

## HUBUNGAN CURAH HUJAN TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN DAN SEDIMEN PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI DAS ARUI, KABUPATEN MANOKWARI

### *The Relationship of Rainfall on Surface Runoff and Sediments on Various Land Use in Arui Watershed, Manokwari Regency*

**Mahmud<sup>1)\*</sup>, Wahyudi<sup>1)</sup>, Suriyanto Bataradewa<sup>2)</sup>, Heru Joko Budirianto<sup>2)</sup>, Mutakim<sup>1)</sup> dan La ode Muhlis<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, UNIPA, Manokwari, Papua Barat Indonesia.

<sup>2)</sup> Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Papua, Manokwari, 98314, Indonesia

#### ABSTRACT

*Surface runoff and sediment are often underestimated in efforts silting up mitigation. Whereas both if in large quantities will cause a decrease in capacity and overflow of river water. This study aims to determine the effect of rainfall on surface runoff and sediment yield, to study the physical and chemical properties of the soil in five land uses and to determine the percentage of land use change for 4 years. SPSS 17 simple regression analysis was used to determine the effect of rainfall on surface runoff and sediment yield. The results showed that there was a relationship between rainfall and surface runoff, only land use was significant as moor, while other uses were not significant, followed by linearity test showing a linear line. The results of the correlation/closeness significance test showed no correlation (very weak) only on the use of land as a moor where there was a fairly close correlation. Thus, increasing rainfall does not necessarily increase sediment. The physical and chemical properties of the soil are classified as moderate which is quite influential in water absorption and sediment yield. Land use tends to change as a result of illegal logging and expansion of oil palm plantations.*

*Keywords: Arui watershed, land use, rainfall, sediment, surface runoff*

#### ABSTRAK

Limpasan permukaan dan hasil sedimen seringkali diremehkan dalam upaya mencegah pendangkalan. Padahal keduanya jika dalam jumlah besar akan menyebabkan penurunan daya tampung dan meluapnya air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh curah hujan terhadap limpasan permukaan dan hasil sedimen, mengkaji sifat fisik dan kimia tanah pada lima penggunaan lahan dan menentukan persentase perubahan penggunaan lahan selama 4 tahun. Analisis regresi sederhana SPSS 17 digunakan untuk menentukan pengaruh curah hujan terhadap limpasan permukaan dan sedimen. Hasil penelitian terdapat hubungan antara curah hujan dengan aliran permukaan hanya penggunaan lahan sebagai tegalan yang signifikan, sementara penggunaan lain tidak signifikan, dilanjutkan uji linieritas menunjukan garis linier. Hasil uji signifikansi korelasi/keeratan tidak terdapat korelasi (sangat lemah) hanya pada penggunaan lahan sebagai tegalan yang ada korelasi yang cukup erat. Dengan demikian semakin meningkatnya curah hujan tidak selalu meningkatkan sedimen. Sifat fisik dan kimia tanah tergolong sedang yang cukup berpengaruh dalam penyerapan air dan hasil sedimen. Penggunaan lahan cenderung berubah sebagai dampak perambahan liar dan perluasan perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci: DAS Arui, penggunaan lahan, curah hujan, sedimen, limpasan permukaan

#### PENDAHULUAN

DAS Arui termasuk DAS dipulihkan, berdasarkan SK Menhut no. 328/Menhut-II/2009 dikategorikan DAS yang perlu segera mendapatkan prioritas penanganan. Adapun beberapa indikator DAS yang harus dipulihkan antara lain: kejadian banjir, tanah longsor, sedimentasi dan erosi yang dapat mengakibatkan terganggunya perekonomian dan tata kehidupan masyarakat. Menurut BPDASHL Remu Ransiki (2017) DAS Arui termasuk DAS yang harus dipulihkan daya dukungnya ditandai dengan tingkat erosi yang tinggi, sedimen yang selalu meningkat dan terjadinya banjir tahun 2016. DAS Arui pernah terjadi banjir pada tahun 2014, 2016 dan 2017 sedang menjadi perhatian oleh Pemerintah Daerah dalam penanganannya. Menurut BPDASHL Remu Ransiki (2016) jenis banjir di DAS Arui termasuk banjir limpasan dan genangan yang

menyebabkan kerusakan jembatan, rumah, jalan, pertanian dan perkebunan sawit.

Limpasan permukaan dan hasil sedimen menjadi bagian sangat penting dalam pengelolaan rawan banjir, mengingat limpasan permukaan dan sedimen menjadi ancaman yang serius. Penyebab banjir DAS Arui 2016 menurut (Mahmud *et al.*, 2018) diantaranya intensitas hujan tinggi, sedimentasi, meandering sungai, konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dan hilangnya sempadan sungai. Sebagaimana banjir di Kota Garut sub DAS Cimanuk tanggal 20 September 2016 disebabkan intensitas hujan tinggi dan sempadan sungai telah dialihfungsikan menjadi daerah pemukiman (Savitri dan Pramono, 2017). Dampak pemanenan hutan pada limpasan permukaan tanah telah diselidiki selama 50 tahun terutama menggunakan percobaan DAS berpasangan (Guzha *et al.*, 2015). Sementara itu dampak perubahan penggunaan lahan di hulu

\*) Penulis Korespondensi: Telp. +6281298519196; Email: mahmudalya6@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.23.2.85-92>

DAS antara lain perubahan fluktuasi debit, sedimentasi dan limpasan permukaan (Masnang *et al.*, 2014), peningkatan limpasan permukaan dan laju aliran puncak/banjir (Rahardian & Buchori, 2016).

