Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. VII No. 1 : 37-47 (2001) Artikel (Article)

ALIRAN PERMUKAAN DAN EROSI DI AREAL TUMPANGSARI TANAMAN PINUS MERKUSII JUNGH. ET DE VRIESE.

Surface Run-off and Erosion from the Logged over Pinus merkusii Jungh. Et de Vriese. Forest Plantation under Tumpangsari System management

RUDI ISPRIYANTO$^{1)}$, NANA MULYANA ARIFJAYA$^{2)}$, dan HENDRAYANTO$^{2)}$

ABSTRACT

The rate of surface run-off and erosion from the logged over pine forest plantation under tumpangsari system (taungya) management which combine the perrenial plant of one year old pine plantation and different annual crops on two different physical characteristic of catchment areas (Plot A and Plot B) were measured. Surface run-off from Plot A and B were 2 % and 0.3 % of rainfall respectively. The rate of erosion from Plot A and B were 6.7 and 0.9 ton/ha/yr respectively The rate of erosion from Plot A and B were higher than that of the previous pine forest plantation, but they were lower than the rate of tolerable erosion.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berkurangnya penutupan lahan oleh vegetasi terutama di lahan-lahan miring sering mengakibatkan laju aliran permukaan dan erosi meningkat. Laju aliran permukaan dan erosi dipengaruhi oleh derajat keterbukaan dan cara-cara pengolahan tanahnya. Peningkatan laju aliran permukaan dan erosi dalam jangka panjang akan menyebabkan menurunnya kesuburan tanah di lahan tererosi. Penurunan kesuburan tanah selanjutnya akan menyebabkan penurunan produktifitas sumberdaya lahan. Peningkatan laju aliran permukaan dan erosi juga dapat menyebabkan peningkatan laju sedimentasi di bagian hilir yang dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai, sehingga peluang terjadinya banjir di musim penghujan meningkat akibat berkurangnya daya tampung badan sungai terhadap jumlah aliran permukaan yang terjadi. Peningkatan jumlah dan laju aliran permukaan menyebabkan air hujan yang sampai di permukaan tanah secara cepat dialirkan ke saluran-saluran drainase (sungai) sehingga jumlah air yang masuk ke dalam tanah menjadi berkurang, akibatnya di musim kering peluang terjadinya kekeringan meningkat.

Kegiatan penanaman di areal bekas tebangan dalam rangka pengelolaan hutan di Perum Perhutani umumnya dilakukan secara tumpangsari, yaitu areal ditanami selain dengan tanaman pokok (tanaman keras kehutanan) untuk jangka waktu tertentu ditanami juga dengan tanaman-tanaman semusim dengan pengolahan tanah tertentu. Praktek pengelolaan tanah ini sangat potensial meningkatkan laju erosi dan aliran permukaan,

---

1) Alumnus Fakultas Kehutanan IPB, Jurusan Manajemen Hutan, Laboratorium Pengaruh Hutan
2) Staf Pengajar Fakultas Kehutanan IPB, Jurusan Manajemen Hutan, Laboratorium Pengaruh Hutan

selain akibat berkurangnya persentase penutupan lahan oleh vegetasi juga intensitas pengolahan tanah relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pada saat masih dalam bentuk hutan atau apabila praktek penanaman hutan tidak dilakukan secara tumpangsari.

Data perubahan laju aliran permukaan dan erosi yang diakibatkan oleh suatu kegiatan dalam rangka pengelolaan hutan yang berwawasan lingkungan sangat diperlukan sehingga data/informasi tersebut penting untuk dikumpulkan.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju aliran permukaan, erosi, dan tingkat bahaya erosi di areal tumpangsari tanaman pinus dengan kondisi fisik dan penutupan lahan yang berbeda.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan pada Bulan Juli-Oktober 2000. Lokasi penelitian merupakan areal tumpangsari tanaman Pinus merkusii Jungh. et de Vriese tahun tanam 1999 yang terletak di wilayah Kerja RPH Tenjowaringin, BKPH Singaparna, KPH Tasikmalaya, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Lokasi penelitian termasuk dalam Sub DAS Cibangban, DAS Ciwulan di ketinggian 1.150 mdpl, Sungai Ciwulan mengalir dari arah Gunung Karacak ke arah Mangunreja menuju Selatan dan bermuara ke Samudra Hindia di daerah Cikalong.

