

**PROSIDING KONFERENSI DAN SEMINAR NASIONAL
PUSAT STUDI LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA KE 21
13 – 15 SEPTEMBER 2012 DI MATARAM**

**TINGKAT EROSI PERMUKAAN PADA LAHAN PERTANIAN JAGUNG
DI DAS ALO-POHU PROVINSI GORONTALO**

Oleh :

Fitryane Lihawa

Pusat Studi Lingkungan Universitas Negeri Gorontalo

A. ABSTRAK

Fenomena pemanfaatan lahan untuk pertanian semakin meningkat, terlebih lagi setelah dicanangkannya Program Agropolitan di Provinsi Gorontalo. Pada Tahun 2003 luas pertanian lahan kering adalah 1.398 ha dan Tahun 2005 meningkat hingga 30.338 ha, dan pada Tahun 2010 mencapai 150.020 ha (Citra Landsat Tahun 2003, Tahun 2005 dan BPS Tahun 2011). Perubahan penggunaan lahan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan DAS yang berdampak pada rusaknya fungsi hidroorologis DAS. Salah satu DAS penyumbang sedimen terbesar ke Danau Limboto adalah DAS Alo-Pohu. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji tingkat erosi permukaan pada lahan pertanian jagung yang merupakan lahan pertanian dominan di DAS Alo-Pohu berdasarkan variasi curah hujan dan kemiringan lereng. Penentuan sampel dilakukan dengan pendekatan unit lahan dengan variasi utama adalah kemiringan lereng. Metode sampling adalah *stratified random sampling*. Pengukuran erosi permukaan dilakukan dengan menggunakan sistem plot dengan bentuk persegi panjang. Ukuran petak yaitu lebar 2 m dan panjang 5 m dan ketinggian 20 cm di atas permukaan tanah. Untuk mengkaji pengaruh curah hujan terhadap erosi permukaan pada lahan pertanian jagung digunakan analisis regresi. Hasil pengukuran erosi permukaan pada lahan pertanian jagung dengan kemiringan lereng datar (3,5%) menunjukkan bahwa tingkat erosi permukaan sebesar 1,04 ton/ha/tahun (sangat rendah), pada lereng landai tingkat erosi permukaan sebesar 9,88 ton/ha/tahun (sangat rendah), pada lereng agak curam tingkat erosi permukaan sebesar 40.588 ton/ha/tahun (rendah), dan pada lereng curam tingkat erosi permukaan sebesar 176.490 ton/ha/tahun (sedang). Hasil pengamatan selama satu tahun menunjukkan bahwa erosi permukaan akan berkurang seiring dengan umur pertumbuhan jagung. Hal ini disebabkan karena telah disertai dengan tumbuhnya tanaman bawah (rumput-rumputan) pada umur jagung memasuki bulan kedua dan ketiga. Pengaruh curah hujan terhadap erosi permukaan pada lahan pertanian jagung lereng datar adalah $\text{Log } Y = -3,2 + 3,11 \text{ Log } X$; pada lereng landai $\text{Log } Y = -3,02 + 2,93 \text{ Log } X$; pada lereng agak curam $\text{Log } Y = -2,73 + 3,74 \text{ Log } X$; dan pada lereng curam $\text{Log } Y = 0,28 + 1,71 \text{ Log } X$.

Kata Kunci: Erosi permukaan, lahan pertanian jagung.

B. Latar Belakang

Lingkungan hidup menyediakan sumberdaya alam bagi kelangsungan hidup manusia, berupa sumberdaya hutan, tanah, dan air. Antara manusia dan lingkungan hidupnya selalu terjadi interaksi timbal balik. Manusia berperan sebagai subyek dan juga sebagai obyek dalam lingkungan hidupnya. Manusia yang memanfaatkan sumberdaya alam, dan manusia serta makhluk hidup lainnya ikut menanggung risiko dari kesalahan pemanfaatan sumberdaya alam tersebut.

Permasalahan lingkungan yang paling menonjol saat ini adalah pemanfaatan sumberdaya alam yang berlebihan untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Meningkatnya jumlah penduduk dan tekanan sosial ekonomi mengakibatkan pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak sesuai dengan peruntukannya semakin meluas, misalnya pembukaan lahan pertanian ke daerah yang berlereng curam dan hutan lindung serta konversi dari lahan pertanian untuk penggunaan non pertanian. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sumberdaya hutan, tanah dan air. Salah satu wujud permasalahan kerusakan sumberdaya hutan, tanah dan air adalah masalah degradasi lingkungan daerah aliran sungai (DAS). Daerah aliran sungai merupakan suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menampung, menyimpan dan mengalirkan air melalui sistem sungai untuk kemudian menyalurkan ke laut atau danau melalui suatu sungai utama (Seyhan, 1990; Summerfield, 1991; Ritter, *et al.*, 1995; Asdak, 2002; Suripin, 2004). Ekosistem DAS merupakan suatu sistem ekologi yang terdiri atas komponen subsistem yang saling berinteraksi sehingga membentuk suatu kesatuan. Komponen subsistem ini terdiri atas komponen-komponen yang semuanya membentuk subsistem yang khas, dan berhubungan dengan subsistem lainnya. Komponen subsistem yang saling berinteraksi dan berperan dalam suatu DAS meliputi: 1) komponen fisik: iklim, geomorfologi, geologi, hidrologi, tanah; 2) komponen biologi; 3) sosial ekonomi masyarakat (Seyhan, 1990; Asdak, 2002). Dalam suatu DAS, tidak ada satu komponenpun yang dapat berdiri sendiri, melainkan mempunyai keterkaitan dengan komponen yang lain, baik secara langsung atau tidak langsung.

