

KARAKTERISTIK EROSI TANAH LAHAN PERTANIAN HORTIKULTURA DAN AGROFORESTRI



YAYAT HIDAYAT



DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN IPB
2023

KATA PENGANTAR

Komoditas hortikultura merupakan komoditas penting dalam menunjang ketahanan pangan ketahanan pangan nasional serta mendukung peningkatan pendapatan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi wilayah. Komoditas tersebut biasanya tumbuh secara optimal pada suhu yang relatif sejuk yaitu pada daerah dengan topografi yang relatif tinggi. Lahan-lahan yang terdapat pada daerah tinggi biasanya merupakan daerah perbukitan atau pegunungan berlereng curam, yang pengelolaannya perlu dilakukan secara hati-hati terutama terkait dengan tutupan lahan dan erosi tanah.

Pengelolaan lahan pada sentra produksi pertanian hortikultura baik di P. Jawa, Sumatera dan Sulawesi masih lebih berorientasi pada keuntungan ekonomi semata dan belum banyak memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Sistem pertanian yang cenderung monokultur menyebabkan celah-celah kritis akan terjadinya erosi tanah yang sangat tinggi ketika fase pengolahan tanah dan setelah panen dimana tanah/lahan menjadi relatif terbuka. Pengolahan tanah yang sangat intensif, sistem penanaman sejajar lereng, dan belum diterapkannya teknik konservasi tanah dan air yang belum memadai mengindikasikan erosi tanah pada lahan-lahan pertanian yang sangat tinggi. Erosi tanah yang sangat tinggi merupakan faktor pendorong utama terjadi kerusakan tanah/lahan pertanian sehingga mengancam produktivitas pertanian.

Identifikasi tingkat erosi tanah pada lahan pertanian hortikultura menjadi sangatlah penting dalam upaya menentukan teknik konservasi tanah dan air yang layak diterapkan. Kelayakan penerapan teknik KTA seyogyanya dibarengi dengan kelayakan finansial agar tidak membebani sistem pertanian di masa mendatang.

Bogor, 20 Desember 2023

Penulis,

Yayat Hidayat

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	1
BAHAN DAN METODA	2
Tempat dan Waktu Penelitian	2
Pengukuran Erosi Tanah	2
Pengukuran Tutupan Tajuk Tanaman	4
Pengukuran Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah	4
Pengukuran Curah Hujan	4
HASIL DAN PEMBAHASAN	7
Karakteristik Tanah	7
Pola Tanam	8
Aliran Permukaan	9
Erosi Tanah	11
Faktor Pengelolaan Tanaman	17
KESIMPULAN	19
DAFTAR PUSTAKA	20

PENDAHULUAN

Erosi tanah merupakan faktor utama penyebab kerusakan tanah pada daerah tropis dengan curah hujan tinggi (tropis basah) tak terkecuali pada lahan pertanian hortikultura. Lahan pertanian hortikultura terutama yang ditanami tanaman sayuran (kentang, wortel, kubis, dan tanaman sayuran lainnya) biasanya diusahakan pada wilayah bertopografi tinggi dengan kelerengan yang curam-sangat curam. Sebagian besar pertanian hortikultura dilakukan pada tanah bertekstur lempung-lempung berdebu bahkan lempung berpasir seperti dikembangkan pada sentra produksi hortikultura (Cisarua, Pangalengan, Ciwidey, Lembang Jawa Barat; Dieng Jawa Tengah; Brastagi Sumatera Utara; Kerinci Jambi, Malino Sulawesi Selatan, dan sentra produksi hortikultura lainnya). Tanah-tanah demikian peka terhadap erosi tanah sehingga potensi erosi tanah pada lahan pertanian hortikultura cukup tinggi. Resultan dari kondisi tanah yang peka erosi, terletak pada lereng curam, dan pengelolaan usahatani yang belum menerapkan teknik konservasi tanah dan air menyebabkan erosi tanah pada lahan pertanian hortikultura cukup tinggi. Lahan pertanian hortikultura saat ini telah kehilangan *top soil* dan produktivitasnya juga sudah mengalami penurunan yang signifikan.

Pengelolaan lahan yang ditujukan untuk menurunkan erosi tanah (pengelolaan erosi tanah) merupakan prasyarat utama mempertahankan dan meningkatkan produktivitas pertanian hortikultura. Telah banyak dikembangkan teknik konservasi tanah dan air (KTA) pada sistem lahan dan saluran baik KTA vegetatif, sipil teknis maupun agronomis walaupun penerapannya di lapang masih sulit direalisasikan.

Kebiasaan petani melakukan pengolahan tanah dan penanaman tanaman searah lereng merupakan faktor utama penyebab tingginya erosi tanah pada lahan hortikultura. Selain itu penggunaan herbisida untuk membersihkan gulma, pengembangan pertanian monokultur, belum optimalnya rotasi tanaman, dan belum adanya pengaturan tutupan tajuk tanaman permanen sepanjang tahun juga merupakan faktor pendorong tingginya erosi tanah pada pertanian hortikultura.

Agroforestri merupakan salah satu pendekatan KTA vegetatif yang mengkombinasikan tanaman kayu (tanaman kehutanan), tanaman MPTS dan tanaman sela (tahunan dan atau semusim) yang ditujukan untuk menurunkan erosi tanah dan meningkatkan pendapatan petani. Tutupan tajuk yang lebih rapat dan relatif permanen sepanjang tahun menyebabkan erosi tanah pada lahan agroforestri yang lebih rendah.

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi aliran permukaan dan erosi tanah pada berbagai tanaman hortikultura dan agroforestri.

