

INFILTRASI, SIFAT FISIK TANAH DAN EROSI PADA BERBAGAI LERENG TANGKAPAN MIKRO SUB DAS KALI BABON KABUPATEN SEMARANG

Infiltration, Soil Physical Properties and Erosion on Micro Catchment with Various Slope in Sub Kali Babon Watershed, Semarang Regency

Yusrial¹, Supriyanto Notohadisuwarno², dan Soekardi Wisnubroto²

*Program Studi Ilmu Tanah
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

ABSTRACT

A research was done in Kedji, Ungaran District, Semarang Regency from November 2001 to April 2002, to study the infiltration rate, soil physical properties, and erosion rate of a small plot having different gradient scattered in microcatchment of sub Babon river watershed, Semarang Regency. Experimental design was Split Plot with three replicates, microcatchment of Tegalan and Rambutan as main plot, and slope: 15, 25, 40, and 60% as sub plot. Plot of 1 x 1 m² size were made in levelled soil surface no tillage, on flat open spot free from gravels and shading from plant canopy or tree trunk in each respective designations. Soil texture, organic matter, soil aggregate stability, bulk density, permeability, pori distribution, and pH were taken from 0-10 cm soil depth were determined from samples. Rainfall, run off and soil loss were measured from daily rainfall. Volume of infiltration was calculated from effective rainfall minus run-off. Effective rainfall was calculated from rainfall ombro meter multiplied with slope degree. Infiltration capacity was measured using double ring infiltrometer method and calculated using Horton formula. Rainfall erosivity was determined using Bols and EI₃₀ formula. Soil erodibility value was determined following USLE and using nomograph.

The results indicated that higher slope degree affected reduce volume, rate, and capacity of infiltration, and increased run-off and soil loss. However, increase of run-off occurred following exponential graph. In Tegalan and Rambutan microcatchments open space with no vegetation, during rainy season there would be reduction of organic matter, soil permeability, rapid drainage pores, and water available pores accompanied with an increase of bulk density. In Tegalan microcatchment, run-off, soil loss, and erodibility were higher. On the other hand, in Rambutan microcatchment, infiltration, organic matter, and soil aggregate stability were higher, resulting in a more stable condition to erosion. Result also found that predicted soil erodibility value using USLE formula was lower than nomograph.

Keywords: *infiltration – slope – micro catchment and erosion*

1) Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor

2) Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Sebagian besar rakyat Indonesia memperoleh penghidupan dari pertanian lahan kering. Luasnya saat ini cukup signifikan untuk dataran < 700 m dpl. mencapai 87,4 juta ha (Hidayat *et al*, 2000). Disisi lain Indonesia dengan curah hujan yang tinggi banyak menimbulkan erosi, yang menyebabkan penurunan produktivitas tanah.

Kerusakan yang ditimbulkan erosi dipengaruhi oleh besarnya aliran permukaan dan kapasitas infiltrasi. Aliran permukaan dapat ditekan dengan meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah sebagai infiltrasi. Kemampuan tanah menyimpan dan meloloskan air (daya infiltrasi) ditentukan beberapa sifat fisik tanah antara lain tekstur, struktur, porositas, permeabilitas, sifat lapisan kedap dan kandungan bahan organik (Hillel, 1980; Sastrodarsono dan Takeda, 1993).

Lahan kering yang digunakan untuk pertanian pada umumnya berlereng. Kemiringan lereng mempengaruhi perbandingan infiltrasi dan aliran permukaan, pengikisan dan penghanyutan tanah. Semakin curam lereng aliran permukaan makin cepat (koefisien aliran permukaan makin besar) dan memperbesar daya gesekan antara air dan tanah sehingga tanah tererosi makin besar.

