

HASIL PENELITIAN**ANALISIS SPASIAL INFILTRASI AIR PADA LAHAN USAHA TANI HORTIKULTURA DI DAS MIKRO RURUKAN MINAHASA**

Bobby Polii

Staf Pengajar di Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstract. *The results of previous studies have shown how patterns of land management, state of the slope, and the interactive influence of climate on hydrological properties and soil quality. The purpose of this study to identify the values and spatial distribution of infiltration parameters of water in horticultural farm land as a material management plan for the land in December of micro watershed Rurukan. Infiltration of water at ground level has been measured at the transect along the 22m with pressurized water Guelph Permeameter 2 or 5 or 10 cm. infiltration and soil permeability has been calculated based on the early time flow data (transient flow) and steady flow (steady state flow). The results showed that initial soil moisture content along the transect erosion plot higher than a month after planting there was a downward trend in the spatial moisture content from the top of the slope to the foot of the terraced plots. Moisture content differences at each measurement point are a local variety of symptoms caused by the ground processing activities and making the porch and terrace. But trends change soil density increased along the top of the slope to the foot of the slope. Initial permeability of the soil along the transect terrace relatively lower than the permeability of a month later. Local diversity of factors have caused the value of the permeability of the soil does not have a consistent pattern. The higher the volume of rainfall and the longer the duration of the rain so the soil eroded bigger. In the picture also appears that the treatment cycle terraces on eroding land larger than the cycle of land are treated deck. Concluded that there is spatial and temporal variability infiltration, moisture content, and density of land in the area of horticulture farming Rurukan micro-watersheds. However, further study needs to be done about the spatial patterns of water infiltration due to a variety of horticulture crops and soil management methods.*

Keywords. *Spatial analysis of water infiltration, micro DAS Rurukan, Minahasa*

PENDAHULUAN

Salah satu sistem lingkungan yang memiliki posisi strategis di Propinsi Sulawesi Utara adalah DAS (Daerah Aliran Sungai) Tondano. Dalam kawasan ini terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Air, Sumber Air Minum (PAM) Objek Wisata Danau Tondano, kegiatan pertanian dan perikanan air tawar, serta pemukiman. Oleh sebab itu, sistem lingkungan ini sejak lama telah menjadi focus kajian dan perhatian berbagai kalangan. Memburuknya kondisi sistem Danau Tondano, berkurangnya debit air penggerak turbin pembangkit listrik, keruhnya air sungai Tondano dan terjadinya banjir di Kota Manado adalah beberapa

indikator menurunnya kualitas lingkungan dikawasan DAS tersebut.

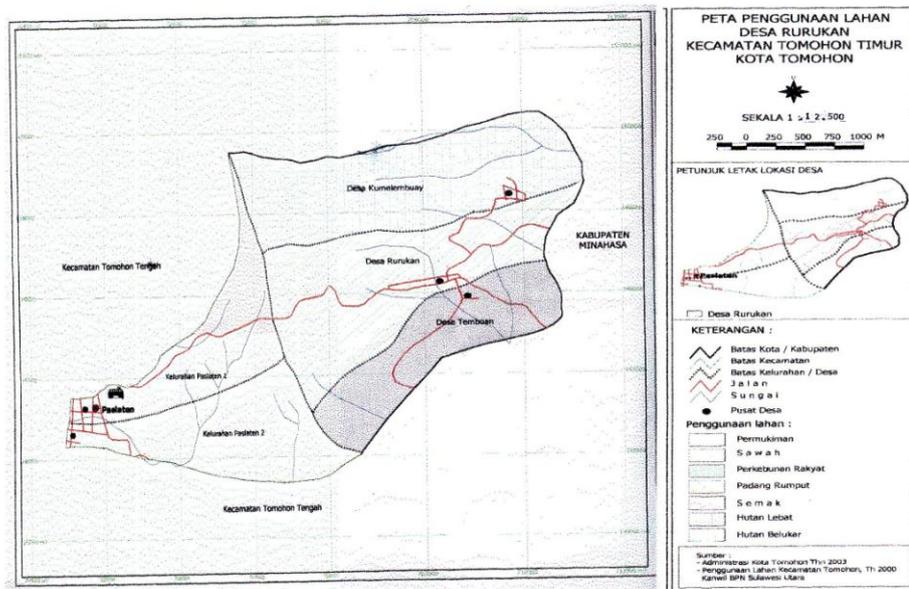
Di dalam kawasan DAS Tondano terdapat DAS Mikro Rurukan yang luasnya sekitar 1686,88 ha. Keadaan topografi mikro DAS Rurukan sebagian mempunyai relief datar sampai berombak, dan sebagian besar lainnya bergelombang sampai curam. Kemiringan lereng yang menonjol adalah curam (880ha) dan sangat curam (391ha). Penggunaan lahan kebun campuran dan tegalan meliputi areal seluas sekitar 1200ha. Sementara itu, prosentase luas tersisa hanya 15% dari luas total. Angka tersebut sudah jauh dibawah angka minimal (30%) yang ditetapkan Undang-Undang Kehutanan.

