

IDENTIFIKASI DAN PENGUKURAN POTENSI EROSI ALUR SERTA DAMPAKNYA DI AREAL PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Aang Kuvaini

Abstrak

Penelitian tentang identifikasi potensi erosi alur dan dampaknya pada areal perkebunan kelapa sawit dilakukan di PT Gemareksa Mekarsari, Nanga Mentajai, Kecamatan Bulik, Kabupaten Lamandau, Propinsi Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi erosi alur dan dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya erosi alur pada areal perkebunan kelapa sawit. Metode kajian yang digunakan meliputi observasi lahan yang terkena erosi alur selama tiga minggu, mengukur titik yang terkena erosi alur, identifikasi pencemaran dan kerusakan lingkungan yang disebabkan erosi alur. Parameter yang diamati adalah jalan dan saluran air. Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat bahwa tanah yang hilang akibat terjadinya erosi alur pada jalan dengan luas 2,1 ha adalah 1.161.424,64 cm³ (1,162 m³). Erosi alur yang terjadi menimbulkan kerusakan pada jalan dan pendangkalan serta pencemaran saluran air/sungai.

Kata kunci: Erosi Alur, Kerusakan tanah, Pencemaran air

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit adalah salah satu perkebunan terbesar di Indonesia. Perkebunan kelapa sawit memberikan keuntungan yang besar bagi negara, serta memberikan peluang kerja kepada masyarakat. Pelaku usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya. Peningkatan ini terjadi karena adanya tuntutan dan permintaan minyak kelapa sawit secara global. Pengembangan perkebunan kelapa sawit dilakukan harus secara berkelanjutan agar produksi minyak kelapa sawit dapat memenuhi permintaan, baik dari pasar lokal maupun secara global.

Untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit banyak hal yang perlu diperhatikan, seperti tanah. Tanah di perkebunan kelapa sawit adalah hal utama yang berperan penting dalam keberhasilan produktivitas buah kelapa sawit. Tanah yang ada di perkebunan kelapa sawit pada musim hujan biasanya sering terjadi erosi, terutama pada daerah yang berbukit maupun daerah yang jumlah vegetasinya sedikit.

Istilah erosi dalam bidang geologi untuk menggambarkan proses pembentukan alur-alur atau parit dan penghanyutan bahan-bahan padat oleh aliran air. Proses erosi lereng dimulai dari pencucian (*slopewash*).

Erosi dan sedimentasi yang diakibatkan oleh air hujan atau aliran air terdiri dari 3 proses utama, yaitu:

1. Pelepasan (*detachment*)
2. Pemindahan (*transportation*)
3. Pengendapan (*deposition*)

Erosi dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran air atau parit dan sungai akibat pengendapan material hasil erosi. Dengan berjalannya waktu, aliran air limpasan terkonsentrasi kedalam suatu lintasan-lintasan alur, dan mengangkut partikel tanah kemudian diendapkan ke daerah dibawahnya yang mungkin berupa sungai, waduk, saluran irigasi, ataupun area pemukiman penduduk. Selain itu juga erosi dapat menyebabkan tumbangannya tanaman kelapa sawit karena tanah tempat akar mencengkram semakin sedikit.

Untuk mengontrol atau mencegah pencucian atau terkikisnya permukaan tanah, maka diperlukan pemahaman proses degradasi permukaan tanah dan faktor-faktor yang mengontrolnya. Proses degradasi tanah ini banyak terjadi di daerah pegunungan atau daerah yang berbukit-bukit, dimana pada lokasi-lokasi ini terjadi degradasi permukaan tanah umumnya berupa erosi permukaan (*surficial erosion*) dan gerakan masa (*mass movement*). Gravitasi merupakan gaya penggerak utama gerakan massa tanah, sedangkan tanah dan aliran air merupakan sumber terjadinya erosi.