Program Agropolitan merupakan salah satu program unggulan Pemerintah Provinsi Gorontalo dengan fokus tanaman utama adalah jagung. Hal ini mendorong terjadinya pemanfaatan lahan untuk pertanian khususnya jagung semakin meningkat. Pada Tahun 2009 luas lahan pertanian jagung di Provinsi Gorontalo adalah 124.798 ha dan pada Tahun 2010 meningkat hingga 143.833 ha (DDA Provinsi Gorontalo, 2010 dan 2011). Fenomena pembukaan lahan pertanian khususnya pertanian jagung dilakukan tanpa menerapkan teknik konservasi lahan. Hal ini menyebabkan terjadinya degradasi lahan khususnya di DAS Alo-Pohu Provinsi Gorontalo. Kerusakan DAS mengakibatkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS, sehingga fungsi hidrologi akan terganggu. Penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya menjadi sangat berkurang, dan sistem penyalurannya menjadi sangat boros. Kejadian tersebut akan menyebabkan terjadinya banjir pada musim hujan dan sebaliknya kekeringan di musim kemarau. Disamping itu juga kerusakan DAS Alo-Pohu akan berdampak negatif terhadap keberlanjutan Danau Limboto yang merupakan muara dari DAS Alo-Pohu. Sedimen yang terbawa kemudian mengendap mengakibatkan pendangkalan pada Danau Limboto. DAS Alo-Pohu merupakan DAS yang terluas pada daerah tangkapan air Danau Limboto yaitu seluas 48.828 ha atau 52% dari keseluruhan luas daerah tangkapan air Danau Limboto, dengan demikian proses yang terjadi pada DAS Alo-Pohu dapat memberikan gambaran pada daerah tangkapan air Danau Limboto pada umumnya. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka

dilakukan suatu kajian untuk mempelajari tentang erosi permukaan yang terjadi di DAS Alo-Pohu khususnya pada lahan pertanian jagung.

C. Metode Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah pengamatan yang meliputi seluruh DAS Alo-Pohu seluas 48.828 ha. Dalam mengkaji tingkat erosi permukaan digunakan pendekatan unit lahan. Unit lahan merupakan unit terkecil dari suatu kajian bentang lahan yang meliputi parameter fisik (lereng, tanah, air) dan vegetasi. Dasar klasifikasi unit lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas lereng dan penggunaan lahan yang difokuskan pada lahan pertanian jagung. Penetapan lokasi sampel erosi permukaan dilakukan dengan metode *stratified sampling*. Kriteria penetapan lokasi sampel untuk plot erosi permukaan adalah unit lahan yang memiliki risiko terhadap terjadinya erosi permukaan yaitu berlereng 8-15%, 15-25%, 25%-45% dan > 45%; lereng datar (0-8%) digunakan sebagai kontrol dan penggunaan lahannya adalah lahan pertanian jagung.

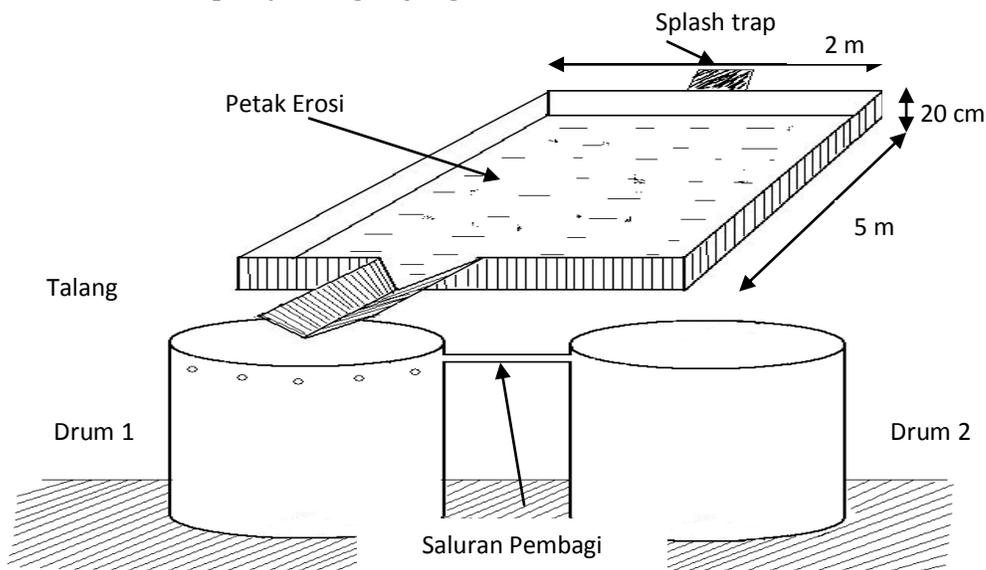
Variabel penelitian adalah tingkat erosi permukaan pada lahan pertanian jagung. Definisi operasional tingkat erosi permukaan yaitu besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan per tahun (ton/tahun) pada setiap lahan pertanian jagung dengan berbagai variasi kemiringan lereng. Pengukuran kemiringan lereng digunakan alat kompas geologi. Data erosi permukaan diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran erosi dilakukan pada 5 (lima) lokasi yang memiliki karakteristik lereng berbeda. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sistem plot dengan bentuk persegi panjang. Ukuran petak yaitu lebar 2 m dan panjang 5 m dan ketinggian 20 cm di atas permukaan tanah (Gambar 1). Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya percikan air maupun partikel tanah keluar/masuk ke dalam petak. Bagian bawah pembatas ditanam ke dalam tanah dengan kedalaman yang cukup sehingga cukup stabil dan kemungkinan terjadinya rembesan air dari dan/atau keluar petak dapat diminimalkan. Petak dipasang memanjang searah dengan kemiringan lereng. Di ujung bawah petak dipasang sebuah talang untuk mengalirkan air dari petak ke drum penampungan. Drum penampungan dibuat tertutup untuk menghindari masuknya air hujan maupun percikan tanah langsung. Pada masing-masing plot terdapat 2 (dua) buah drum penampungan yang saling berhubungan satu dengan yang lain dengan sebuah pipa. Pada drum penampungan pertama dibuatkan 4 (empat) lubang sebagai keluaran dengan ketinggian dan ukuran yang sama, salah satu keluaran masuk ke dalam drum penampungan kedua. Penempatan plot erosi disesuaikan dengan bentuk lereng. Pada lereng berbentuk cembung, plot ditempatkan pada bagian bawah lereng, sedangkan pada lereng berbentuk cekung plot ditempatkan pada bagian atas lereng.