Kegiatan usaha tani di areal tegalan adalah hortikultura dengan jenis tanaman kol, petsai, wortel, daun bawang, dan labu siam.

Penelitian yang dilakukan BP-DAS Tondano menunjukkan bahwa volume erosi sebesar lebih dari 1000ton/ha/thn diduga terjadi pada dua unit lahan, yaitu perkebunan dan tegalan masing-masing pada kelas lereng >40% (BP-DAS Tondano 2004). Nilai erosi yang dapat diabaikan (*tolerable soil loss*, TSL), atau erosi alamiah untuk wilayah tropis diasumsikan sejumlah 12,5ton/ha/tahun. Dengan demikian, erosi yang terjadi di wilayah tersebut telah mengalami percepatan. Dilaporkan pula bahwa tingkat bahaya erosi di kawasan tersebut telah mencapai taraf sangat berat.

sebagian lahan lahan pertanian. Pendapatan penduduk relatif kurang stabil. Hal ini disebabkan penduduknya banyak bergantung pada kondisi pasar komoditi sayuran dan produk dari hasil perkebunan mereka, khususnya produk gula aren. Bentuk penguasaan lahan yang dominan adalah bentuk pemilikan dan sewa. Sebagian besar petani memiliki lahan garapan sendiri.

Meskipun demikian, dalam beberapa tahun terakhir, jumlah petani yang tidak mempunyai lahan, terutama petani yang masih tergolong usia muda, mulai bertambah. Ketergantungan penduduk terhadap lahan tergolong tinggi. Hal ini terlihat dari sebagian besar tenaga kerja yang ada bekerja pada sektor pertanian, baik



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber mata pencaharian utama sebagian besar penduduk adalah dari sektor pertanian yaitu tanaman pangan khususnya, sayuran dataran tinggi dan tanaman perkebunan. Tanaman sayuran dataran tinggi seperti wortel, petsai, dan bawang daun merupakan komoditas utama yang di usahakan petani. Selain itu, enau yang hasilnya umumnya diolah menjadi gula aren, serta tanaman cengkeh diusahakan pada

sebagai petani pemilik penggarap, petani penyewa maupun sebagai tenaga kerja upahan. Selain itu, bukti ketergantungan terhadap lahan sangat tinggi adalah tingkat okupasi tanah yang tergolong tinggi, karena lahan yang ada di usahakan terus-menerus sepanjang tahun, sampai suatu ketika tingkat kesuburan tanah dirasakan petani sudah menurun lalu dibiarkan sementara waktu (bera). Selanjutnya perluasan lahan pertanian

ke arah kawasan hutan dengan tingkat kelerengannya sangat curam terjadi terus (BP-DAS Tondano 2004).

Uraian di atas menunjukkan bahwa sistem usaha tani hortikultura dan perkebunan campuran yang dilakukan masyarakat setempat ternyata telah melampaui kemampuan tanah, terutama pada tanah-tanah berlereng agak curam hingga sangat curam. Keadaan tersebut hendaknya segera diatasi melalui penerapan sistem usaha tani hortikultura berbasis konservasi tanah dan air. Upaya mempertahankan produktivitas tanah di DAS Mikro Rurukan belum secara optimal dalam memadukan aspek-aspek bio-fisik, sosial ekonomi, dan budaya. Hal ini telah menyebabkan terjadinya erosi, sedimentasi, dan degradasi kualitas lahan. Beberapa masalah yang dapat dikedepankan dalam hal ini, sebagai berikut: (i) bagaimana menerapkan modal usaha tani hortikultura yang berbasis konservasi tanah dan air di kawasan DAS Mikro Rurukan, (ii) bagaimana menjadikan modal usaha tani hortikultura berbasis konservasi sebagai kegiatan yang memberikan efek ganda bagi kehidupan sosial dan ekonomi petani setempat, dan (iii) bagaimana melibatkan petani dalam proses pemasyarakatan usaha tani berbasis konservasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem usaha tani hortikultura berbasis konservasi, yang telah sukses secara bio-fisik dan sosial ekonomi dan budaya di kawasan tropis Negara berkembang, dan menentukan parameter-parameter modal usaha tani di kawasan DAS Mikro Rurukan. Untuk menentukan efek ganda modal usaha tani hortikultura berbasis konservasi dan kehidupan sosial dan ekonomi petani setempat dan menentukan metode pelibatan petani setempat dalam proses sosialisasi usaha tani berbasis konservasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pertanian hortikultura di wilayah tropis biasanya dilakukan dengan menggunakan metode pengolahan tanah

secara intensif. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut telah menyebabkan menurunnya kualitas tanah.

