KARAKTERISTIK SPODOSOLS, KENDALA DAN POTENSI PENGGUNAANNYA

Characteristics of Spodosols, Limitation and Usage Potential

N. Suharta dan E. Yatno

Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123

ABSTRAK

Spodosols yang dicirikan oleh adanya horison albik dan spodik merupakan tanah bermasalah dengan produktivitas rendah, bertekstur kasar, dan miskin unsur hara. Tanah ini umumnya hanya ditumbuhi alang-alang atau semak belukar. Penyebarannya dijumpai di daerah beriklim dingin atau tropika basah yang mempunyai curah hujan tinggi. Tulisan ini dimaksudkan untuk membahas karakteristik Spodosols di Kalimantan dan Sumatera serta kemungkinan penggunaannya. Di Indonesia, Spodosols dijumpai di Pulau Kalimantan, Sulawesi, Sumatera, dan Papua. Bahan induk tanah berasal dari endapan pasir kuarsa atau batuan sedimen masam (batupasir kuarsa) yang miskin unsur hara. Secara fisiografis, tanah ini tersebar di dataran aluvial, koluvial, pesisir pasir pantai, *sand dune*, dataran tektonik dan dataran tinggi (*plateau*) pada ketinggian antara 5 hingga >1.500 m dpl, dengan relief datar hingga agak berombak. Sifat fisik tanah dicirikan oleh tekstur kasar, dan adanya lapisan pembatas perakaran berupa fragipan, duripan, atau horison plakik (komplek organo-logam) dengan kedalaman bervariasi. Sifat kimia tanah dicirikan oleh reaksi tanah masam, kandungan basa-basa dapat tukar, hara P dan K, serta cadangan mineral tergolong sangat rendah. Kapasitas tukar kation tanah sangat tergantung pada kandungan bahan organik tanah. Berdasarkan karakteristiknya, sebagian besar Spodosols tidak sesuai untuk lahan pertanian. Oleh karena itu, pemberdayaan Spodosols harus ditujukan tidak hanya pada peningkatan produksi, tetapi juga diarahkan pada penyehatan lingkungan dan perawatan tanah. Lahan Spodosols yang telah dibuka perlu digunakan secara optimal dalam rangka peningkatan kualitas tanah melalui pengelolaan tanah dan tanaman yang sesuai. Pembukaan lahan baru untuk pertanian maupun hutan produksi, perlu kehati-hatian dengan mengetahui penyebaran Spodosols agar vegetasi asli tetap dipertahankan sebagai hutan konservasi atau wisata.

Kata kunci : Spodosols, komplek organo-logam, horison albik, horison spodik, perawatan tanah

ABSTRACT

Spodosols characterized by the presence of spodic and albic horizons, are problem soils due to low productivity, coarse texture and low nutrient status. This soil was generally covered by alang-alang or shrub and bush. The soils were generally distributed in cold climate or wet tropical areas with high rainfall. The objectives of this paper were to discuss the characteristics of Spodosols in Kalimantan and Sumatra and the possibility of their utilization. In Indonesia, this soil is found in Kalimantan, Sulawesi, Sumatra, and Papua Islands. Parent materials of the soils were originated from quartz sand, sediment or acid sedimentary rocks (quartz sandstone) with low nutrients status. Physiographically, the soils were distributed in alluvial plain, colluvial, sand beach, sand dune, tectonic plain and sandstone plateau on elevation of 5 to >1,500 m asl, with flat to nearly undulating relieves. The soil physical properties were characterized by coarse texture and the presence of root limiting layer such as fragipan, duripan, or placic horizon (organo-metal complex) with various depth. The soil chemical properties were characterized by acid soil reaction, very low exchangeable bases, P and K nutrient, and mineral reserve. Cation exchange capacity of the soils depends on their soil organic matter content. Based on the soil characteristics, most Spodosols were not suitable for agricultural land development. Therefore the Spodosols usages should be directed not only for production increases but also for environmental healthiness and soil care. The Spodosols land that have been opened needs to be optimally used in order to increase soil quality through appropriate soil and plant management. The new land cleared for agriculture and production forest needs carefully actions with localizing the Spodosols distribution in order to maintain the natural vegetations as conservation forest or recreation areas.

Keywords : Spodosols, organo-metal complex, albic horizon, spodic horizon, soil care

Spodosols adalah tanah yang terbentuk dari bahan pasir atau lempung kasar dan masam. Tanah ini dicirikan oleh adanya horison B spodik atau horison akumulasi dari bahan-bahan amorf organik dan aluminium,

dengan atau tanpa besi (Mokma and Buurman, 1982). Oleh karena itu, kriteria horison B spodik Spodosols, sebagian didasarkan pada jumlah C-organik, aluminium, dan besi yang dapat diekstrak oleh pelarut tertentu dari horison tersebut.

Spodosols tersebar luas di daerah beriklim dingin, sedang, atau beriklim basah. Penyebaran terluas dijumpai di Rusia, Eropa Bagian Utara dan Canada (Mc Keague *et al.*, 1983). Di Indonesia, luas Spodosols seluruhnya diperkirakan 2,16 juta ha atau 1,1% dari wilayah daratan Indonesia (Subagjo *et al.*, 2004).

Walaupun luasannya hanya mencapai 1,1% dari luas daratan Indonesia, Spodosols menjadi penting untuk diketahui karena tanah ini tergolong bermasalah untuk lahan pertanian maupun hutan. Sifat kimia tanah dicirikan oleh reaksi tanah masam dan miskin unsur hara. Tekstur yang kasar mengakibatkan tanah ini mempunyai kemampuan meretensi hara dan air yang rendah sehingga rawan kekeringan. Demikian juga adanya lapisan padas (fragipan atau duripan) pada kedalaman bervariasi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Berdasarkan karakteristik Spodosols yang kurang menguntungkan, sebagian ahli berpendapat Spodosols sebaiknya tidak digunakan untuk lahan pertanian karena alasan lingkungan dan potensinya sangat rendah baik untuk pertanian maupun hutan, sedangkan para ahli lainnya berpendapat, tanah ini secara selektif masih dapat digunakan untuk lahan pertanian dengan pengelolaan *input* tinggi.

Makalah ini bertujuan menyajikan tinjauan terhadap karakteristik Spodosols di Indonesia, khususnya Pulau Kalimantan dan Sumatera dalam kaitannya dengan kendala dan potensi penggunaannya.

PENYEBARAN

Spodosols terbentuk di daerah beriklim dingin dan juga di daerah tropika basah yang didukung oleh curah hujan tinggi. Tanah ini terbentuk baik pada tanah yang berdrainase baik maupun terhambat dengan fluktuasi muka air tanah dangkal. Spodosols tidak dijumpai pada tanah yang secara permanen jenuh air dengan kondisi reduksi sangat kuat (Mokma and Buurman, 1982). Di Indonesia, tanah ini dijumpai mulai dari dataran pantai hingga dataran tinggi >1.500 m dpl, dengan total curah hujan rata-rata tahunan antara 1.000

hingga lebih dari 3.000 mm. Berdasarkan Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia skala 1: 1.000.000 (Puslittanak, 2000), Spodosols hanya dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, sedangkan di daerah beriklim kering yaitu Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur, tanah tersebut tidak dijumpai. Mokma dan Buurman (1982) mengemukakan bahwa Spodosols hanya terbentuk di daerah beriklim basah dengan curah hujan melebihi evapotranspirasinya. Spodosols juga dapat diasosiasikan sebagai tanah basah yang mempunyai permukaan air tanah tinggi atau dikenal dengan nama "*Ground Water Podzol*" atau "*Podsols Air Tanah*".

