EVALUASI PERBAIKAN INFILTRASI DAN PENURUNAN LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN BERBAGAI TEKNIK KONSERVASI TANAH PADA SISTEM AGROFORESTRI KOPI DI SUMBERMANJING WETAN

Evaluation of Infiltration Improvement and Surface Reduction Using Various Soil Conservation Techniques in Coffee Agroforestry Systems in Sumbermanjing Wetan

Dina Ananda Harfia*, Sugeng Priyono

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran no. 1 Malang 62145

*Penulis korespondensi: dindinadin16@student.ub.ac.id

Abstract

The uneven distribution and intensity of rain cause a shortage and excess of water in dry land farming. It appears that the problem of soil conservation in principle is the regulation of the relationship between rainfall intensity, infiltration capacity, and runoff adjustment. To improve the physical properties of the soil, and the hydrological function of the land use it cannot only be stressed on the coffee plant. Other factors such as soil surface management, such as providing organic matter, covering the soil surface with understory plants, making absorption holes, terraces, waterways and so on, can improve the hydrological function of the land. Rainwater management can be carried out through controlling surface runoff, harvesting rainwater, increasing soil infiltration capacity, managing soil, controlling evaporation and seepage, lining waterways. The use of silt pit parallel is considered quite effective because it is able to produce the lowest surface runoff and sufficient water storage. Silt pit parallel can produce 0.6% of rainfall into surface runoff and also can store water as much as 62.35% of the rainfall that enters the plot. The functions of a silt pit are to increase water infiltration into the soil. On dry land, silt pit functions as a place for harvesting rainwater and surface runoff. Based on the correlation regression test, the amount of surface runoff is closely influenced by the intensity of rain or rainfall.

Keywords : *coffee, soil conservation, surface runoff, water storage*

Pendahuluan

Pengelolaan dan pengembangan usahatani lahan kering sangat bergantung pada waktu dan curah hujan. Menurut Noeralam *et al.* (2003), penyediaan air irigasi merupakan kendala utama dalam pengembangan dan peningkatan produktifitas lahan kering. Distribusi dan intensitas hujan yang tidak merata dan tidak menentu menyebabkan terjadi kekurangan dan kelebihan air pada usahatani lahan kering. Menurut Arsyad (2006), peran tanah dalam

siklus air sangatlah penting. Tanah merupakan suatu peubah yang kompleks dalam seluruh masalah tata air. Selanjutnya akan terlihat bahwa masalah konservasi tanah pada dasarnya adalah pengaturan hubungan antara intensitas hujan, kapasitas infiltrasi, dan pengaturan aliran permukaan.

Penyimpangan curah hujan di lokasi pengamatan sudah dapat dirasakan sejak 4 tahun terakhir. Karena penyebaran dan distribusi hujan yang tidak menentu, diperlukan suatu upaya pengelolaan air hujan yang jatuh pada

suatu lahan agar tidak menyebabkan kekeringan atau defisit air pada musim kemarau. Curah hujan efektif adalah bagian curah hujan yang masuk kedalam tanah sebagai air infiltrasi dan ditahan oleh tanah. Bagian air hujan yang melimpas di permukaan tanah menyebabkan *runoff* dan perkolasi yang mana air tersebut tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman pada area lahan tempat jatuhnya hujan. Air hujan yang sudah masuk ke dalam tanah perlu upaya untuk ditahan agar lebih lama berada dalam zona perakaran. Menurut Widiyanto *et al.* (2004) untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan fungsi hidrologi suatu sistem penggunaan lahan tidak bisa hanya di bebaskan pada satu tanaman saja. Faktor lain seperti pengelolaan permukaan tanah pemberian bahan organik, penutupan permukaan tanah dengan tanaman bawah (*understorey*), pembuatan lubang serapan, teras, saluran air dan sebagainya yang dapat memperbaiki fungsi hidrologi lahan.