Penelitian di Benin, Afrika Barat menunjukkan sistem pertanian hortikultura tanpa konservasi tanah menyebabkan terjadinya erosi tanah sebanyak lima kali lebih tinggi dari pada sistem pertanian ubi jalar (Wolf *et al.* 2001). Meskipun pada dasarnya pengolahan tanah bertujuan untuk mengendalikan gulma, mencampur bahan organik dengan lapisan permukaan tanah, dan memperbaiki struktur tanah (Hillel 1980). Namun, pengolahan tanah intensif areal pertanian hortikultura dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah, menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, daya hantar air (Husain *et al.* 2001, Pomalingo & Husain 2003), dan kualitas kimia dan biologis tanah (Lorenz *et al.* 2000).

Sistem pertanian konservasi yang meliputi pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*), tanpa olah tanah (*zero tillage*), penggunaan teras dan guludan, serta usaha tani lorong (*alley cropping*) dapat mempertahankan kualitas tanah, peningkatan produksi tanaman pangan menekan erosi (Schmidt *et al.* 2000). Pengolahan tanah minimum akan meningkatkan jumlah pori makro sehingga akan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah (Husain, 2001, Husain *et al.* 2001), mengurangi aliran permukaan dan tentunya erosi tanah (Bens *et al.* 2001). Sistem pengolahan tanah minimum pada pola pertanian rotsi mampu meningkatkan produksi kacang tanah-hortikultura (Sinukaban 1990). Penerapan teras bangku datar, teras bangku miring, teras gulud, dan teras kredit serta penambahan jumlah dan jenis tanaman di bidang olah dapat menekan erosi (Tharim, *et al.* 1990).

Hasil penelitian Vadari dan Agus (2003) menunjukkan bahwa penggunaan lahan berbasis pohon mampu menekan erosi dibandingkan dengan penggunaan lahan berbasis tanaman pangan semusim. Namun jika lantai kebun berbasis tanaman tahunan

diolah secara intensif dan digunakan untuk pertanaman tanaman semusim, maka erosi akan meningkat. Selain itu, kombinasi rorak, dan strip lamtoro dengan mulsa atau pupuk kandang dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi pipilan kering dibandingkan dengan kebiasaan petani (Tala'ohu *et al.* 2003).

Sistem pertanian lorong dengan menggunakan tanaman leguminosa akan mematahkan daya pukul butir air dan tenaga angkut permukaan, menyediakan N simbiotis (Gutteridge *et al.* 1994), mengurangi pertumbuhan pengganggu, cocok pada

diubah bentuknya menjadi lahan berteras bangku dengan cara cut and fill. Bidang tan dan tanaman konservasi (Vergara & Nair 1985). *Sloping Agricultural Land Techlogy* (SALT) yang merupakan kombinasi metode terasering dan sistem pertanian lorong, yang pertama kali diterapkan di Filipina (Laquihon & Pabilao 1994), mampu menekan terjadinya erosi tanah dan memberikan keuntungan ekonomis bagi petani. Oleh karenanya sistem tersebut diterima penerapannya pada lahan pertanian milik petani.

Survei yang dilakukan pada 300



Gambar 1. lokasi berlereng curam dengan jenis penggunaan hortikultura di desa Rurukan Tomohon

daerah perbukitan, sebagai makanan ternak, layu bakar, tanaman pelindung, dan bunganya disukai lebah madu (Winrock 2001). Pertanaman lamtoro seluas 2 hektar dapat memenuhi 20 ekor sapi dalam waktu 6 bulan (Moig *dalam* Gutteridge 1994).