Curah hujan di lokasi penelitian tergolong tinggi dengan variasi curah hujan yang cukup besar. Rata-rata curah hujan dalam 4 tahun terakhir (1994-1998) mencapai 3.542 mm/tahun dengan rata-rata hari hujan sebanyak 145,8 hari hujan.

Bahan tanah di lapisan paling atas adalah bahan-bahan letusan Gunung Galunggung di tahun 1982, terutama fraksi pasir. Tanah termasuk tanah yang baru berkembang atau tanah muda, hal ini ditunjukkan oleh belum berkembangnya horizon dan struktur tanah, kandungan liat dan pasir sangat tinggi, dan tidak ada kesinambungan horizon tersebut. Berdasarkan klasifikasi PPT (1992) dan FAO/UNESCO (1975) tanah di lokasi penelitian termasuk tanah regosol, sedangkan berdasarkan Sistem Taksonomi Tanah, USDA (1990), tanah di daerah ini dapat dikategorikan kedalam order Entisol, sub order Psament, Great Group Tropopsaments dan Sub Group Typic Tropopsaments. Tanah di lokasi penelitian mempunyai kejenuhan basa yang tinggi, kapasitas tukar kation yang rendah, reaksi tanah yang mendekati netral, dan kandungan hara yang tergolong tinggi.

Jenis pohon di lokasi penelitian adalah Pinus merkusi sebagai tanaman pokok, secang sebagai tanaman pengisi, kaliandra sebagai tanaman pagar. Tanaman semusim yang ditanam adalah padi gogo, jagung, kol, kacang merah, kacang panjang, labu, tomat dan cabai yang mempunyai daur antara 1 sampai 6 bulan.

Perubahan kondisi lapangan (pengolahan tanah dan penutupan tanah) selama periode penelitian disajikan dalam Tabel 2.

Pengukuran dan Analisis Data

Satuan pengukuran aliran permukaan dan erosi yang digunakan adalah daerah tangkapan hujan alami (cathment area). Daerah tangkapan ini selanjutnya disebut sebagai Plot. Aliran permukaan dan erosi yang terjadi di dalam plot diukur dengan menempatkan dua drum penampung aliran permukaan dan sedimen di bagian hilir plot. Drum I dilubangi (8 lubang) dengan diameter masing-masing 8 cm untuk membuang kelebihan air yang ditampung di drum I tersebut. Satu dari delapan lubang tersebut dihubungkan dengan drum II untuk mengukur jumlah aliran permukaan dan sedimen yang tidak tertampung di drum I.

Jumlah aliran permukaan dan tanah tererosi dari plot diukur dari jumlah aliran permukaan dan sedimen yang tertampung oleh kedua drum tersebut. Jumlah sedimen diukur dengan cara mengambil contoh air dari kedua drum tersebut. Contoh air disaring dan sedimen tersaring dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C. Contoh sedimen yang di oven tersebut diukur beratnya tiap jam sampai berat kertas saring dan sedimen tetap. Sedimen kering oven tersebut kemudian ditimbang.