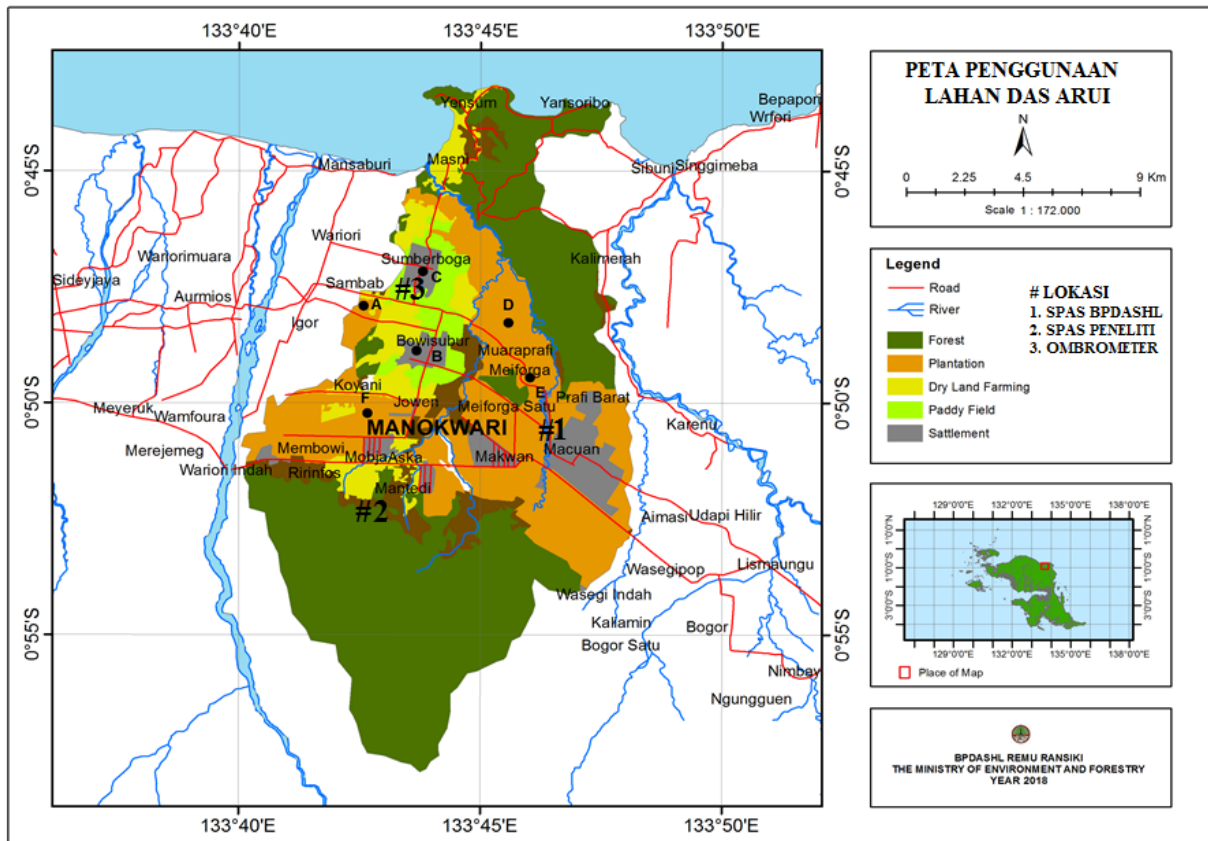
Limpasan permukaan dapat terkonsentrasi menuju sungai dalam waktu singkat, sehingga meluap yang menyebabkan terjadinya banjir. Wilayah Indonesia banjir sering terjadi dibandingkan dengan jenis banjir lainnya. Sebagaimana akhir-akhir ini di Kabupaten Klaten, Kediri dan Madiun, dan yang banjir kurang sehari yang disebabkan rusaknya tanggul sungai dan meluapnya sungai. Sebagai dampak limpasan permukaan yang berlebih terkadang tanggul sungai/badan sungai menjadi terkikis dan longsor akibatnya banjir pada penggunaan lahan seperti: sawah, pemukiman dan perkebunan. Penggunaan lahan yang berlebih dan tidak menerapkan konservasi tanah berdampak pada peningkatan limpasan permukaan mengingat pada lahan yang cenderung padat, infiltrasi air akan cenderung menurun dibandingkan pada tanah yang gembur. Dampak penggunaan lahan terhadap aliran permukaan dan sedimen hanya terbatas pada bekas tebangan (Wagenbrenner *et al.*, 2016) pada hutan yang telah diseleksi (Suryatmojo, 2015). Limpasan permukaan memainkan peran kunci dalam aplikasi teknis dan spesifik seperti strategi regulasi untuk tenaga air (Hamududu & Killingtveit, 2012; Korpas *et al.*, 2013).

Pertambahan penduduk berdampak pada perubahan penggunaan lahan pertanian, pekarangan dan

tegalan (Womsiwor *et al.*, 2021). Program transmigrasi awal tahun 1980 di DAS Arui terjadi perubahan besar penggunaan lahan yang tadinya hutan menjadi penggunaan lahan seperti: sawah, perkebunan, tegalan, pemukiman dan areal penggunaan lain. Alih fungsi hutan menjadi penggunaan lain dalam suatu kawasan besar akan menurunkan fungsi hidrologi DAS yang berdampak meningkatkan limpasan dan hasil sedimen di sungai. Demikian juga diduga terdapat pengaruh curah hujan terhadap berbagai penggunaan lahan terhadap sedimen dan limpasan permukaan pada tipe tanah yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan curah hujan terhadap limpasan permukaan dan sedimen pada berbagai penggunaan lahan, mengkaji sifat kimia dan fisik tanah pada berbagai penggunaan lahan, dan mengetahui persentase perubahan penggunaan lahan.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilakukan selama 1 tahun mulai Maret 2018 sampai Februari 2019. Lokasi penelitian di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Hutan Lindung Remu Ransiki, Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (PDAS) Fahutan UGM, Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian UGM dan kawasan DAS Arui Kabupaten Manokwari Propinsi Papua Barat. DAS Arui secara geografis terletak pada 0° 43' LS – 0° 57' LS dan 133° 40' BT – 133° 48' BT (Gambar 1).