Persepsi dan sikap petani hendaknya diperhitungkan sebelum sebuah sistem pertanian konservasi diterapkan pada masyarakat. Selain faktor biofisik, faktor sosial dan budaya masyarakat setempat akan menentukan apakah introduksi sebuah paket teknologi akan sukses di lapangan. Faktor sosial ekonomi yang dimaksud adalah status dan luas pemilikan tanah, tekanan penduduk pada lahan pertanian, dan nilai ekonomis komoditas usaha berlereng >45% telah

petani dari 32 desa di Provinsi Bendel, Nigeria menyimpulkan bahwa para petani akan memberikan partisipasinya pada program pertanian konservasi atas tiga syarat. Pertama, bibit pohon atau tanaman yang menemani tanaman utama yang ditanam petani harus disediakan secara cuma-cuma; kedua, tidak ada kompetisi hara dan sinar matahari antara komoditas utama dan tanaman konservasi; dan ketiga, petani dapat memperoleh tambahan pendapatan dari tanaman konservasi (Osemebo 1987).

METODE PENELITIAN

Bentuk kegiatan ini adalah penerapan sistem teras bangku pada lahan usaha tani hortikultura di DAS Mikro

Rurukan. Kegiatan dialokasikan di Desa Rurukan, DAS Tondano. Tapak kegiatan adalah lokasi berlereng curam dengan jenis penggunaan hortikultura (Gambar 1).

Penentuan lokasi dan persiapan rencana teknis kegiatan ini telah dikonsultasikan dengan *stakeholders*, termasuk BP DAS Tondano, kepada desa Rurukan, dan LSM Jaringan Kampung. Konsultasi tentang sistem usaha tani hortikultura berbasis konservasi akan dilakukan sebelum kegiatan dilaksanakan dengan metode *rapid rural appraisal (RRA)*.

Kegiatan lain yang telah dilakukan

vertikal teras (talud) dibuat setinggi 1 hingga 1,5 meter dengan bidang datarselebar 2 hingga 3 meter. Pada petak tersebut dibangun petak pengukuran erosi berdimensi 22x4 meter. Pada ujung lereng petak erosi dibangun wadah penampung lumpur berupa dua ember besar yang diletakan dengan posisi bejana berhubungan agar mampu menampung volume air dan sedimen dalam jumlah banyak. Berdekatan dengan petak ini dibangun petak kedua yang lahannya diolah menurut kebiasaan petani setempat, yaitu dengan membuat guludan memotong lereng (Gambar 2). Pada petak



Gambar 2. Guludan memotong lereng

adalah pengukuran lereng dan penentuan posisi geografis menggunakan *Global Positioning System (GPS)*. Untuk menyesuaikan dengan musim tanam dan curah hujan, mengingat kegiatan ini termasuk pengukuran erosi, maka pembuatan teras dan penanaman tanaman hortikultura.

Direncanakan, usaha tani hortikultura berbasis konservasi yang akan diterapkan adalah: strip + rorok + olah tanah menurut kontur + pupuk kandang atau mulsa. Rencana tersebut mengalami perubahan setelah dilakukan survei awal dan diskusi dengan kepala desa Rurukan dan Ketua LSM Jaringan Kampung. Metode konservasi tanah yang telah diterapkan adalah pembuatan teras bangku. Lahan

tersebut dibangun pula petak erosi yang fungsinya sama dengan petak pertama. Tanaman hortikultura yang ditanam, sesuai dengan musim dan harga yang sedang baik di pasaran, adalah petersai kodok (*Chinese Cabbage*).

Pengukuran erosi pada petak kecil akan dilakukan dengan cara membuat plot pengukuran erosi (21 m x 4 m) pada petak percontohan dan pada petak pertanaman menurut kebiasaan petani. Erosi dan curah hujan pada tiap plot erosi akan diamati selama kegiatan selain metode tersebut, petani juga belajar menilai bagaimana terjadinya erosi pada lahan usaha tani melalui pengamatan langsung pada petak-

patok petunjuk terjadinya erosi yang dipasang pada petak-petak erosi.

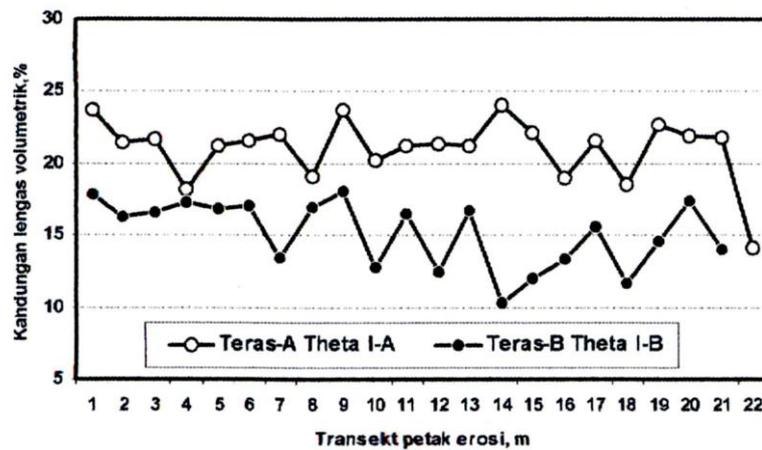
Parameter yang diamati, sebagai berikut: infiltrasi, kadar air di laboratorium, tutupan lahan, hasil panen, curah hujan, erosi dan sedimentasi, pengukuran kadar lumpur di laboratorium, dan pemupukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