BAHAN DAN METODA

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada lahan pertanian hortikultura Desa Sukaresmi Kecamatan Megamendung Bogor Jawa Barat dan lahan agroforestri Desa Koto Aro Kecamatan Siulak Kabupaten Kerinci Jambi. Penelitian berlangsung pada tahun 2011-2013 (Desa Sukaresmi) dan tahun 2019 (Desa Koto Aro). Analisis data dilakukan pada bulan September-Desember 2023.

Pengukuran Erosi Tanah

Erosi tanah diukur pada plot erosi tanah. Plot erosi dibuat pada kemiringan lereng 9 – 11% dengan ukuran 8 m x 2 m untuk jenis tanaman sayuran, palawija, dan semak belukar, serta berukuran 4m x 4 m pada hutan pinus, kebun teh dan lahan agroforestri. Plot erosi yang dibuat adalah:

- P0 : Lahan terbuka (pada lahan sayuran)
- P1 : Bayam, kangkung, pakcoy
- P2 : Kubis, Brokoli dan Pakcoy
- P3 : Caisin
- P4 : Bawang daun
- P5 : Kubis
- P6 : Wortel
- P7 : Tomat
- P8 : Cabe keriting
- P9 : Buncis
- P10 : Jagung
- P11 : Hutan Pinis
- P12 : Semak Belukar
- P13 : Kacang Merah
- P14 : Kacang damami
- P15 : Lahan terbuka (agroforestri)
- P16 : Agroforestri (1 tahun)
- P17 : Agroforestri (2 tahun)
- P18 : Agroforestri (3 tahun)



Gambar 1. Plot erosi tanah dengan jenis tanaman kubis dan caisin (penanaman searah lereng)

Pengukuran Tutupan Tajuk Tanaman

Tutupan tajuk tanaman diukur secara periodik sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman menggunakan teknik pemotretan secara vertikal. Citra hasil pemotretan dianalisis menggunakan adobe photoshop.

Pengukuran Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah

Pengukuran infiltrasi menggunakan double ring infiltrometer diukur pada plot erosi tanah setelah panen. Permeabilitas tanah diukur diluar plot erosi pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm menggunakan permeameter sederhana.

Pengukuran Curah Hujan

Curah hujan diukur menggunakan ombrometer sederhana yang ditempatkan disekitar plot erosi tanah (Gambar 4). Curah hujan diukur setiap hari pada pkl 7.00 pagi. Curah hujan juga dianalisis menggunakan stasiun hujan terdekat.



Gambar 2. Plot erosi tanah dengan jenis tanaman buncis dan jagung (penanaman searah lereng)



Gambar 3. Plot erosi tanah dengan jenis tanaman bawang daun (penanaman memotong lereng)



Gambar 4. Ombrometer sederhana

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Desa Sukaresmi merupakan sentra produksi hortikultura yang terletak pada kaki Gunung Gede-Pangrango yang telah berkembang menjadi daerah destinasi wisata kawasan Puncak, Bogor, Jawa Barat. Sebagian besar tanah di daerah ini tergolong kedalam tanah andosol (andisols) yang terbentuk dari abu vulkan. Demikian juga lokasi penelitian di desa Desa Koto Aro berada pada lanskap kaki Gunung Kerinci dengan jenis tanah dominan andosol. Tanah andosol adalah salah satu tanah yang subur dan paling produktif dibandingkan dengan tanah-tanah lain sehingga pengusahaan tanah ini telah lama dilakukan sejak jaman kolonial hingga saat ini.

Tanah andosol di lokasi penelitian dicirikan oleh bobot isi tanah yang relatif rendah yaitu 0.80 g/cm^3 pada lahan yang ditanami cabai, 0.83 g/cm^3 (lahan kubis), 0.89 g/cm^3 (lahan berumput), 0.95 g/cm^3 (hutan pinus), dan $0.44\text{-}0.62 \text{ g/cm}^3$ pada lahan agroforestri. Bobot isi tanah yang relatif rendah menyebabkan tanah ini mempunyai ruang pori yang cukup tinggi terutama ruang pori drainase yaitu 21.8% pada lahan yang ditanami cabai, 19.9% (hutan pinus), 17.6% (lahan berumput) dan 10.3% pada lahan tanaman sayuran lainnya.

Laju infiltrasi tanah pada hutan pinus tergolong sangat cepat yaitu 66.1 cm/jam . Hal tersebut disebabkan penggunaan lahan hutan pinus menghasilkan serasah (daun, ranting tanaman) yang cukup tebal dipermukaan tanah yang kemudian terdekomposisi yang pada gilirannya dapat mendorong agregasi dan stabilitas pori tanah (terutama pori drainase) yang lebih baik. Pengolahan tanah yang sangat intensif dan pengelolaan usahatani lainnya menyebabkan penurunan laju infiltrasi tanah menjadi 18.2 cm/jam pada lahan pertanaman cabai, dan 14.5 cm/jam pada tanaman sayuran lainnya. Permeabilitas tanah pada lahan agroforestri berkisar $25.5 - 3.15 \text{ cm/jam}$. Tanah andosol merupakan tanah yang subur seperti ditunjukkan oleh kadar bahan organik $4.25\%\text{-}7.45\%$.

Pola Tanam

Usahatani tanaman sayuran umumnya dilakukan secara monokultur dimana tanaman sayuran ditanam pada lahan yang relatif terbuka dan tidak ada tanaman lain yang diusahakan pada areal yang sama. Hal tersebut dilakukan petani karena untuk mendapatkan penyinaran radiasi matahari yang cukup guna memaksimalkan proses fotosintesis tanaman. Beberapa tanaman dengan tutupan tajuk yang cukup besar seperti pisang biasanya hanya ditanam pada batas lahan. Tanaman kayu juga kadang-kadang ditanam pada batas lahan dengan tutupan tajuk dipruning total.