Jumlah sedimen yang mengindikasikan jumlah erosi yang terjadi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

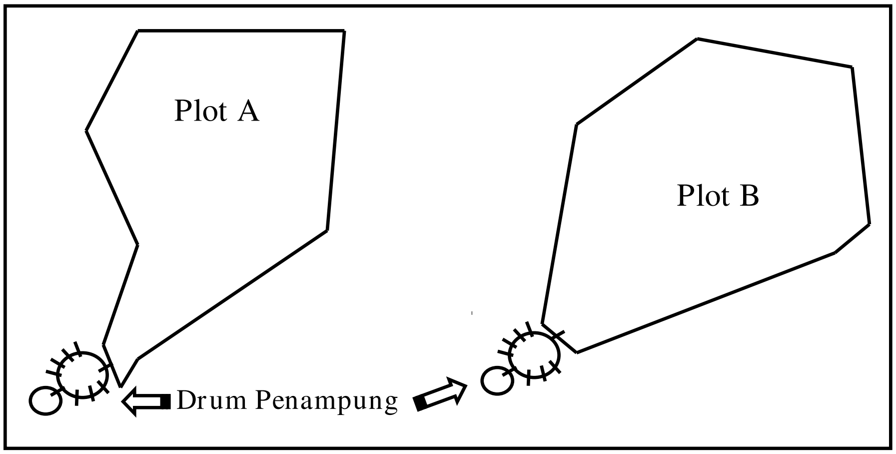
$$E = \frac{C_{ap} \times V_{ap} \times 10^{-3}}{A} \quad \text{.........................}(1)$$

dimana :
E = Tanah tererosi (ton/ha)
C_{ap} = Konsentrasi muatan sedimen (kg/m^3)
V_{ap} = Volume aliran permukaan (m^3)
A = Luas Areal yang mengalami erosi (ha)
10^{-3} = Angka konversi satuan kg menjadi ton

$$V_{ap} = V_I + 8 * V_{II} \quad \text{.........................}(2)$$

dimana :
V_{ap} = Volume aliran permukaan (m^3)
V_I = Volume air drum I (m^3)
V_{II} = Volume air drum II (m^3)

Pengukuran aliran permukaan dan erosi dilakukan di dua areal tumpang sari dengan kodisi bio-fisik yang bebeda (Plot A dan Plot B). Secara skematis plot pengukuran disajikan dalam Gambar 1. Karakteristik biofisik plot A dan plot B disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Sketsa plot pengukuran erosi dan aliran permukaan

Tabel 1. Karakteristik biofisik Plot A dan Plot B

Komponen Biofisik	Plot A	Plot B
Luas (ha)	0.064	0.142
Jenis pohon	pinus	pinus
Tanaman semusim	padi	kacang merah
Bulk Density Tanah (gr/cm^3)	0.57	0.66
Porositas (%)	77.76	74.43
Permebilitas (cm/jam)	29.23	45.45
Kemiringan lereng (%) Hulu	40 (60 % luas plot)	110 (50 % luas plot)
Hilir	5 (40 % luas plot)	85 (50 % luas plot)
Tehnik Konservasi	Teras Bangku	Teras Gulud

Laju erosi tahunan diduga dengan menggunakan persamaan regresi hubungan curah hujan dengan erosi .

$$E_h = a + b\,R \quad \text{.......}(3)$$

$$E_t = E_h * H_t \quad \text{.......}(4)$$

dimana :

E_h = Erosi harian dugaan (ton/ha/hari)
E_t = Erosi tahunan dugaan (ton/ha/th)
H_t = Jumlah hari hujan rata-rata dalam setahun
R = Curah hujan (mm/hari)
a = Koefisien regresi
b = Intersep (Perpotongan dengan sumbu Y)

Erosi yang terjadi di hutan Pinus yang belum ditebang diduga dengan mengasumsikan bahwa perubahan laju erosi yang terjadi hanya dipengaruhi oleh perubahan faktor vegetasi dan pengolahan lahan termasuk teknik konservasi tanah yang diterapkan, sehingga laju erosi dari lahan berhutan pinus diduga dengan persamaan berikut :