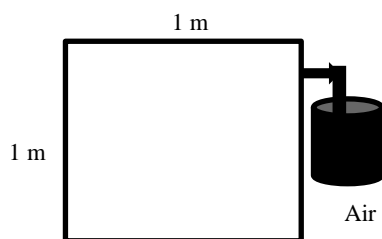
Gambar 1. Lokasi penelitian.

Alat dalam penelitian meliputi plot penelitian (ukuran 1 m x 1 m), drum/ jerigen besar 50 L, cangkul, skop, gergaji, *ombrometer*, meteran, papan kayu, *stopwatch* atau arloji, linggis, cangkul, skop, oven pengering, *Global Positioning System* (GPS), kalkulator, komputer dengan *Microsoft Excel* dan printer. Sementara bahan yang digunakan antara lain air, sedimen, kertas saring (*Whatman* tipe 934-AH dengan ukuran pori = 1.5 µm dan diameter 55 mm), peta administrasi Skala 1:150,000 dan peta penggunaan lahan Skala 1:172,000 kawasan DAS Arui.

**Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder yang diperoleh melalui pengamatan dilapangan, sedangkan data sekunder BPDAS Remu Ransiki. Data lapangan terdiri atas: curah hujan, sifat fisik & kimia tanah, sedimen, limpasan pada lima penggunaan lahan.

1. Pengukuran sifat fisik dan kimia tanah diambil secara purposif (lokasi plot limpasan) untuk menentukan tingkat kesuburan tanah. Analisis di laboratorium antara lain: tekstur tanah, pH, permeabilitas, Nitrogen total (ppm), P total (ppm), K total (ppm), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> HCl 25 % (mg 100g<sup>-1</sup> (tersedia), K<sub>2</sub>O HCl 25 % (mg 100g<sup>-1</sup> (tersedia), Bahan organik (%C-organik), dan sedimen.
2. Data aliran permukaan tanah dan sedimen diperoleh dengan membuat plot kecil ukuran 1 x 1 m untuk 5 penggunaan lahan (Gambar 2). Pengukuran aliran permukaan dan hasil sedimen dibuat sebanyak lima plot dengan waktu kejadian sebanyak 30 hujan dengan menggunakan *ombrometer* diletakkan dilokasi penelitian. Hasil sedimen diperoleh setelah kertas saring dioven dengan suhu 110 °C dan ditimbang massa sedimen yang melekat pada kertas saring. Besar aliran permukaan tanah diperoleh dengan menampung air dengan drum/jerigen volume 50 L kemudian dicatat volume air yang tertampung untuk setiap kejadian limpasan permukaan. Limpasan permukaan diperoleh dari volume air dibagi luas plot ukur limpasan permukaan dan sedimen (1 m<sup>2</sup>).



Gambar 2. Plot ukur limpasan permukaan dan sedimen

3. Data penggunaan lahan yang dikumpulkan dianalisis perubahan alih guna lahan yang terjadi selama 4 tahun pada DAS Arui.

Untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap limpasan permukaan dan sedimen pada lima penggunaan lahan digunakan analisis regresi sederhana dengan SPSS 17, sementara uji signifikansi korelasi/keeratan berdasarkan kriteria nilai koefisien korelasi (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria nilai koefisien korelasi

Nilai Koefisien Korelasi	Kriteria
0	Tidak ada korelasi
> 0 – 0.25	Korelasi sangat lemah
> 0.25 – 0.50	Korelasi cukup
> 0.50 – 0.75	Korelasi kuat
> 0.75 – 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Sumber: Sarwono, 2006

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Limpasan permukaan merupakan semua air yang mengalir dipermukaan tanah kearah lebih rendah seperti: cekungan, sungai, danau, situ, waduk dan laut. Jumlah dan distribusi limpasan inilah yang paling penting sebagai penyebab erosi dan sedimentasi. Apabila impasan permukaan semakin besar maka air yang dapat di serap oleh tanah semakin kecil (Soplanit dan Silahooy, 2012). Aliran sungai akan semakin rendah di musim kemarau karena pasokan air bawah permukaan berkurang sebaliknya di musim hujan semakin tinggi aliran air yang bisa menyebabkan banjir.

**Curah Hujan Terhadap Limpasan Permukaan**

Limpasan permukaan pada lima penggunaan lahan tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah hujan dan limpasan permukaan tanah