Tangkapan mikro (*microcatchment*) merupakan daerah tangkapan air, berfungsi menampung, menahan, dan menyimpan air hujan sebagai cadangan pada waktu musim kemarau. Tangkapan mikro dalam kondisi terbuka dari vegetasi mudah mengalami kehilangan tanah akibat tingginya curah hujan, terutama pada tanah berlereng. Untuk mengendalikan aliran permukaan dan erosi pada tangkapan mikro kemampuan tanah meloloskan air harus tinggi. Tangkapan mikro sub DAS Kali Babon adalah salah satu tangkapan mikro dengan kondisi dan penggunaan lahan beragam, yaitu penggunaan lahan dengan campuran tanaman palawija dan tanaman tahunan (tanah diolah intensif), dan penggunaan lahan dengan campuran tanaman tahunan dan semak (tanah tidak diolah).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji infiltrasi, sifat fisik tanah dan erosi pada petak kecil di berbagai kelerengan tangkapan mikro Sub DAS Kali Babon Kabupaten Semarang.

CARA PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lapangan pada dua tangkapan mikro Sub DAS Kali Babon Ungaran Kabupaten Semarang, pada musim hujan (Nopember 2001-April 2002). Rancangan yang digunakan petak terpisah (*split plot*) diulang tiga kali. Petak utama adalah tangkapan mikro, yaitu: tangkapan mikro Tegalan (T) dan tangkapan mikro Rambutan (R). Anak

40% (S40), dan 60% (S60). Plot kecil ukuran 1 x 1 m², ditempatkan pada permukaan tanah yang rata dan tidak diolah, searah lereng, dihindarkan dari pengaruh tajuk pohon, batu-batu dan tunggul tanaman. dan tersebar di tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan.

Sifat fisik tanah (berat volume, distribusi pori, permeabilitas, kemantapan agregat, bahan organik dan tekstur tanah) awal dan akhir penelitian serta pH tanah diamati pada lapisan 0-10 cm. Curah hujan, aliran permukaan dan kehilangan tanah diukur setiap kejadian hujan. Volume infiltrasi dihitung dari selisih curah hujan efektif dan aliran permukaan. Curah hujan efektif dihitung dari curah hujan yang terukur pada penakar hujan dikalikan dengan faktor koreksi kelerengan masing-masing plot (0,989; 0,970; 0,928; dan 0,857). Kapasitas infiltrasi diukur menggunakan *double ring infiltrometer* dan selanjutnya dihitung dengan persamaan Horton (1939, dalam Arsyad, 1989). Dari data curah hujan dihitung indeks erosivitas hujan (EI₃₀) setiap kejadian hujan dan nilai erodibilitas tanah ditentukan dengan nomograf dan metoda USLE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Kelerengan Tangkapan Mikro

Hasil analisis komposisi mekanik tanah, bahan organik, berat volume dan permeabilitas tanah pada berbagai kecuraman lereng kedua tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan dicantumkan pada Tabel 1. Total ruang pori, pori drainase cepat, pori drainase lambat dan pori air tersedia tanah dicantumkan pada Tabel 2.

Dari Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa setelah musim hujan bahan organik, permeabilitas tanah, pori drainase cepat dan pori air tersedia tanah menurun berbeda nyata, total ruang pori dan pori drainase lambat cenderung menurun, sedangkan berat volume cenderung meningkat. Perubahan sifat tanah tersebut berlangsung lebih cepat pada tangkapan mikro Tegalan.

Tekstur tanah di lokasi penelitian berdasarkan klasifikasi menurut sisten USDA termasuk kelas lempung debu (*silty clay*). Fraksi debu dan pasir berbeda nyata diantara kedua tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan, pasir + debu lebih tinggi pada tangkapan mikro Tegalan dan kedua tangkapan mikro didominasi oleh fraksi debu dan lempung.

Penurunan bahan organik karena mengalami perombakan dan bersama tanah hilang terangkut aliran permukaan. Bahan organik lebih rendah pada tangkapan mikro Tegalan dibandingkan tangkapan mikro Rambutan, oleh karena kehilangan tanahnya lebih banyak. Dengan bertambahnya kecuraman lereng bahan organik yang hilang meningkat disebabkan pada lereng yang curam erosi lebih intensif.