Menurut Balai Penelitian Tanah (2012) tindakan pengendalian erosi tanah dan aliran permukaan yang dilakukan di usahatani kopi berlahan miring antara lain ialah pembuatan rorak. Rorak dapat menampung air aliran permukaan dan mengurangi kecepatan laju aliran permukaan. Cara ini di samping dapat memanen air hujan, juga dapat mengurangi erosi yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sifat fisik tanah dan kondisi hidrologis terhadap besarnya limpasan permukaan di lahan agroforestri, pengaruh berbagai macam teknik konservasi tanah dalam mencegah limpasan permukaan dan meningkatkan simpanan air di sistem agroforestri kopi, serta menentukan teknik konservasi tanah yang paling efektif dalam mengurangi limpasan permukaan yang terjadi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di kebun kopi rakyat, Desa Argotirto, Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waktu pelaksanaan observasi dilaksanakan pada bulan Februari hingga November 2020. Analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Waktu pelaksanaan analisis laboratorium dilaksanakan pada bulan Agustus hingga

Oktober 2020. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK). Penelitian dilakukan dengan menggunakan plot erosi ukuran 5 m searah lereng x 6 m searah kontur. Lokasi penelitian dibagi tiga sub plot erosi yang berlaku sebagai ulangan. Sub plot ulangan ditempatkan pada bagian lereng atas, tengah dan bawah. Pemilihan teknik konservasi tanah dilakukan berdasarkan apa yang telah diaplikasikan pada lahan agroforestri berbasis kopi di desa Sumbermanjing Wetan. Tabel 1 menunjukan macam perlakuan di lokasi penelitian. Teras mengikuti arah kontur lahan. Jarak antar satu teras ke teras lainnya ialah 3 m. Biopori dibuat dengan menggunakan pipa yang telah diberi lubang dan diisi dengan kompos dengan kedalaman 50 cm. Rorak sejajar dengan ukuran 100 cm x 30 cm x 50 cm, sedangkan rorak berbentuk L dibuat dengan bentuk tegak lurus berukuran 150 cm x 30 cm x 50 cm.

Tabel 1. Rancangan penelitian.

No	Kode	Teknologi Konservasi Tanah
1.	T	Teras Bangku
2.	B	Teras Bangku dan Biopori
3.	S	Teras Bangku dan Rorak Sejajar
4.	L	Teras Bangku dan Rorak L

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan mulai dari persiapan, pengambilan sampel tanah, pembuatan plot limpasan permukaan, pemasangan ombrometer sederhana selanjutnya melakukan pengamatan pada setiap kejadian hujan, dan analisis laboratorium. Pengambilan sampel karakteristik tanah dilakukan di setiap sub plot sebanyak dua belas sub plot. Pengambilan sampel tanah dilakukan di dua kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm. Pengambilan sampel karakteristik tanah menggunakan metode diagonal. Jenis sampel yang diambil ialah sampel tanah utuh dan sampel tanah tidak utuh. Sampel digunakan untuk mengukur tekstur tanah, berat isi berat jenis, porositas, permeabilitas tanah, kemantapan agregat. Pengukuran limpasan permukaan diukur dengan menggunakan metode plot erosi (Widiyanto *et al.* 2004) setiap hari setelah kejadian hujan. Air yang tertampung

dalam jerigen diukur volumenya dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui total limpasan permukaan setiap kejadian hujan.

Total limpasan permukaan setiap kejadian hujan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$VRO = \frac{V1+V2}{A} \times 10$$

Keterangan :

- VRO : Total volume aliran permukaan (mm)
 V1 : Volume limpasan permukaan yang tertampung di jerigen 1 (mL)
 V2 : Volume limpasan permukaan yang tertampung di jerigen 2 (mL)
 A : Luas penampang plot erosi (cm²)

Rumus yang digunakan untuk menghitung curah hujan sebagai berikut :

$$R = \frac{V}{A} \times 10$$

Keterangan :

- R : Curah hujan (mm)
 V : Volume hujan dalam penampang (mm³)
 A : Luas penampang hujan (cm²)

Simpanan air dalam perakaran zona perakaran diperoleh menggunakan pendekatan persamaan menurut Priyono (2009).

$$\theta = W \times \frac{BI}{BJ}$$

$$S_{100} = [(150(\theta_{10}) + 100(\theta_{20} + \theta_{30} + \theta_{40} + \theta_{50} + \theta_{60} + \theta_{70} + \theta_{80} + \theta_{90}) + (50 \times \theta_{100})) \text{ mm}]$$

Keterangan :

- θ : Kadar air volume (cm cm⁻³)
 S : Simpanan air (mm)
 W : Kadar air massa (g g⁻¹)
 BI : Berat Isi (g cm⁻³)
 BJ : Berat Jenis Air (g cm⁻³)

Data yang diperoleh dianalisis deskriptif kemudian dianalisis ragam (Anova 5%) menggunakan software Genstat generasi 12. Analisis ragam ditujukan untuk melihat pengaruh berbagai teknik konservasi tanah terhadap limpasan permukaan. Untuk mengetahui hubungan antara sifat fisika dan hidrologis tanah terhadap limpasan permukaan dilakukan analisis korelasi dan regresi

Hasil dan Pembahasan

Jenis tanah pada lokasi penelitian ialah Typic Humudepts, berliat. Proses pedogenesis yang terjadi ialah humifikasi, iluviasi dan lessivage. Humifikasi terjadi pada horizon Ap1 dan Ap2. Iluviiasi dan *lessivage* terjadi di Horizon Bw1, Bw2, dan Bw3 ditandai dengan peningkatan liat secara kualitatif dan terdapat bentukan ped (bersudut) yang di permukaannya terdapat lapisan air dan tanda keberadaan liat yang tidak sempurna. Data karakteristik sifat fisik pada lahan percobaan ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik sifat fisik tanah.