Dalam upaya meningkatkan produksi tanaman dan mengurangi serangan hama dan penyakit para petani melakukan pergiliran tanaman antara tanaman sayuran dan tanaman palawija seperti jagung dan buncis. Pola tanam pada plot erosi disajikan pada Tabel 1.

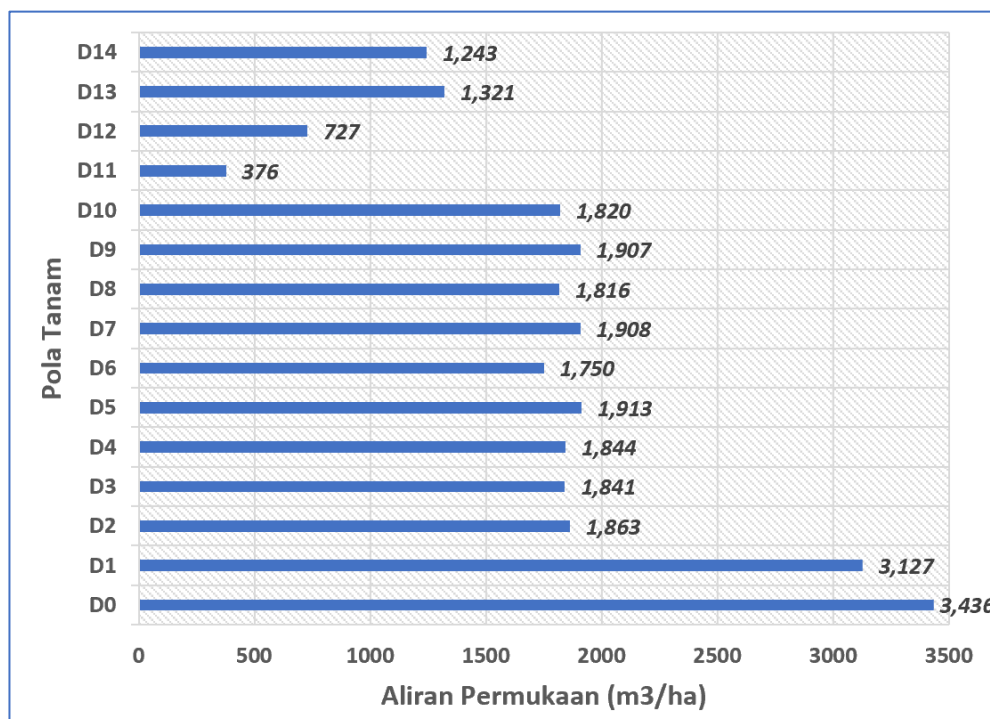
Tabel 1. Pola tanam pada lokasi penelitian

Plot Erosi	Pola Tanam
P0	Lahan terbuka (penyiangan gulma dilakukan seperti tanaman hortikultura)
P1	Damami+Pakcoy-Cabe rawit+Pakcoy-Cabe rawit
P2	Bawang daun+kangkung+pakcoy-Kacang Merah+Terong-Kacang Merah
P3	Caisin-Buncis-Jagung
P4	Bawang Daun-Jagung-Caisin
P5	Kubis-Kapri-Kubis-Buncis
P6	Wortel-Tomat-Kubis
P7	Tomat-Damami-Damami
P8	Cabai Keriting
P9	Kubis-Caisin-Bawang Daun-Kubis-Tomat
P10	Jagung-Tomat-Bawang Daun
P11	Hutan Pinus
P12	Semak Belukar
P13	Kacang Merah-Bawang Daun-Caisin-Kapri
P14	Damami-Kubis-Wortel
P15	Lahan Terbuka (Areal Agroforestri)
P16	Agroforestri Kopi (1 tahun)
P17	Agroforestri Kopi (2 tahun)
P18	Agroforestri Kopi (3 tahun)

Pola tanam yang dilakukan petani dapat berubah dari waktu ke waktu disesuaikan dengan permintaan pasar akan komoditas pertanian yang harganya baik. Selain itu perubahan pola tanam juga mempertimbangkan karakteristik tanaman yang diusahakan agar tidak terjadi serangan hama dan penyakit yang dapat menurunkan produktivitas tanaman yang diusahakan.

Aliran Permukaan

Aliran permukaan yang terjadi merupakan transformasi curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah setelah dikurangi oleh proses evaporasi (jika ada), intesepsi air oleh tutupan tajuk tanaman dan infiltrasi air kedalam tanah. Pada lahan pertanian hortikultura curah hujan yang jatuh selama 1 tahun adalah 3.338,4 mm dengan total aliran permukaan yang terjadi pada masing-masing penggunaan lahan seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Aliran permukaan pada masing-masing penggunaan lahan pertanian hortikultura