Tabel 1. Komposisi mekanik tanah, dan bahan organik, berat volume dan permeabilitas tanah awal dan akhir penelitian pada berbagai kelerengan pada tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan

Perlakuan	Lempung	Debu	Pasir	Bahan organik (%)		Berat volume (g/cm ³)		Permeabilitas (cm/jam)	
				awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
Tegalan									
TS15	41,2 ^a	44,1 ^b	14,7 ^a	1,99 ^a	1,50 ^{ab}	1,12 ^a	1,15 ^a	4,86 ^{ab}	4,28 ^{ab}
TS25	40,4 ^a	45,3 ^{ab}	14,2 ^a	2,02 ^a	1,48 ^{ab}	1,13 ^a	1,15 ^a	5,14 ^a	4,78 ^a
TS40	42,1 ^a	46,1 ^{ab}	11,8 ^{ab}	1,90 ^a	1,33 ^{bc}	1,11 ^a	1,13 ^a	5,24 ^a	4,32 ^{ab}
TS60	39,7 ^a	46,7 ^{ab}	15,4 ^a	1,93 ^a	1,21 ^c	1,09 ^a	1,11 ^a	5,11 ^a	4,81 ^a
Rambutan									
TS15	44,2 ^a	46,4 ^{ab}	9,4 ^b	2,12 ^a	1,84 ^a	1,12 ^a	1,14 ^a	3,91 ^b	3,68 ^b
TS25	38,7 ^a	50,6 ^a	10,8 ^{ab}	2,05 ^a	1,72 ^a	1,10 ^a	1,11 ^a	4,24 ^b	4,03 ^{ab}
TS40	42,1 ^a	47,8 ^{ab}	10,1 ^b	2,05 ^a	1,69 ^a	1,13 ^a	1,14 ^a	4,49 ^{ab}	4,36 ^{ab}
TS60	40,8 ^a	49,2 ^{ab}	10,0 ^b	2,09 ^a	1,61 ^{ab}	1,15 ^a	1,16 ^a	4,20 ^b	4,14 ^{ab}

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan superskrip yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Tabel 2. Total ruang pori, pori drainase cepat, pori drainase lambat dan pori air tersedia awal dan akhir penelitian di berbagai kelerengan pada tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan

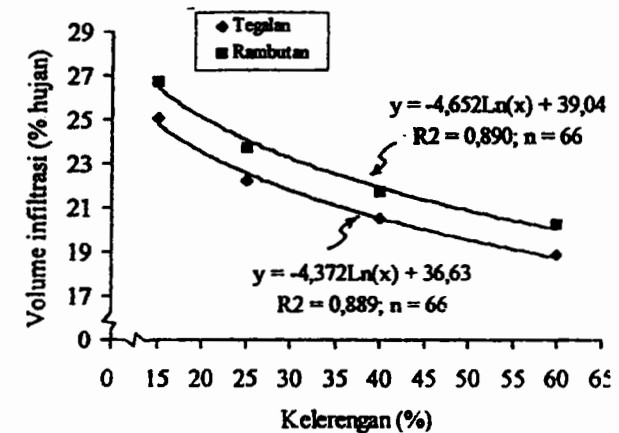
Perlakuan	Total ruang pori (% vol)		Pori drainase cepat (% vol)		Pori drainase lambat (% vol)		Pori air tersedia (% vol)	
	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
Tegalan								
TS15	57,5 ^a	53,5 ^a	14,3 ^{ab}	10,3 ^b	4,9 ^a	4,7 ^a	13,3 ^{ab}	10,2 ^b
TS25	56,1 ^a	53,6 ^a	14,7 ^{ab}	10,6 ^{ab}	5,1 ^a	4,9 ^a	13,3 ^{ab}	10,3 ^{ab}
TS40	58,5 ^a	54,2 ^a	16,7 ^a	11,4 ^{ab}	5,0 ^a	4,8 ^a	13,2 ^{ab}	10,4 ^{ab}
TS60	58,0 ^a	53,4 ^a	15,5 ^a	11,7 ^{ab}	5,2 ^a	4,9 ^a	13,5 ^a	10,9 ^{ab}
Rambutan								
TS15	56,7 ^a	54,5 ^a	13,7 ^b	11,5 ^{ab}	5,0 ^a	4,8 ^a	13,0 ^{ab}	10,5 ^{ab}
TS25	58,5 ^a	55,9 ^a	15,0 ^{ab}	13,2 ^a	5,2 ^a	4,9 ^a	13,1 ^{ab}	10,6 ^{ab}
TS40	56,7 ^a	54,4 ^a	12,1 ^b	11,6 ^{ab}	5,0 ^a	4,9 ^a	13,2 ^{ab}	11,3 ^a
TS60	55,7 ^a	53,6 ^a	13,8 ^b	12,0 ^{ab}	5,0 ^a	4,9 ^a	12,5 ^b	11,3 ^a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan superskrip yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Penurunan permeabilitas, pori drainase cepat dan pori air tersedia disebabkan selama musim hujan terjadi pengisian pori tanah oleh partikel tanah yang tersuspensi bersama air hujan yang masuk ke dalam tanah, akibatnya kemampuan tanah melewatkan air makin berkurang. Permeabilitas tanah, pori drainase cepat dan pori air tersedia menurun lebih cepat pada tangkapan mikro Tegalan dan berbeda nyata dengan tangkapan mikro Rambutan. Hal ini karena pada tangkapan mikro Tegalan bahan organik rendah dan tanah sering diolah menyebabkan agregat tanah kurang stabil sehingga struktur tanah mudah hancur karena tumbukan butir hujan, akibatnya penyumbatan pori lebih intensif.