Biaya yang dikeluarkan apa bila sudah terjadi erosi akan lebih tinggi karena adanya tambahan pekerjaan seperti pencucian parit. Selain itu juga biaya pemupukan akan semakin tinggi, karena adanya pencucian tanah serta tingkat kemasaman tanah akan semakin meningkat. Oleh karena itu erosi di perkebunan kelapa sawit harus dikendalikan agar dampak dari terjadinya erosi dapat diminimalkan.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan bertempat di Jalan Blok 9 Afdeling Bravo-Barvo, Angsana Estate, PT Gemareksa Mekarsari, Nanga Mentajai, Kecamatan Bulik, Kabupaten Lamandau, Propinsi Kalimantan Tengah.

Alat dan Bahan Pendukung

Alat dan bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah : Meteran, Penggaris, Bambu, Alat tulis, Kamera dan lain lain.

Metode Penelitian

1. Penentuan tempat penelitian

Penentuan tempat yang digunakan untuk melakukan penelitian dilakukan dengan menetapkan tempat untuk penelitian yang terkena erosi alur, dan tempat yang digunakan jalan koleksi dan jalan utama yang mengelilingi blok.

2. Tahapan penelitian

a. Tahap persiapan

1. Mencari titik terjadinya erosi alur pada jalan,
2. Menyiapkan alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran erosi alur.

b. Tahap pelaksanaan

Tahapan pengukuran dilakukan dengan cara mengukur bagian panjang, lebar, serta kedalaman erosi alur. Pengukuran panjang erosi dilakukan satu kali untuk satu titik erosi alur, sedangkan untuk lebar dan kedalaman erosi dilakukan dengan mencari rata-rata dalam satu erosi alur. Pengukuran erosi dilakukan ini dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

1. Melakukan analisa data untuk menetapkan
 - Panjang tererosi (P cm)
 - Lebar (L cm) diukur pada lima titik untuk satu erosi alur kemudian dilakukan penghitungan rata-rata.
 - Dalam (D) diukur pada lima titik alur untuk satu erosi alur, setiap titik diukur pada tiga bagian yaitu samping kiri, tengah, dan samping kanan pada satu erosi kemudian dihitung rata-rata. Dari hasil rata-rata untuk lima titik, selanjutnya dilakukan penghitungan rata-rata.

2. Melakukan penghitungan data untuk setiap erosi alur dengan menetapkan

- Luas penampang alur ($A \text{ cm}^2$)
$$A = P \times \bar{A}$$
- Volume alur loka tererosi ($V \text{ cm}^3$)
$$V = A \times \bar{D}$$
- Massa tanah yang telah hilang tererosi (E) dari alur dengan ketentuan setiap 1 m^3 di asumsikan berisi 1 ton tanah dengan bobot isi 1 g/cm^3 .

c. Tahapan pengamatan

Melakukan pengamatan dampak terjadinya erosi alur terhadap lingkungan di perkebunan kelapa sawit, dan objek yang di amati adalah jalan, saluran air atau parit kebun. Pengamatan dilakukan setelah melakukan pengukuran erosi alur.

d. Pembuatan peta

Pembuatan peta letak erosi alur dilakukan setelah melakukan pengamatan dilapangan.

3. Analisa data

Analisa data dilakukan dengan menggunakan analisa deskriptif. Analisa deskriptif merupakan analisis yang memaparkan data hasil pengamatan tanpa melakukan pengujian statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Erosi Alur

Data hasil pengukuran erosi alur disajikan dalam tabel 3 dan 4

Parameter pengamatan dalam melakukan penelitian mengenai identifikasi potensi erosi alur dan dampaknya pada areal perkebunan kelapa sawit adalah panjang, lebar, dan kedalaman erosi alur pada jalan. Dari data hasil pengukuran yang sudah didapat, untuk mengetahui volume tanah yang tererosi maka dihitung menggunakan rumus $V = P \times L \times D$. Volume tanah yang tererosi dihitung dalam bentuk centimeter kubik (cm^3), maka untuk diubah menjadi meter kubik (m^3) maka dibagi dengan 1.000.000. Total volume tanah pada jalan koleksi bagian selatan dan utara blok BB adalah:

$$618.609,54 \text{ cm}^3 + 542.815,10 \text{ cm}^3 = 1.161.424,64 \text{ cm}^3 (1,162 \text{ m}^3).$$

a. Pengukuran panjang erosi alur

Pengukuran panjang erosi alur yaitu pengukuran batas titik awal dan titik akhir erosi pada satu erosi alur. Panjang erosi alur diukur menggunakan meteran, pada saat pengukuran panjang, erosi alur dibagi menjadi 4 bagian yang sama, dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan cara diberi batas menggunakan bambu yang sudah dibelah tipis seperti penggaris. Selain itu, belahan bambu juga digunakan untuk menandai lima titik dengan jarak yang sama pada saat

pengukuran lebar dan dalam pada satu erosi alur.



Gambar 1. Pengukuran panjang erosi alur pada jalan koleksi

b. Pengukuran lebar erosi alur

Pengukuran lebar erosi alur yaitu pengukuran jarak antara bibir erosi yang kiri dengan bagian bibir erosi yang kanan pada satu erosi alur, dapat dilihat pada gambar 2. Pengukuran lebar dilakukan menggunakan meteran dan dilakukan pada lima titik yang telah ditandai pada saat pengukuran panjang erosi alur. Pengukuran lebar dilakukan dengan menggunakan satuan centimeter, dilakukan pengukuran lima titik bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata lebar untuk satu erosi alur. Dari pengukuran erosi alur yang telah dilakukan rata-rata kedalaman erosi alur pada jalan koleksi bagian selatan dan jalan koleksi bagian utara $< 50 \text{ cm}$.



Gambar 2. Pengukuran lebar erosi alur pada jalan koleksi

c. Pengukuran dalam erosi alur

Pengukuran dalam erosi alur dilakukan untuk mengetahui kedalaman pada erosi alur, pengukuran dilakukan pada lima titik yang sama dengan titik pada saat pengukuran lebar erosi alur, akan tetapi pengukuran dalamnya erosi alur dilakukan tiga kali pada satu titik yaitu pada bagian samping kiri, tengah dan samping kanan erosi alur, dapat dilihat pada gambar 4. Dari ketiga pengukuran tersebut dilakukan penghitungan rata-rata kedalaman erosi alur setiap titik pada satu erosi alur.



Gambar 4. Pengukuran kedalaman erosi alur pada jalan koleksi

Proses Terjdinya Erosi

Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi tanah adalah hujan tanah, kemiringan, vegetasi, dan manusia (Utomo, 1994), sehingga erosi dinyatakan dalam rumus:

$E = f(i, r, v, t, m)$. E adalah erosi, i (iklim), r (topografi), v (vegetasi), t (tanah), m (manusia). Dari hasil penelitian erosi alur pada jalan yang telah dilakukan, semua erosi alur terjadi pada tanah yang bertoporafi miring. Kemiringan suatu areal sangat berpengaruh pada laju air yang mengalir ketika terjadi hujan dan dapat menentukan besar kecilnya erosi yang

terjadi. Ketika hujan turun, air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang paling rendah, sehingga ketika ada bagian tanah yang lebih rendah dan membentuk garis atau alur kecil, maka air limpasan yang mengalir akan terkonsentrasi pada satu titik tersebut yang mengikuti bentuk pola garis yang sudah ada. Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan pertambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan tersebut akan mendatangkan erosi (Kirono, 2000). Dengan terjadinya hal tersebut, maka garis alur kecil yang sering dilalui air akan tererosi dan membentuk alur yang lebih besar.