$$E_t = E_{pot} * C_t * P_t \quad \text{.......} (5)$$

$$E_{pot} = E_t / C_t * P_t \quad \text{.......} (6)$$

$$E_{Pn} = E_{pot} * C_{Pn} * P_{Pn} \quad \text{.......} (7)$$

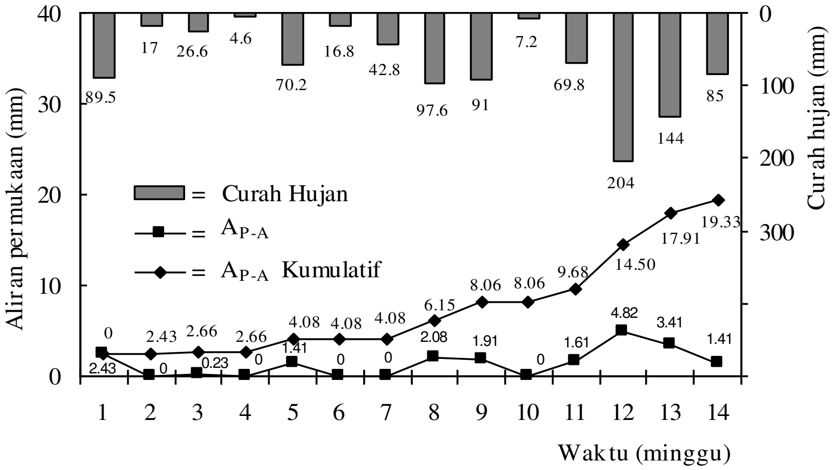
dimana:

E_t = Erosi hasil pengukuran (ton/ha/th)
E_{pot}= Erosi potensial dugaan (ton/ha/th)
C_t = Nilai faktor vegetasi tumpangsari
P_t = Nilai faktor pengolahan & teknik konservasi di areal tumpangsari
E_{Pn} = Erosi dugaan di lahan dg tegakan pinus (ton/ha/th)
C_{Pn} = Nilai faktor vegetasi tegakan pinus
P_{Pn} = Nilai faktor pengolahan & teknik konservasi di tegakan pinus

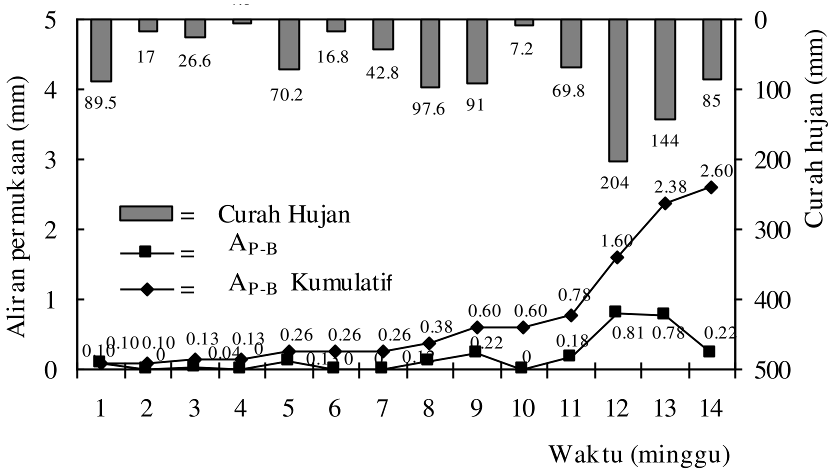
Penetapan nilai C menggunakan pendekatan Dissmeyer dan Foster (1981). Nilai C merupakan hasil perkalian dari nilai sub faktor keadaan lahan hutan. Sub faktor tersebut adalah 1) banyaknya bagian tanah terbuka, 2) tajuk, 3) penggunaan tanah, 4) faktor kandungan bahan organik, 5) akar-akar halus, 6) simpanan setempat, 7) pengikatan serasah, 8) teknik konservasi, 9) kecuraman lapangan dan 10) pengolahan tanah. Nilai dari sub faktor C ini didapat dari kurva penampilan tumbuhan dan keadaan permukaan tanah. Untuk kondisi lahan di areal penelitian didapat enam nilai sub faktor C yaitu 1) banyaknya bagian tanah terbuka, 2) tajuk, 3) penggunaan tanah, 4) akar-akar halus, 5) teknik konservasi, dan 6) pengolahan tanah. Nilai faktor P ditetapkan dengan pendekatan yang dikemukaan oleh Abdurachman dkk (1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