Splash trap diletakkan pada sisi atas plot. *Splash trap* adalah alat untuk mengukur besar erosi percikan yang disebabkan oleh tetesan air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah. *Splash trap* terbuat dari bahan aluminium yang tahan karat yang dilengkapi dengan tempat penampung material dari percikan air hujan. Untuk menghitung berapa besar erosi percikan sebagai input pada plot erosi dalam satu kali periode hujan adalah selisih antara berat material erosi percikan dari lereng atas (TA) dengan berat material erosi percikan dari lereng bawah (TB).

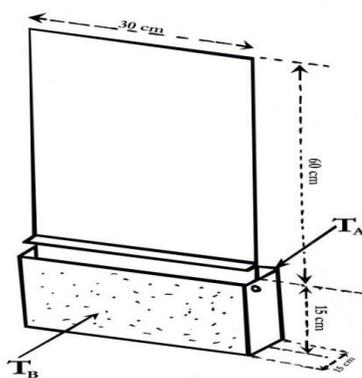
Pengambilan sampel material erosi dilakukan setelah kejadian hujan dan aliran permukaan berhenti. Pengukuran dilakukan sekali dalam seminggu pada setiap bulan berjalan dengan intensitas hujan yang berbeda. Material suspensi diambil dari dalam drum yang telah diketahui volumenya. Cara pengambilan sampel material erosi dari dalam drum yaitu dengan jalan membuat lubang pembuangan air yang ditutupi sekrup pada ketinggian drum dengan

volume tertentu, misalnya 40 liter. Apabila limpasan permukaan yang masuk ke dalam drum melebihi 40 liter, maka pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara sebagai berikut.

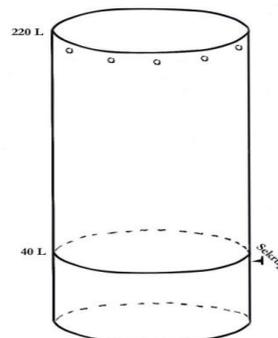
- Pengambilan sampel dengan menggunakan jerigen berukuran 2 liter, dengan cara membuka sekrup. Setelah jerigen penuh, sekrup masih tetap dibuka dengan maksud agar volume air limpasan permukaan dalam drum berkurang sampai kira-kira tinggal 40 liter, kemudian sekrup ditutup kembali. Perlu diingat bahwa pengambilan sampel pertama ini volume air di dalam drum tidak perlu diaduk.
- Cara pengambilan sampel yang kedua dilakukan setelah volume air limpasan permukaan di dalam drum tinggal 40 liter. Pengambilan sampel ini dengan jalan mengaduk-aduk terlebih dahulu agar supaya material yang mengendap di dasar drum dapat tercampur, setelah itu perlu diambil sampelnya dengan jerigen ukuran 2 liter.



(a) plot erosi



(b) *Splash Trap*



(c) Drum

T_A = erosi percikan dari lereng atas;
 T_B = erosi percikan dari lereng bawah.

Gambar 1. Plot pengukuran erosi

Volume air limpasan permukaan yang terjadi diukur dari besarnya volume air yang tertampung pada kedua buah drum penampungan tersebut yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$V = V_1 + 4 V_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

V = total volume air limpasan permukaan (liter)

V₁ = volume air pada *drum* pertama (liter)

V₂ = volume air pada *drum* kedua (liter)

Data curah hujan dikumpulkan melalui pengukuran langsung di lapangan dengan alat pengukur curah hujan yang dipasang pada setiap plot pengukuran. Pengukuran erosi dilakukan pada berbagai variasi curah hujan selama satu tahun. Sampal tanah diambil pada setiap lokasi plot dan dilakukan analisis laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanah. Klasifikasi tingkat erosi permukaan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat erosi permukaan berdasarkan besarnya kehilangan tanah

Kelas	Besarnya kehilangan tanah (ton/ha/tahun)	Kriteria
1	< 15	Sangat rendah
2	15 – 60	Rendah
3	60 – >180	Sedang
4	180 – 480	Tinggi
5	> 480	Sangat tinggi

Sumber: Departemen Kehutanan, BP DAS Bone Bolango, 2004

Uji hipotesis tentang pengaruh kondisi kemiringan lereng, tanah dan curah hujan terhadap tingkat erosi permukaan sebagai sumber sedimen dilakukan dengan analisis regresi berganda. Oleh karena variabel independen (tanah, lereng dan penggunaan lahan) berskala non-metrik, maka dalam model regresi variabel tersebut dinyatakan dalam variabel dummy dengan memberi kode 0 (nol) atau 1 (satu). Kelompok yang diberi nilai 0 (nol) disebut *excluded variabel*, sedangkan kelompok yang diberi nilai 1 (satu) disebut *included variabel*. Setiap variabel dummy menyatakan satu kategori variabel independen non-metrik, dan setiap variabel non-metrik dengan k kategori dapat dinyatakan dalam k-1 variabel dummy. Jenis tanah pada lokasi penelitian terdiri dari 2 (dua) kategori yaitu jenis tanah Andosol, Grumusol dan Podsolik yang termasuk kategori tanah yang peka terhadap erosi, serta jenis tanah Litosol dan Rendzina yang termasuk kategori jenis tanah yang sangat peka terhadap erosi. Dengan demikian variabel tanah memiliki 1 (satu) variabel dummy (k-1 atau 2-1). Variabel lereng dibagi menjadi 4 kategori berdasarkan kelas lereng yaitu datar, landai, agak curam dan curam, dengan demikian variabel lereng memiliki 3 (tiga) variabel dummy. Variabel penggunaan lahan terdiri dari 2 (dua) kategori penggunaan lahan, dengan demikian variabel penggunaan lahan memiliki 1 (satu) variabel dummy. Untuk lahan pertanian jagung diberi kode 1 (satu) dan lahan tanpa vegetasi diberi kode 0 (nol). Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa untuk variabel tanah kelompok yang merupakan *excluded group* adalah tanah peka terhadap kejadian erosi, pada variabel lereng yang merupakan *excluded group* adalah lereng datar, dan pada variabel penggunaan lahan yang merupakan *excluded group*