Infiltrasi, Aliran Permukaan dan Erosi pada Berbagai Kecuraman Lereng Tangkapan Mikro

Volume dan Laju Infiltrasi. Dari Gambar 1 terlihat adanya hubungan yang erat secara logaritmik antara kecuraman lereng dengan volume air hujan terinfiltrasi pada kedua jenis penggunaan lahan tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan. Volume infiltrasi makin berkurang dengan peningkatan kecuraman lereng, demikian juga dengan laju infiltrasi. Hal ini disebabkan makin curam lereng air yang mengalir di permukaan tanah makin cepat, sehingga kesempatan atau waktu yang dibutuhkan air untuk masuk ke dalam tanah menjadi singkat, akibatnya volume air infiltrasi menjadi kecil.



Gambar 1. Hubungan kecuraman lereng dengan volume air hujan terinfiltrasi selama musim hujan pada Sub DAS Kali Babon Ungaran Semarang

Volume infiltrasi di tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan masing-masing adalah 21,65% hujan dan 23,10% hujan, dan laju infiltrasi masing-masing adalah 3,28 mm/jam dan 3,45 mm/jam. Dari data tersebut terlihat bahwa infiltrasi pada tangkapan mikro Rambutan lebih tinggi. Hal ini karena pada tangkapan mikro Rambutan bahan organik lebih tinggi dan tanahnya jarang diolah menyebabkan butir tanah tidak mudah pecah dan terdispersi bila terjadi hujan.

Kapasitas infiltrasi. Dari Tabel 3 terlihat bahwa makin curam lereng kapasitas infiltrasi jenuh (konstan) berkurang. karena makin curam lereng peluang tanah yang hancur atau lepas lebih banyak dan akan menyumbat pori-pori tanah. Sedangkan kapasitas infiltrasi permulaan ditentukan hisapan matrik tanah dan kandungan air awal.

Kapasitas infiltrasi permulaan dan kapasitas infiltrasi jenuh lebih tinggi diperoleh pada tangkapan mikro Tegalan. Hal ini karena awal musim hujan pori drainase cepat, pori air tersedia dan permeabilitas

Sebaliknya pada tangkapan mikro Rambutan bahan organik lebih tinggi dan tanah jarang diolah menyebabkan agregat tanah stabil sehingga tidak mudah hancur, sekalipun kapasitas infiltrasinya kecil tetapi air dapat masuk ke dalam tanah kontinyu sehingga infiltrasi menjadi lebih tinggi. Wakindiki dan Ben-Hur (2002) melaporkan bahwa stabilitas agregat tinggi dan tingkat dispersi rendah dapat meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah sebagai infiltrasi.

Tabel 3. Kapasitas infiltrasi hasil perhitungan dari persamaan Horton pada berbagai kelerengan di kedua tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan.