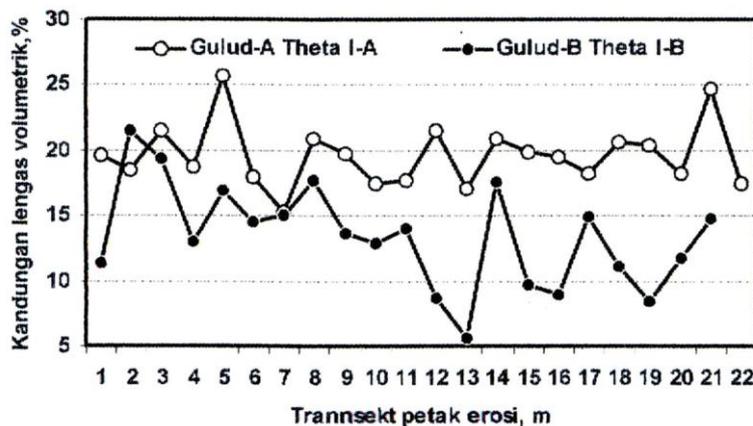
Kadar Lengas Tanah

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa kadar lengas tanah awal sepanjang transek

petak erosi (teras dan guludan) lebih tinggi (berkisar antara 15 dan 25%) dari pada kadar lengas sebulan setelah penanaman (berkisar antara 5 dan 20%). Keadaan ini dapat disebabkan oleh kondisi tanah awal yang dalam keadaan lembab, 3 hari setelah hujan lebat. Kondisi lain yang dapat berperan adalah pengambilan lengas tanah oleh akar tanaman yang sudah berusia 30 hari. Gambar 1 dan 2 juga menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kandungan lengas dari puncak lereng ke kaki lereng petak



Gambar 1. Kadar Lengas Tanah Awal (theta I-A) pada petak Erosi Berteras (Teras A) dan Kadar Lengas Tanah Sebulan setelah penanaman (theta I-B) pada petak Erosi Berteras (Teras B)



Gambar 2. Kadar Lengas Tanah Awal (theta I-A) pada petak Erosi Berteras (Teras A) dan Kadar Lengas Tanah Sebulan setelah penanaman (theta I-B) pada petak Erosi Berteras (Teras B)

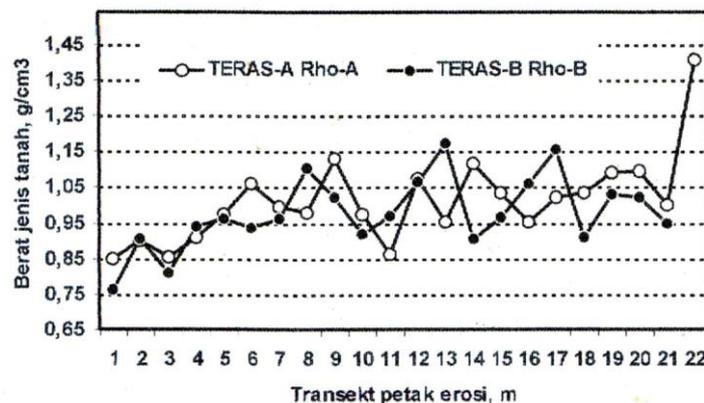
berteras. Akibat dari kebiasaan petani mengolah tanah dengan membuat bendeng guludan adalah berpindahnya lapisan atas tanah di bagian atas lereng ke bagian bawah lereng. Mekanisme tersebut dapat menyebabkan terjadinya erosi akibat pengolahan tanah (*tillage erosion*). Dengan demikian tanah di bagian atas lereng akan didominasi lapisan *sub-soil* yang kurang gembur, lebih padat, porositas lebih rendah.

Keadaan tersebut menyebabkan lebih banyak vegetasi petersai dan rerumputan yang tumbuh dan berkembang dengan baik pada bagian tengah dan bawah lereng sehingga menyebabkan rendahnya kandungan lengas pada bagian tersebut.

Berat Jenis Tanah

Gambar 3 menunjukkan bahwa berat jenis tanah sepanjang petak berteras berkisar antara 0,85 dan 1,4 g/cm³. Sebulan kemudian, kisaran berat jenis menurun antara 0,75 dan 1,15g/cm³.