Erosi alur pada jalan di perkebunan kelapa sawit terjadi karena hujan jatuh bebas pada tanah di permukaan jalan disebabkan tidak adanya vegetasi yang menahan air hujan dan laju aliran permukaan sehingga jalan di perkebunan kelapa sawit lebih mudah tererosi dibandingkan pada areal tanam. Pada areal tanam tidak mudah tererosi karena karena areal tanam di perkebunan kelapa sawit di PT Gemariksa Mekarsari sudah diatas 9 tahun, sehingga perakaran kelapa sawit sudah menyebar dan daun kelapa sawit dapat mengurangi laju air hujan apada saat jatuh. Sistem perakaran yang luas dan pada dapat mengurangi erosi (Utomo, 1994).

Pada saat berlangsungnya proses erosi terjadi pengikisan butiran-butiran tanah,

kemudian aliran air mengangkut butiran-butiran tanah tersebut sampai aliran air tersebut tidak mampu lagi mengangkutnya, maka tanah akan diendapkan. Pengendapan ini akan terjadi pada daerah yang lebih rendah seperti saluran air atau parit.

Dampak Terjadinya Erosi Alur

a. Dampak erosi alur terhadap saluran air atau parit

Setelah dilakukannya penelitian pada jalan di perkebunan kelapa sawit PT Gemreksa Mekarsari diketahui tanah yang hilang akibat erosi alur adalah 1.162 m³ (1,162 ton), dari luas jalan yang di amati yaitu 2,1 ha (tanah yang hilang 0,553 ton/ha) , dan jumlah hilangnya tanah akibat erosi alur ini terjadi dengan proses erosi >2 tahun. Hilangnya tanah akibat erosi alur tersebut masih di bawah ambang toleransi. Erosi yang terjadi memiliki batas toleransi sebagai berikut:

Tabel 2. Kelas bahaya erosi

Kelas	Bahaya Erosi (ton/ha/th)	Ket.
I	< 15	SR
II	15-60	R
III	60-180	S
IV	180-480	B
V	> 480	SB

Sumber: Suripin (2001)

Walaupun erosi alur yang terjadi masih di bawah ambang toleransi akan tetapi dampak terjadinya erosi alur yang ditimbulkan sudah dapat dilihat yaitu mengendapnya butiran tanah dan batuan pada saluran air atau parit, sehingga terjadi

pendangkalan, dapat dilihat pada gambar 4. Saluran air atau parit kebun yang dangkal akan mengakibatkan sedikitnya kemampuan untuk menampung air yang masuk ketika hujan. Pendangkalan saluran air atau parit juga tidak hanya terjadi akibat erosi alur saja, akan tetapi adanya erosi lain seperti erosi percikan dan erosi lembar. Secara garis besar kerusakan yang timbul kibat adanya erosi tanah yaitu penurunan kesuburan tanah dan timbulnya pendangkalan akibat proses sedimentasi (Wudianto, 1998). Kedua akibat tersebut pada akhirnya menjadi penyebab kualitas tanah menjadi menurun.



Gambar 4. Pendangkalan saluran air dan pengikisan tanah sebagai akibat dari erosi alur pada jalan koleksi

Dengan berkurangnya kemampuan saluran air atau parit kebun dalam menampung volume air yang masuk saat hujan akan mengakibatkan terjadinya erosi limpasan, dan limpasan tersebut akan menggenangi tanaman kelapa sawit yang ada di sekitar saluran air atau parit kebun, dapat dilihat pada gambar 5. Apabila saat hujan volume air yang masuk melebihi kapasitas pada saluran air atau parit kebun, maka akan terjadi aliran permukaan pada

areal tanam yang mengakibatkan pengangkutan material tanah serta penggenangan air yang akan semakin luas.



Gambar 5. Pengikisan permukaan tanah atas (erosi permukaan) dengan penggenangan air akibat pendangkalan alur-alur parit.

