang silih berganti, atau menurut Veneman *et al.* telah terjadi proses hidromorfik sementara akibat penggenangan buatan. Pedon Mer-3, Mer-4 dan Mer-5, dijumpai selaput besi yang mengisi pori telah berkembang lebih jauh menjadi kristal gutit dengan morfologi seperti jarum. Alih rupa selaput besi menjadi kristal gutit dapat terjadi pada semua jenis bahan induk dengan kondisi hidromorfik yang kuat dan larutan tanah jenuh dengan senyawa besi (Zaidelman, 1974; Fordham *et al.*, 1984; Stoops dan Eswaran, 1985).

Segregasi berwarna merah kecoklatan sampai coklat kelam juga dijumpai pada semua horison. Segregasi ini banyak dijumpai pada lapisan bawah sebagai hasil proses pelindian seperti dikemukakan oleh Kanno (1959). Warna matrik kelabu pucat (warna chroma rendah) hampir tidak dijumpai pada semua pedon, meskipun proses reduksi yang kuat terjadi di dalam tanah. Keadaan ini berbeda sama sekali dengan tanah-tanah yang kaya mineral kuarsa dan kaolinit. Dalam penelitian ini warna kontras yang terjadi antara matrik dan becak tidak dapat digunakan untuk mengukur besar kecilnya kondisi

hidromorfik tanah, kecuali adanya segregasi Fe dan Mn dapat digunakan untuk mengukur tingkat hidromorfik tanah secara kualitatif.

Textural pedofeatures dalam bentuk iluviasi lempung bercampur debu atau bahan halus lainnya dijumpai di bagian lapisan bawah pedon Mer-4, Mer-5 dan Mer-6. Iluviiasi lempung tersebut mengisi pori tanah dalam bentuk lapisan-lapisan tipis dengan komposisi yang bervariasi dan orientasi yang lemah. Iluviiasi yang terjadi bukan sebagai hasil proses genesa tanah, tetapi terjadi akibat pelumpuran saat pengolahan tanah, kemudian partikel halus dalam bentuk suspensi mengalir ke bawah melalui pori dan terendapkan di bagian bawah. Menurut Brammer (1971) kenampakan ini disebut *gleyan* dan *flood coating*.

Diskusi dan Kesimpulan

Segregasi seskuioksida dalam bentuk selaput (*coating*) besi berwarna merah kecoklatan sampai coklat kelam dapat dibedakan atas *coating*, *hypocoating* dan nodul. Bentukan genesa tanah tersebut merupakan indikator dalam menentukan aras hidromorfik yang terjadi di dalam tanah. Walaupun dalam pemerian di lapangan dapat dibedakan bentuk-bentuk becak akibat pengaruh genangan di permukaan dan pengaruh air tanah yang dangkal, akan tetapi sukar diukur melalui pemerian mikromorfologi, karena tidak cukup bahan perbandingan yang tersedia. Adanya kenampakan tertentu seperti diatom, fitolit, atau alihrupa mineral tertentu merupakan informasi yang gayut terhadap kondisi spesifik yang sedang/atau sudah berjalan. Studi komparatif mikromorfologi kondisi hidromorfik pada bermacam-macam jenis tanah dan kondisi iklim yang berbeda masih sangat diperlukan. Istilah yang baku, baik untuk pemerian mikromorfologi maupun klasifikasi tanah, serta regim kelengasan tanah masih perlu dikembangkan.

Berdasarkan pemerian irisan tipis dari 6 pedon tanah sawah, maka karakteristik hidromorfik yang dapat diamati dan diukur adalah:

1. Segregasi oksida/hidroksida besi dalam bentuk *coating* dan *hypocoating* dijumpai di dalam pori tanah. Segregasi besi tersebut terbentuk akibat kondisi oksidasi dari senyawa besi yang semula tereduksi dan bersifat mobil, kemudian terendapkan di dalam pori tanah.
2. Nodul besi dan mangan yang mempunyai batas kabur dan tegas dapat diamati pada semua horison tanah sawah. Nodul tersebut terbentuk sebagai akibat segregasi besi di luar pori, dan kemudian

mēnyelimuti permukaan agregat. Kenampakan ini berasosiasi dengan matrik yang mempunyai warna chroma tinggi.