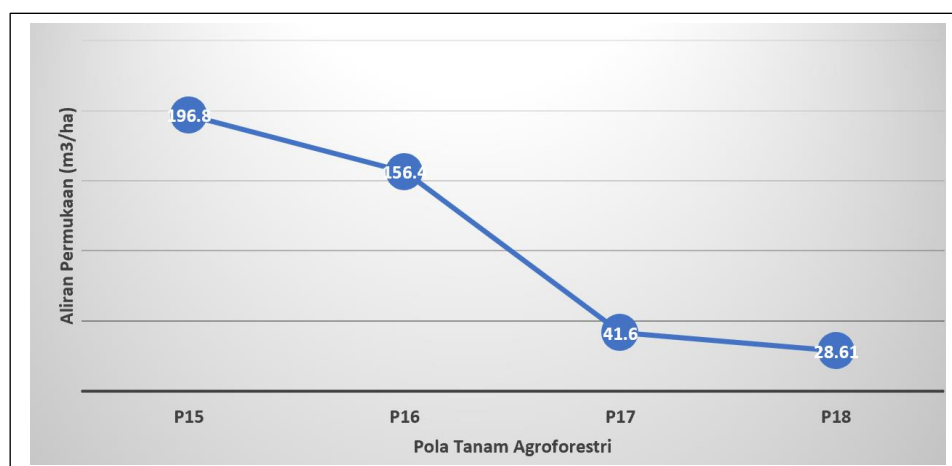
Bila dibandingkan dengan lahan hutan, aliran permukaan yang terjadi pada lahan terbuka adalah 9.1 kali lebih besar. Dengan kata lain apabila terjadi konversi lahan hutan menjadi lahan terbuka maka akan terjadi peningkatan aliran permukaan yang sangat signifikan. Demikian juga konversi penggunaan lahan hutan (hutan pinus) ke penggunaan pertanian hortikultura akan terjadi

peningkatan aliran permukaan 1.9 sampai 8.3 kali lebih besar dibandingkan dengan hutan pinus. Beberapa penelitian menunjukkan apabila konversi tersebut terjadi pada hutan alam maka peningkatannya akan jauh lebih besar. Perbandingan aliran permukaan pada masing-masing penggunaan lahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan aliran permukaan masing-masing penggunaan lahan terhadap lahan hutan pinus

Pola Tanam	Aliran Permukaan (m ³ /ha)	Perbandingannya terhadap hutan pinus
D0	3436.4	9.1
D1	3127.3	8.3
D2	1863.0	5.0
D3	1840.8	4.9
D4	1844.3	4.9
D5	1913.1	5.1
D6	1750.1	4.7
D7	1907.9	5.1
D8	1815.8	4.8
D9	1907.4	5.1
D10	1820.2	4.8
D11	375.9	1.0
D12	727.5	1.9
D13	1321.2	3.5
D14	1242.7	3.3

Pada lahan agroforestri pengamatan aliran permukaan dilakukan pada bulan Februari-April 2020, dengan beberapa kejadian hujan seperti disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Aliran permukaan pada lahan agroforestri

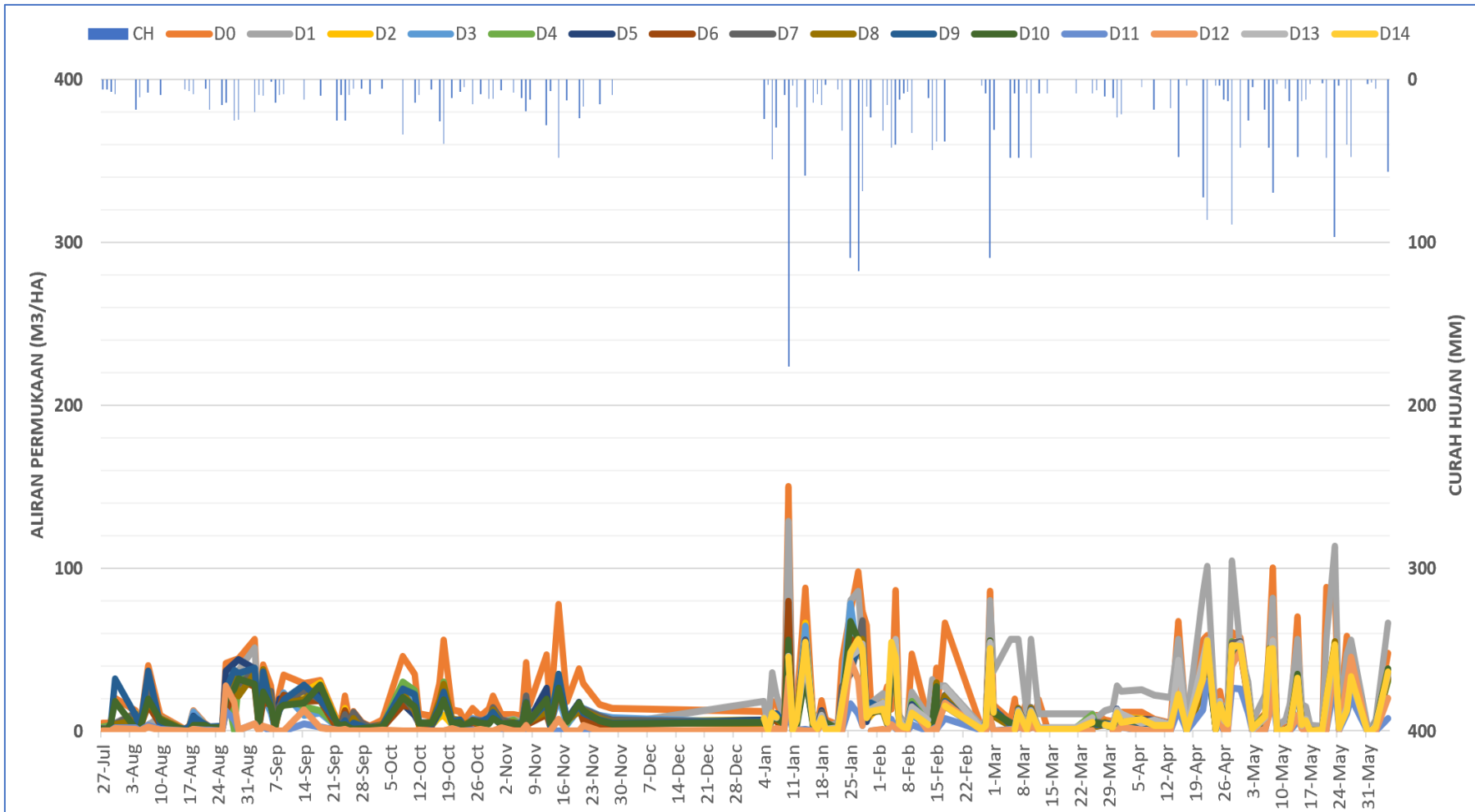
Aliran permukaan yang terukur pada masing-masing plot erosi bersifat khas yang pada umumnya mengikuti besaran curah hujan yang jatuh. Semakin besar curah hujan aliran permukaan juga semakin tinggi (Gambar 7).

