

**REVEGETASI DAN LAJU EROSI DI LOKASI DISPOSAL
TAMBANG BATUBARA**

Andreas Sinuhaji¹ dan M. Nurcholis²

¹*Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto Penfui, Kota Kupang, NTT
Email: andreas.sinuhaji22@gmail.com*

²*Program Studi Ilmu Tanah, UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condongcatur, Yogyakarta
Email: nurcholis@upnyk.ac.id*

ABSTRAK

Timbunan batuan penutup atau yang disebut *disposal* rentan dengan bahaya erosi yang berujung dengan kerusakan timbunan bahkan longsoran. perlu dilakukan konservasi tanah yang bertujuan pengendalian tingkat laju erosi. Pengendalian erosi secara vegetatif memiliki banyak keunggulan diantaranya penerapannya relatif mudah, biaya yang dibutuhkan relatif murah, mampu menyediakan tambahan hara bagi tanaman, dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan vegetasi terhadap laju erosi di lokasi disposal pertambangan batu bara dengan melihat kelerasannya melalui regresi linier sederhana pada lahan yang telah direvegetasi dari tahun 2011 hingga 2015 dengan kemiringan lahan 10% hingga 15%. Pada lokasi penelitian didominasi oleh tanaman berdaun kecil dan memiliki percabangan banyak seperti sengon, johan dan petaicina. Hasil dari penelitian dari kegiatan revegetasi yang telah dilakukan pada tahun 2015 memiliki laju erosi 24.23 ton/Ha/tahun, di 2014 laju erosinya 19,29 ton/Ha/tahun, di 2013 laju erosinya 6.68 ton/Ha/tahun, di 2012 laju erosinya 11.13 ton/Ha/tahun dan di 2011 laju erosinya 2,87 ton/Ha/tahun. Konservasi secara vegetatif dapat menurunkan angka tingkat laju erosi. Umur vegetasi memiliki kelerasi yang "rendah" terhadap angka laju erosi sedangkan, tinggi vegetasi dan tutupan tajuk vegetasi memiliki kelerasi "sedang" terhadap laju erosi. Selain vegetasi, diperlukan kajian lanjutan untuk mengetahui faktor-faktor lain yang juga memiliki pengaruh nyata yang berkelerasi kuat terhadap tingkat laju erosi.

Kata kunci : Konservasi, Revegetasi, Erosi,

Author : Andreas Sinuhaji dan M. Nurcholis

1. PENDAHULUAN

Disposal merupakan tempat penimbunan dari lapisan tanah maupun batuan penutup atau yang juga disebut *overburden*. *Overburden* diangkut ke disposal atau lokasi yang sudah dipersiapkan agar bahan galian, dalam hal ini batubara, dapat diangkut keluar dari lubang tambang. Untuk menjaga timbunan *overburden* tetap stabil dan mengurangi terjadinya erosi maka diperlukan upaya dalam pencegahan dan pengendaliannya.

Pengendalian erosi secara vegetatif merupakan salah satu cara konservasi tanah dengan memanfaatkan tanaman untuk mengurangi erosi. Keunggulan dari pengendalian erosi secara vegetatif yaitu penerapannya relatif mudah, biaya yang dibutuhkan relatif murah, mampu menyediakan tambahan hara bagi tanaman, menghasilkan hijauan pakan ternak, kayu buah dan hasil tanaman lainnya (Subagyo et al., 2003).

Kegiatan reklamasi di lokasi penelitian ini telah dilakukan secara bertahap meliputi kegiatan penatagunaan lahan, pengendalian erosi, pengendalian sedimentasi, revegetasi dan pengendalian air asam tambang. Kegiatan yang juga penting untuk dilakukan adalah monitoring dan perbaikan terkait kegiatan reklamasi yang telah dilaksanakan. Sebagai bahan monitoring untuk mengetahui pengaruh vegetasi yang telah ditanam terhadap penurunan angka laju erosi maka diperlukan sebuah kajian terkait tingkat laju erosi pada lahan yang telah dilakukan konservasi secara vegetatif.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji hubungan vegetasi terhadap tingkat laju erosi yang dipengaruhi oleh umur revegetasi, tutupan tajuk, dan tinggi tanaman pada lahan yang memiliki kemiringan 10% hingga 15%.