Perlakuan	Berat isi (g cm ⁻³)	Porositas (%)	KHJ (cm jam ⁻¹)	DMR (mm)	Struktur	Tekstur
Kedalaman 0-20 cm						
T	1	57,22	19,18	4,08	GM	LiB
B	1,01	54,87	40,91	3,6	GM	LiB
S	0,85	60,53	81,34	4,44	GM	Li
L	0,91	65,57	99,23	3,6	GM	Li
Kedalaman 20-40 cm						
T	0,99	56,98 a	16,65 a	2,27 b	GM	LiB
B	1	56,80 a	13,66 a	2,07 b	GM	LiB
S	0,92	60,26 a	39,75 a	3,75 c	GM	Li
L	0,83	65,85 b	131,95 b	1,49 a	GM	Li

Keterangan: T: teras; B: biopori; S: rorak sejajar; L: rorak L; GM: Gumpal Membulat; LiB: Liat Berdebu; Li: Liat

Karakteristik sifat fisik tanah

Berdasarkan Gambar 1. tekstur liat lah yang memberikan pengaruh nyata pada setiap kedalaman di berbagai perlakuan. Kandungan fraksi liat paling tinggi terdapat pada teknik konservasi tanah rorak L, dan yang terendah pada biopori. Tekstur tanah tidak dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan atau pun perbedaan umur tanaman karena perubahan tekstur

memerlukan rentang waktu yang lama (Farni dan Zurhalena, 2010). Menurut Hanafiah (2004) dominasi fraksi liat akan menyebabkan terbentuknya banyak pori-pori mikro, sehingga luas permukaan sentuhnya menjadi sangat luas serta daya pegang terhadap air sangat kuat. Kondisi ini menyebabkan air yang masuk ke pori-pori segera terperangkap dan udara sulit masuk.

Gambar 1. Tekstur tanah.
T: teras; B: biopori; S: rorak sejajar; L: rorak L

Karakteristik hujan

Karakteristik hujan meliputi tebal hujan intensitas hujan dan durasi hujan (Hadi, 2006). Pada penelitian ini didapat 23 hari hujan dengan total curah hujan pada lokasi penelitian sebesar 613,73 mm. Dari total 23 hari hujan didapatkan dua belas hari hujan dengan intensitas hujan ringan, tujuh hari hujan dengan intensitas hujan sedang dan empat hari hujan dengan intensitas hujan lebat. Total curah hujan dengan intensitas ringan sebesar 177,76 mm. Total curah hujan pada saat intensitas sedang sebesar 231,56 mm, dan total curah hujan pada saat kejadian hujan dengan intensitas lebat sebesar 264,4 mm. Sehingga didapatkan rata-rata curah hujan pada saat kejadian hujan intensitas ringan sebesar 9,81 mm. Rata-rata curah hujan pada saat kejadian hujan sedang sebesar 33,08 mm dan rata-rata curah hujan pada saat kejadian hujan lebat sebesar 66,1 mm. Hasil analisis korelasi dan regresi menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap limpasan permukaan yang terjadi. Curah hujan berkorelasi positif sangat kuat dengan limpasan

permukaan sebesar 0,91 yang menunjukkan adanya hubungan erat antara curah hujan dengan limpasan permukaan. Koefisien determinasi (R^2) curah hujan dengan limpasan permukaan bernilai 0,84 dengan kata lain curah hujan berpengaruh sebesar 84% terhadap terjadinya limpasan permukaan. Grafik hubungan curah hujan dengan limpasan permukaan di tunjukan pada Gambar 2.

Gambar 2. Hubungan curah hujan dengan limpasan permukaan.