Curah Hujan (mm)	Limpasan permukaan (mm)					
	Sawah	Perkebunan	Tegalan	Pemukiman	Hutan	
5.5	0.6	0.52	3.25	0.6	0.54	
5.26	1.1	1.7	1.5	2.25	0.22	
26.32	2.0	6	4	2	4	
13.16	4.0	5	0.6	2.1	3	
19.74	0.7	5	10	9	4	
13.16	3	8	1.5	13	5	
6.58	1.5	15	0.25	0.5	0.75	
39.47	21	21.4	6.5	22	1.1	
26.32	0.6	0.75	8	13	0.5	
39.47	20	21	10	20	18	
20	8	11	1.5	9	2	
55.26	2.1	2	10	1.5	3	
65.79	6	6.5	10	10	7	
26.32	20	18	13	11	12	
13.16	12	18	10	19	20	
17.10	14	15	10	15	17	
13.16	17.5	14	12	17	7.5	
19.74	1	4	1	3	1.2	
14.47	20	10	10	20	2	
16.32	1.5	5	1	5	1	
13.16	2.5	2	3	2.5	3	
14.47	4	2	5	6	2.5	
46.05	3	3.5	10	3	2.5	
26.32	5	18.5	9.5	5.5	1.7	
14.47	14	5	3	10	2.5	
34.21	2	20	10	3	10	
13.68	3	2.5	9.5	4	2.5	
28.95	9	1.1	9	5	8.5	
97.37	13	14	9.5	12.5	8.5	
39.47	5	5	9.7	1.5	11	
Jumlah	784.476	217.1	261.47	200.8	247.45	162.51
Rata-rata	6.149333	7.24	8.72	6.92	8.53	5.42

Sumber: Pengolahan data primer, 2018

Pada Tabel 2 diketahui bahwa limpasan permukaan terbesar terjadi pada penggunaan lahan perkebunan (8.72 mm) sedangkan yang terendah pada tegalan (5.42 mm). Peningkatan limpasan permukaan di perkebunan diduga karena lahan perkebunan sawit kosong tumbuhan penutup tanah. Demikian juga lahan perkebunan dengan jenis tanah podsolik merah kuning memiliki karakteristik unsur hara dan bahan organik rendah menyebabkan hanya sedikit air tersimpan dan cenderung air menjadi limpasan. Daun dan pelepah sawit hanya ditumpuk pada tempat tertentu, padahal kalau daun dan pelepah ditebar pada seluruh permukaan tanah akan mampu mengurangi limpasan permukaan dan menambah bahan organik. Menurut Abari *et al.* (2017) kehadiran bahan organik di hutan, seperti lapisan serasah dan serpihan kayu, sangat penting dalam mencegah pelepasan tanah, memberikan kekasaran permukaan dan mengurangi aliran permukaan serta penurunan pergerakan partikel tanah. Dengan demikian limpasan permukaan berkurang dalam areal sangat luas akan mengurangi air yang masuk ke sungai. Sungai tidak menjadi cepat penuh, karena jika air cepat penuh sementara daya tampung tidak cukup tentu akan meluap yang berdampak banjir, berikut analisis regresi, korelasi dan linieritas (Tabel 3).

Tabel 3. Rekapitulasi analisis regresi, korelasi, regresi, korelasi dan linieritas

Penggunaan lahan	Regresi	Korelasi (%)	Linieritas
Sawah	0.36 (tidak signifikan)	17.3 (sangat lemah)	0.76 (linier)
Perkebunan	0.36 (tidak signifikan)	17.4 (sangat lemah)	0.59 (linier)
Tegalan	0.01 (signifikan)	45.2 (cukup)	0.89 (linier)
Pemukiman	0.60 (tidak signifikan)	12.1 (sangat lemah)	0.88 (linier)
Hutan	0.26 (tidak signifikan)	21.4 (sangat lemah)	0.75 (linier)

Sumber: Pengolahan data primer, 2019

Berdasarkan Tabel 3 hubungan antara curah hujan dengan limpasan permukaan pada lima penggunaan lahan melalui analisis regresi hanya penggunaan lahan sebagai tegalan yang signifikan, sementara penggunaan lain tidak signifikan, dilanjutkan uji linieritas garis regresi menunjukan garis linier. Hasil uji signifikansi korelasi/keeratan, tidak menunjukan korelasi (sangat lemah) hanya pada penggunaan lahan sebagai tegalan yang menunjukan korelasi yang cukup. Dengan demikian semakin meningkatnya curah hujan tidak selalu meningkatkan limpasan permukaan pada penggunaan lahan sebagai sawah, perkebunan, pemukiman dan hutan. Sementara itu hanya penggunaan lahan sebagai tegalan dengan meningkatnya curah hujan berpengaruh terhadap limpasan

permukaan. Padahal tegalan dengan jenis tanah aluvial mudah menyerap air saat hujan untuk meniadakan limpasan permukaan. Jenis tanah aluvial berkarakteristik kaya akan bahan mineral, mudah diolah, kandungan organik tinggi dan relatif subur, sehingga mudah menyerap air. Akan tetapi sedikit berbeda berdasarkan sifat kimia dan fisik tanah Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 pada peruntukan lahan sebagai hutan dan perkebunan dengan tipe tanah Podsolik merah kuning bahan organik sedang, N total rendah dan sedang, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tersedia sedang dan sangat tinggi, pH agak masam sampai netral serta K tersedia rendah. Sifat kimia tersebut didominasi kategori sedang, berbeda dengan karakteristik umum dari tipe tanah Podsolik merah kuning yakni pH yang masam, bahan organik dan unsur hara yang rendah. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh curah hujan yang relatif tinggi pada kawasan DAS Arui, hewan sapi dan babi yang dilepas liar di perkebunan dan hutan serta serasah dari pohon dan perkebunan yang cepat terdekomposisi sehingga menambah kesuburan tanah. Sementara itu karakteristik fisik tanah didominasi granular dan remah, tekstur liat berdebu dan permeabilitas agak rendah sampai rendah. Sifat tersebut memudahkan tanah untuk diolah dan kemampuan menyerap air relatif tinggi. Demikian juga pada peruntukan lahan sebagai tegalan, pemukiman dan sawah dengan tipe tanah aluvial bahan organik rendah dan sedang, N total sedang, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tersedia sedang dan sangat tinggi, pH agak masam serta K tersedia rendah. Sependapat dengan hasil penelitian menurut Kurniawan *et al.* (2021) bahwa sifat kimia tanah pada tegalan termasuk ke dalam kategori rendah. Karakteristik kimia tersebut didominasi sedang, berbeda dengan karakteristik umum dari tipe tanah aluvial yakni kaya akan bahan organik dan relatif subur.