Secara fisiografis, tanah ini dijumpai di dataran pantai baik berupa dataran pasir pantai maupun *sand dune*, di dataran aluvial atau koluvial, di dataran tektonik atau plateau batupasir. Spodosols di dataran pantai dicirikan oleh relief datar hingga agak berombak, sedangkan yang terbentuk di *sand dune* mempunyai relief bergelombang atau berbukit kecil. Penyebarannya dijumpai di Provinsi Kalimantan Timur (Suharta *et al.*, 1998; 2000; Hikmatullah *et al.*, 2000; Suharta dan Suratman, 2001), Kalimantan Barat (Suharta dan Suratman, 2004), dan Kalimantan Selatan (Suharta *et al.*, 1999). Spodosols di dataran aluvial atau koluvial menyebar di Provinsi Kalimantan Barat (Lembaga Penelitian Tanah, 1973; Puslittan, 1985; Suharta dan Suratman, 2004), Kalimantan Timur (Hikmatullah *et al.*, 2000; Suharta dan Suratman, 2001), Kalimantan Selatan (Suharta *et al.*, 1999), dan Kalimantan Tengah (Puslittanak, 2000). Spodosols di daerah plateau batupasir dengan relief datar hingga agak berombak dijumpai di Provinsi Kalimantan Barat (Puslittan, 1985; Suharta dan Suratman, 2004). Di dataran tinggi, tanah ini dijumpai di sebelah barat Danau Toba pada ketinggian >1.500 m dpl, dan terbentuk dari bahan pasir vulkan masam (BBSDL, 2008). Penyebaran dominan Spodosols dijumpai di dataran aluvial dan koluvial yang merupakan daerah peralihan antara dataran struktural/tektonik dari batupasir kuarsa dengan dataran berawa/gambut, seperti dijumpai di hampir sebagian besar Pulau Kalimantan. Subagjo *et al.*, 2004) mengemukakan, penyebaran terluas

Spodosols dijumpai di Provinsi Kalimantan Tengah seluas 1,51 juta ha, Kalimantan Barat 0,42 juta ha, dan Kalimantan Timur 0,15 juta ha.

PEMBENTUKAN HORISON B SPODIK

Podsolisasi merupakan proses utama pada pembentukan horison B spodik yang mencakup pergerakan bahan organik dan seskuioksida dari horison E albik ke horison B spodik. Mekanisme proses podsolisasi berhubungan dengan pelepasan, mobilisasi, migrasi, dan immobilisasi.

Akumulasi bahan organik pada horison A dihasilkan dari deposisi *litter* di permukaan tanah dan bergabungnya aktivitas fauna tanah dalam pelapukan bahan organik tersebut. Pada tahap pertama, podsolisasi akan berlangsung apabila cukup besi dan aluminium pada horison permukaan dan immobilisasi akan segera terjadi di dekat permukaan tanah. Dengan demikian terbentuklah horison B spodik yang dangkal. Mookma dan Buurman (1982) selanjutnya mengemukakan, dengan waktu horison B akan bergerak lebih dalam. Kandungan besi dan aluminium pada horison A, semakin lama akan semakin berkurang, dan kompleks organo-logam akan semakin tidak jenuh pada waktu mencapai lapisan permukaan horison B spodik. Sebagai akibatnya, kompleks ini akan menggerakkan bagian atas horison B dengan mengambil beberapa aluminium dan besi dari kompleks organo-logam yang telah diendapkan sebelumnya. Proses ini akan mengakibatkan pergerakan sebagian bahan organik di lapisan atas horison B spodik yang telah diendapkan terdahulu. Bahan organik yang tidak jenuh ini bergerak dan berpindah tempat ke lapisan di bawahnya. Proses ini akan berlangsung terus-menerus secara berulang. Hal inilah yang dapat menjelaskan pembentukan horison B spodik dengan kedalaman bervariasi. Buurman dan Jongmans (2002) mengemukakan bahwa pergerakan bahan organik dari lapisan atas horison B spodik ke lapisan lebih bawah terjadi karena adanya proses dekomposisi bahan organik. Proses ini lebih dominan dibandingkan

dengan pelarutan kembali (*redissolution*). Walaupun logam (Fe dan Al) bergerak dengan membentuk kompleks organo-logam, akan tetapi akumulasi kompleks organo-logam pada horison B tidak harus disebabkan oleh proses penjenruhan. Mikroba, melalui penghancuran bahan organik juga berperan aktif dalam pembentukan horison B spodik. Kompleks organo-logam tersebut dapat bergerak kembali setelah ada tambahan bahan organik segar dari horison di atasnya. Prasetyo *et al.* (2006) menunjukkan bahwa pergerakan liat ke lapisan bawah, juga diikuti oleh kenaikan jumlah Al dapat tukar. Sebagai akibat proses podsolisasi, pada horison eluviasi atau horison E albik terjadi deplesi unsur-unsur Fe, Al, Ca, K, Mg, dan C.

Substansi utama bahan humus adalah asam humik dan asam fulvik yang berperan aktif dalam membentuk kompleks dengan kation logam bervalensi dua atau tiga. Buurman dan Jongmans (2002) mengemukakan bahwa bahan organik dengan berat molekul tinggi (asam humik) berperan aktif dalam pergerakan bahan-bahan alofanik, sedangkan bahan organik dengan berat molekul rendah (asam fulvik) dengan seskuioksida. Kompleks organo-logam yang terbentuk mempunyai sifat mobil atau larut dalam air apabila tidak jenuh kation, dan bersifat immobil apabila jenuh kation. Dengan demikian, kompleks organo-logam yang tidak jenuh akan bergerak ke lapisan bawah dan mengambil sejumlah kation besi atau aluminium dalam pergerakannya, dan berhenti apabila kompleks organo-logam tersebut jenuh kation. Semakin sedikit jumlah kation yang dijumpai dalam migrasinya, maka semakin dalam horison B spodik terbentuk, atau semakin miskin bahan induk tanah, maka horison B spodik akan semakin dalam (Buurman, 1986).

Beberapa horison B spodik tersementasi, lainnya tidak. Susunan kimia baik yang tersementasi maupun tidak adalah sama. De Coninck (1980) *dalam* Mookma dan Buurman (1982), mengemukakan bahwa intensitas relatif dari aktivitas biologi dan akumulasi organo-logam akan menentukan tingkat sementasi dari horison B spodik. Apabila aktivitas biologi yang

dominan, maka horison B spodik tidak tersementasi atau lepas, sedangkan apabila akumulasi lebih dominan, maka secara berangsur horison B spodik akan tersementasi. Sementasi pada Spodosols didominasi oleh kompleks besi dan aluminium dengan bahan organik.

Dalam kondisi optimum, horison B spodik dapat terbentuk dalam kurun waktu ratusan tahun (Soil Survey Staff, 1999), tetapi umumnya terbentuk lebih lambat. Burges dan Drover (1953) dalam Mc Keague *et al.* (1983) yang mempelajari tanah pasir pantai di New South Wales, Australia, mengemukakan bahwa dalam 1.000 tahun, perbedaan horison masih belum jelas; dalam 2.000 tahun sudah ada perkembangan horison spodik besi; dan dalam 3.000 tahun, setelah vegetasi didominasi *Angophora lanceolata*, besi Spodosols berubah menjadi humus Spodosols. Penelitian Franzmeier dan Whiteside (1963) dalam Mc Keague *et al.*, (1983) pada tanah endapan pasir di Michigan Utara, mengemukakan bahwa dalam kurun waktu 2.250 tahun masih terbentuk Spodosols lemah, dan baru setelah 8.000 tahun terbentuk Spodosols yang ideal.