Besarnya limpasan permukaan dipengaruhi oleh besarnya intensitas hujan. Semakin besar intensitas hujan maka akan semakin besar pula volume aliran permukaan. Volume limpasan permukaan ketika intensitas lebat tidak berbeda nyata di setiap perlakuan teknik konservasi tanah. Hal ini dimungkinkan terjadi karena intensitas dan distribusi hujan dapat menjadi penyebab kecilnya aliran permukaan dan erosi yang terjadi (Dariah *et al.* 2010). Menurut Hudson (1976) curah hujan dengan intensitas $> 25 \text{ mm jam}^{-1}$ merupakan curah hujan yang bersifat erosif. Selain intensitas yang tergolong rendah, curah hujan harian di lokasi penelitian didominasi curah hujan yang intensitasnya ringan. Pada intensitas hujan sedang, limpasan permukaan menunjukan hasil yang berbeda nyata ($p>0,05$). Perlakuan teras menghasilkan limpasan permukaan tertinggi yaitu sebesar 0,59 mm dan rorak L menghasilkan aliran permukaan terendah yaitu sebesar 0,36 mm.

Limpasan permukaan pada berbagai teknologi konservasi tanah

Hasil uji anova menunjukan perlakuan teknik konservasi tanah memberikan hasil yang berbeda nyata. Limpasan terendah berada pada perlakuan rorak sejajar sebesar 0.16 mm. Berbeda 0,003 mm jika dibandingkan dengan perlakuan rorak L. Perlakuan biopori menghasilkan limpasan rata-rata sebesar 0,2 mm. Limpasan tertinggi ditunjukan oleh perlakuan teras sebesar 0,28 mm. Hal ini sesuai dengan pendapat Idjudin (2017), bahwa pembuatan rorak bertujuan juga untuk memperbesar peresapan air kedalam tanah dan menampung tanah yang tererosi. Pada lahan kering, rorak berfungsi sebagai tempat pemanenan air hujan dan aliran permukaan. Perbandingan nilai limpasan permukaan dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Menurut Satibi *et al.* (2019) rorak yang telah dibuat dapat menghalangi laju aliran permukaan sehingga jumlah air masuk ke dalam tanah menjadi meningkat, dan meminimalkan *run off* sehingga kehilangan lapisan tanah akibat erosi menjadi menurun.

Limpasan permukaan dan simpanan air

Hasil uji anova menunjukan nilai simpanan air tidak berbeda nyata. Akan tetapi terdapat variasi nilai simpanan air pada lahan agroforestri kopi

dengan berbagai perlakuan mengindikasikan adanya pengaruh jumlah limpasan permukaan terhadap simpanan air. Simpanan air hujan tertinggi terdapat pada perlakuan Biopori sebesar 403,6 mm. Selanjutnya perlakuan rorak sejajar memiliki simpanan air sebesar 382,7 mm. Perlakuan teras sebesar 383,8 mm dan nilai simpanan terendah pada rorak L sebesar 367,4 mm. Perlakuan rorak L menghasilkan nilai simpanan air terendah dimungkinkan karena pengaruh penguapan yang cukup besar pada perlakuan rorak L.

Gambar 3. Limpasan permukaan pada berbagai intensitas hujan.

(a) intensitas ringan; (b) intensitas sedang; (c) intensitas lebat; T: teras; B: biopori; S: rorak sejajar; L: rorak L.

Gambar 4. Rerata limpasan permukaan.

Kadar air di dalam tanah pada perlakuan biopori lebih lama disimpan oleh tanah karena lahan tertutup *understorey*. Pada perlakuan rorak L bidang yang tidak tertutup dengan *understorey* lebih banyak. Menurut Klocked *et al.*(1996), hal-hal yang mempengaruhi evapotranspirasi ialah iklim, tipe tanaman, pertumbuhan tanaman, variasi tanaman, jumlah populasi tanaman per satuan luas, penutupan permukaan tanah, dan ketersediaan air tanah. Lee (1998) menyatakan di bawah penutupan hutan yang sedikit, evaporasi langsung terjadi namun permukaan mengering jauh lebih lambat karena terlindungi vegetasi.

Tabel 1. Perbandingan total hujan, limpasan permukaan dan simpanan air.

Perlakuan	Total Hujan mm	Total Limpasan mm	% Limpasan Permukaan	% Simpanan air
T	613,73	6,4 b	1,04	62,53
B	613,73	4,8 ab	0,78	65,76
S	613,73	3,7 a	0,60	62,35
L	613,73	3,8 a	0,62	59,86

Keterangan : T:teras; B:biopori; S:rorak sejajar; L:rorak L.