Limpasan permukaan yang semakin besar pada tegalan diduga peningkatan usaha tani yang memadatkan tanah dan berada sekitar pemukiman, sehingga hanya sedikit air yang terserap dalam tanah dan cenderung air mengalir di permukaan. Menurut Soplanit dan Silahooy (2012) perubahan penggunaan lahan pada DAS telah berdampak terhadap debit aliran tahunan rata-rata, limpasan permukaan, aliran dasar dan limpasan bawah permukaan. Selain itu curah hujan yang berpengaruh signifikan terhadap penggunaan lahan sebagai tegalan dimungkinkan karena tegalan di dominasi semak belukar terdiri dari: *Imperata cylindrica* dan *Piper aduncum*. Tegalan secara umum pada masyarakat Papua merupakan bekas ladang berpindah menjadikan lahan yang tidak terawat, terbuka dan sebagai tempat hewan mencari makan. Sementara bagi masyarakat transmigrasi tegalan berada di belakang rumah yang agak terawat, berpagar tanaman hidup dengan jenis tanaman musiman dan tahunan.

Tabel 4. Sifat kimia dan fisik tanah

Peruntukan lahan	Kadar lengas (%)	pH (1:5) (H <sub>2</sub> O)	BO (%)	N total (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen tersedia (ppm)	K tersedia (mg100g <sup>-1</sup> )	Struktur	Tekstur	Permeabilitas (cm jam <sup>-1</sup> )
Hutan	60.06	6.98 (netral)	2.41 (sedang)	0.11 (rendah)	60 (sangat tinggi)	14 (rendah)	Granular	Liat berdebu	0.34 (rendah)
Tegalan	47.65	4.78 (agak masam)	3.45 (sedang)	0.29 (sedang)	12 (sedang)	13 (rendah)	Granular	Liat berdebu	1.14 (agak rendah)
Perkebunan	48.39	4.35 (agak masam)	2.59 (sedang)	0.24 (sedang)	13 (sedang)	19 (rendah)	Remah	Liat berdebu	0.37 (rendah)
Pemukiman	43.80	4.913 (agak masam)	2.33 (sedang)	0.44 (sedang)	90 (sangat tinggi)	13 (rendah)	Remah	Liat berdebu	2.26 (agak rendah)
Sawah	50.43	5.79 (agak masam)	1.78 (rendah)	0.37 (sedang)	11 (sedang)	14 (rendah)	Granular	Liat berdebu	1.25 (agak rendah)

Sumber: Laboratorium Fakultas Pertanian UGM, 2019

Pada tipe penggunaan lain seperti: perkebunan dan sawah juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara curah hujan dengan air limpasan. Luas tipe penggunaan sawah cukup kecil 14.58% sedangkan perkebunan 21.46%. Perubahan penggunaan dari hutan ke penggunaan lain di DAS Arui mulai tahun 1980 dengan dibukanya program transmigrasi. Hal ini berdampak pada air limpasan, debit air sungai, sedimen dan banjir yang terjadi tahun 2014, 2016 dan 2018. Sebagaimana menurut Bera & Mbandari (2013) perubahan penggunaan lahan telah mengakibatkan perbandingan curah hujan dengan limpasan permukaan meningkat, jumlah air yang langsung menjadi banjir limpasan menjadi semakin signifikan, sehingga debit puncak menjadi semakin besar. Oleh karena itu ketika hujan air akan mudah mengalir menuju daerah yang lebih rendah. Daerah dengan permukaan tanah yang cenderung terbuka/tanpa vegetasi tidak ada penghalang bagi air untuk melewati permukaan tersebut, sehingga air mudah menjadi limpasan permukaan. Sependapat dengan Rahardian dan Buchori (2016) perubahan penggunaan lahan dari lahan vegetasi menjadi kawasan terbangun menyebabkan limpasan permukaan semakin tinggi sehingga berperan dalam peningkatan laju aliran puncak.

Curah hujan tidak berpengaruh signifikan terhadap air limpasan pada kawasan hutan. Menurut Yudha *et al.* (2013) penurunan air limpasan dapat dilakukan dengan peningkatan luasan hutan berupa kebun campuran dan tumbuhan perdu. Fungsi utama hutan dalam kaitan dengan hidrologi adalah sebagai penahan air limpasan yang mempunyai kelerengan tinggi, sehingga air hujan yang jatuh di daerah tersebut tertahan dan meresap ke dalam tanah berlanjut akan menjadi air tanah. Air tanah di daerah hulu merupakan cadangan air bagi sumber air sungai. Oleh karena itu hutan yang terjaga dengan baik akan memberikan manfaat berupa ketersediaan aliran air pada musim kemarau. Sebaliknya hutan yang gundul akan menjadi malapetaka bagi penduduk hulu maupun hilir. Akan tetapi menurut Abari *et al.* (2017) curah hujan dan penutupan vegetasi berperan penting dalam menentukan besaran limpasan permukaan.

Penggunaan lahan sawah yang cenderung terbuka, akan tetapi ada penyekat-penyekat (guludan) yang menghalangi laju aliran permukaan. Tanah sawah merupakan tanah yang sangat penting di Indonesia karena merupakan sumber daya alam yang utama dalam produksi beras. Menurut Handoko *et al.* (2016) lahan sawah merupakan lahan yang sangat potensial untuk produksi tanaman semusim. Saat ini keberadaan tanah-tanah sawah subur beririgasi terancam oleh gencarnya pembangunan

kawasan industri, perluasan kota (perumahan) dan dialihfungsikan untuk kegiatan bukan pertanian.