KARAKTERISTIK MORFOLOGI

Secara morfologi, Spodosols mudah dikenali di lapangan karena bertekstur kasar (pasir hingga pasir berlempung) dan adanya penciri berupa horison eluviasi atau horison E albik yang berwarna terang/pucat, dan horison iluviasi atau horison B spodik di bawahnya yang berwarna gelap. Spodosols tipikal dicirikan oleh adanya empat horison utama yaitu: (i) horison organik permukaan yang berwarna gelap atau horison A, (ii) horison eluvial atau horison E albik yang berwarna pucat, (iii) horison iluvial atau horison B spodik yang berwarna gelap kemerahan, kecoklatan atau kehitaman yang diperkaya oleh bahan-bahan amorf, dan (iv) horison C berpasir di bawahnya (Mc Keague *et al.*, 1983).

Horison A atau horison permukaan yang berwarna gelap (coklat sangat tua hingga hitam) adalah horison yang kaya akan bahan organik.

Akumulasi bahan organik di horison A dihasilkan dari deposisi *litter* yang didukung oleh aktivitas mikroorganisme dalam pelapukannya. Ketebalan horison A sangat bervariasi dari beberapa cm hingga tigapuluhan cm, tergantung pada kondisi vegetasi di atasnya. Pada kondisi hutan alami, ketebalan horison A dapat mencapai tigapuluhan cm, sedangkan pada kondisi vegetasi alang-alang atau sudah pernah diusahakan/diolah, ketebalan horison A hanya beberapa cm atau bahkan tanpa horison A dan lapisan permukaan berada langsung di atas horison E (Tabel 1).

Horison E albik adalah horison eluviasi yang telah mengalami pencucian intensif sehingga miskin akan basa-basa dapat tukar, bahan organik, besi, dan aluminium. Horison ini berwarna terang atau pucat (kelabu muda hingga putih), dicirikan oleh nilai *value* yang tinggi (≥ 5) dan *hue* rendah (≤ 2) (Prasetyo *et al.*, 2006). Ketebalan horison E sangat bervariasi dan dapat mencapai satu meteran atau bahkan lebih (Klinge, 1965; Andriess, 1969 dalam Mc Keague *et al.*, 1983). Mc Keague *et al.* (1983) mengemukakan bahwa faktor yang memungkinkan terbentuknya horison E yang tebal adalah lapisan permukaan yang stabil (datar dan tertutup vegetasi), tekstur kasar, mudah melalukan air, bahan-bahan pasir yang miskin basa-basa, tidak mengandung mineral besi dapat lapuk, serta didukung oleh vegetasi yang toleran terhadap proses podsolisasi yang intensif dengan curah hujan tinggi atau berada di daerah cekungan. Buurman (1986) mengemukakan bahwa Spodosols di daerah tropis terbentuk dari bahan-bahan yang miskin unsur hara, sehingga horison B spodik terbentuk di lapisan lebih dalam dengan horison E albik yang tebal. Di daerah beriklim sedang dengan bahan induk kaya akan sesquoksida, horison B spodik terbentuk lebih dangkal. Tabel 1 menunjukkan ketebalan horison E berkisar antara 12 cm di dataran tinggi plateau Toba hingga 125 cm di dataran aluvial Punggur Besar, Provinsi Kalimantan Barat.

Horison B spodik adalah horison lapisan bawah yang terletak di bawah horison O, A, Ap, atau E, mengandung 85% atau lebih bahan spodik dengan ketebalan 2,5 cm atau lebih. Bahan spodik dicirikan oleh nilai *optical-density*-

Tabel 1. Beberapa sifat morfologi Spodosols

Dalam cm	Horison	Warna	Tekstur dan konsistensi
SM 648. Andic Haplohumods; Plateau Toba; 1.749 m dpl; Hutan; Humbang Hasundutan, Sumut (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2008)			
0-14	Oa	Coklat sangat tua (10YR2/2)	Bahan saprik, tidak lekat
14-26	E	Coklat kelabu (10YR5/2)	Pasir berlempung, lepas, tidak lekat
26-48	Bhs	Coklat tua (7,5YR4/6)	Pasir, pejal, teguh, agak lekat
48-100	C	Kuning (7,5YR7/8)	Lempung berdebu, pejal, agak lekat
DR 9. Typic Fragiorthods; Plateau batupasir; 80 m dpl; Kebun karet; Sengah Temila, Pontianak, Kalbar (Pusat Penelitian Tanah, 1985)			
0-17	A	Hitam (10YR2/1)	Pasir, lepas, tidak lekat
17-39	E1	Kelabu muda coklat (10YR6/2)	Pasir, lepas, tidak lekat
39-61	E2	Kelabu (10YR7/0)	Pasir, lepas, tidak lekat
61-125	Bhs	Hitam (5YR2,5/1)	Lempung berpasir, pejal, teguh, tidak lekat
MK 18. Typic Haplorthods; Dataran aluvial; 30 m dpl; Kebun nenas; Sei Raya, Bengkayang, Kalbar (Suharta dan Suratman, 2004).			
0-15	A	Coklat tua kemerahan (10YR3/1)	Lempung liat berpasir, butir tunggal, lepas
15-31	E1	Putih (10YR8/1)	Pasir berlempung, butir tunggal, lepas
31-76	E2	Putih (10YR8/1)	Pasir, butir tunggal, lepas
76-100	Bhs	Hitam (7,5YR2,5/1)	Pasir, pejal, teguh, tidak lekat
DR 10. Typic Haplorthods; Dataran aluvial; 10 m dpl; Hutan; Punggur Besar, Pontianak, Kalbar (Lembaga Penelitian Tanah, 1973)			
0-10	A	Coklat tua kelabu (10YR4/2)	Pasir, butir tunggal, lepas
10-30	Bh1	Coklat tua kemerahan (5YR3/2)	Pasir berlempung, butir tunggal, lepas
30-55	Bh2	Coklat kemerahan (5YR4/3)	Pasir, butir tunggal, lepas
55-70	E	Kuning (10YR7/6)	Pasir, butir tunggal, lepas
70-80	Bh	Kelabu pink (5YR6/2)	Pasir, pejal, agak teguh
80-190	E	Putih (10YR8/1)	Pasir, butir tunggal, lepas
P3. Arenic Alorthods; Dataran aluvial; 50 m dpl; Alang-alang; Kutai Kertanegara, Kaltim (Prasetyo <i>et al.</i> , 2006)			
0-17	A	Hitam (10YR2/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
17-38	E1	Kelabu terang (10YR7/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
38-61	E2	Putih (10YR8/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
61-97	E3	Kelabu terang (10YR6/2)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
97-157	Bs	Hitam (5YR2,5/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
157-207	Bhs	Coklat sangat gelap (10YR2/2)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
AR 26. Arenic Alorthods; Pesisir pasir pantai; 3 m dpl; Semak belukar; Paloh, Sambas, Kalbar (Suharta dan Suratman, 2004)			
0-35	A	Kelabu muda (10YR7/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
35-75	E1	Putih (10YR8/1)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
75-100	E2	Kelabu muda (10YR7/2)	Pasir, butir tunggal, tidak lekat
100-150	Bhs	Coklat tua kelabu (10YR3/2)	Pasir berlempung, butir tunggal, tidak lekat

of-oxalate-extract (ODOE) sebesar 0,25 atau lebih, dan nilai tersebut umumnya minimum sebesar dua kali dari nilai ODOE horison eluvial di atasnya. Peningkatan nilai ODOE dari horison albik ke horison spodik terjadi sebagai akibat adanya akumulasi bahan organik yang dipindahkan ke horison tersebut. Tanah dengan bahan spodik memperlihatkan bukti bahwa bahan organik dan aluminium, dengan atau tanpa besi, telah berpindah dari horison eluvial