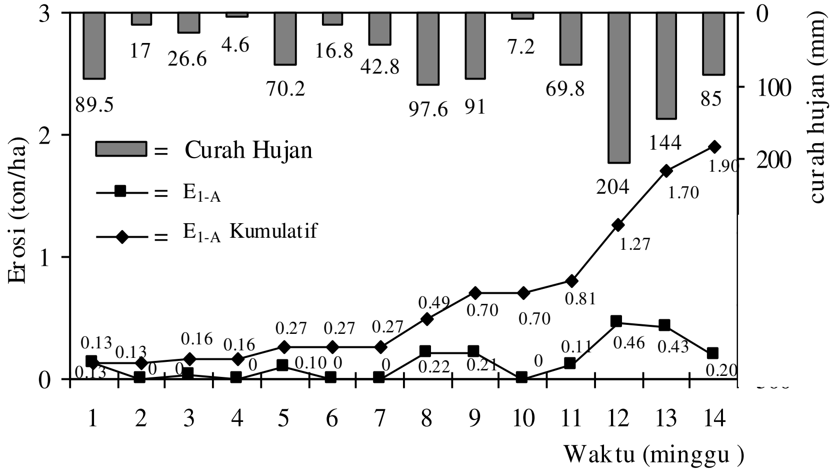
Hasil pengukuran erosi di Plot A dan B selama 3 bulan pengamatan disajikan dalam Gambar 2 dan 3, sedangkan aliran permukaan di Plot A dan B disajikan dalam Gambar 4 dan 5. Perubahan kondisi areal penelitian menurut waktu (keterangan sumbu x dari gambar-gambar) disajikan dalam Tabel 2. Hubungan kejadian hujan harian dengan jumlah erosi harian disajikan dalam Gambar 6.



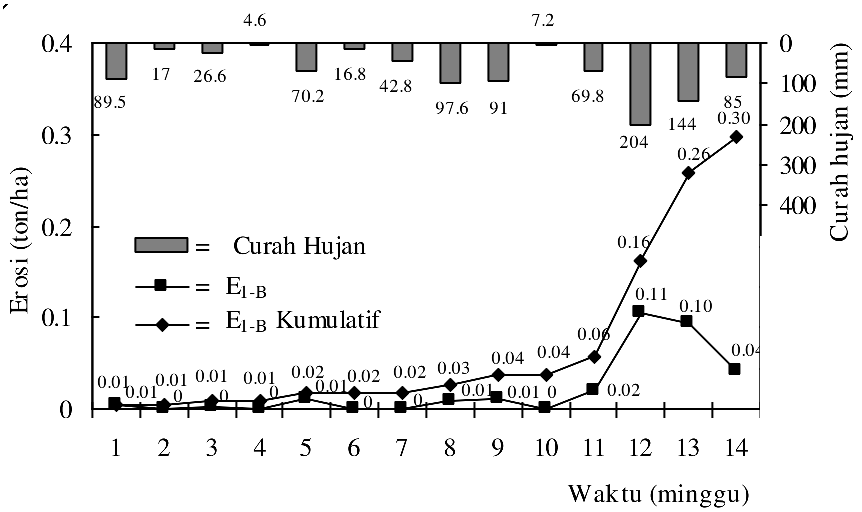
Gambar 2. Aliran permukaan setiap kejadian hujan dan kumulatifnya di Plot A



Gambar 3. Aliran permukaan setiap kejadian hujan dan kumulatifnya di Plot B



Gambar 4. Erosi setiap kejadian hujan ($E_{1\text{-}A}$) dan erosi kumulatif ($E_{1\text{-}A}$ kumulatif) di Plot A