### Curah Hujan Terhadap Sedimen

Sedimen salah satu bagian penting dan merupakan luaran dalam proses DAS. Banyak sedikit sedimen menjadi indikator DAS, sehingga jika berlebihan dapat menimbulkan pedangkalan sungai, situ, waduk dan badan air lainnya. Sedimen pada lima penggunaan lahan tercantum Tabel 5.

Tabel 5. Sedimen dan curah hujan pada lima penggunaan lahan

Curah hujan (mm)	Sedimen (g)				
	Sawah	Perkebunan	Tegalan	Pemukiman	Hutan
5.526	1.2	0.9	4.5	0.4	0.6
5.263	1.2	1.6	1.02	1.2	0.2
26.316	12.55	202.16	12	4.64	63.27
13.158	30.25	83.8	7.3	12	112.57
19.737	4.02	30.95	21.51	19.25	22.59
13.158	5	51.51	4.35	31.11	24.38
6.579	5.53	15.05	8.26	7.18	17.66
39.474	36.68	172.08	34.57	60.52	21.82
26.316	11.34	15.86	11.88	97.75	7.6
39.474	36.68	80.22	25.57	83.3	13.37
20.000	9.4	12.64	12.75	12.91	8.86
55.263	8.42	9.03	19.38	12.75	13.67
65.789	43.72	7.1	8.45	8.28	13.59
26.316	19.36	14.02	42.75	9.13	22.68
13.158	35.39	66.17	70.4	72.53	19.78
17.105	42.77	152.48	19.84	70.42	15.24
13.158	109.77	20.59	22.73	84.09	10.24
19.737	5.21	29.33	7.42	17.34	6.51
14.474	36.61	33.87	16.35	69.99	43.88
16.316	39.64	47.56	23.27	51.11	5.1
13.158	40.68	19.22	18.32	16.05	12.29
14.474	21.8	15.28	14.03	19.8	13.85
46.053	10.02	16.38	15.48	6.94	10.99
26.316	44.9	36.8	34.55	42.04	105.59
14.474	172.03	48.18	46.03	10.23	18.01
34.211	52.95	49.2	9.96	10.39	9.57
13.684	26.95	26.72	17.01	18.17	5.48
28.947	28.09	13.55	15.72	13.87	16.56
97.368	19.31	7.71	17.62	10.66	8.24
39.474	38	15.26	19.23	4.08	25.96
Jumlah					
784.476	949.47	1295.22	582.25	878.13	670.15
Rataan					
26.1492	31.649	43.174	19.408	29.271	22.3383

Sumber: Pengolahan data primer, 2018

Tabel 5 menunjukkan sedimen terbesar pada penggunaan lahan perkebunan (43.17 g m<sup>-2</sup>), sedangkan yang terendah tegalan (19.41 g m<sup>-2</sup>). Peningkatan hasil sedimen diduga semakin besarnya air limpasan yang

didalamnya terkandung sedimen. Lahan perkebunan pada jenis tanah podsolik merah kuning dengan sifat tanah kandungan bahan organik dan unsur hara yang relatif rendah, jika sedimen dan limpasan permukaan besar akan semakin menurunkan produktifitas lahan. Disamping itu karakteristik podsolik merah kuning bahan organik rendah, hanya terdapat di permukaan tanah dan penyimpanan air sangat rendah, sehingga mudah mengalami kekeringan. Beberapa lokasi perkebunan kelapa sawit telah memasuki siklus kedua diduga membuka lahan dengan tebas bakar untuk penanaman bibit kelapa sawit memicu sedimen tinggi di dasar sungai. Sedimen (partikel tanah) atau bagian dari material yang diangkut oleh air dari lokasi yang tererosi dan memasuki air.

Kerusakan erosi tanah terjadi dalam bentuk kerusakan sifat kimia dan fisik tanah seperti: kehilangan unsur hara, peningkatan kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah, penurunan kapasitas infiltrasi serta kemampuan tanah dalam menahan air (Masnang *et al.*, 2014). Penebangan hutan untuk dijadikan lahan perkebunan belum dapat dikatakan aman, begitu juga tebang pilih. Tebang pilih telah menurunkan tutupan kanopi hutan dan secara signifikan mempengaruhi limpasan permukaan dan hasil sedimen (Abari *et al.*, 2017). Tanaman perkebunan mempunyai sifat yang berbeda dengan tanaman kehutanan. Kekuatan tanaman perkebunan dalam menahan air hujan tidak sebesar kekuatan tanaman kehutanan yang biasanya telah berumur puluhan tahun dengan akar yang menghunjam jauh ke dalam tanah. Sheftiana *et al.* (2021) adanya perluasan perkebunan dan penggunaan lahan lainnya dapat memperbesar kontribusi sedimen yang masuk ke badan air. Oleh karena itu risiko tanah longsor maupun banjir masih menjadi ancaman pada areal perkebunan. Berikut hasil regresi, korelasi, linieritas dan normalitas dari regresi linier sederhana, sementara uji secara lengkap terdapat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi analisis regresi, korelasi, regresi, korelasi, linieritas dan normalitas

Penggunaan lahan	Regresi	Korelasi (%)	<i>Deviation from linierity</i>
Sawah	0.712 (tidak signifikan)	7.0 (sangat lemah)	0.903 (linier)
Perkebunan	0.744 (tidak signifikan)	6.2 (sangat lemah)	0.840 (linier)
Tegalan	0.995 (tidak signifikan)	0.1 (sangat lemah)	0.992 (linier)
Pemukiman	0.511 (tidak signifikan)	12.5 (sangat lemah)	0.930 (linier)
Hutan	0.642 (tidak signifikan)	8.9 (sangat lemah)	0.976 (linier)

Sumber: Pengolahan data primer, 2019

Berdasarkan Tabel 6 diketahui hubungan antara curah hujan dengan sedimen pada lima penggunaan lahan melalui analisis regresi semua menunjukkan hubungan yang tidak signifikan, dilanjutkan uji linieritas garis regresi menunjukan garis linier. Sementara itu hasil uji signifikansi korelasi tidak menunjukan korelasi (sangat lemah). Dengan demikian semakin meningkatnya curah hujan tidak selalu meningkatkan sedimen.