Erosi Tanah

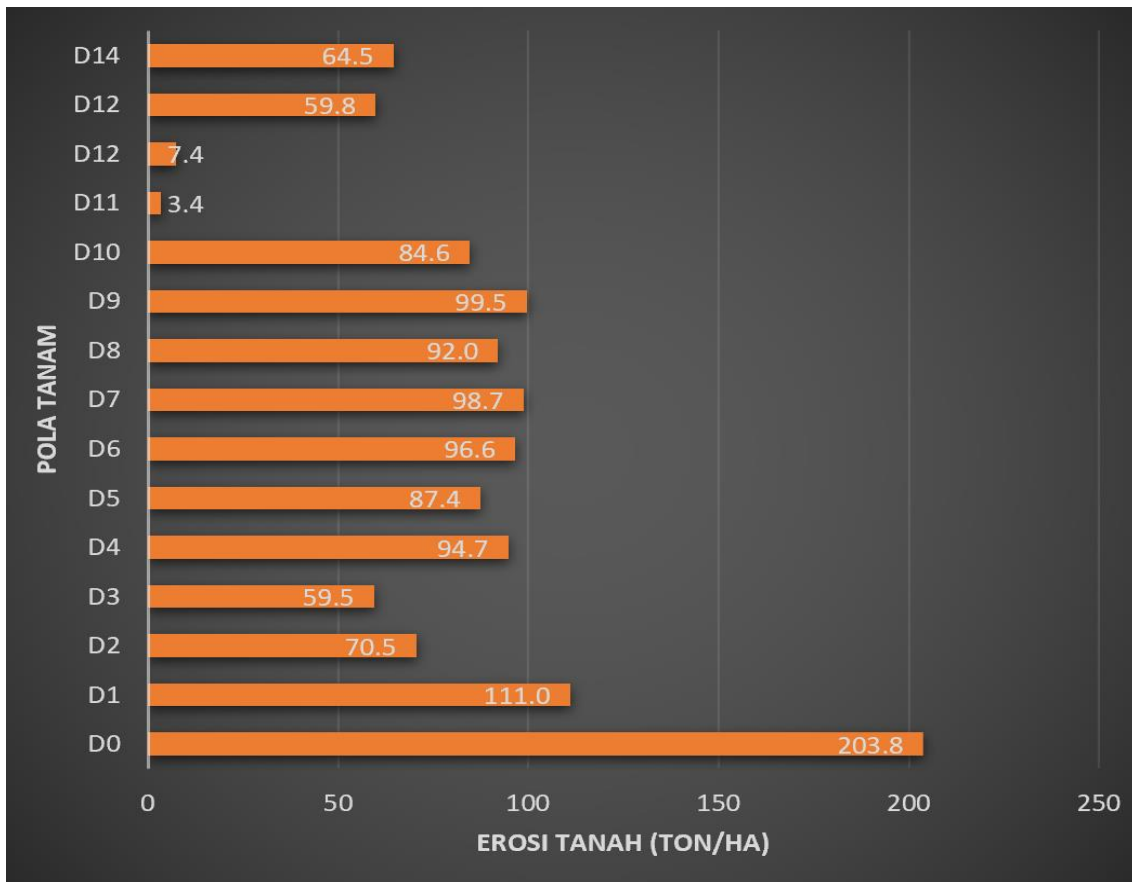
Erosi tanah merupakan proses berpindahnya tanah atau bahan tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami seperti curah hujan dan aliran permukaan. Erosi tanah merupakan fungsi dari kepekaan tanah akan erosi (erodibilitas tanah), kemampuan hujan untuk mengerosikan tanah (erosifitas hujan), topografi, tanaman dan pengelolaan tanaman, serta tindakan konservasi tanah dan air yang diterapkan. Erosi tanah akan semakin besar dengan semakin pekanya tanah terhadap erosi, semakin besarnya intensitas dan volume hujan, semakin curamnya lereng, semakin terbukannya lahan, dan semakin rendahnya penerapan teknik konservasi tanah dan air.

Erosi tanah juga berbanding lurus dengan jumlah aliran permukaan. Semakin tinggi aliran permukaan semakin tinggi jumlah erosi tanah yang terjadi. Kekuatan aliran permukaan dalam mentransportasikan partikel tanah semakin besar dengan semakin tingginya aliran permukaan (Hidayat.....) dengan pola hubungan mengikuti deret geometri. Dalam periode 1 tahun 2010-2011, erosi tanah pada masing-masing penggunaan lahan hortikultura dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa erosi tanah pada lahan terbuka sebesar 203 ton/ha jauh lebih tinggi dibandingkan erosi tanah yang terjadi pada lahan lainnya. Erosi tanah pada lahan terbuka 60.6 kali lebih besar dibandingkan dengan erosi tanah pada lahan hutan. Terbukanya tutupan lahan, kepekaan erosi tanah yang tinggi dan topografi yang sangat curam menyebabkan peningkatan kecepatan aliran sehingga menyebabkan peningkatan kekuatan aliran permukaan (stream power) dalam mengangkut partikel tanah ke lahan yang lebih rendah. Konversi lahan hutan (hutan pinus) menjadi lahan terbuka menyebabkan peningkatan aliran permukaan ± 9.1 kali dan peningkatan erosi tanah sebesar ± 60.6 kali. Konversi lahan hutan ke lahan pertanian hortikultura dapat meningkatkan erosi tanah 17.7 – 33 kali lipat lebih besar.