ke horison iluvial atau dari horison albik ke horison spodik (Soil Survey Staff, 2006). Horison spodik berbeda dengan horison argilik karena adanya bahan-bahan yang bersifat amorfik. Warna horison spodik sangat tergantung pada kandungan bahan organik dan besi, umumnya gelap dengan nilai *value* dan *chroma* yang rendah (≤ 3). Warna tanah umumnya bervariasi dari coklat tua atau coklat kekelabuan hingga hitam (Tabel 1). Tekstur pasir berlempung

hingga pasir dengan konsistensi teguh sampai sangat teguh. Ketebalan horison spodik bervariasi dan dapat mencapai 9 meteran pada tanah pasir dari subordo Aquods (Mc Keague *et al.*, 1983). Pada Spodosols yang telah mengalami perkembangan sangat lanjut, dapat saja terbentuk lebih dari satu horison albik dan spodik. Hal tersebut diakibatkan oleh proses podsolisasi yang terus berlangsung terkait dengan stabilitas bahan organik, besi, dan aluminium pada horison spodik tersebut seperti terlihat pada pedon DR 10 (Tabel 1). Ketebalan horison spodik bervariasi antara 22 cm di dataran tinggi Toba, Sumatera Utara hingga 110 cm di dataran aluvial Kutai Kertanagara, Kalimantan Timur.

SIFAT FISIKA DAN KIMIA TANAH

Sifat fisik Spodosols yang mudah dikenali di lapangan adalah tekstur tanahnya yang kasar (pasir hingga pasir berlempung), struktur tanah butir tunggal/pasir kuarsa dengan konsistensi lepas, kecuali pada horison B spodik yang tersementasi oleh bahan organik, besi, dan aluminium dengan konsistensi teguh hingga sangat teguh, serta kemampuan meretensi hara dan air rendah. Distribusi tekstur dalam penampang tanah umumnya hampir seragam kecuali pada horison B spodik, sebagian bertekstur lebih halus dibandingkan dengan horison A maupun E. Pengerasan horison yang tersementasi pada Spodosols sering terjadi antara lain dengan terbentuknya horison plakik, orstein, duripan, atau fragipan. Keberadaan horison tersebut pada Spodosols telah digunakan sebagai pembeda klasifikasinya baik pada tingkat subgrup maupun *greatgrup*. Horison plakik mempunyai ketebalan antara 2-10 mm, berwarna hitam sampai gelap kemerahan, dan tersementasi oleh Fe-oksida, Fe dan Mn-oksida atau kompleks Fe-organik. Horison plakik bersifat tidak tembus akar dan air, sehingga dapat menghambat perakaran tanaman. Orstein adalah horison tersementasi oleh bahan-bahan amorf (Al dan Fe) dan organik pada horison spodik. Komplek Fe-organik umumnya merupakan bagian yang dominan, sedangkan kompleks Al-

organik biasa dijumpai pada tanah yang telah mengalami perkembangan lanjut (Mc Keague *et al.*, 1983).

Pengerasan *subsoil* di bawah horison spodik juga dapat terjadi karena adanya sementasi oleh silika atau oksida amorf dari Fe, Al, dan Si. Pengerasan yang disebabkan oleh sementasi silika membentuk duripan dengan kekerasan tinggi, sedangkan sementasi non-silika dan mudah pecah disebut fragipan. Adanya lapisan pembatas yang cukup keras dan tidak tembus akar, akan merupakan faktor penghambat pertumbuhan tanaman.

Sifat kimia penting dari Spodosols (Tabel 2) adalah reaksi tanah masam hingga sangat masam. Kandungan C-organik umumnya tinggi sampai sangat tinggi pada horison B spodik dan sebagian horison A, sedangkan pada horison E albik tergolong rendah sampai sangat rendah. Pengecualian pada horison E albik pedon SM 648, kandungan C-organik masih relatif tinggi karena pedon tersebut masih relatif muda perkembangannya. Kandungan unsur hara P potensial (HCl 25%) umumnya tergolong sangat rendah (<15 mg/100g), dan K potensial (HCl 25%) juga tergolong sangat rendah (<10 mg/100g), kecuali K potensial di lapisan bawah pedon SM 648 tergolong sangat tinggi. Hal tersebut dapat dijelaskan karena Spodosols tersebut terbentuk di atas bahan liparit yang diketahui mengandung sumber K sangat tinggi (mika).

Kandungan basa-basa dapat dipertukarkan (Ca, Mg, K, Na) tergolong sangat rendah (Tabel 3). Pedon DR 9, MK 18, dan P 3, jumlah kandungan basa-basanya relatif lebih tinggi dibandingkan pedon lainnya. Pedon tersebut terbentuk dari bahan induk batupasir dan bahan aluvium. Spodosols dengan kandungan basa-basa terendah dijumpai pada pedon DR 10 yang telah mengalami perkembangan sangat lanjut seperti ditunjukkan oleh adanya lebih dari satu horison E albik maupun B spodik. Kapasitas tukar kation tanah (KTK tanah) Spodosols sangat bervariasi tergantung kandungan bahan organiknya. Pada horison B spodik yang mengandung

Tabel 2. Tekstur, pH (H₂O), C-organik, fosfat, dan kalium (HCl 25%) Spodosols

Dalam cm	Horison	Pasir %	Debu %	Liat	pH (H ₂ O)	C-organik %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O
SM 648. Andic Haplohumods; Endapan pasir vulkan (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2008)								
0-14	Oa	52	17	31	4,2	36,16	6	10
14-26	E	89	11*	11*	5,3	3,80	2	3
26-48	Bhs	87	13*	13*	4,8	6,78	7	332
48-100	C	87	13*	13*	4,7	1,47	12	352
DR 9. Typic Haplorthods; Batupasir (Pusat Penelitian Tanah, 1985)								
0-17	A	96	1	3	4,4	5,34	2	2
17-39	E1	96	1	3	5,0	0,54	1	1
39-61	E2	95	2	3	5,6	0,19	2	1
61-125	Bhs	87	9	4	4,9	4,14	2	2
MK 18. Typic Haplorthods; Endapan pasir kuarsa (Suharta dan Suratman, 2004)								
0-15	A	58	34	8	4,1	4,35	9	3
15-31	E1	69	26	5	4,1	0,95	7	2
31-76	E2	65	31	4	4,8	0,10	7	2
76-100	Bhs	66	29	5	4,1	0,95	7	2
DR 10; Typic Haplorthods; Endapan pasir kuarsa (Lembaga Penelitian Tanah, 1973)								
0-10	A	86	11	3	4,3	1,05	7	2
10-30	Bh1	85	12	3	4,8	1,12	10	2
30-55	Bh2	91	6	3	5,1	2,38	15	3
55-70	E	95	4	1	5,7	0,85	6	3
70-80	Bh	46	37	17	5,2	10,04	41	4
80-190	E	90	9	1	4,5	0,52	3	3
P3. Arenic Alorthods; Endapan pasir kuarsa (Prasetyo <i>et al.</i> , 2006)								
0-17	A	98	2	0	4,2	1,80	2	2
17-38	E1	99	1	0	4,5	0,36	1	1
38-61	E2	98	1	1	5,0	0,33	0	1
61-97	E3	97	2	1	5,0	0,29	1	1
97-157	Bs	98	1	1	3,1	0,95	1	2
157-207	Bhs	90	5	5	2,7	1,90	4	3
AR 26. Arenic Alorthods; Endapan pasir pantai kuarsa (Suharta dan Suratman, 2004)								
0-35	A	85	5	10	5,1	0,43	1	2
35-75	E1	94	2	4	5,2	0,19	1	0
75-100	E2	80	10	10	5,0	0,14	0	0
100-150	Bhs	92	5	3	5,0	0,33	0	0

bahan organik tinggi mempunyai KTK tanah yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan horison E albik dengan kandungan bahan organik rendah. Prasetyo *et al.* (2006) mengemukakan bahwa KTK tanah pada horison A dan B akan lebih tinggi daripada horison lainnya disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik pada horison tersebut. Hubungan antara C-organik dengan KTK-tanah telah diperlihatkan oleh hasil penelitian Prasetyo *et al.* (2006) pada tanah Spodosols di Kalimantan Timur.