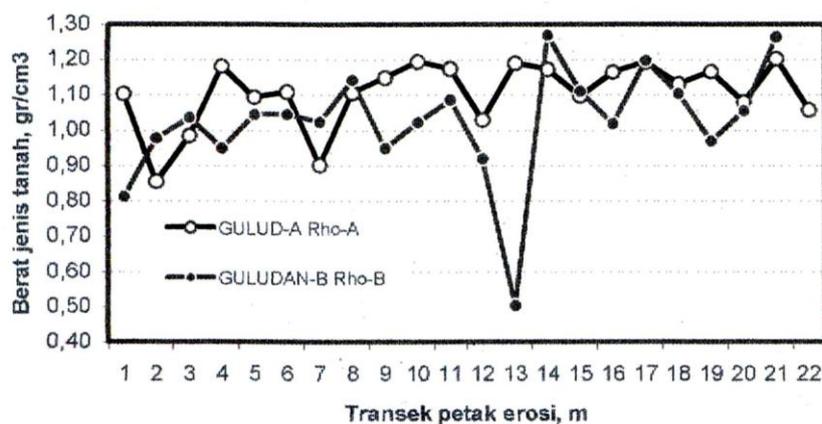
Tanah Awal (Gulud A) dan Sebulan Kemudian (Gulud B) Sepanjang Petak Bergulud. Namun, kecenderungan perubahan berat jenis tanah adalah meningkat sepanjang puncak lereng hingga kaki lereng. Pada gambar 4 ditunjukkan bahwa berat jenis awal tanah sepanjang petak bergulud berkisar antara 0,85 dan 1,2g/cm³. Sebulan kemudian, kisaran berat jenis menurun antara 0,5 dan 1,3g/cm³. Perubahan tersebut belum berarti



Gambar 3. Berat jenis Tanah Awal (Teras A) dan sebulan kemudian (Teras B) sepanjang petak Berteras.

Perbedaan kandungan lengas pada tiap titik pengukuran adalah gejala keragaman lokal yang ditimbulkan oleh kegiatan pengolahan tanah dan pembuatan teras serta gulud.

karena waktu sebulan belum cukup bagi agregat tanah untuk mengalami konsolidasi setelah pengolahan tanah.



Gambar 4. Berat Jenis Tanah Awal (Gulud A) dan Berat Jenis sebulan kemudian (Gulud B)

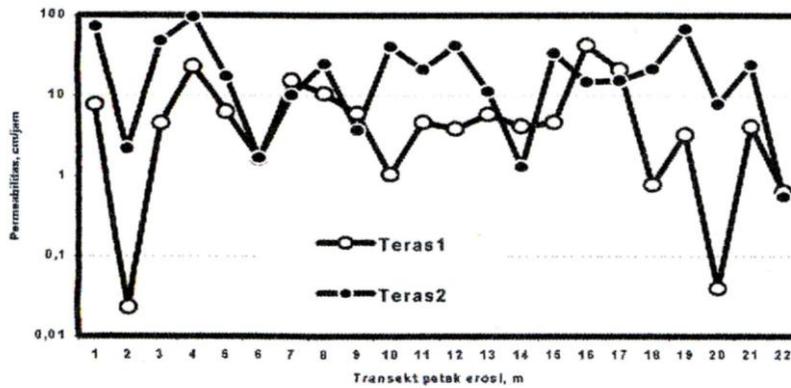
Permeabilitas Tanah

Gambar 5 menunjukkan bahwa permeabilitas awal tanah sepanjang transek teras relatif lebih rendah dari pada permeabilitas sebulan kemudian (Gambar 5). Hal tersebut mungkin disebabkan karena kondisi tanah sebulan setelah penanaman telah mengalami perlakuan pengolahan tanah. Selain itu, faktor keragaman lokal turut menentukan kondisi tersebut. Hal tersebut nampak pada Gambar 6, di mana

Luas Tutupan

Proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman petsai yang diukur melalui luas kanopi sebanyak 6 kali ditunjukkan (Gambar 7). Garis putus-putus adalah garis regresi.