adalah lahan terbuka. *Excluded group* ini akan digunakan sebagai pembandingan untuk interpretasi koefisien parameter variabel dummy.

Tabel 2. Penyusunan variabel dummy untuk variabel kondisi fisik lahan

Variabel						
		D _{tanah}	D _{Landai}	D _{Agak curam}	D _{Curam}	D _{Pertanian jagung}
TANAH						
- Peka	1	0				
- Sangat Peka	2	1				
LERENG						
- Datar	1		0	0	0	
- Landai	2		1	0	0	
- Agak Curam	3		0	1	0	
- Curam	4		0	0	1	
PENGGUNAAN LAHAN						
- Lahan terbuka	1					0
- Pertanian Jagung	2					1

D. Pembahasan

1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Alo-Pohu yang terletak di Provinsi Gorontalo. DAS Alo-Pohu memiliki luas 48.828 ha yang terletak pada 466.895,66 – 495.272,91 mT dan 56.977,80 – 87.115,83 mU. Batas DAS Alo-Pohu adalah sebagai berikut.

- Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara
- Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo
- Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Boliohuto Kabupaten Gorontalo
- Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Batudaa Pantai Kabupaten Gorontalo

Berdasarkan data curah hujan yang ada, maka dengan mengacu pada klasifikasi iklim dengan Metode Oldeman, DAS Alo-Pohu termasuk pada klasifikasi iklim E1 yaitu terdapat kurang dari 3 bulan basah berurutan dan kurang dari 2 bulan kering. Pola distribusi curah hujan di lokasi penelitian memiliki dua titik maksimum yaitu pada bulan Desember-Januari dan bulan Mei – Juni. Hal ini dipengaruhi oleh insolasi pada waktu ekinoks (kedudukan matahari tepat di atas ekuator yang terjadi pada 21 Maret dan 23 September).

Deskripsi formasi batuan penyusun pada DAS Alo-Pohu didasarkan pada Peta Geologi Tahun 1993 Skala 1:250.000 Lembar Tilamuta (S.Bachri, dkk. 1993). DAS Alo-Pohu tersusun atas batuan yang berumur Tersier dan Kuartar. Formasi batuan penyusun pada DAS Alo-Pohu diuraikan sebagai berikut.

- Formasi Tinombo (Teot).

Formasi Tinombo berumur Tersier, tersusun atas lava basal, basal sepilitan, lava andesit, breksi gunungapi, batulanau, batupasir hijau, batu gamping merah, batu gamping kelabu, dan batuan termalihkan lemah. Umur geologinya adalah Eosen sampai Oligosen. Formasi Tinombo terletak pada Gunung Tohupo yang merupakan hulu DAS Alo-Pohu.

- Diorit Bone (Tmb)

Diorit Bone dapat dijumpai di sub DAS Molamahu dan sub DAS Alo yang tersusun atas diorit, diorit kuarsa, granodiorit. Umur satuan ini sekitar Miosen Akhir.

- c) Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv)
Terdiri dari breksi, tuf dan lava bersusunan andesit, dasit dan riolit. Tebal satuan diperkirakan lebih dari 1000 m, sedang umurnya adalah Miosen Bawah- Miosen Akhir. Dapat dijumpai di sub DAS Alo.
- d) Formasi Dolokapa (Tmd)
Formasi Dolokapa tersusun atas batulanau, batulumpur, konglomerat, tuf, tuflapili, aglomerat, breksi gunungapi, lava andesit sampai basal.
- e) Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv)
Batuan gunungapi Pinogu berumur Tersier, tersusun atas aglomerat, tuf, lava andesit-basal. Umur geologinya adalah Pliosen.
- f) Batuan Gamping Klastika (TQI)
Batuan gamping klastika berumur Tersier, tersusun atas kalkarenit, kalsirudit, dan batu gamping koral. Umur geologinya adalah Pliosen sampai Plistosen.
- g) Batu Gamping Terumbu (QI)
Sebagian besar DAS Alo-Pohu tersusun atas batu gamping terumbu berumur Kuartar yang terdiri dari batu gamping koral. Umur geologinya adalah Holosen.
- h) Endapan Danau (Qpl)
Endapan danau menutupi sebagian besar bagian hilir DAS Alo-Pohu yang tersusun dari batu lempung, batu pasir dan kerikil. Endapan danau berumur Plistosen.
- i) Aluvium dan Endapan Pantai (Qal)
Aluvium dan endapan pantai dapat dijumpai di sub DAS Pulubala yang terdiri dari pasir, lempung, lumpur, kerikil dan kerakal.

Salah satu komponen DAS yang sangat berpengaruh terhadap kejadian erosi adalah vegetasi. Vegetasi sangat berpengaruh terhadap kejadian erosi permukaan dengan kemampuannya menangkap butir air hujan sehingga energi kinetiknya terserap oleh tanaman dan tidak menghantam langsung pada tanah. Disamping itu juga, tanaman mampu mengurangi energi aliran sehingga kecepatan aliran permukaan berkurang. DAS Alo-Pohu didominasi oleh vegetasi budidaya antara lain jagung, kelapa, pisang, nangka, mangga, dan lain-lain.