3. Segregasi besi dapat berkembang lebih jauh menjadi kristal gutit dengan morfologi seperti jarum. Kristal ini terbentuk karena adanya proses reduksi dan oksidasi silih berganti dan berjalan dengan aras yang kuat.

Daftar Pustaka

- Allison, L.E., 1965. Organic Matter by Walkley and Black method. In: C.A. Black (ed.) Soil Analysis part II.
- Bloomfield, C., 1973. Some chemical properties of hydromorphic soils. In: Schlichting, E. and U. Schwertmann (Eds.) Pseudogley and gley. Genesis and use of hydromorphic soils. Transactions of Commission V and VI of the Int. Soc. Soil Sci. Verlag Chemie. 7-16.
- Brammer, H., 1971. Coatings in seasonally flooded soils. *Geoderma* 6: 5-16.
- Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley, New York.
- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops, and T. Tursina, 1985. Handbook for Soil Thin Section Description. Waine Research Publication. 152p.
- De Coninck, F., 1978. Physico-chemical aspects of pedogenesis. ITC-RUG, Belgium.
- FAO, 1977. Guidelines for profile description. FAO, Rome.
- Fordham, A.W., R.H. Merry, and K. Norrish, 1984. Occurrence of microcrystalline goethite in an unusual fibrous form. *Geoderma* 34: 135-148.
- Kanno, I., 1959. Clay minerals of volcanic ash soils and pumices from Japan. *Adv. Clay Sci.*, 1: 213-233.
- _____, 1962. A new classification system of rice soils in Japan. In: Trans. Joint Meet. Comm. IV & V, Int. Soc. Soil Sci., New Zealand.
- Mehra, O.D., and M.L. Jackson, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.* 7: 317-327.
- Mohr, E.C.J., F.A. van Baren, J. van Schuylenborgh, 1972. Tropical Soils. Mouton. Ichtiar Baru – Van Hoeve. The Hague, Paris – Djakarta. 481p.

- Moormann, F.R., 1981. The classification of "Paddy Soils" as related to Soil Taxonomy. *In*: Proc. of Symposium on Paddy Soil. Institute of Soil Science, Academia Sinica. Science Press, Beijing. 864p.
- _____, and N. van Breemen, 1978. Rice: Soils, water and land. IRRI publication.
- Ottow, J.C.G., 1973. Bacterial mechanism of iron reduction and gley formation. *In*: Pseudogley and gley, E. Schlichting and U. Schwertmann (Eds.) Genesis and use hydromorphic soils. Transactions of Commissions V and VI of the Int. Soc. Soil Sci. Verlag Chemie.
- Sivarajasingham, S. 1963. Classification of rice field soils. *Agron. Trop.* 18: 769-772.
- Stoops, G. 1978. Provisional notes on micropedology. ITC-RUG. Belgium.
- _____, and H. Eswaran. 1985. Micromorphological characteristics of wet soils. *In*: Wetland: Characterization, Classification and Utilization. Los Banos, Phillipines, pp. 77-99.
- USDA, 1984. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Survey Investigation. Report No. 1.
- Soil Survey Staff, 1990. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 19. Fourth ed., Virginia Polytechnic Institute and State Univ.
- Veneman, P.L.M., M.J. Veprakas, and J. Bouma. 1976. The physical significance of soil mottling in an Wisconsin toposequence. *Geoderma* 29: 157-174.
- Zaidelman, F.R., 1974. Neof ormations in hydromorphic mineral soils of the USSR, their classification and diagnostic significance. *Geoderma* 12 (1/2): 121-135.