Kandungan Al dapat dipertukarkan (Al_{dd}) umumnya tergolong rendah, kecuali pada horison B spodik kandungannya meningkat. Hal tersebut menunjukkan adanya akumulasi Al pada horison B spodik dengan terbentuknya kompleks Al-humus. Kandungan Al tertinggi dijumpai pada pedon P3 berkisar antara 3,61 hingga 8,90 cmol_c/kg. Data ini mendukung hasil penelitian terdahulu yang mengemukakan bahwa kompleks organo-logam hasil proses iluviasi dari horison di atasnya terakumulasi pada horison B spodik (Buurman, 1986; Buurman dan Jongmans (2002, 2005).

Tabel 3. Basa-basa dapat dipertukarkan, kapasitas tukar kation, Fe, dan Al

Dalam cm	Horison	NH ₄ -Acetat 1 N pH 7,0				Jumlah kation	KTK tanah	1 N KCl		NH ₄ -oksalat		Al + ½ Fe
		Ca	Mg	K	Na			Al	H	Fe	Al	
		cmole/kg							%			
SM 648. Andic Haplohumods; endapan pasir vulkan (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2008)												
0-14	Oa	0,15	0,04	0,04	0,12	0,35	86,06	5,65	na	0,03	1,35	1,36
14-26	E	0,31	0,15	0,03	0,08	0,57	2,04	0,00	na	0,01	0,08	0,09
26-48	Bhs	0,23	0,06	0,06	0,08	0,42	19,08	0,84	na	0,48	12,77	13,01
48-100	C	0,11	0,02	0,04	0,09	0,26	10,77	0,10	na	0,82	12,47	12,88
DR 9. Haplorthods; batupasir (Pusat Penelitian Tanah, 1985)												
0-17	A	0,8	0,2	0,2	0,1	1,3	6,5	0,02	0,75	na	na	na
17-39	E1	0,5	0,1	0,1	0,7	1,1	36,7	0,00	0,08	na	na	na
39-61	E2	0,4	0,1	0,0	0,1	0,6	0,7	0,16	0,05	na	na	na
61-125	Bhs	0,6	0,2	0,0	0,1	0,9	6,3	1,55	0,14	na	na	na
MK 18. Typic Haplorthods; endapan pasir kuarsa (Suharta dan Suratman, 2004)												
0-15	A	1,11	0,41	0,00	0,02	1,54	10,10	0,32	1,23	0,01	0,02	0,03
15-31	E1	0,43	0,14	0,00	0,01	0,58	1,81	0,00	0,55	0,01	0,00	0,01
31-76	E2	0,24	0,08	0,00	0,29	0,61	0,05	0,00	0,08	0,01	0,00	0,01
76-100	Bhs	0,29	0,26	0,00	2,10	2,65	3,30	0,44	0,74	0,18	0,19	0,28
DR 10; Typic Haplorthods; endapan pasir kuarsa (Lembaga Penelitian Tanah, 1973)												
0-10	A	0,00	0,10	0,00	0,10	0,20	7,20	na	na	na	na	na
10-30	Bh1	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	8,30	na	na	na	na	na
30-55	Bh2	0,00	0,10	0,00	0,00	0,20	15,20	na	na	na	na	na
55-70	E	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	5,00	na	na	na	na	na
70-80	Bh	0,00	0,10	0,10	0,10	0,30	68,8	na	na	na	na	na
80-190	E	0,00	0,10	0,10	0,10	0,30	3,70	na	na	na	na	na
P3. Arenic Alorthods; endapan pasir kuarsa (Prasetyo <i>et al.</i> , 2006)												
0-17	A	2,01	0,66	0,02	0,01	2,70	5,43	0,48	0,20	0,00	0,00	0,00
17-38	E1	0,50	0,45	0,02	0,01	0,98	0,21	0,12	0,08	0,02	0,02	0,03
38-61	E2	0,45	0,36	0,02	0,01	0,84	0,07	0,06	0,02	0,02	0,02	0,03
61-97	E3	0,45	0,40	0,02	0,01	0,88	0,35	0,20	0,08	0,00	0,00	0,00
97-157	Bs	0,51	0,48	0,02	0,02	1,03	12,46	3,61	2,79	0,03	0,03	0,05
157-207	Bhs	0,61	0,23	0,02	0,02	0,88	6,99	8,90	13,75	0,02	0,02	0,03
AR 26. Arenic Alorthods; endapan pasir pantai kuarsa (Suharta dan Suratman, 2004)												
0-35	A	0,34	0,12	0,08	0,07	0,61	0,70	0,08	0,11	0,01	0,01	0,015
35-75	E1	0,14	0,06	0,08	0,05	0,33	0,24	0,00	0,10	0,03	0,00	0,015
75-100	E2	0,05	0,08	0,00	0,07	0,20	0,06	0,04	0,10	0,02	0,01	0,02
100-150	Bhs	0,48	0,17	0,02	0,07	0,74	0,39	0,00	0,16	0,02	0,01	0,02

Keterangan : na = tidak dianalisis

Kandungan Fe dan Al yang diekstrak dengan NH₄-oksalat menunjukkan bentuk-bentuk Al dan Fe yang bersifat amorf dan atau terikat humus. Jumlah Al dan Fe dalam horison B spodik digunakan sebagai kriteria dalam klasifikasi tanah baik pada tingkat *greatgrup* maupun subgrup (Soil Survey Staff, 2006). Pada tingkat *greatgrup* digunakan antara lain untuk membedakan antara Alorthods dan Haplorthods, atau Alaquods dengan Fragiaquods, Placaquods, Duraquods, Epiaquods, dan Endoaquods. Alorthods maupun Alaquods dicirikan oleh

kandungan besi (diekstrak NH₄-oksalat) < 0,10%. Tabel 3 menunjukkan kandungan Fe dapat diekstrak dengan NH₄-oksalat pada horison B spodik >0,10%, kecuali pedon P 3 dan AR 26 <0,10%.

Pada tingkat subgrup, sifat andik pada horison B spodik ditentukan berdasarkan jumlah persentase Al dan ½Fe diekstrak NH₄-oksalat dan gelas vulkan. Apabila Al + ½Fe ≥2,0, maka gelas vulkan harus ≥5%, sedangkan apabila gelas vulkan ≥30%, maka Al + ½Fe ≥0,40.

Untuk $Al + \frac{1}{2}Fe$ berkisar antara 0,40 dan 2,0, maka dalam fraksi pasir dan debu harus cukup gelas volkan (Soil Survey Staff, 2006). Tabel 3 menunjukkan hanya pedon SM 648 dari Sumatera Utara yang mempunyai sifat andik, pedon lainnya persentase $Al + \frac{1}{2}Fe < 0,4$ sehingga tidak memenuhi persyaratan sifat andik.