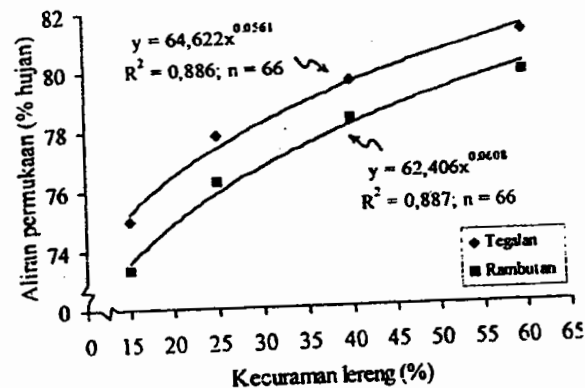
Perlakuan	Kapasitas infiltrasi	
	permulaan (mm/jam)	jenuh atau konstan (mm/jam)
Tegalan		
TS15	387,3 ^a	225,2 ^A
TS25	366,4 ^b	214,5 ^{AB}
TS40	387,9 ^a	210,3 ^B
TS60	373,5 ^{ab}	211,0 ^B
Rambutan		
RS15	298,5 ^c	69,3 ^c
RS25	294,3 ^c	70,5 ^c
RS40	308,2 ^c	69,7 ^c
RS60	290,4 ^c	67,4 ^c

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti dengan superskrip yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%.

Aliran permukaan. Pada Gambar 2 terlihat adanya kaitan yang erat secara eksponensial antara kecuraman lereng dengan aliran permukaan pada kedua jenis penggunaan lahan tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan. Aliran permukaan meningkat dengan bertambahnya kecuraman lereng, ini disebabkan makin curam lereng air hujan yang masuk ke dalam tanah makin berkurang, tetapi mengalir makin cepat Menurut Hillel (1977) bahwa kemiringan lereng yang makin curam akan memperbesar pengaruh gravitasi, menyebabkan peningkatan laju dan jumlah aliran permukaan. Akan tetapi peningkatan jumlah aliran permukaan tidak banyak bertambah dengan semakin curam lereng bahkan cenderung mendatar, ini disebabkan jumlah aliran permukaan dibatasi jumlah curah hujan (Arsyad (1989).

Aliran permukaan pada tangkapan mikro Tegalan lebih tinggi dibandingkan tangkapan mikro Rambutan, disebabkan struktur tanah mudah hancur bila tertimpa butir hujan karena bahan organik rendah, kandungan pasir+debu lebih tinggi, serta pengolahan tanah intensif menyebabkan tanah mudah menjadi mampat. Menurut Forth (1978) tanah yang mudah mampat selama kejadian hujan, jumlah aliran

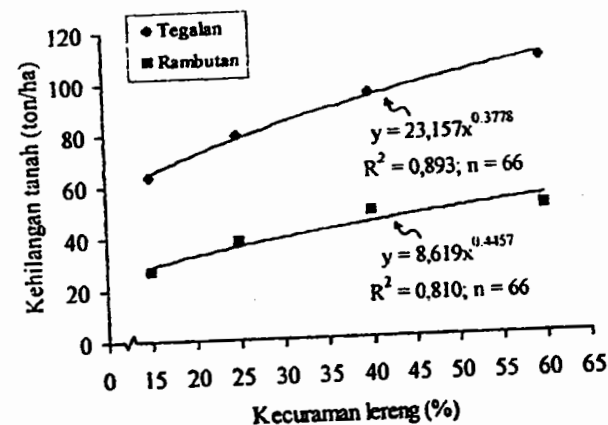
Rambutan agregat tanah stabil akan menjaga kontinuitas air yang masuk ke dalam tanah sehingga dapat menurangi aliran permukaan (Wakindiki dan Ben-Hur, 2002).



Gambar 2. Hubungan kecuraman lereng dengan aliran permukaan selama musim hujan pada Sub DAS Kali Babon Semarang

Aliran permukaan dapat dikendalikan dengan memperbesar kemampuan tanah menyimpan air melalui perbaikan kapasitas infiltrasi. Banyak cara yang efektif dapat dilakukan memperlambat aliran permukaan dan tertahan lebih lama sehingga akan mengurangi jumlah dan kecepatannya, sehingga memperbesar kapasitas infiltrasi, diantaranya pembuatan teras yang baik searah kontur.