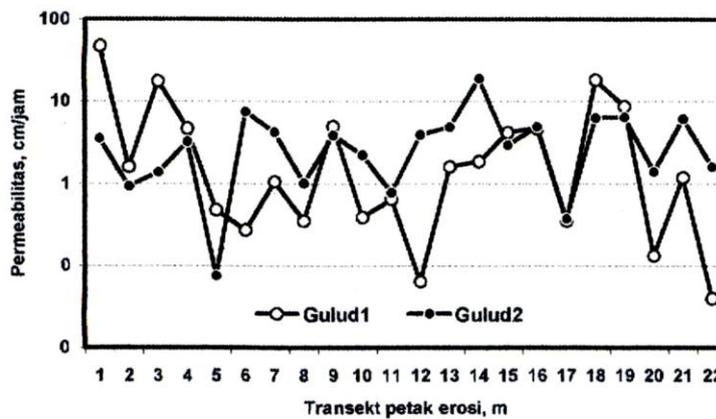
Gambar 7 menginformasikan bahwa terjadi pertumbuhan luas kanopi tanaman selama pertumbuhan dan sepanjang transek. Garis regresi yang ditunjukkan memberikan makna bahwa laju pertumbuhan tiap



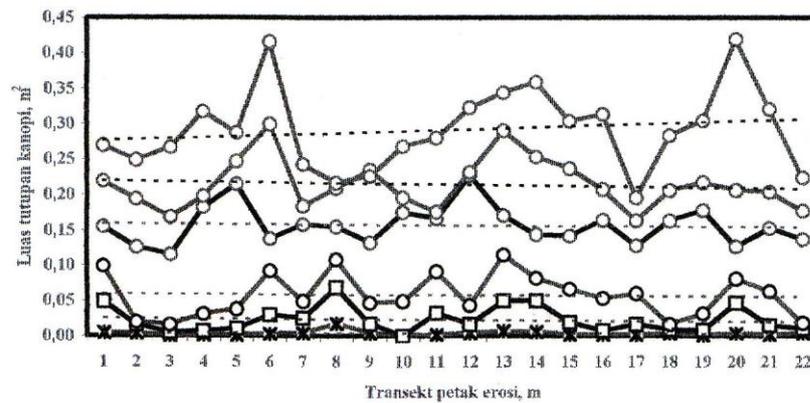
Gambar 5 menunjukkan bahwa permeabilitas awal tanah sepanjang transek teras relatif lebih rendah dari pada permeabilitas sebulan kemudian.

faktor keragaman lokal telah menyebabkan nilai permeabilitas tanah tidak memiliki pola yang konsisten.

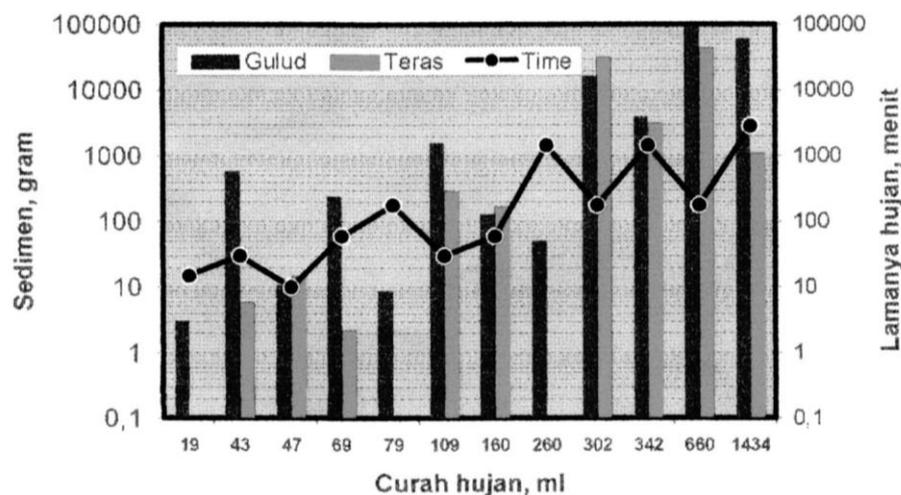
tanaman pada jarak satu meter sepanjang transek tidak menunjukkan perbedaan satu dengan yang lain.



Gambar 6. Permeabilitas Tanah Awal (Gulud 1) dan Sebulan Kemudian (Gulud 2) Sepanjang Petak Bergulud



Gambar 7. Luas Tutupan Kanopi Sepanjang Transek Teras



Gambar 8. Pengaruh Curah dan Durasi Hujan Alami dan Terhadap Massa Sedimen pada petak Berteras dan Bergulud.