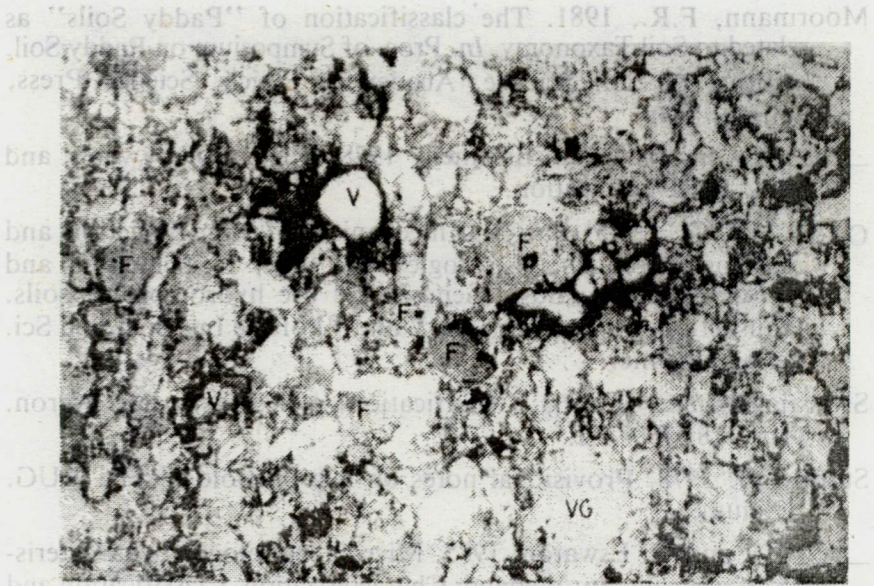


Figure 1. Struktur mikro *intergrain* dan *pellicular grain* pada hor.B31g pedon Mer-1. Plane-polarisasi 30x.

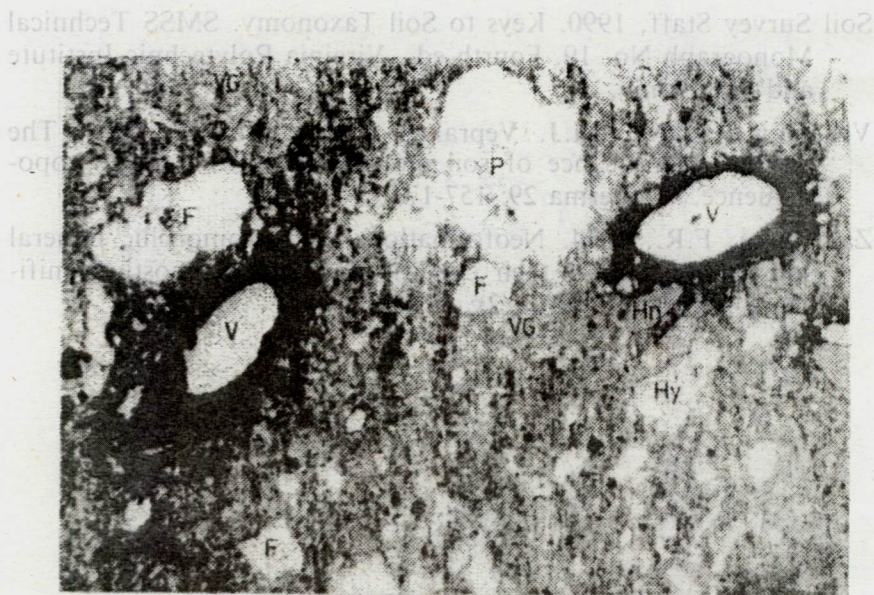


Figure 2. *Hypocoating* Fe-hidroksida di sekeliling pori tanah. Komponen kasar tanah, augit (Ag), plagioklas (F), hornblende (Hn), hyperstin (Hy), pumis (P). Plane-polarisasi 75x.