Secara administrasi DAS Alo-Pohu meliputi wilayah Kecamatan Bongomeme, Kecamatan Pulubala, Kecamatan Tibawa, Kecamatan Tabongo, 3 (tiga) desa di Kecamatan Limboto Barat, dan 1 (satu) desa di Kecamatan Limboto. Jumlah penduduk di lokasi penelitian terkonsentrasi di pusat-pusat kecamatan dan pusat desa. Jumlah penduduk di lokasi penelitian sejumlah 95.741 jiwa dengan tingkat kepadatan sebesar 196 jiwa/km². Jumlah penduduk terbanyak di lokasi penelitian berada di Kecamatan Bongomeme dan Kecamatan Tibawa. Proporsi penduduk di DAS Alo-Pohu yang bekerja di bidang pertanian lebih besar dibanding dengan penduduk yang bekerja di bidang non pertanian. Hal ini terlihat dari angka persentase penduduk yang bekerja di bidang pertanian sebesar 77,15% dan jumlah penduduk yang bekerja di bidang nonpertanian sebesar 22,85%. Proporsi penduduk yang bekerja di bidang pertanian yang lebih besar dengan non pertanian akan mempengaruhi pola penggunaan lahan. Penduduk cenderung untuk memperluas lahan pertanian dengan membuka lahan pertanian baru untuk meningkatkan hasil pertanian, sehingga mengakibatkan berkurangnya luas hutan pada hulu DAS. Penurunan luas hutan akan mengakibatkan degradasi lingkungan dan dapat merusak sistem hidrologis suatu DAS.

Hasil interpretasi *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) Tahun 2004 dan dibandingkan dengan Peta Lereng DAS Limboto Tahun 2005 serta pengecekan lapangan Tahun 2010 keadaan kemiringan lereng di DAS Alo-Pohu ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemiringan lereng DAS Alo-Pohu Provinsi Gorontalo

Kemiringan Lereng	Kriteria	Luas (ha)	Persentase (%)
0 -8 %	Datar	6.470	13,2
8 – 15%	Landai	8.293	16,7
15 – 25%	Agak Curam	10.199	20,7
25 – 45%	Curam	23.867	49,3
> 45%	Sangat Curam	-	-
Total		48.828	100

Sumber: Hasil interpretasi SRTM dan cek lapangan Tahun 2010

Tabel 3 menunjukkan bahwa kemiringan lereng di DAS Alo-Pohu didominasi oleh lereng curam dengan kemiringan berkisar 25 – 45% dengan persentase luasan 49,3%. Kemiringan lereng yang besar akan mempercepat laju dan volume aliran permukaan, sehingga dapat meningkatkan energi kinetik aliran permukaan untuk melepaskan partikel-partikel tanah.

Berdasarkan Peta Tanah Tinjau yang dibuat oleh Pusat Penelitian Tanah Agroklimat (1992) dan Peta Tanah DAS Limboto yang dibuat oleh BP DAS Bone-Bolango Tahun 2005, jenis tanah yang mendominasi DAS Alo-Pohu adalah jenis tanah Podsolik, Andosol, Grumusol yang peka terhadap terjadinya erosi permukaan, serta jenis tanah Litosol dan Rendzina yang merupakan tanah dengan kepekaan tinggi terhadap terjadinya erosi. Persentase luasan lahan pertanian di DAS Alo-Pohu adalah 63,13% dan jenis pertaniang yang dominan adalah budidaya tanaman jagung.

2. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Besarnya Erosi Permukaan Pada Lahan Pertanian Jagung

Salah satu faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap kejadian erosi permukaan adalah curah hujan. Hujan menyebabkan erosi tanah melalui dua jalan yaitu pelepasan butiran tanah oleh pukulan air hujan pada permukaan tanah dan kontribusi curah hujan terhadap aliran permukaan. Dalam penelitian ini pengukuran erosi permukaan dilakukan selama 12 bulan yaitu dari Bulan Januari s/d Desember Tahun 2010. Persamaan regresi model hubungan antara tebal hujan dengan erosi permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan regresi hubungan antara tebal hujan dengan erosi permukaan

No	Lokasi	Persamaan Regresi	R	R ²	Sig
1	Plot Jagung Agak Curam	$\text{Log Y} = -2,73 + 3,74 \text{ Log X}$	0,94	0,88	0,000*
2	Plot Jagung datar	$\text{Log Y} = -3,2 + 3,11 \text{ Log X}$	0,66	0,43	0,040
3	Plot Tanpa Vegetasi	$\text{Log Y} = 1,12 + 0,72 \text{ Log X}$	0,42	0,18	0,090
4	Plot Jagung Curam	$\text{Log Y} = 0,28 + 1,71 \text{ Log X}$	0,69	0,47	0,009*
5	Plot Jagung Landai	$\text{Log Y} = -3,02 + 2,93 \text{ Log X}$	0,88	0,77	0,000*

Sumber : Hasil analisis.