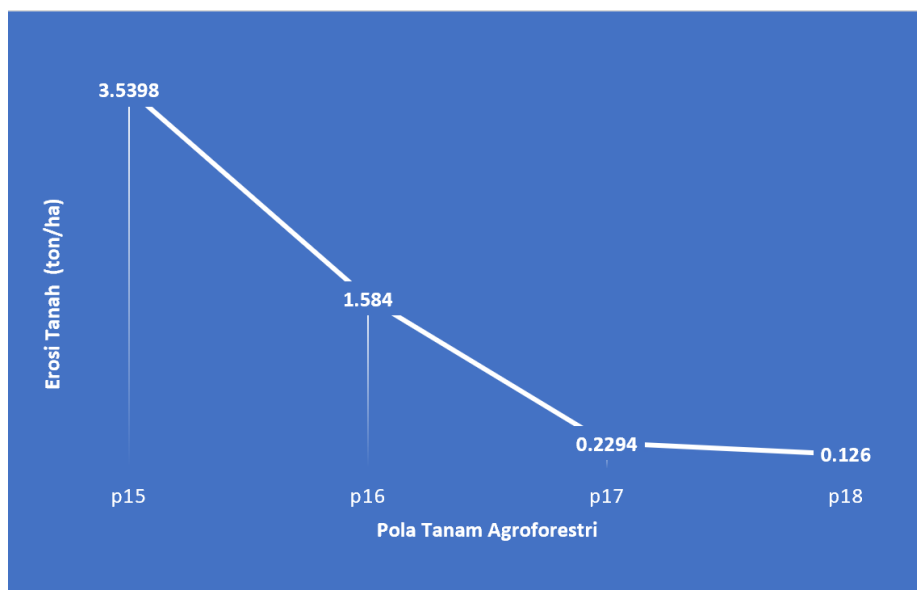


Gambar 7. Aliran permukaan pada berbagai pola tanam pada lahan pertanian hortikultura



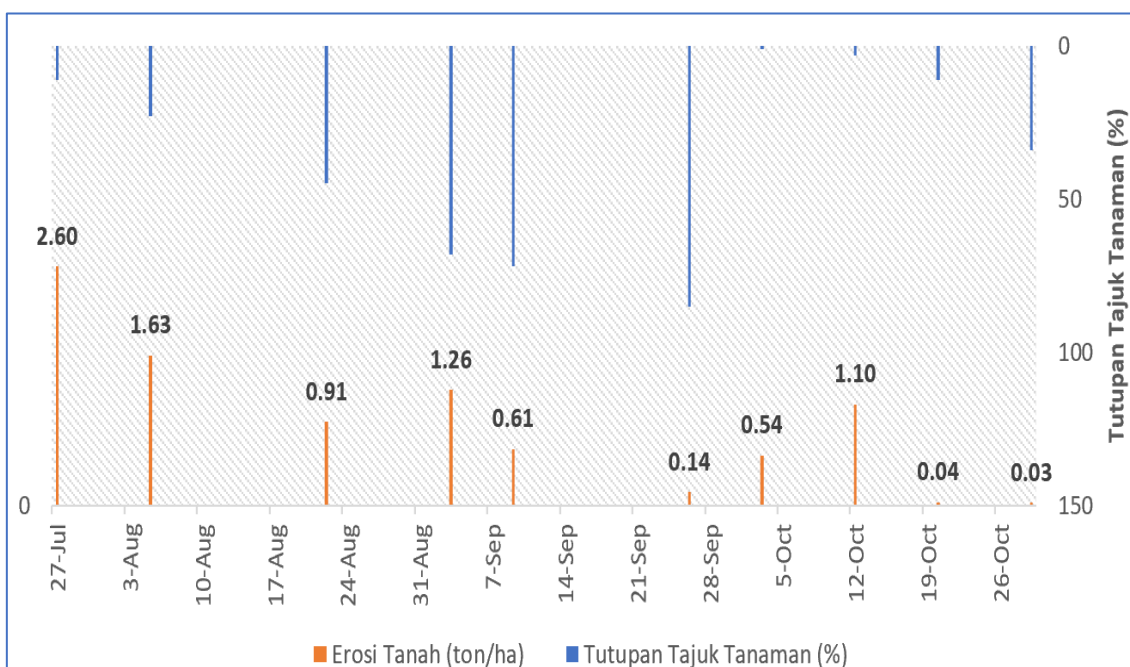
Gambar 8. Erosi tanah pada masing-masing pola tanam pertanian hortikultura

Erosi tanah pada lahan agroforestri lebih rendah dibandingkan dengan erosi pada lahan terbuka. Pada lahan agroforestri berumur 1 tahun, erosi tanah telah menurun sekitar -55% dibandingkan dengan lahan terbuka. Hal tersebut disebabkan karena telah terjadi peningkatan tutupan tajuk sekitar 29%. Peningkatan tutupan tajuk tanaman agroforestri sekitar 58% dan 75% pada tanaman agroforestri berumur 2 dan 3 tahun menyebabkan penurunan erosi tanah -94 dan -96%.