DAS Arui walaupun musim kemarau terkadang dalam satu bulan terdapat 5 sampai 6 hari hujan. Dengan demikian tanah tidak mudah jenuh sehingga banyak air yang terserap kedalam tanah, aliran permukaan dan partikel sedimen yang hanyut relatif sedikit. Salah satu faktor terpenting yang menyebabkan perbedaan jumlah sedimen yang terangkut adalah variasi musiman (Abari *et al.*, 2017). Peningkatan sedimen akan turut berpengaruh terhadap kualitas air. Penurunan kualitas air sungai dapat terjadi akibat erosi. Risiko penebangan hutan untuk dijadikan lahan pertanian berdampak peningkatan zat padat tersuspensi di dalam air sungai. Sedimen yang meningkat menyebabkan pedangkalan dasar sungai yang berdampak menurunkan daya tampung air, sehingga antrian air semakin banyak yang menyebabkan banjir.

Tanaman perkebunan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tumbuhan hutan/ tanaman kehutanan. Kekuatan tanaman perkebunan dalam menahan air hujan tidak sebesar kekuatan tanaman kehutanan yang biasanya telah berumur puluhan/ratusan tahun dengan akar yang menghunjam jauh ke dalam tanah, oleh karena itu risiko longsor maupun banjir masih menjadi ancaman. Perubahan lahan telah mempengaruhi siklus hidrologi alami dimana air hujan yang tadinya dapat disimpan lebih lama di dalam tanah telah diubah menjadi aliran permukaan yang langsung dibuang ke laut. Semakin banyak air yang terbuang langsung ke laut semakin sedikit air yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan kehidupan manusia.

### Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan secara drastis penggunaan lahan hutan menjadi bukan hutan khususnya di kawasan di DAS Arui sejak dibukanya program transmigrasi pada tahun 1980, adapun persentasi perubahan penggunaan lahan tertera Tabel 7.

Tabel 7. Luas penggunaan lahan 4 tahun terakhir.

Tahun/ Penggunaan lahan	2014	2015	2016	2017	Perubahan (%)
Hutan	58.2	57.4	57.7	57	-1.2
Perkebunan	20.28	21.40	21.20	21.20	+0.92
Tegalan	10	9	10	9	-0.54
Sawah	3.20	3.50	3.20	3.10	-0.10
Pemukiman	5.80	5.80	5.80	5.80	0

Sumber: Pengolahan data sekunder penggunaan lahan DAS Arui 2014-2017

Perubahan luasan penggunaan lahan cenderung berubah, hanya hutan yang paling drastis berubah (Tabel 7). Penurunan luasan hutan (-1.2%) diduga peningkatan perambahan liar pada Hutan Produksi Terbatas (HPT) yang berada di sekitar perkebunan kelapa sawit. Disamping itu penegakkan hukum yang rendah terhadap masyarakat perambah hutan secara liar dan biasanya masyarakat perambah hutan hanya sekedar minta izin kepala suku.

Sementara itu hanya penggunaan lahan sebagai perkebunan kelapa sawit yang mengalami peningkatan luas sebesar 0.92%. Perkebunan kelapa sawit semakin luas disebabkan adanya minat masyarakat untuk memperluas lahan bekas hutan untuk perkebunan sawit dan harga komoditas sawit yang terus menjanjikan. Sedimentasi pada seluruh sungai merupakan dampak perubahan penggunaan

lahan pada DAS Arui dan perkebunan yang didominasi kelapa sawit ( $43.17 \text{ g m}^{-2}$ ) dibandingkan pada penggunaan lahan sebagai hutan ( $22.33 \text{ g m}^{-2}$ ). Semenjak 4 tahun terakhir perubahan penggunaan lahan tidak terlalu berubah, namun tahun 2016 kawasan DAS Arui terjadi banjir. Dengan demikian perubahan penggunaan lahan bukan semata-mata penyebab banjir. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002) faktor-faktor terjadinya banjir antara lain: curah hujan, topografi, penggunaan lahan, infrastruktur, tanah, sosial, ekonomi dan kelembagaan masyarakat.

Perubahan dan alih fungsi hutan terkadang menjadi pemicu utama terjadi banjir karena infiltrasi, resapan, intersepsi, simpanan air terganggu yang menyebabkan air mudah sampai ke sungai. Tentu untuk tahun-tahun berikut perubahan dan alih fungsi hutan harus dihentikan agar banjir tidak terulang. Demikian juga sistem pertanian tradisional masyarakat Papua dengan sistem ladang berpindah harus beralih ke pertanian menetap dan melaksanakan konservasi tanah dan air. Beberapa lokasi perkebunan kelapa sawit telah memasuki regenerasi kedua dan diduga proses pembersihan lahan untuk ditanami bibit kelapa sawit menjadi pemicu peningkatan sedimen pada dasar sungai di DAS Arui.