Terjadinya penggenangan pada tanaman kelapa sawit akibat limpasan, maka akan menimbulkan kerugian yaitu sulitnya akses panen, brondolan sulit dikutip, dan perawatan tanaman akan terhambat. Selain itu dengan adanya penggenangan air, dan terjadi aliran permukaan yang mengakibatkan erosi kesuburan tanah berkurang karena adanya pencucian oleh air. Biota tanah yang tidak tahan akan air seperti cacing tanah juga karena penggenangan air menyebabkan berkurangnya oksigen yang masuk dalam tanah. Pada saat lapisan tanah tererosi dan terangkut, bersamaan dengan itu pula telah terangkut sejumlah jasad hidup dan bahan organik sebagai sumber persediaan makanan bagi setiap organisme tersebut. Keadaan ini juga akan mengakibatkan perubahan-perubahan pada faktor-faktor lingkungan hidup mikroorganisme tersebut. Perubahan ini bisa meliputi perubahan pH tanah, temperatur tanah, kelembaban tanah, kandungan bahan organik, daya pegang

tanah terhadap air (Sarief, 1985). Dampak lain yang ditimbulkan akibat terjadinya pengendapan butiran-butiran tanah pada saluran air atau parit kebun akan mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan, seperti ikan. Ikan yang ada pada air akan berkurang atau mati karena menurunnya oksigen dan menurunnya kualitas air yang tercemar oleh tanah yang tererosi dan hilangnya tempat berkembangbiakan ikan. Selain itu dengan menurunnya kualitas air, maka air tidak dapat dikonsumsi atau digunakan untuk kegiatan sehari-hari yang ada di perkebunan kelapa sawit.

Untuk air yang tercemar juga mengakibatkan kualitas hasil semprot kurang maksimal, serta alat semprot yang digunakan akan cepat rusak karena lumpur akan mengendap pada tangki, dan menyebabkan nozzle mudah tersumbat. Untuk air yang tercemar dan sama sekali tidak dapat digunakan untuk kegiatan penyemprotan, maka penyemprotan akan semakin lambat karena harus mencari air yang dapat digunakan untuk menyemprot, dengan demikian maka prestasi kerja akan lebih sedikit.

b. Dampak erosi alur terhadap jalan

Erosi alur yang terjadi pada jalan di perkebunan kelapa sawit mengakibatkan jalan menjadi rusak karena terkikisnya partikel tanah pada titik-titik tertentu yang membentuk alur, sehingga badan jalan akan

rusak dan menjadi tempat mengalirnya air menuju tempat yang lebih rendah, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Badan jalan yang rusak akibat terbentuknya erosi alur

Erosi alur pada badan jalan akan lebih mudah terjadi, karena tanah yang ada pada badan jalan sudah menggunakan tanah timbunan, selain itu juga pada badan jalan tidak ada tumbuhan yang dapat menahan laju air dan yang jatuh ketika hujan. Erosi alur terjadi pada tanah yang miring, karena air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang paling rendah yang mengakibatkan semakin tinggi kemiringan tanah, maka semakin cepat laju aliran yang mengakibatkan tanah lebih cepat tererosi.

Tanah yang terangkut oleh air akan mengendap pada tempat yang lebih rendah, sehingga erosi alur yang terjadi akan mengakibatkan penumpukan tanah. Apabila tidak ada saluran air atau parit kebun maka tanah akan diangkut oleh air melalui badan jalan menuju badan jalan yang posisinya lebih rendah dari tempat terjadinya erosi alur. Penumpukan tanah hasil erosi alur akan mengakibatkan badan jalan mudah becek apabila terjadi hujan, karena tanah endapan yang terkena air hujan kemudian dilewati kendaraan terutama dump truk

pengangkut TBS akan mengakibatkan tanah endapan menjadi lumpur, sehingga jalan akan menjadi licin dan sulit untuk dilewati.