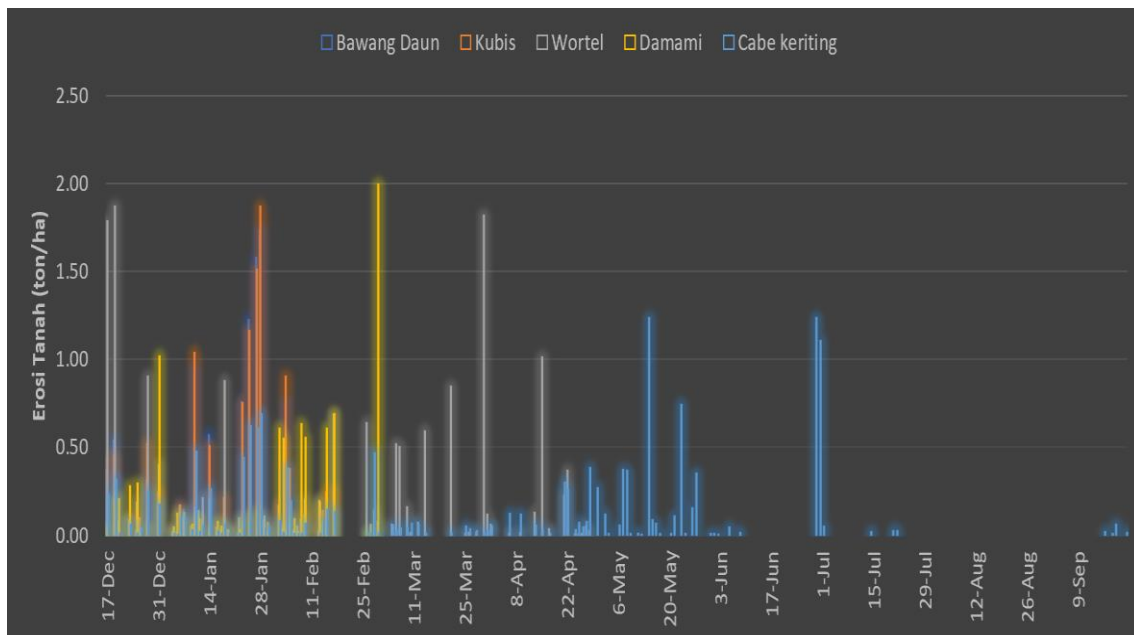
Gambar 9. Erosi tanah pada lahan agroforestri kopi

Peningkatan tutupan tajuk tanaman juga menyebabkan penurunan erosi tanah pada lahan pertanian hortikultura (Gambar 10). Walaupun penurunan laju erosi sejalan dengan peningkatan tajuk tanaman, akan tetapi masih dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang jatuh pada lahan tersebut.



Gambar 10. Tutupan tajuk tanaman dan erosi tanah pada tanaman kubis

Penanaman tanaman hortikultura memberikan dampak yang berbeda terhadap erosi tanah. Dampak tersebut sangat tergantung kepada jenis tanaman, umur tanaman dan pengelolaan yang dilakukan petani. Dalam satu siklus tanam, tanaman wortel menyebabkan erosi sekitar 16.8 ton/ha, yang berbeda dengan tanaman cabe keriting (15 ton/ha), tanaman kubis (12.1 ton/ha), bawang daun (10.4 ton/ha) dan tanaman kacang edamame (9.45 ton/ha) (Gambar 11).



Gambar 11. Erosi tanah pada tanaman bawang daun, kubis, damami dan cabe keriting dalam satu siklus tanaman

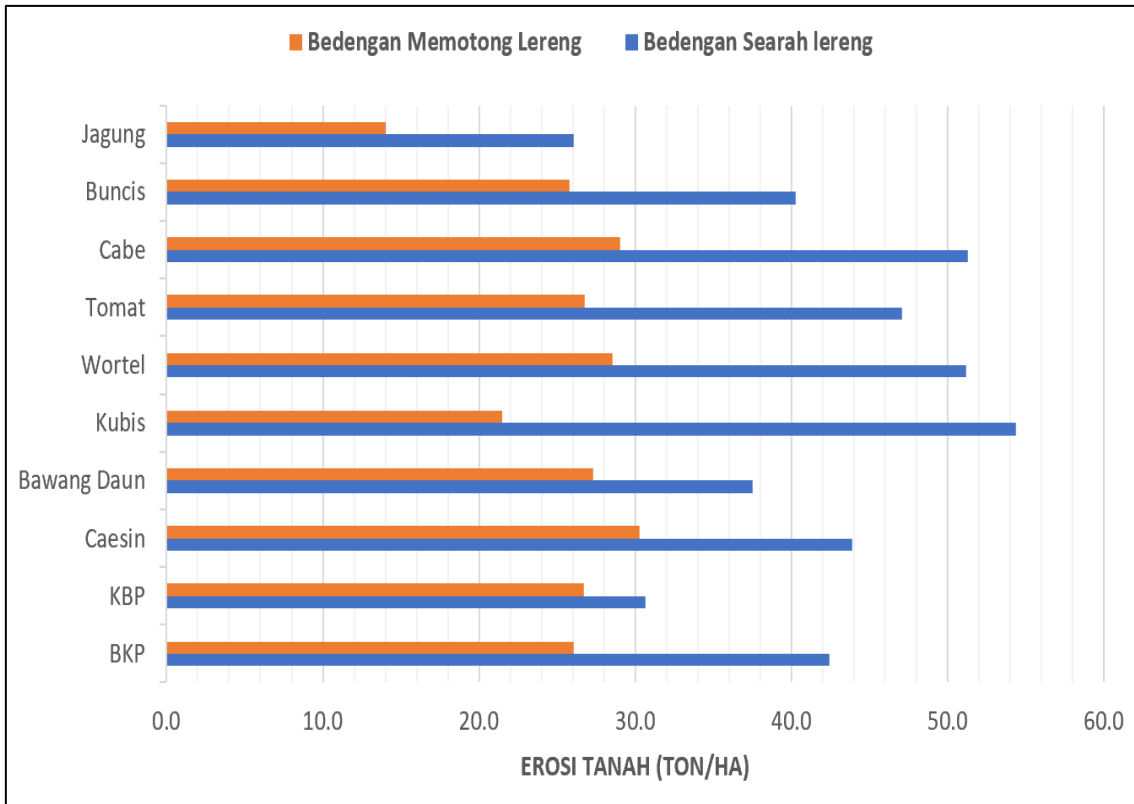
Kebiasaan petani melakukan pengolahan tanah, pembuatan bedengan dan penanaman searah lereng merupakan faktor penyebab utama tingginya erosi tanah pada lahan pertanian hortikultura. Dalam upaya menurunkan erosi tanah dan memberikan contoh kepada petani (demplot) mengelola lahan hortikultura yang ramah lingkungan telah dicobakan penanaman tanaman dengan bedengan memotong lereng seperti pada Gambar 12. Pembuatan bedengan memotong lereng efektif menurunkan erosi tanah sekitar -12.7% hingga -60.5% (Tabel 3 Gambar 13).