Erosi tanah. Hubungan kecuraman lereng dengan kehilangan tanah selama musim hujan di kedua tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kecuraman lereng dengan kehilangan tanah selama musim hujan pada Sub DAS Kali Babon Semarang

Dari Gambar 3 terlihat adanya kaitan yang erat secara eksponensial antara kecuraman lereng dengan kehilangan tanah pada tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan. Tanah yang hilang terangkut aliran permukaan meningkat dengan bertambahnya kecuraman lereng, karena makin curam lereng jumlah, kecepatan dan energi angkut aliran permukaan meningkat (Arsyad, 1989), akibatnya gesekan antara air dan tanah makin kuat menyebabkan peningkatan kehilangan tanah. Hasil penelitian Bayer *et al* (2001) melaporkan bahwa kehilangan tanah meningkat dengan peningkatan kecuraman lereng, terutama sampai kecuraman lereng 40%. Akan tetapi peningkatan kehilangan tanah berkurang dengan bertambahnya kecuraman lereng (Braford dan Foster, 1996).

Kehilangan tanah untuk lahan dalam keadaan terbuka pada tangkapan mikro Tegalan (86,1 ton/ha) lebih tinggi dari dua kali kehilangan tanah pada tangkapan mikro Rambutan (40,8 ton/ha). Hal ini disebabkan pada tangkapan mikro Tegalan bahan organik rendah, kandungan debu + pasir lebih tinggi dan tanah sering diolah sehingga erosi yang terjadi lebih intensif.

Kepekaan tanah terhadap erosi. Hasil perhitungan nilai erodibilitas tanah (K) pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai K yang diperoleh dengan metoda USLE yang terukur di lapangan jauh lebih kecil dibanding menggunakan nomograf. Hal ini disebabkan ukuran petak 1 x 1 m², tidak standar, jauh lebih kecil dari petak yang biasa digunakan pada metode USLE (panjang lereng 22,1 m dan kelerengan 9%). Erosi yang terjadi pada petak tersebut masih berupa erosi percik, butir-butir tanah yang hancur karena tumbukan butir hujan langsung tertampung, belum semua proses penyebab erosi terpenuhi. Sedangkan gesekan antara aliran permukaan dan tanah yang dapat mengikis permukaan tanah masih tahap awal.

Tabel 4. Erodibilitas tanah di berbagai kelerengan pada tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan

Perlakuan	Erodibilitas tanah	
	K nomograf	K terukur (USLE)
Tegalan		
TS15	0,268	0,026
TS25	0,272	0,032
TS40	0,276	0,038
TS60	0,292	0,043
Rambutan		
RS15	0,241	0,011
RS25	0,260	0,016
RS40	0,263	0,019

Hasil penelitian Kurnia *et al.*, (1986) menunjukkan bahwa nilai K tanah menurut kedua metoda itu hanya berbeda 0,01 sampai 0,02. Oleh karena itu pendugaan nilai K tanah metoda USLE pada petakan berukuran 1 x 1 m² tidak mencerminkan nilai K yang sebenarnya, akan lebih mendekati ditentukan dengan menggunakan nomograf. Menurut Abdurachman dan Sukmana (1990) ketepatan hasil prediksi erosi metode USLE masih diragukan di Indonesia. Metoda USLE lebih cocok untuk iklim sedang dengan panjang lereng lebih dari 400 feet dan kelerengan 3 sampai 18 % (Wischmeier dan Smith, 1978).

Pada tangkapan mikro Tegalan nilai kepekaan tanah lebih tinggi dibandingkan tangkapan mikro Rambutan, artinya tangkapan mikro Tegalan lebih mudah tererosi. Hal ini disebabkan pada tangkapan mikro Tegalan kandungan debu lebih dari 40%, kandungan pasirnya juga lebih tinggi dan lahan sering diolah. Menurut Morgan (1979) tanah dengan kandungan debu 40-60% peka terhadap erosi. Disamping itu pada tangkapan mikro Tegalan struktur tanah mudah hancur karena bahan organik, stabilitas agregat dan lempung lebih rendah.