Gambar 5. Erosi setiap kejadian hujan ($E_{1\text{-}B}$) dan erosi kumulatif ($E_{1\text{-}B}$ kumulatif) di Plot B

Gambar 2 dan 3 serta Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa jumlah aliran permukaan dan erosi di kedua plot penelitian berbeda. Pada kejadian hujan total 966.1 mm, besarnya aliran permukaan di plot A 19.36 mm (2 % dari total curah hujan) dan di plot B 2.60 mm (0.3 % dari jumlah curah hujan) (7,4 : 1), sedangkan erosi total yang terukur di plot A adalah 1.90 ton/ha dan di plot B 0.30 ton/ha (6,4 :1). Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa jumlah aliran permukaan dan erosi di plot A lebih besar dari jumlah aliran permukaan dan erosi di plot B.

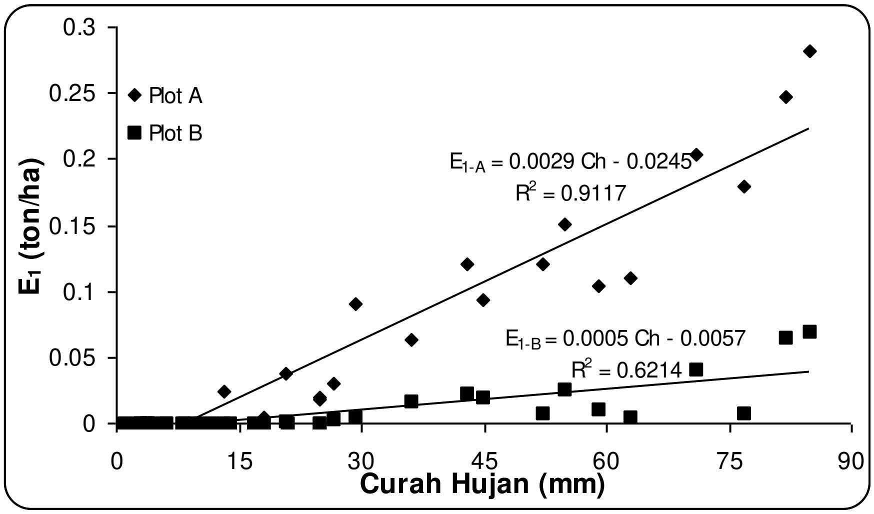
Adanya perbedaan jumlah aliran permukaan dan erosi yang terjadi di kedua plot tersebut disebabkan oleh interaksi berbagai faktor yang mempengaruhinya yaitu sifat tanah, kemiringan lereng, vegetasi, dan tehnik konservasi tanah. Faktor iklim dianggap tidak mempengaruhi dikarenakan lokasi antara plot A dan plot B hanya berjarak kurang lebih 100 meter.

Tabel 2. Perubahan kondisi tanah dan tanaman di areal penelitian menurut waktu selama periode penelitian

Waktu (minggu)	Plot A	Plot B	Keterangan
1	Tp 24 m	OT	Tp : Tanaman padi Ts : Tanaman sawi Tk : Tanaman kacang RB : Rumput diberakan LB : Lahan diberakan OT : Lahan diolah dan ditanam m : Minggu
2	Tp 25 m	Tk 1 m	
3	Panen	Tk 2 m	
4	LB	Tk 3 m	
5	OT	Tk 4 m	
6	Tp 1 m	Tk 5 m	
7	Tp 2 m	Tk 6 m	
8	Tp 3 m	Tk 7 m	
9	Tp 4 m	Tk 8 m	
10	Tp 5 m	Tk 9 m	
11	Tp 6 m	Tk 10 m	
12	Tp 7 m	Tk 11 m	
13	Tp 8 m	Panen	
14	Tp 9 m	OT	