SUSUNAN MINERAL

Komposisi mineral pada Spodosols menunjukkan perkembangan tanah yang lanjut. Dalam fraksi liat ($< 2 \mu m$) yang ditetapkan dengan X-ray difraktometer, susunan mineral didominasi oleh kuarsa dan feldpars (Mc Keague *et al.*, 1983). Mineral phyllosilikat pada horison B dan C umumnya sangat lemah hingga tidak ada. Hasil penelitian Prasetyo *et al.* (2006) pada Arenic Alorthods menunjukkan walaupun susunan mineral fraksi pasir didominasi oleh kuarsa dengan kandungan mendekati 100%, dalam fraksi liat horison eluviasi masih dijumpai adanya mineral phyllosilikat seperti kaolinit, illit, dan vermikulit, sedangkan pada horison iluviasi, kaolinit dijumpai dalam jumlah lebih tinggi. Perbedaan susunan tersebut terjadi sebagai akibat adanya perbedaan bahan induk tanah dan atau tingkat perkembangan/derajat pelapukannya.

Adanya bahan-bahan amorf pada horison B spodik, diperlihatkan oleh hasil penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (2008) pada Spodosols dataran tinggi plateau Toba. Jumlah persentase $Al + \frac{1}{2}Fe$ yang diekstrak dengan NH_4 -oksalat pada horison B spodik mencapai nilai 13,01 atau $> 2,0$, sebagai kriteria untuk tanah yang mempunyai sifat andik atau mengandung bahan-bahan amorf. Hasil serupa dikemukakan oleh Prasetyo *et al.* (2006) yang mengemukakan tidak tajamnya pola difraksi pada Spodosols Kutai Kertanagara disebabkan oleh adanya bahan amorf pada horison spodik tersebut.

KLASIFIKASI TANAH

Taksonomi tanah adalah bahasa teknik klasifikasi tanah yang dikembangkan oleh *Soil Conservation Service of the United States Department of Agriculture*. Sistem ini digunakan

oleh lebih dari 45 negara sebagai sistem klasifikasi tanah nasional. Taksonomi Tanah mengklasifikasi tanah dalam enam tingkatan atau kategori berdasarkan pada horison penciri dan kondisi iklim. Kategori tertinggi adalah ordo, dan selanjutnya kategori lebih rendah yaitu subordo, greatgrup, subgrup, famili, dan seri tanah (Soil Survey Staff, 2006). Setiap kategori nama tanah mempunyai arti. Oleh karena itu, nama klasifikasi tanah akan merupakan gabungan dari beberapa suku kata, dan setiap suku kata akan merupakan penjelasan dari sifat dan karakteristik tanahnya. Sebagai contoh suku kata "od" adalah kependekan Spodosols pada tingkat ordo. Spodosols didefinisikan sebagai tanah mineral yang dicirikan oleh adanya horison B spodik, dan tidak mempunyai horison argilik atau kandik di atas horison tersebut (Soil Survey Staff, 2006).

Di Indonesia, Spodosols dibedakan dalam tiga subordo yaitu yang mempunyai sifat akuik (Aquods), mempunyai kandungan bahan organik sebesar 6% atau lebih pada horison spodiknya (Humods), atau yang lainnya (Orthods). Spodosols yang mempunyai rejim suhu tanah cryik atau sangat dingin atau mengalami masa beku (Cryods dan Gelods), tidak dijumpai di Indonesia.

Aquods

Aquods adalah Spodosols yang mempunyai rejim kelembaban tanah akuik atau secara *artificial* sudah didrainase dan mempunyai sifat morfologi yang menunjukkan adanya sifat akuik. Enam *greatgrup* Aquods dibedakan berdasarkan kandungan besi larut dengan amonium oksalat $< 0,1\%$ (Alaquods), mempunyai fragipan (Fragiaquods), horison plakik (Placaquods), duripan (Duraquods); sifat akuik di lapisan atas (Epiquods), atau di lapisan bawah (Endoquods). Faktor pembatas penggunaan lahan pada *greatgrup* Aquods adalah tekstur kasar, drainase terhambat, fragipan, duripan, dan horison plakik.

Humods

Humods adalah Spodosols berdrainase baik dengan kandungan C-organik pada horison spodiknya $\geq 6\%$ dengan ketebalan ≥ 10 cm. Empat *greatgrup* Humods dibedakan berdasarkan adanya horison plakik (Placohumods), duripan (Duriumods), fragipan (Fragiumods) atau

lainnya (Haplohumods). Berdasarkan karakteristiknya, maka tekstur kasar, horison plakik, duripan, dan fragipan akan merupakan faktor pembatas penggunaan lahannya. Kecuali Haplohumods, penggunaan lahannya akan dibatasi oleh teksturnya yang kasar.

Orthods

Orthods adalah Spodosols yang berdrainase baik dan kandungan C-organik pada horison spodik <6%. Lima *greatgrup* Orthods dibedakan berdasarkan adanya horison plakik (Placorthods), duripan (Durorthods), fragipan (Fragiorthods), kandungan besi diekstrak dengan amonium oksalat <0,1% (Alorthods), atau lainnya (Haplorthods). *Greatgrup* Placorthods, Durorthods, dan Fragiorthods, pemanfaatan lahannya selain dibatasi oleh teksturnya yang kasar, juga dibatasi oleh adanya lapisan pembatas perakaran berupa horison plakik, duripan atau fragipan. *Greatgrup* Alorthods mempunyai drainase baik akan tetapi miskin bahan mineral (Fe), sedangkan Haplorthods mempunyai karakteristik lebih baik karena tidak mempunyai lapisan pembatas perakaran, kandungan bahan mineralnya (Fe) >0,1%, dan bertekstur kasar.

Klasifikasi Spodosols pada tingkat Subgrup

Nama subgrup ditulis dengan menambahkan satu atau dua kata sifat di depan nama *greatgrup*. Kata sifat tersebut merupakan karakteristik tanah yang membedakan dengan konsep tipik dari subgrup tersebut. Sebagai contoh adalah subgrup dari *greatgrup* Durorthods: Typic dan Andic. Andic Durorthods adalah Durorthods yang dicirikan oleh adanya sifat andik setebal >25 cm di dalam 75 cm dari permukaan tanah, sedangkan Typic Durorthods adalah Durorthods lainnya.

Perbedaan terhadap sifat tipik pada tingkat subgrup dapat disebabkan antara lain oleh salah satu atau kombinasinya dari sifat berikut: mempunyai kontak litik-lithic; duripan pada kedalaman >100 cm-duric; mempunyai epipedon histik-histic; mempunyai horison argilik atau kandik dengan kejenuhan basa >35%-alfic; mempunyai horison argilik atau kandik dengan

kejenuhan basa <35%-ultic; mempunyai horison umbrik-umbric; mempunyai kelas besar butir berpasir atau skeletal berpasir-arenic; mempunyai kelas besar butir berpasir atau skeletal berpasir hingga kedalaman 125 cm atau lebih-grossarenic; mempunyai sifat andic-andic; jenuh air pada salah satu atau lebih lapisan selama 20 hari berturut-turut atau 30 hari kumulatif-oxyaquic; mempunyai sifat tanah fragik dan terdapat gejala redoksimorfik-fragiaquic; memiliki gejala redoksimorfik dan kejenuhan basa pada horison argilik atau kandik >35%-aqualfic. Tabel 4 menyajikan klasifikasi Spodosols menurut Taxonomi Tanah (Soil Survey Staff, 2006) yang mungkin dijumpai di Indonesia.