Gambar 12. Penanaman pada bedengan memotong lereng (caisin dan bawang daun)

Tabel 3. Pengaruh bedengan terhadap erosi tanah

No	Jenis tanaman	Bedengan Searah Lereng	Bedengan Memotong Lereng	Efektifitas Penurunan Erosi Tanah (%)
1.	BKP	42.4	26.1	-38.5
2.	KBP	30.6	26.7	-12.7
3.	Caesin	43.9	30.3	-31.0
4.	Bawang Daun	37.5	27.3	-27.2
5.	Kubis	54.3	21.5	-60.5
6.	Wortel	51.2	28.6	-44.2
7.	Tomat	47.1	26.8	-43.1
8.	Cabe	51.3	29.0	-43.4
9.	Buncis	40.2	25.8	-36.0
10.	Jagung	26.1	14.0	-46.2
Rataan				-38.3



Gambar 13. Dampak bedengan memotong lereng terhadap penurunan erosi tanah pada tanaman hortikultura

Faktor Pengelolaan Tanaman

Faktor pengelolaan tanaman (Faktor C) merupakan salah satu faktor penting dalam pemodelan erosi tanah dan perannya sangat penting untuk memprediksi erosi tanah di Indonesia. Faktor C dihitung sebagai nisbah erosi dari penggunaan dan pengelolaan tertentu terhadap erosi tanah pada lahan terbuka dengan pengelolaan tanah searah lereng dan pengelolaan gulma seperti teknik budidaya tanaman lainnya. Nilai faktor untuk beberapa pola tanam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor C beberapa tanaman/pola tanaman hortikultura

No.	Jenis tanaman dan Pengelolaan Tanaman	Faktor C
1.	Damami+Pakcoy-Cabe rawit+Pakcoy-Cabe rawit	0.54
2.	Bawang daun+kangkung+pakcoy-Kacang Merah+Terong-Kacang Merah	0.35
3.	Caisin-Buncis-Jagung	0.29
4.	Bawang Daun-Jagung-Caisin	0.46
5.	Kubis-Kapri-Kubis-Buncis	0.43
6.	Wortel-Tomat-Kubis	0.47
7.	Tomat-Damami-Damami	0.48
8.	Cabai Keriting	0.45
9.	Kubis-Caisin-Bawang Daun-Kubis-Tomat	0.49
10.	Jagung-Tomat-Bawang Daun	0.42
11.	Hutan Pinus	0.02
12.	Semak Belukar	0.04
13.	Kacang Merah-Bawang Daun-Caisin-Kapri	0.10
14.	Damami-Kubis-Wortel	0.11

KESIMPULAN

- Pengelolaan lahan pertanian hortikultura pada lahan berlereng curam tanpa dibarengi dengan penerapan teknik konservasi tanah dan air yang memadai menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan erosi tanah yang cukup tinggi. Aliran permukaan pada lahan pertanian hortikultura meningkat 1.9 – 8.3 kali lebih besar jika dibandingkan dengan lahan hutan (hutan pinus). Peningkatan erosi tanah lebih tinggi yaitu sekitar 17.7 hingga 60.6 kali.
- Erosi tanah menurun dengan meningkatnya tutupan tajuk tanaman baik pada tanaman semusim maupun tanaman tahunan.
- Penanaman menggunakan bedengan memotong lereng efektif menurunkan erosi tanah pada lahan hortikultura 38.3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat Y, Sinukaban N, Pawitan H. dan Tarigan S. D. 2008b. Dampak Perambahan Hutan terhadap Aliran Permukaan dan Erosi di DAS Nopu Hulu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Tanah Tropika*, Vol 13 (1): 59-65.
- Hidayat Y, Murti Laksono K, and Sinukaban N. 2014. Characterization of Surface Runoff, Soil Erosion and Nutrient Loss on Forest-Agriculture Landscape. *Journal of Tropical Soils* 17(3):259-266. DOI: [10.5400/jts.2012.17.3.259](https://doi.org/10.5400/jts.2012.17.3.259).
- Hidayat Y, Rachman, LM, dan Purwakusuma W. 2022. Model Hidrologi dan Erosi Daerah Aliran Sungai. IPB Press Bogor, 312p.
- Kusumawardani M. 2011. Karakteristik infiltrasi tanah Pada penggunaan lahan pertanian dan pemukiman di Desa Sukaresmi, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor.
- Wischmeier, W. H and D.D. Smith. 1965. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of The Rocky Mountains. Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation. Agricultural Handbook No. 282. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture in Cooperation with Purdue Agricultural Experiment Station.