Sifat fisik, kimia dan biologi tanah sangat dipengaruhi oleh keadaan humus dan serasah di permukaan tanah yang mempunyai hubungan erat dengan tata air hutan. Kohnke dan Bertrand (1959) menyatakan bahwa sisa tanaman sebagai mulsa dari vegetasi sangat berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Mulsa atau serasah dapat memperkecil terjadinya erosi percikan di permukaan tanah yang disebabkan oleh air hujan, mempertinggi agregasi tanah dan memperbaiki struktur tanah serta mempertahankan kapasitas memegang air cukup tinggi untuk menekan besarnya jumlah aliran permukaan dan erosi. Dari hasil pengukuran, jumlah serasah di plot B lebih banyak dibandingkan dengan yang ada di Plot A.

Arsyad (1989) menyatakan bahwa sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi adalah tekstur tanah, bentuk dan kemantapan struktur tanah, daya infiltrasi, permeabilitas tanah, kandungan bahan organik, kapasitas lapang, tebal horison dan kadar air. Tanah yang banyak mengandung bahan organik akan memperbesar nilai infiltrasi. Permebilitas tanah di Plot B (45.45 cm/jam) lebih besar dari tanah di Plot A (29.23 cm/jam).



Gambar 6. Hubungan antara curah hujan dengan erosi di plot dan plot B.

Hardjowigeno (1992) mengemukakan bahwa tanah dengan tekstur kasar seperti pasir, tahan terhadap erosi, karena butir-butir yang kasar membutuhkan lebih banyak tenaga untuk mengangkut. Tekstur tanah yang paling peka terhadap erosi adalah debu dan pasir sangat halus. Makin tinggi kandungan debu dalam tanah maka tanah menjadi makin peka terhadap erosi. Menurut Sinukaban (1984) dalam Sukri (1994) daya infiltrasi tanah dipengaruhi oleh porositas dan struktur tanah. Arsyad (1989) mengemukakan bahwa jumlah curah hujan rata-rata dalam satu masa mungkin tidak menyebabkan erosi jika intensitasnya menurun, demikian juga halnya dengan waktu yang singkat mungkin tidak menyebabkan erosi karena tidak cukup untuk mengalirkan tanah yang tererosi.

Perbedaan besarnya aliran permukaan dan erosi yang terjadi di plot A dan plot B juga disebabkan oleh faktor kemiringan lereng. Kohnke dan Bertrand (1959) menyatakan, umumnya erosi meningkat dengan bertambahnya lereng untuk intensitas hujan yang tinggi, tetapi bila intensitasnya rendah erosi akan makin menurun. Baver (1961) menyatakan bahwa pengaruh panjang lereng terhadap erosi sangat bervariasi tergantung dari jenis tanah. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pengaruh panjang lereng terhadap erosi sangat bervariasi, tergantung pada jenis tanah. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin panjang lereng di semua jenis tanah, kecuali tanah Fayette lempung berdebu menghasilkan aliran permukaan yang lebih rendah daripada lereng yang lebih pendek. Tetapi erosi meningkat dengan semakin panjangnya lereng. Panjang lereng Plot B adalah 63 m dengan kemiringan berkisar 85% di bagian bawah plot dan 110 % di bagian atas plot. Panjang lereng Plot A adalah 12 m dengan kemiringan lereng berkisar antara 5% sampai 40%.

Dari segi faktor vegetasi, adanya perbedaan besarnya aliran permukaan dan erosi di kedua plot tersebut terutama disebabkan oleh adanya perbedaan penutupan vegetasi. Di plot A penutupan vegetasi berupa tanaman padi gogo yang dipanen pada tanggal 7 Agustus

2000 (2 minggu pengamatan) dan kemudian mulai ditanam lagi pada tanggal 29 Agustus 2000 (2 bulan pengamatan). Sedangkan di plot B penutupan vegetasi berupa tanaman kacang merah yang ditanam pada tanggal 2 Agustus 2000 dan kemudian dipanen pada tanggal 19 Oktober 2000 (3 bulan pengamatan). Hasil pengukuran penutupan tanah oleh vegetasi penutup (padi gogo) di plot A selama tiga bulan pengamatan lebih kecil dibandingan penutupan tanah oleh vegetasi penutup (kacang merah) di plot B.