Kerugian dari terbentuknya erosi alur di perkebunan kelapa sawit juga sangat berdampak pada transportasi, terutama pada saat angkut tandan buah segar (TBS) ke pabrik pengolahan kelapa sawit. Dengan terhambatnya pengangkutan karena kendala jalan, maka pengangkutan buah akan lebih lama yang mengakibatkan buah tidak cepat terangkut dan menjadi restan. Alur yang terbentuk searah dengan jalan akan menyulitkan kendaraan pengangkut buah terutama dump truk untuk melewati jalan yang terserosi tersebut. Dengan demikian maka TBS harus dilangsir menggunakan traktor, sehingga biaya pengangkutan TBS akan bertambah.

c. Metode pengendalian erosi alur

Pengendalian erosi alur yang terjadi pada jalan koleksi dapat dilakukan dengan metode mekanis dan manual. Pengendalian erosi alur secara mekanis dilakukan dengan cara pengerasan jalan menggunakan alat berat, dimana pengerasan jalan bertujuan untuk memadatkan tanah sehingga tanah tidak mudah terkikis, pengerasan jalan juga dilakukan untuk memperbaiki dan membentuk badan jalan yang sudah rusak terkena erosi. Selain itu metode mekanis juga dapat dilakukan untuk menampung dan menyalurkan aliran air dengan kekuatan yang tidak merusak dengan cara

pembuatan saluran dan penampung air (rorak) yang di buat dalam blok dan tidak jauh dari badan jalan. Air mengalir melalui saluran air yang dibuat kemudin tertampung pada rorak, setelah air tertampung pada rorak maka selanjutnya air akan meresap dalam tanah, kemudian air dapat diserap oleh tanaman kelapa sawit. Selain itu juga rorak yang dibuat akan menampung butiran-butiran tanah yang terangkut oleh aliran air sehingga butiran-butiran tanah tersebut tidak langsung mengendap pada saluran air atau parit kebun atau tempat yang lebih rendah dari tempat terjadinya erosi, dengan demikian pencemaran dan endapan pada saluran air atau parit akan lebih sedikit.

Pembuatan rorak dan tali air juga dapat dilakukan dengan cara manual, pembuatan rorak dengan cara manual biasanya menggunakan alat seperti cangkul. Pembuatan rorak dan tali air yang dibuat dengan metode mekanik dan metode manual mempunyai fungsi yang sama. Pengendalian erosi alur dengan cara manual juga dapat dilakukan dengan perawatan jalan dan parit. Perawatan jalan dan parit bertujuan untuk menanggulangi atau menjaga jalan agar tidak rusak dan mengalirkan air hujan pada parit sehingga air tidak mengalir melalui badan jalan. Metode manual untuk pengendalian erosi pada jalan koleksi ini pada dasarnya sama dengan pengendalian erosi secara mekanis, hanya saja secara manual dilakukan oleh

manusia langsung tanpa menggunakan bantuan alat berat, dan prestasi kerja menggunakan metode manual lebih kecil dibandingkan dengan metode mekanis.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Erosi alur terjadi pada tanah yang memiliki topografi miring. Erosi alur terbentuk dari air hujan yang mengalir pada tanah yang membentuk garis alur kecil dan terkonsentrasi pada satu titik yang mengikuti pola garis yang sudah ada. Dengan terjadinya aliran air terus menerus, maka semakin lama garis alur kecil yang dilalui air tersebut akan membentuk alur yang semakin besar.

Terjadinya erosi alur berdampak pada jalan saluran air atau parit kebun di perkebunan kelapa sawit. Dampak lain terjadinya erosi alur pada saluran air atau parit kebun yaitu pendangkalan saluran air atau parit kebun dan tercemarnya air. Tercemarnya air juga berdampak pada perkembangbiakan ekosistem air seperti ikan dan air juga tidak dapat dikonsumsi atau digunakan untuk kegiatan di perkebunan kelapa sawit. Metode agronomis merupakan usaha untuk melindungi tanah, metode mekanis untuk mengendalikan aliran permukaan yang erosi, dan metode kimia untuk meningkatkan daya tahan tanah (Suripin, 2002).