### SIMPULAN

Hubungan antara curah hujan dengan aliran permukaan pada lima penggunaan lahan melalui analisis regresi hanya penggunaan lahan sebagai tegalan yang signifikan (0.012), sementara penggunaan lain tidak signifikan (0.256-0.601). Hasil uji signifikansi korelasi/keamatan, tidak menunjukkan korelasi (12.1-21.4/sangat lemah) hanya pada penggunaan lahan sebagai tegalan yang menunjukkan korelasi yang cukup erat (45.2). Dengan demikian semakin meningkatnya curah hujan tidak selalu meningkatkan limpasan permukaan dan sedimen. Sifat kimia tanah didominasi bahan organik sedang, N total rendah dan sedang,  $\text{P}_2\text{O}_5$  tersedia sedang dan sangat tinggi, pH agak masam sampai netral serta K tersedia rendah. Sementara sifat fisik tanah didominasi granular dan remah, tekstur liat berdebu dan permeabilitas agak rendah sampai rendah. Penurunan luasan terbesar pada hutan sebesar -1.2% diduga peningkatan perambahan liar pada HPT yang berada disekitar perkebunan kelapa sawit. Sementara itu hanya penggunaan lahan sebagai perkebunan kelapa sawit yang mengalami peningkatan luas sebesar 0.92%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abari, M.E., B. Majnounian, A. Malekian and M. Jourholami. 2017. Effects of forest harvesting on runoff and sediment characteristics in the Hyrcanian forests, northern Iran. *Eur. J. Forest Res.*, 136(2017): 375–386. DOI 10.1007/S10342-017-1038-3
- Bera, S. and A. Bhandari. 2013. Assessment of flood hazard zone using remote sensing & GIS – A Case study of Subarnarekha river basin. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(9): 16071612. ISSN: 2319-7064. www.ijsr.net
- [BPDASHL] Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Remu Ransiki. 2017. Laporan monitoring dan evaluasi pengelolaan DAS Wosi Tahun 2016. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta
- Guzha, A.C., R.L.B. Nobrega, K. Kovacs, J. Rebola, R.S.S. Amorim and G. Gerold. 2015. Characterizing rainfall-runoff signatures from microcatchments with contrasting land cover characteristics in southern Amazonia. *Hydrological Processes*, 29(4): 508-521. ISSN 0885-6087 doi: <https://doi.org/10.1002/hyp.10161/>
- Hamududu, B. and A. Killingtveit. 2012. Assessing climate change impacts on global hydropower. *Energies*, 5: 305–322.
- Handoko, A.P., K.S. Wicaksono dan M.L. Rayes. 2016. Pengaruh kombinasi arang tempurung kelapa dan abu sekam padi terhadap perbaikan sifat kimia tanah sawah serta pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 3(2): 381-388.
- Kodoatie R.J. dan Sugiyanto. 2002. *Banjir beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Korpas, M., T. Trotscher, S. Völler and J.O. Tande. 2013. Balancing of wind power variations using Norwegian hydro power. *Wind Eng.*, 37: 79–96.
- Kurniawan, M.F., M.L. Rayes dan C. Agustina. 2021. Analisis kualitas tanah pada lahan tegalan berpasir di DAS mikro Supituring, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(2): 527-537. e-ISSN: 2549-9793, DOI: 10.21776/ub.jtstl.2021.008.2.23.
- Mahmud, A., Kusumandari, Sudarmadji and N. Supriyatno. 2018. A Study of flood causal priority in Arui Watershed, Manokwari Regency, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 24(2): 81-94. DOI: 10.7226/jtfm.24.2.81.
- Masngang, A., N. Sinukaban, Sudarsono dan N. Gintings. 2014. Kajian tingkat aliran permukaan dan erosi, pada berbagai Tipe penggunaan lahan di sub das jenneberang hulu. *Jurnal Agroteknos*, 4(1): 32-37.
- Rahardian, A. dan I. Buchori. 2016. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap limpasan permukaan dan laju aliran puncak Sub DAS Gajahwong Hulu Kabupaten Sleman, *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(2): 127-139, <https://doi.org/10.14710/pwk.v12i2.12890>.
- Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Savitri, E. dan I.B. Pramono. 2017. Analisis banjir Cimanuk Hulu 2016. JPPDAS. DOI <http://dx.doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.2.97-110>.
- Sheftiana, U.S., M.Y.J. Purwanto dan S.D. Tarigan. 2021. Perkiraan sedimentasi pada tahun 2018 di waduk Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta *J. Il. Tan. Lingk.*, 23(1): 18-21.

- Soplanit, R. and C.H. Silahooy. 2012. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap aliran permukaan, aliran bawah permukaan dan aliran dasar di DAS Batu Gajah Kota Ambon. *Agrologia*, 1(2): 152-162.
- Suryatmojo, H. 2015. Rainfall-runoff investigation of pine forest plantation in the upstream area of Gajah Mungkur Reservoir. *Procedia Environmental Sciences*, 28(2015): 307-314.
- Wagenbrenner, J.W., P.R. Robichaud and R.E. Brown. 2016. Rill erosion in burned and salvage logged western montane forests: Effects of logging equipment type, traffic level, and slash treatment. *Journal of Hydrology*, 541(2016): 889–901.
- Womsiwor, F., F.F. Kesaulija dan D. Manuhua. 2019. Kajian perubahan penggunaan lahan menggunakan sistem informasi geografis (SIG) dan penginderaan jauh di Distrik Oransbari, Manokwari Selatan. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 5(1): 56–78.
- Yudha, S, Sudibyakto dan S. Dibyosaputro. 2013. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan runoff di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedog Yogyakarta. ISSN 0125-1790 MGI Vol. 28, No. 2, September 2013 (117 - 137).