*) signifikan pada tingkat kepercayaan 95%

Uraian pengaruh tebal hujan terhadap besarnya erosi permukaan pada masing-masing plot diuraikan pada bagian berikut.

a) Plot Jagung Agak Curam

Plot Datahu 1 merupakan plot pengukuran erosi pada pertanian lahan kering dengan vegetasi utama adalah tanaman jagung dan terletak pada kemiringan lereng agak curam (15 - 25%). Jenis tanah pada plot ini adalah Podsolik dengan tekstur lempung, permeabilitas lambat (0,49 cm/jam) dan kandungan bahan organik 2,78%. Kondisi vegetasi penutup lahan pada plot erosi ini berubah-ubah selama masa pengukuran sesuai dengan jadwal penanaman jagung di lokasi penelitian. Pada awal pengukuran (bulan Januari) kondisi vegetasi penutup lahan pada plot pengukuran adalah tanaman jagung dengan masa tanam 1 bulan. Pada kondisi ini limpasan permukaan mulai terjadi pada tebal hujan 18 mm. Pada kejadian hujan dengan tebal hujan 41,9 mm terjadi limpasan permukaan pada plot erosi sebesar 360 liter atau 85,92% dari keseluruhan air hujan yang masuk ke dalam plot dan besarnya erosi yang terjadi 302,31 gram/m². Kondisi ini terjadi pada saat lahan dengan vegetasi penutup tanaman jagung muda. Pada keadaan ini, tanah masih dalam keadaan gembur dan curah hujan langsung jatuh ke permukaan tanah sehingga mudah tererosi. Kondisi ini berubah seiring dengan perubahan kondisi permukaan plot. Pada kondisi vegetasi penutup lahan berkembang menjadi tanaman jagung tua yang disertai tumbuhnya rumput-rumputan maka besarnya erosi yang terjadi menurun. Pada kondisi ini, erosi yang terjadi pada kejadian hujan dengan tebal 55 mm, terjadi limpasan permukaan pada plot sebesar 208 liter atau 37,8% dari keseluruhan air hujan yang masuk ke dalam plot. Ini berarti 62,2% air hujan yang masuk ke dalam plot terinfiltrasi ke dalam tanah. Erosi yang terjadi pada kondisi ini sebesar 247,41 gram/m². Hal ini menggambarkan bahwa pada tebal hujan yang lebih besar, terjadi penurunan besarnya limpasan permukaan dan erosi permukaan. Hal ini disebabkan karena permukaan tanah tertutup oleh tanaman jagung dan rumput-rumputan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan ditahan oleh tajuk vegetasi sehingga daya rusak tumbukan tetesan air hujan akan berkurang. Peran vegetasi terhadap penurunan besarnya erosi adalah melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan, mengurangi kecepatan aliran permukaan dan menahan partikel tanah tetap di tempat.

Pada kondisi lahan siap tanam, besarnya limpasan yang terjadi pada tebal hujan 30,5 mm adalah sebesar 268 liter atau 87,9% dari keseluruhan air hujan yang masuk plot, dan besarnya erosi permukaan yang terjadi adalah 1143,44 gram/m². Pada kondisi lahan siap tanam, permukaan tanah gembur sehingga rentan terhadap erosi. Besarnya persentase limpasan permukaan pada plot ini disebabkan oleh permeabilitas tanah lambat (0,49 cm/jam) dan kandungan bahan organik yang rendah (2,78%). Permeabilitas tanah yang lambat mengakibatkan curah hujan yang jatuh ke tanah tidak mudah terserap ke dalam tanah. Kondisi ini diperkuat dengan keadaan vegetasi penutup tanah yang jarang. Nilai koefisien determinasi adalah 0,88. Hal ini berarti bahwa 88% erosi permukaan yang terjadi pada lahan pertanian jagung dengan lereng agak curam dipengaruhi oleh curah hujan.

b) Plot Jagung Datar

Plot Pulubala 2 merupakan plot pengukuran erosi pada lahan pertanian datar yang dilakukan dengan sistem penanaman bergilir dengan komposisi vegetasi tanaman jagung, kacang-kacangan dan terletak pada daerah datar. Kondisi lahan pada plot erosi ini berubah-ubah selama masa pengukuran. Pada Bulan Januari s/d Maret vegetasi penutup lahan adalah tanaman kacang hijau. Pada kondisi ini, limpasan dan erosi permukaan mulai terjadi pada kejadian hujan dengan tebal 19,3 mm, dengan volume limpasan permukaan sebesar 2,5 liter (1,30%) dan besar erosi permukaan yang terjadi 0,42 gram/m². Pada keadaan lahan ditanami

kacang-kacangan dengan tebal hujan 45,2 mm menghasilkan volume limpasan sebesar 26 liter (5,75%) dan erosi permukaan sebesar 3,89 gram/m². Pada lahan pertanian yang datar, curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah masih tertahan di permukaan tanah sehingga persentase air hujan yang terinfiltrasi lebih besar dibanding dengan persentase limpasan.

c) Plot Tanpa Vegetasi

Jenis tanah pada plot ini adalah Grumusol dengan tekstur lempung berpasir, permeabilitas lambat, kandungan bahan organik 4,72% dan erodibilitas tanah 0,36.

Erosi permukaan pada tanah terbuka (lahan bero) berubah seiring dengan perubahan vegetasi penutup pada lahan tersebut. Pada awal penelitian lokasi plot erosi masih merupakan tanah terbuka tanpa vegetasi penutup, dan kemudian berkembang menjadi semak belukar. Hasil pengukuran erosi menunjukkan bahwa besarnya erosi yang dihasilkan berubah seiring dengan adanya perubahan vegetasi penutup lahan di dalam lokasi plot. Pada kondisi tanpa vegetasi, erosi permukaan terjadi pada curah hujan yang rendah mulai dari 11,0 mm dengan besar limpasan permukaan yang dihasilkan adalah 13 liter atau 11,82% dari total air hujan yang masuk plot, besar erosi permukaan yang terjadi adalah 12,2 gram/m². Pada kondisi tanpa vegetasi, erosi yang terjadi pada curah hujan 40 mm menghasilkan erosi 352,7 gram/m². Akan tetapi setelah lahan berkembang dan ditumbuhi oleh tanaman bawah, maka erosi permukaan mulai terjadi pada tebal hujan > 16 mm. Pada curah hujan 50,5 mm erosi yang dihasilkan sebesar 9,18 gr/plot jauh lebih rendah dibanding erosi yang terjadi pada saat lahan kosong (belum ditumbuhi tanaman). Nilai koefisien determinasi rendah yaitu 0,18 yang berarti bahwa besarnya erosi permukaan pada lahan pertanian datar 18% dipengaruhi oleh curah hujan.

d) Plot Jagung Curam

Jenis tanah pada plot ini adalah Andosol, tekstur lempung liat berpasir, permeabilitas sedang (2,18 cm/jam), kandungan bahan organik 2,23% dan erodibilitas 0,37.