Figure 3. *Coating* Fe-hidroksida di sekeliling dinding pori berukuran $150 \mu\text{m}$, sebagian telah berkembang menjadi kristal gutit dengan morfologi seperti jarum pada hor.B2(t)g pedon Mer-5. Plane-polarisasi 75x.



Figure 4. Diatom (D), fitolit (opaline silica) dan glas volkan (VG) pada matrix hor.Aplg pedon Mer-6. Plane-polarisasi 30x.

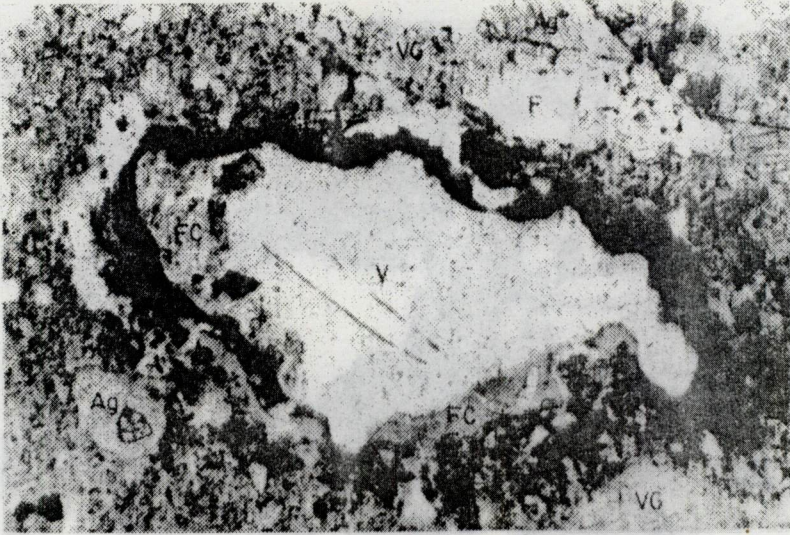


Figure 5. *Flood coating* dengan orientasi lemah terdiri atas lempung, debu dan besi pada hor.B2(t)g pedon Mer-4. Plane polarisasi, 75x.

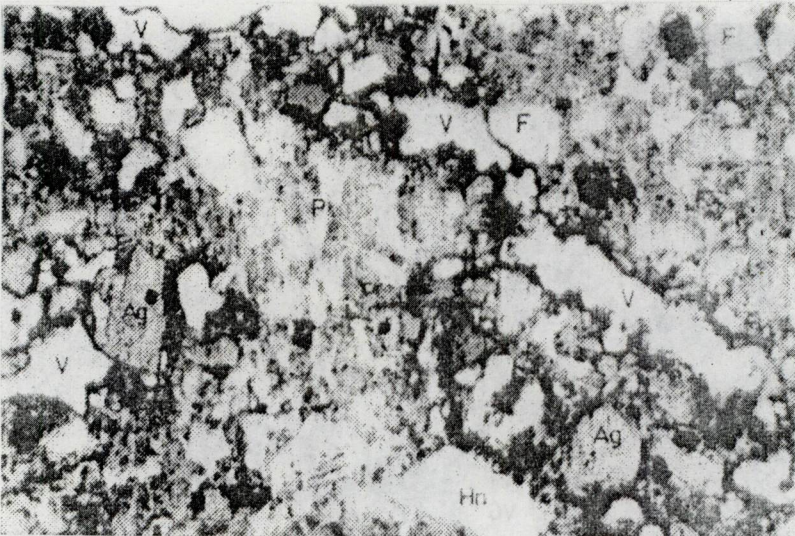


Figure 6. *Nodule* dan *coating* Fe-hidroksida dijumpai tersebar pada hor.B3gm pedon Mer-3. Komposisi mineral, augit (Ag), hornblende (Hn), felspar (F), pumis (P). PI-polarisasi 30x.