2. Saran

Saran yang diberikan setelah melakukan penelitian “Identifikasi potensi erosi alur dan dampaknya pada areal perkebunan kelapa sawit” yaitu:

1. Erosi alur yang sudah terjadi pada jalan perlu penanganan yang khusus.
2. Perlunya adanya penanganan khusus untuk mencegah terjadinya untuk meminimalkan terjadinya erosi alur.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai hubungan erosi alur dan erosi lainnya di perkebunan kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad Sitanala. 1989a. *Kajian morfometri lereng untuk konservasi tanah di Kecamatan Jatisrono Kabupaten Wonogiri* [skripsi]. Surakarta (ID). Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Arsyad Sitanala. 1989b. Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *Geomedia*. 4(2):93-116.
- Hardjowigeno. 2003. Analisa tingkat bahaya erosi pada das bondoyudo lumajang dengan menggunakan metode musle (*In press*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4(2):9-17.
- Hudson. 1976. Analisa tingkat bahaya erosi pada das bondoyudo lumajang dengan menggunakan metode musle (*In press*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4(2):9-17.
- Kartasapoetra. 1991. Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *Geomedia*. 4(2):93-116.
- Kironto. 2000. Pengaruh prosedur perkiraan laju erosi terhadap konsistensi nisbah pengangkutan sedimen. *Jurnal SMRTek*. 6(3):135-143.
- Purwowidodo. 2002. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor [ID]. Institut Pertanian Bogor.
- Saefudin Sarif. 1985. Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *Geomedia*. 4(2):93-116.
- Suripin. 2001a. Pengaruh prosedur perkiraan laju erosi terhadap konsistensi nisbah pengangkutan sedimen. *Jurnal SMRTek*. 6(3):135-143.
- Utomo. (1994). Pengaruh erosivitas dan topografi terhadap kehilangan tanah pada erosi alur di daerah aliran Sungai Secang Desa hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. Kulonprogo.
- Wudianto Rini. (1998). Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan. *Geomedia*. 4(2):93-116.
- Sarief. 1985. Pengaruh laju erosi tanah terhadap binatang tanah pada berbagai penutupan tanah [skripsi]. Bogor (ID). Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Tabel 3. Hasil pengukuran erosi alur pada jalan koleksi bagian selatan blok 9 Afdeling BB

Lokasi Pengukuran	P cm	Bagian Erosi Alur			Volume	
		Titik Ukur	L (cm)	D (cm)	cm ³	m ³
Jalan koleksi sebelah selatan dari blok BB	500	1	52,00	13,33	378.726,00	0,379
		2	39,00	19,33		
		3	26,00	18,55		
		4	10,00	8,33		
		5	14,00	7,67		
		Rataan	28,20	13,43		
	480	1	65,00	5,50	133.154,88	0,133
		2	22,00	9,00		
		3	38,00	12,50		
		4	37,00	5,67		
		5	37,00	2,17		
		Rataan	39,80	6,97		
	465	1	38,00	4,67	106.728,66	0,107
		2	38,00	5,33		
		3	35,00	6,67		
		4	40,00	8,00		
		5	35,00	6,17		
		Rataan	37,20	6,17		
Total				618.609,54	0.619	

Sumber: Data olahan

Tabel 4. Hasil pengukuran erosi alur pada jalan koleksi bagian utara blok 9 Afdeling BB

Lokasi Pengukuran	P cm	Bagian Erosi Alur			Volume	
		Titik Ukur	L (cm)	D (cm)	cm ³	m ³
Jalan koleksi sebelah utara dari blok BB	1.500	1	36,67	6,71	467.865,00	0,468
		2	40,67	7,11		
		3	43,33	5,89		
		4	34,33	9,83		
		5	30,00	12,61		
		Rataan	37,00	8,43		
	470	1	50,10	5,16	74.950,10	0,075
		2	30,00	7,00		
		3	20,20	4,67		
		4	20,80	5,83		
		5	30,50	3,67		
		Rataan	30,32	5,26		
Total				542.815,10	0,543	

Sumber: Data olahan