Tabel 4. Spodosols pada tingkat subordo hingga subgrup yang mungkin dijumpai di Indonesia

Subordo	Greatgrup	Subgrup*	
Aquods	Alaquods	Lithic, Duric, Histic, Alfic Arenic, Arenic Ultic, Arenic Umbric, Arenic, Grossarenic, Alfic, Ultic, Aeric, Typic	
		Fragiaquods	Histic, Argic, Typic
		Placaquods	Andic, Typic
		Duraquods	Histic, Andic, Typic
		Epiaquods	Lithic, Histic, Andic, Alfic,
		Endoaquods	Ultic, Umbric, Typic Lithic, Histic, Andic, Argic, Umbric, Typic
		Humods	Placohumods
Durihumods	Andic, Typic		
Fragihumods	Typic		
Haplohumods	Lithic, Andic, Typic		
Orthods	Placorthods	Typic	
	Durorthods	Andic, Typic	
	Fragiorthods	Aquic, Alfic Oxyaquic, Oxyaquic,Alfic, Ultic, Entic, Typic	
	Alorthods	Oxyaquic, Arenic Ultic, Arenic, Entic Grossarenic, Entic, Grossarenic, Alfic, Ultic, Typic	
	Haplorthods	Entic Lithic, Fragiatic, Aqualfic, Aquentic, Aquic, Alfic Oxyaquic, Oxyaquic Ultic, Fragic, Lamelic Oxyaquic, Lamellic, Oxyaquic, Andic, Alfic, Ultic, Entic, Typic	

Sumber : Soil Survey Staff (2006)

Catatan :

*) Sifat tambahan pada kategori subgrup.

Subordo Gelods dan Cryods hanya dijumpai di daerah beriklim dingin.

KENDALA DAN POTENSI PENGGUNAANNYA

Penggunaan Spodosols untuk lahan pertanian maupun hutan sangat tergantung pada sifat fisik dan kimia tanahnya, yang diketahui mempunyai kisaran karakteristik yang cukup lebar sehingga diperlukan adanya kehati-hatian dalam memilih tanah-tanah tersebut baik untuk pertanian maupun kehutanan. Salah satu sifat fisik yang sangat menonjol pada Spodosols adalah teksturnya yang kasar dengan struktur butir tunggal, dan sangat sedikit fraksi debu dan liat. Kondisi ini akan berakibat pada rendahnya kemampuan tanah meretensi air (rawan kekeringan) dan rendahnya kemampuan tanah meretensi hara (hara mudah tercuci). Kemampuan mengikat hara yang rendah seperti diindikasikan oleh nilai KTK tanah yang rendah, akan memberikan implikasi terhadap ketersediaan hara yang berasal dari pupuk yang akan hilang tercuci bersama air perkolasi. Oleh karena itu, peningkatan daya meretensi air dan hara untuk kebutuhan tanaman adalah merupakan kunci utama dalam rangka meningkatkan kualitas tanah Spodosols. Kemampuan Spodosols mengikat P sangat tergantung pada kandungan bahan organik. Arbestain *et al.* (2002) mengemukakan bahwa horison Bh atau Bhs yang kaya bahan organik mampu meretensi P lebih tinggi daripada horison Bs atau Bsh dengan kandungan bahan organik lebih rendah.

Sifat fisik lainnya yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman adalah kedalaman efektif yang dangkal disebabkan oleh adanya lapisan yang mengeras (pan). Pan tersebut dapat berupa fragipan, duripan, atau horison plakik dengan kedalaman bervariasi. Keberadaan lapisan pembatas perakaran tersebut, tercermin pada sistem penamaan taksonomi tanahnya yang muncul baik pada tingkat *greatgrup* ataupun subgrup. Tanah-tanah yang mempunyai lapisan pembatas perakaran karena lapisan keras/pan dijumpai pada grup dan atau *greatgrup*: Fragiaquods, Duraquods, Placaquods, Fragihumods, Durahumods, Placahumods, Placorthods, Durorthods, Fragiorthods, dan Duric Alaquods. Celine Meredieu *et al.* (1996) mengemukakan, tanah-

tanah dengan kedalaman lapisan pembatas perakaran >80 cm, untuk perakaran tanaman hutan tergolong baik, sedangkan apabila lapisan pembatas perakaran dijumpai <50 cm, tergolong kurang baik. Oleh karena itu, berdasarkan kedalaman lapisan pembatasnya, Spodosols yang mempunyai pembatas perakaran >80 cm, masih memungkinkan untuk tanaman tahunan.

Sifat kimia Spodosols menunjukkan tanah bereaksi masam, basa-basa dapat tukar sangat rendah, miskin unsur hara (P dan K), kapasitas tukar kation sangat rendah dan cadangan mineral sangat rendah. Hal tersebut adalah biasa karena sebagian besar Spodosols terbentuk dari bahan induk yang miskin hara dan bersifat masam. Oleh karena itu, kesuburan tanah Spodosols akan sangat tergantung pada kandungan bahan organik tanah di lapisan atas. Spodosols yang terbentuk dari batuan sedimen batupasir atau pasir vulkan masam, memperlihatkan kesuburan kimia tanah yang lebih baik dibandingkan dengan Spodosols dari bahan induk endapan pasir kuarsa.

Ketersediaan hara dan cadangan mineral yang rendah pada Spodosols mensyaratkan perlunya ada penambahan hara untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman melalui pemupukan. Pemilihan jenis pupuk yang digunakan perlu disesuaikan dengan karakteristik fisik dan kimianya yaitu bertekstur kasar dengan daya meretensi hara rendah. Oleh karena itu, pemilihan jenis pupuk yang bersifat *slow release*, nampaknya lebih sesuai digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah ini. Penambahan bahan organik sangat disarankan karena berfungsi ganda memperbaiki sifat fisik dan sebagai sumber hara tanaman. Yang *et al.* (2008) mengemukakan bahwa penambahan pupuk organik (*biosolid*) dapat meningkatkan konsentrasi P dalam tanah melalui konservasi P larut dalam air menjadi P-organik dan diserap kedalam bentuk Fe dan Al oksida/hidroksida dan kompleks organik-Al(OH)²⁺ dan organik-Fe(OH)²⁺. Penambahan bahan organik telah merubah sumber-sumber ketersediaan P dan juga P potensial tersedia dalam tanah.

Pemanfaatan Spodosols di lapangan menunjukkan adanya variasi yang disebabkan

oleh karakteristik tanahnya yang berbeda. Sifat fisik yang menonjol dan membatasi penggunaan lahannya adalah kedalaman efektif dangkal disebabkan oleh adanya lapisan keras (duripan atau horison plakik) pada kedalaman < 50 cm. Selain itu, tekstur yang kasar (pasir) menyebabkan tanah rawan kekeringan dan daya meretensi hara sangat rendah. Dalam kondisi demikian, Spodosols tidak dapat digunakan untuk lahan pertanian maupun hutan produksi. Di Sumatera Utara, Spodosols masih dimanfaatkan untuk HTI (Hutan Tanaman Industri) dan masih memberikan kenampakan pertumbuhan tanaman yang baik. Horison B spodik, walaupun pada kedalaman < 50 cm, akan tetapi tidak keras sehingga akar tanaman dapat berkembang dengan baik. Selain itu, pasir vulkan dengan tufa liparit di bawahnya, mampu mensuplai sebagian hara yang diperlukan tanaman. Pemanfaatan Spodosols untuk perkebunan karet, dijumpai di Kalimantan Barat. Untuk tanaman pangan antara lain untuk tanaman hortikultura buah-buahan (pepaya) di Kalimantan Timur dan nenas di Kalimantan Barat, diperlukan masukan yang cukup tinggi untuk dapat berproduksi dengan baik. Oleh karena itu, dalam jangka panjang pemanfaatan Spodosols secara ekonomi kurang menguntungkan. Nenas di Kalimantan Barat diusahakan pada Spodosols dengan horison A cukup tebal dan kaya akan bahan organik. Penyebaran tanah ini dijumpai berdampingan atau berasosiasi dengan tanah Gambut (Histosols).