KESIMPULAN

1. Peningkatan kecuraman lereng menyebabkan kapasitas infiltrasi, volume dan laju infiltrasi berkurang, infiltrasi paling tinggi terjadi pada lereng yang landai. Aliran permukaan dan kehilangan tanah meningkat akan tetapi peningkatan aliran permukaan makin berkurang dengan makin curamnya lereng.
2. Pada tanah terbuka tanpa vegetasi di tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan selama satu musim hujan terjadi penurunan bahan organik, permiabilitas, pori drainase cepat dan pori air tersedia, serta peningkatan berat volume tanah dan berlangsung lebih cepat pada tangkapan mikro Tegalan.
3. Pada tangkapan mikro Tegalan aliran permukaan, kehilangan tanah dan kepekaan erosi tanah terjadi lebih tinggi. Sebaliknya pada tangkapan mikro Rambutan infiltrasi, bahan organik tanah lebih tinggi dan tanah jarang diolah sehingga tanahnya relatif tahan terhadap erosi.
4. Pendugaan erodibilitas tanah dengan metoda USLE pada petak berukuran 1 x 1 m² lebih kecil dari yang diperoleh dengan menggunakan nomograf, karena ukuran petak tersebut jauh lebih kecil dari petak standar USLE.
5. Untuk meningkatkan jumlah air hujan masuk ke dalam tanah sebagai infiltrasi pada lahan yang berlereng di kedua tangkapan mikro Tegalan dan Rambutan adalah menggunakan teknik koservasi tanah dengan membuat perangkap air, salah satu yang efektif lahan dteras

baik searah kontur.

6. Tanah pada tangkapan mikro Tegalan cukup peka terhadap erosi (kehilangan tanah tinggi), bila diusahakan untuk tanaman semusim harus digunakan lahan yang landai (kelerengan < 25%) dan frekuensi pengolahan tanah dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. dan S. Sukmana. 1990. Prediksi erosi dengan metoda USLE. Beberapa masalah dalam penerapannya di DAS bagian hulu. *Makalah pada Lokakarya Pemantapan Perencanaan Konservasi Tanah dan Evaluasi Tingkat Erosi*. Batu-Malang. hal: 1-14.
- Arsyad, S. 1989. *Pengawetan Tanah dan Air*. Intitut Pertanian Bogor. Press. 290 hal.
- Bayer, A., J. L. Janeau, and J. P. Bricquet. 2001. Hydrodynamic and erosion studies in Maeyom watershed during the 2001 rainy season. *Management of Soil Erosion Consortium (MSEC) project in cooperation with the Royal Forest Development (RFD), Intenational Water Management Institute (IWMI) and Institut de Recherche pour le Development (IRD)*. Bangkok. p.16.
- Braford, J.M. and G.R. Foster. 1996. Interrill soil erosion and slope steepness factors. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 900-915.
- Forth, H. D. 1978. *Fundamental of Soil Sience*. John Willey and Sons. Inc. New York.
- Hidayat, A., Hikmatullah dan D. Santoso. 2000. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran rendah. *Dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Hal: 197-225. A. Adi et al. (eds) Puslittanak. Bogor.
- Hillel, D. 1977. *Computer Simulation of Soil Water Dynamics: A Compendium of Recent Work*. IDRC. Ottawa.
- Hillel, D. 1980. *Fundamental of Soil Physics*. Academic Press. New York.
- Kurnia, U., A. Abdurachman, and S. Sukmana. 1986. Comparison of two Method in Assessing the Soil Erodibility Factor of Selected Soils in Indonesia. *Pembr. Pen. Tanah dan Pupuk*. No. 5: 33-37 hal.
- Morgan, R.P.C. 1979. *Soil Erosion National College of Agricultural Engineering*. Bedfordshire. Longman. London and New york.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1993. *Hidrologi untuk pengairan*. Cetakan ke tujuh. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wakindiki, I. I. C. and Ben-Hur. 2002. Soil Mineralogy and texture effects on crust micro morphology, infiltration and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 897-905.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. *Agric. Handbook* No. 537. USDA.