Kondisi plot ini berubah-ubah selama masa pengukuran. Besarnya erosi permukaan yang terjadi pada plot ini juga berubah-ubah seiring dengan perubahan vegetasi penutup lahan. Pada saat tanah ditumbuhi oleh tanaman jagung yang berumur ± 2 bulan dan disertai rumput-rumputan, erosi permukaan mulai terjadi pada tebal hujan 32,8 mm dengan besar limpasan 30 liter (15%) dan erosi yang dihasilkan adalah 11,65 gram/m². Pada saat lahan bero, dengan tebal hujan 22,7 mm, limpasan permukaan yang terjadi sebesar 53 liter atau 23,35% dari total air hujan yang masuk plot. Erosi permukaan yang terjadi pada kondisi tersebut adalah 19,89 gram/m². Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi lahan tanpa vegetasi, dengan tebal hujan dalam kisaran yang hampir sama menghasilkan erosi permukaan yang lebih besar.

Erosi permukaan yang terjadi pada lahan pertanian curam selain dipengaruhi oleh curah hujan, juga dipengaruhi oleh kondisi vegetasi penutup lahan. Pada saat tanah siap tanam hingga umur jagung 1 bulan, limpasan dan erosi permukaan yang terjadi besar. Hal ini disebabkan karena pada awal masa tanam, kondisi tanah dalam keadaan gembur, tanpa seresah dan tanaman bawah. Pada kondisi demikian, curah hujan yang jatuh langsung ke permukaan tanah, sehingga energi kinetik curah hujan untuk mengikis tanah menjadi besar. Besarnya koefisien determinasi pada plot ini adalah 0,47 yang berarti bahwa besarnya erosi yang terjadi pada lahan pertanian curam 47% dipengaruhi oleh curah hujan.

e) Plot Jagung Landai

Jenis tanah pada plot ini adalah Grumusol, tekstur lempung berdebu, permeabilitas lambat (0,15 cm/jam), kandungan bahan organik 4,03%. Erosi permukaan pada plot ini mulai terjadi

pada tebal hujan 20 mm, limpasan permukaan yang terjadi sebesar 7 liter (3,5%), dan erosi permukaan yang dihasilkan sebesar 0,49 gram/m². Pada saat tebal hujan 44 mm, limpasan yang terjadi sebesar 29,7 liter (6,75%) dan erosi permukaan yang terjadi 6,04 gram/m². Erosi terbesar selama pengukuran adalah 18,02 gram/m² yang terjadi pada tebal hujan 66 mm.

Besarnya koefisien determinasi pada plot ini adalah 0,77. Hal ini berarti besarnya erosi yang terjadi pada lahan pertanian jagung landai 77% dipengaruhi oleh curah hujan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa besarnya erosi permukaan yang terbesar terjadi pada plot lahan pertanian kering dengan kemiringan lereng curam dan agak curam. Pada lereng curam, volume dan kecepatan aliran permukaan semakin besar sehingga daya erosifnya juga semakin besar. Apabila kondisi ini disertai dengan kondisi lahan yang siap tanam, tanah dalam keadaan gembur sehingga rentan terhadap erosi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Asdak (2006) yaitu aliran permukaan dan erosi permukaan meningkat dengan adanya pengurangan tanaman pada masing-masing plot percobaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur tanaman penutup lahan merupakan faktor penting yang mempengaruhi besarnya erosi permukaan. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Suratman (2005) bahwa tingkat bahaya erosi terbesar berada pada daerah-daerah perbukitan dan pegunungan yang telah dimanfaatkan sebagai daerah pertanian lahan kering (tegalan).

Kemampuan air hujan sebagai penyebab terjadinya erosi adalah bersumber dari laju dan distribusi tetesan air hujan, dimana kedua indikator tersebut mempengaruhi besarnya energi kinetik air hujan. Energi kinetik air hujan yang menyebabkan terkelupasnya partikel-partikel tanah. Pada lahan dengan vegetasi penutupnya rapat dan disertai oleh tanaman bawah, maka air hujan yang jatuh akan tertahan oleh tajuk tanaman, sehingga kecepatan jatuhnya tetesan air hujan akan berkurang. Penurunan laju tetesan air hujan mengakibatkan energi kinetik hujan dalam mengerosi tanah menjadi berkurang. Namun demikian, seiring dengan meningkatnya intensitas dan penyebaran curah hujan, yang disertai dengan keterbatasan daya infiltrasi tanah mengakibatkan terjadinya limpasan permukaan (*overland flow*). Limpasan permukaan ini dapat mengikis permukaan tanah.

3. Model pengaruh kondisi lingkungan DAS dan penggunaan lahan terhadap besarnya erosi permukaan

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya erosi permukaan pada suatu daerah aliran sungai selain curah hujan adalah karakteristik lereng, jenis tanah dan penggunaan lahan. Untuk mengetahui pengaruh karakteristik fisik lahan tersebut terhadap besarnya erosi permukaan dilakukan analisis regresi dengan variabel Dummy. Hasil analisis regresi pengaruh curah hujan, kemiringan lereng terhadap besarnya erosi permukaan pada lahan pertanian jagung ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$\text{Log } Y = -0,756 + 1,191 \text{ Log Hujan} - 0,381 \text{ DPt} + 0,384 \text{ Dlandai} + 0,636 \text{ Dagakcuram} + 0,691 \text{ Dcuram} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- Y = erosi permukaan (ton/km²)
- Hujan = tebal hujan (mm)
- DPt = pertanian jagung
- Dlandai = lereng landai (8-15%)
- Dagak curam = lereng agak curam (15-25%)
- Dcuram = lereng curam (25-45%)