Secara umum kecilnya jumlah aliran permukaan dan erosi yang terjadi di kedua plot disebabkan karena sifat-sifat tanah lokasi penelitian tersebut masih relatif baik. Dalamnya solum tanah, dengan porositas tanah yang tinggi serta nilai permeabilitas yang tinggi pula menyebabkan besarnya nilai infiltrasi yang terjadi yaitu sebesar 98 % dari total curah hujan di plot A, dan sebesar 99.7 % dari total curah hujan di di plot B selama tiga bulan pengamatan. Curah hujan yang jatuh ke dalam DAS sebagian besar menjadi air bawah tanah dan mengalir sebagai aliran dasar. Kejadian ini didukung dengan mengalirnya air sungai Cibangban sepanjang tahun. Kecilnya aliran permukaan yang terjadi menyebabkan kecilnya erosi yang terjadi karena aliran permukaan merupakan media yang sangat penting sebagai pembawa masa tanah yang tererosi.

Dari uraian di atas faktor panjang dan kemiringan lereng tidak berkorelasi positif dengan kejadian aliran permukaan dan erosi. Faktor sifat fisik tanah dan vegetasi penutup lahan lebih dominan dalam mereduksi laju aliran permukaan dan erosi sehingga perbedaan panjang dan kemiringan lereng yang signifikan Plot A dan Plot B tidak banyak berperan dalam meningkatkan laju aliran permukaan dan erosi.

Analisis regresi linier antara curah hujan dengan erosi menunjukkan hubungan yang erat yang ditunjukkan dengan tingginya nilai koefisien determinan (Gambar 6). Dengan menggunakan model regresi linier tersebut, dengan input curah hujan rata-rata harian selama empat tahun (1994-1998) sebesar 23,7 mm/hari dan rata-rata jumlah hari hujan 145,8 hari hujan/th didapat besarnya erosi di Plot A sebesar 6,69 ton/ha/th atau 1,11 mm/th (diasumsikan bulk density = 0,6), sedangkan di plot B sebesar 0,94 ton/ha/th atau 0,15 mm/th. Laju erosi yang masih dapat ditoleran menurut pendekatan yang dikembangkan oleh Hammer (1981) dalam Arsyad (1989) mempunyai nilai T sebesar 4 mm/th. Nilai ini didapat dengan asumsi umur guna lahan selama 500 tahun, kedalaman efektif lokasi penelitian 20 m, faktor kedalaman sama dengan 1 (sub order Psaments). Dengan menggunakan pendekatan yang dikembangkan oleh Arsyad (1989) untuk kondisi tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel, di atas substrata yang telah melapuk didapatkan nilai T sebesar 2,5 mm/th. Dari nilai erosi ini terlihat bahwa kedua kondisi lahan mempunyai laju erosi yang lebih kecil dari laju erosi yang masih dapat dibiarkan.

Walaupun erosi di kedua plot penelitian mempunyai laju erosi yang lebih kecil dari laju erosi yang masih dapat dibiarkan, pembukaan areal hutan dapat meningakatkan laju erosi di kawasan hutan. Hasil pendugaan erosi kawasan hutan pinus dengan menggunakan persamaan (5) s,d (7) dengan nilai factor C_{Pn} diasumsikan sebagai tegakan hutan pinus masak tebang, luas tanah terbuka 10 %, penutupan tumbuhan bawah 95%, tehnik konservasi teras bangku (Plot A) dan guludan (Plot B) didapatkan nilai erosi di Plot A sebesar 0.182 ton/ha/th (0.03 mm/th) dan di Plot B sebesar 0.016 ton/ha/tahun (0.003 mm/th).