Curah Hujan dan Erosi

Gambar 8 menunjukkan bahwa makin tinggi volume curah hujan dan makin lama durasi hujan maka massa tanah yang tererosi makin besar. Pada gambar tersebut nampak pula bahwa perlakuan guludan pada lahan berlereng mengalami erosi lebih besar dibandingkan dengan lahan berlereng yang mendapat perlakuan teras.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Penggunaan lahan berlereng untuk tanaman hortikultura menyebabkan terjadinya erosi tanah meskipun lahan berlereng tersebut diberi perlakuan gulud yang memotong arah lereng.
- Erosi yang terjadi pada lahan berlereng yang ditanami tanaman petersi lebih tinggi daripada erosi pada lahan berlereng yang diberi perlakuan teras bangku.
- Perlakuan teras bangku dan guludan tidak memberikan pengaruh nyata pada kadar

lengas tanah, berat jenis tanah, dan permeabilitas tanah.

Saran

Perlu dilakukan kegiatan yang terencana dan sistematis, misalnya dengan metode PRA dan PRA, untuk membuat petani hortikultura mau menggantikan metode pengelolaan lahan yang selama ini mereka gunakan (guludan) dengan metode lain (teras bangku) yang mampu mempertahankan kelestarian sumberdaya tanah dan air

DAFTAR PUSTAKA

- Bens, O, Wahl, N.A., Buczko, U., Huttli, R. F. 2001. Makroporositas und Infiltrationseigenschaften von Ackerboden unter differenzierter Bewirtschaftung. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Band 96, Heft I.
- Gutteridge, R.C. 1994. The Perennial Sesbania Species, hal. 49-64 dalam R. C. Gutteridge (ed). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture, CAB International, Wallingford, UK.
- Hillel, D. 1980. Application of soil Physics. Academic Press. New York.
- Husain, J. 2001. Wasserinfiltration in tonigen und strukturierten Boden auf unterschiedlichen skale und bei Nutzungsänderung. Dissertation der Fakultät für Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus. Deutschland.
- Husain, J., H.H. Gerke, & R.F Huttli. 2001. Wasserinfiltration auf unterschiedlichen Raumskalen in strukturierten Boden. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. 96(1):87-88.
- Laquihon, W.A and M.V. Pabilao, 1994. Sloping Agricultural Land Technology in the Philipines pp. 366-373. Dalam R.C. Gutteridge (ed). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture, CCAB International, Wallingford, UK.
- Lorenz, G, Bonelli, C.L, Roldan, s, Arya, C & Rondano, K. 200. Soil Quality Changes due to Land Use in a Kastanozem-Phaeozem Soilscape of Semiarid Chaco. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Band 93.
- Osemebo, 1987. Alley Farming. Agricultural System. 24:31-51
- Pomalingo, N and Husain, J. 2003. Impacts of Land Use change on soil Hydraulic Properties and Its Spatial Variability. Prosiding kongres Nasional VIII Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI), Padang, 21-23 juli 2003. Hal 250-256.
- Schmidt, W., Nitzschen, O., Zimmerling, B., and Ktuck, St. 200. Soil Erosion Control in Saxony. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Band 93
- Tala'ohu S.H., Abas, A., dan Kurnis, U 2003. Optimasi produktifitas Lahan Kering Beriklim Kering melalui penerapan Sistem usaha Tani Konservasi. Prosiding Kongres Nasional VIII Himpunan ilmu Tanah Indonesia (HITI), Padang, 21-23 julu 2003. Hal 166-177.
- Thamrin, M., Sembiring, H, Kartono, G, Sukmana, S. 1990. Pengaruh Berbagai macam teras dalam pengendalian Erosi Tanah Tropudalft di srimulyo, Malang. Risalah pembahasan Hasil Pertanian Lahan kering dan Konservasi Tanah, Bogor, 11-13 Januari 1990: 9-17.
- Sinukaan, N. 1990. Pengaruh pengolahan Tanah Konservasi dan pemberian Mulsa Jerami Terhadap Produksi Terhadap Produksi Tanaman pangan dan Erosi Hara. Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk No. 9. 1990:32-38.
- Vadari, T & Agus, F. 2003. Pengelolaan Lahan dan Hubungannya dengan Hasil Sedimen dan Hasil Air pada skala tamping Mikro. Prosiding Kongres Nasional VIII Himpunan Ilmu Tanah

- Indonesia (HITI), Padang, 21-23 juli 2003. Hal 187-195.
- Vergara, N.T & Nair, P.K.R. 1985. Agroforestry System. 3:363-379.
- Winrock,. 2001. Leucaena: An Important Multipurposes Tree, hal. 111-112 *dalam* James M Roshetko (ed). Agroforestry Species and Technology, A Compilation of the Highlights and Factsheets. NFTA and FACT Net.
- WOLF, B Birte, J., Skowronek, A. 2001. Bodendegradierung durch Wassererosion in Abhängigkeit von der Landnutzung in Benin, West Afrika. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Band 96, Heft 2.

ISSN 1412-3487