Pengaruh teknik konservasi tanah dalam mencegah limpasan permukaan pada lahan agroforestri dapat menghasilkan simpanan air yang berbeda beda. Variasi nilai simpanan air pada lahan agroforestri kopi mengindikasikan adanya pengaruh jumlah limpasan permukaan terhadap simpanan air. Penggunaan rorak sejajar cukup efektif karena menghasilkan limpasan permukaan terendah dan simpanan air yang cukup. Rorak sejajar dapat menyimpan air 62,35% dari curah hujan yang masuk kedalam plot serta menghasilkan 0,6% curah hujan menjadi limpasan permukaan. Curah hujan akan didistribusikan menjadi berbagai bentuk aliran yaitu air tertampung di tajuk/daun, aliran batang, air terevaporasi, air terinfiltrasi dan aliran permukaan (Seyhan, 1990). Air yang jatuh ke permukaan tanah akan menjadi lengas tanah. Selanjutnya akan keluar melalui celah batuan (berupa mata air) dan bertemu dengan aliran dasar sebagai debit limpasan.

Kesimpulan

Besarnya limpasan permukaan di pengaruhi oleh berbagai faktor antara lain sifat fisik tanah,

kondisi hidrologis, kondisi biofisik serta pengelolaan lahan. Berdasarkan uji regresi korelasi, besarnya limpasan permukaan dipengaruhi erat oleh intensitas hujan atau curah hujan. kondisi hidrologis berpengaruh nyata dalam peningkatan jumlah limpasan permukaan. Penggunaan berbagai teknik konservasi tanah dapat mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan simpanan air tanah. Penggunaan rorak sejajar dinilai cukup efektif karena mampu menghasilkan limpasan permukaan terendah dan simpanan air yang cukup, yaitu sebesar 0,6% curah hujan menjadi limpasan permukaan serta menghasilkan 62,35% simpanan air dari curah hujan yang masuk kedalam plot. Rorak berfungsi memperbesar peresapan air kedalam tanah. Pada lahan kering, rorak berfungsi sebagai tempat pemanenan air hujan dan aliran permukaan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kepada masyarakat petani pemilik kebun kopi rakyat, Desa Argotirto, Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang, serta teknisi Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian

Universitas Brawijaya, atas dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press. pp 165-258
- Balai Penelitian Tanah. 2012. Mengelola Lahan Kering Tergedradasi Menjadi Lahan Pertanian Produktif. IAARD Press Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
- Dariah, A., Fahmuddin, A., Arsyad, S. Sudarsono. dan Maswar. 2010. Erosi dan Aliran Permukaan pada Lahan Pertanian Berbasis Tanaman Kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 12:52–60.
- Farni, Y. dan Zurhalena. 2010. Distribusi pori dan permeabilitas ultisol pada beberapa umur pertanaman. Jurnal Hidrolitan 1(1):43–47.
- Hadi, P. 2006. Pemahaman karakteristik hujan sebagai dasar pemilihan model hidrologi (studi kasus di DAS Bengawan Solo Hulu). Forum Geografi 20(1): 13-26.
- Hanafiah, K.A. 2004. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada. pp 59-87
- Hudson, N. 1976. Soil conservation. London: B.T. Bastford Limited. pp 320
- Idjudin, A. and Abas, A. 2017. The role of land conservation in plantation management. Jurnal Sumberdaya Lahan 5 (2):103-116.
- Klocked, N.L and Lindsay, V. 1998. Evapotranspiration (ET) or Crop Water Use. USA: University of Nebraska–Lincoln cooperation with Institute of Agriculture and Natural Resources
- Lee, R., Sentot, S. dan Soenardi, P. 1990. Hidrologi Hutan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. pp 343
- Nooralam, A., Arsyad, S. dan Iswandi, A. 2003. Teknik pengendalian aliran permukaan yang efektif pada usaha tani lahan kering berlereng. Jurnal Tanah dan Lingkungan 15:13-16.
- Prijono, S. 2009 Agrohidrologi Praktis. Malang: Lembaga Cakrawala Indonesia. pp 70-78
- Satibi, M., Nasamsir, N. dan Hayata, H. 2019. Pembuatan rorak pada perkebunan kopi Arabika (*Coffea arabica*) untuk meningkatkan produktivitas. Jurnal Media Pertanian 4(2): 74-79.
- Seyhan, E. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Diterjemahkan oleh Sentot Subagyo, Gadjah Mada University Press
- Widianto. Noveras, H., Suprayogo, D., Purnomosidhi, P. dan Noordwijk M.V. 2004. Konversi hutan menjadi lahan pertanian: apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan agroforestri berbasis kopi?. Agrivita 26 (1):47-52.

halaman ini sengaja dikosongkan