Hasil analisis diperoleh bahwa terdapat pengaruh yang signifikan kondisi lingkungan DAS terhadap besarnya erosi permukaan dengan nilai koefisien korelasi $R = 0,633$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,40$. Ini berarti bahwa besarnya erosi permukaan 40% secara bersama-sama ditentukan oleh kondisi curah hujan, tanah dan penggunaan lahan. Nilai *Standard Error of Estimate* adalah 0,57. Angka ini lebih kecil dari nilai standar deviasi erosi permukaan 0,71. Dengan demikian model persamaan regresi (persamaan 2) dapat digunakan sebagai prediktor besarnya erosi permukaan. Hasil ini ditunjang oleh hasil uji ANOVA atau F test, diperoleh F hitung adalah 31,492 dengan tingkat signifikansi 0,000.

Dalam analisis regresi dengan variabel Dummy untuk variabel penggunaan lahan kategori tanah terbuka dan variabel lereng kategori lereng datar sebagai *excluded variable*, oleh karena itu dijadikan pembanding untuk kategori lainnya. Pada variabel penggunaan lahan untuk pertanian jagung (*included variable*) memiliki nilai koefisien regresi sebesar -0,381. Dengan kata lain besarnya erosi permukaan pada lahan pertanian jagung 38,1% lebih rendah dari erosi permukaan yang terjadi pada tanah terbuka (*excluded variabel*).

Untuk variabel lereng, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi pada variabel Dlandai (*included variable*) adalah 0,384, pada variabel Dagak curam sebesar 0,636 dan pada variabel Dcuram sebesar 0,691. Dengan kata lain besarnya erosi permukaan yang terjadi pada lahan dengan kemiringan lereng landai lebih tinggi 38,4% dibanding dengan besarnya erosi permukaan pada lahan datar, pada lereng agak curam lebih tinggi 63,6% dan pada lereng curam 69,1% lebih tinggi dibanding besarnya erosi permukaan yang terjadi pada lereng datar (*excluded variable*). Dalam persamaan regresi tersebut, variabel tanah tidak menjadi prediktor besarnya erosi permukaan pada DAS Alo-Pohu, sebab jika dilihat dari tingkat kepekaan terhadap erosi, jenis tanah pada DAS Alo-Pohu tidak beragam.

Berdasarkan persamaan (2) maka total erosi permukaan yang terjadi pada lahan pertanian jagung dengan berbagai variasi kemiringan lereng adalah 70,6939 ton/ha. Dengan demikian erosi permukaan yang dihasilkan oleh lahan pertanian jagung pada DAS Alo-Pohu termasuk kategori erosi sedang.

E. Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan curah hujan, kemiringan lereng terhadap tingkat erosi permukaan pada lokasi lahan pertanian jagung. Erosi terbesar pada lahan pertanian jagung terjadi pada saat lahan siap tanam dan erosi terendah terjadi pada saat lahan pertanian jagung siap panen. Besarnya erosi permukaan ini bervariasi pada setiap jenjang pertumbuhan tanaman jagung. Erosi permukaan yang terjadi di DAS Alo-Pohu yang dihasilkan dari lahan pertanian jagung dikategorikan erosi sedang (70,6939 ton/ha/tahun atau total erosi 172.493,11 ton/tahun). Hal ini ditunjang oleh jenis tanah pada lokasi penelitian yang merupakan tanah yang peka dan sangat peka terhadap erosi.

F. Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Memperhatikan tingkat erosi permukaan pada lahan pertanian jagung, maka disarankan untuk memprioritaskan wilayah pengelolaan untuk mereduksi dan mencegah bahaya erosi berdasarkan tingkat sebaran erosi permukaan, khususnya pada tanah terbuka (lahan berro), lahan pertanian jagung siap tanam terutama pada lereng agak curam hingga curam.

2. Mewaspadai periode hujan bulan Desember-Januari dan periode bulan Mei-Juni yang merupakan saat-saat terjadinya erosi dengan tingkatan sedang hingga berat dan berpeluang untuk terjadinya longsoran.
3. Menetapkan suatu kawasan percontohan untuk mengadopsi dan mengimplementasikan teknik konservasi tanah guna mencegah terjadinya erosi permukaan, serta melakukan monitoring secara berkala.
4. Mengusahakan pemberdayaan masyarakat dalam kegiatan pengelolaan lingkungan.
5. Penelitian ini masih sebatas mengkaji tingkat erosi permukaan pada lahan pertanian jagung, untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji lebih mendalam tentang penerapan teknik konservasi yang efektif guna pencegahan erosi di DAS Alo-Pohu serta kajian mendalam tentang pengaruh sosial ekonomi masyarakat terhadap kecenderungan pengurangan luas hutan guna mencari solusi tingginya tingkat erosi permukaan di DAS Alo-Pohu.

G. Daftar Pustaka

- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asdak, Chay. 2006. Hydrological Implication of Bamboo and Mixed Garden in The Upper Citarum Watershed. *Indonesian Journal of Geography Vol. 38, Number 1, June 2006*.
- Barrow, C.J. 1999. *Environmental Management. Principle and Practice*. Routledge, London and New York.
- Ritter, Dale.F., R.Craig Kochel., Jerry R. Miller.1995. *Process Geomorphology*. Wm.C. Brown Publisher.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi. Diterjemahkan oleh Ir. Sentot Subagyo*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Summerfield, M.A. 1991. *Global Geomorphology*. Longman Scientific & Technical. Copublished in the United States With John Wiley & Sons, Inc New York.
- Suratman Worosuprodjo, 2005. Bahaya Erosi Permukaan di Daerah Sungai Oyo Kabupaten Gunung Kidul Provinsi DI Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia Volume 19, Nomor 1, Maret 2005*
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi, Yogyakarta.