Dengan waktu, Spodosols akan mengalami proses podsolisasi semakin sempurna, artinya tanah akan semakin miskin, horison E albik akan semakin tebal, dan horison B spodik akan semakin dalam dan keras. Oleh karena itu, lahan Spodosols yang telah dibuka baik berupa padang alang-alang atau semak belukar, sebaiknya digunakan untuk hutan konservasi, tanaman tahunan, hortikultura buah-buahan, atau tanaman hias disesuaikan dengan karakteristik atau kesesuaiannya. Hal tersebut dimaksudkan, bukan hanya pengelolaan lahan untuk mendapatkan produksi tinggi, akan tetapi lebih ditujukan untuk konservasi atau penyehatan tanah dan lingkungan. Yaloon (1996) mengemukakan

bahwa pengelolaan lahan harus memberikan perhatian yang lebih besar kepada apa yang disebut perawatan tanah (*soil care*). Perawatan tanah didefinisikan sebagai memilih atau menerapkan suatu sistem pengelolaan tanah dan penggunaan lahan yang sesuai untuk memperbaiki dan menjaga penggunaan lahan, bukan hanya untuk tujuan produksi pertanian, akan tetapi juga untuk tujuan perbaikan lingkungan. Di negara berkembang, perbaikan produktivitas tanah masih merupakan tujuan utama, sehingga sangat diperlukan adanya pemahaman baru terhadap kesehatan tanah. Bagaimanapun, lahan Spodosols yang telah dibuka perlu dimanfaatkan secara optimal disesuaikan dengan sifat dan karakteristik tanahnya. Spodosols yang masih dalam kondisi alami (hutan), perlu dijaga kelestariannya dengan tetap mempertahankan sebagai hutan lindung atau hutan wisata.

KESIMPULAN

1. Spodosols adalah tanah bermasalah dan terbentuk di daerah beriklim dingin dan tropika basah dari bahan pasir atau pasir berlempung, masam. Secara fisiografis penyebarannya dijumpai di dataran pasir pantai, *sand dune*, dataran aluvial, koluvial, dataran tektonik dan *plateau*. Di Indonesia tanah ini dijumpai dalam tiga subordo, 15 *greatgrup*, dan 77 subgrup.
2. Sifat fisik penting Spodosols adalah tekstur kasar (pasir atau pasir berlempung), yang berdampak pada rendahnya kemampuan tanah meretensi air (rawan kekeringan), dan rendahnya meretensi hara (mudah tercuci bersama air perkolasi). Sifat kimia tanah dicirikan oleh reaksi tanah masam, kandungan basa-basa dapat tukar dan kejenuhan basa rendah. Hara P dan K serta cadangan mineral sangat rendah. KTK tanah rendah dan sangat tergantung pada kandungan bahan organik.
3. Spodosols tergolong tanah berpotensi rendah baik untuk pertanian maupun kehutanan. Oleh karena itu, pemanfaatan Spodosols harus diarahkan bukan hanya untuk

peningkatan produksi, akan tetapi juga harus diarahkan pada penyehatan lingkungan dan perawatan tanah (*soil care*).

4. Lahan Spodosols yang telah dibuka perlu dimanfaatkan secara optimal dalam rangka peningkatan kualitas tanah melalui pengelolaan tanah dan tanaman yang sesuai. Perlu kehati-hatian dalam rangka pembukaan lahan untuk pertanian ataupun hutan tanaman industri dengan melokalisir penyebaran Spodosols agar tetap dipertahankan sebagai hutan konservasi atau hutan wisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbestain C.M., M.E. Barreal, and F. Macias. 2002. Phosphate and Sulfate Sorption in Spodosols with Albic Horizon from Northern Spain. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66 (2):464-473.
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). 2008. Detailed soil survey for *Eucalyptus* plantation in PT. Toba Pulp Lestari. Joint Research: PT. Toba Pulp Lestari and Indonesian Center for Agricultural Land Resources Research and Development, Agency for Agricultural Research and Development, Ministry of Agriculture (unpublished).
- Buurman, P. and A.G. Jongmans. 2002. Podzolization-An addition paradigm. *Edafologia.* 9(2):107-114. Laboratory of Soil Science and Geology, Wageningen University. PO. Box 37, 6700 AA, Wageningen, The Netherlands.
- Buurman, P. and A.G. Jongmans. 2005. Podzolization and soil organic matter dynamics. *Geoderma* 125:71-83.
- Buurman, P. 1986. pH dependent character of complexation in Podzols. Association Francaise pour l'etude du sol (AFES). *Compte rendus de la table ronde international.* Institut National de la Recherche Agronomique. 10-11 April 1986.
- Celine Meredieu, D. Arrouays, M. Goulard, and D. Auclair. 1996. Short range soil variability and its effect on red oak growth (*Quercus rubra* L.). *Soil Science*, 161(1):29-38.
- Hikmatullah, Suratman, dan N. Suharta. 2000. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Provinsi Kalimantan Timur (Bagian Pertama), skala 1:250.000. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1973. Survei dan Penelitian Tanah Daerah Sei Rasau, Provinsi Kalimantan Barat, Lembaga Penelitian Tanah, Ditjenta, Deptan.
- Mc Keague, J.A., F. De Coninck, and D.P. Franzmeier. 1983. Spodosols. *In: Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. The Soil Orders.* L.P. Wilding, N.E. Smeck and G.F. Hall (Eds.). Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1983.
- Mookma, D.I. and P. Buurman. 1982. Podzols and podzolization in temperate regions. *ISM Monograph 1.* Int. Soil Museum, Wageningen. P.126.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak). 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia, skala 1: 1.000.000. Departemen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Pusat Penelitian Tanah (Puslittan). 1985. Survei dan Pemetaan Tanah Tingkat Tinjau, Skala 1:250.000, Provinsi Kalimantan Barat II (Sanggau dan Pontianak). Litbang Pertanian, Deptan.
- Prasetyo, B.H., Y. Sulaeman, D. Subardja, dan Hikmatullah. 2006. Karakteristik Spodosols dalam kaitannya dengan pengelolaan tanah untuk pertanian di Kabupaten Kutai Kertanagara, Kalimantan Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim.* No. 24/2006. Badan Litbang Pertanian, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya lahan Pertanian.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey.* Second Edition. U.S. Dep. Agric. Soil Conserv. Service, Agric. Handbook No.

- 436, U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C. Pp 695-720.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy, United States Department of Agriculture, Tenth Edition.
- Subagjo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. *Dalam* Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen pertanian.
- Suharta, N., Hikmatullah, B.H. Prasetyo, dan M. Anda. 1998. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Kapet Sasamba (Samarinda-Sangasanga-Muara Jawa-Balikpapan), Provinsi Kalimantan Timur, skala 1:250.000. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang pertanian.
- Suharta, N., M. Anda, dan V. Suwandi. 1999. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Provinsi Kalimantan Selatan (Bagian Pertama), skala 1:250.000. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Suharta, N., Suratman, dan M. Hikmat. 2000. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Provinsi Kalimantan Timur (Bagian Kedua), skala 1:250.000. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Suharta, N. dan Suratman. 2001. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Provinsi Kalimantan Timur (Bagian Keempat), skala 1:250.000. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Agroklimat bekerjasama dengan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP), Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Suharta, N. dan Suratman. 2004. Karakterisasi dan Analisis Sumberdaya Lahan untuk Pengembangan Wilayah di Kawasan Timur Indonesia, skala 1:250.000. Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP), Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Yaloon Dan H. 1996. Soil science in transition: Soil awareness and soil care research strategies. *Soil Science* 161(1):3-8.
- Yang, Y., Zhenli He, P.J. Stoffella, Xiaoe Yang, D.A. Graetz, and D. Morris. 2008. Leaching behaviour of phosphorus in sandy soils amended with organic matter. *Soil Science* 173(4):257-266.