Lokasi Penelitian

Lokasi dari penelitian ini adalah *disposal* tambang batubara di Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 117°27'56,7" – 117°39'29,7" BT dan 0°43'57" – 0°52'27,9" LU. Penelitian dilaksanakan di lima timbunan yang berbeda. Letak dari perbedaan timbunan ini adalah tahun pelaksanaan revegetasi yaitu dari tahun revegetasi 2011 hingga 2015.

Dasar Teori

Overburden

Overburden (batuan penutup) adalah batuan hasil galian pada proses penambangan. Batuan ini umumnya tidak bernilai ekonomis atau bernilai ekonomis kecil, yang membungkus atau mengelilingi sebuah cadangan mineral atau batubara (Alimano, 2011). Batuan penutup ditempatkan pada daerah-daerah yang memungkinkan dan sedekat mungkin dengan kegiatan tambang terbuka untuk menekan biaya angkut atau transportasinya. Lokasi timbunan tersebut disebut *disposal*.

Disposal

Melakukan penimbunan batuan penutup pada *disposal* memilikinya banyak kriteria, diantaranya kestabilan lereng timbunan. Kestabilan/kemantapan lereng merupakan faktor yang sangat penting dalam pekerjaan yang berhubungan dengan penggalian dan penimbunan tanah, batuan dan bahan galian, karena menyangkut persoalan keselamatan manusia (pekerja), keamanan peralatan serta kelancaran produksi, dan untuk kegiatan tambang yang berdekatan dengan perkampungan atau pemukiman juga dapat menyangkut keselamatan jiwa dan bangunan sipil umum (Alimano, 2011).

Penatagunaan Lahan

Hal yang perlu diperhatikan dalam penatagunaan lahan adalah jenis dan asal bahan urukan, ketinggian timbunan, dan ada tidaknya sistem saluran air (*drainase*) yang kemungkinan terganggu (Suprpto, 2007). Penimbunan tanah hasil penggalian yang dilakukan tanpa pola dan tanpa perencanaan yang baik dapat menimbulkan dampak negatif, seperti rusak dan matinya tumbuhan, tertimbunnya tanah pucuk, terjadinya erosi, pengendapan lumpur dan pencemaran air sungai (Widodo, 2011)

Penimbunan batuan penutup dilakukan dengan metode penimbunan dari bawah ke atas. Metode ini dipilih dengan berbagai pertimbangan antara lain :

- semua lapisan penimbunan terkena pemadatan dari beberapa truk yang membuat areal lebih stabil,
- rehabilitasi lereng timbunan bisa dimulai saat itu juga,
- bila konstruksi tempat penimbunan tersela oleh suatu kegiatan, bentuk lahan telah mendekati konfigurasi yang stabil dan bisa distabilkan atau direhabilitasi dengan usaha yang relatif ringan.

Lahan yang sudah selesai dalam tahap penimbunan segera dibuat saluran pembuangan air untuk mencegah terjadinya erosi dan longsor. Drainase tersebut mengarahkan air ke kolam pengendapan untuk dilakukan *treatment* air asam tambang

Erosi

Erosi merupakan perpindahan material tanah dari satu tempat ke tempat yang lain oleh media tertentu, seperti air, angin dan lain sebagainya. Perpindahan tanah dari tempat satu ke tempat lain tersebut akan menimbulkan beberapa dampak yang tidak diinginkan karena di tempat asal tanah tersebut, perpindahannya/ pengikisannya akan membuat tanah lebih terbuka dan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman hilang karena sebagian besar zat/nutrisi telah terkikis (Arsyad, 2010 dalam Sinuhaji 2018).

Menurut Arsyad (2010) dalam Sinuhaji (2018) Faktor yang mempengaruhi erosi adalah sebagai berikut :

- Sifat-sifat hujan yang perlu diketahui adalah intensitas hujan yang menunjukkan banyaknya curah hujan persatuan waktu dan pada umumnya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari atau mm/tahun. Dengan meningkatnya volume dan intensitas hujan, kemampuan air untuk mengikis dan mengangkut partikel – partikel tanah menjadi meningkat. Dengan curah hujan tinggi dan dengan waktu yang lama, maka potensi terjadinya erosi pada tanah gundul (lahan terbuka) akan menjadi tinggi
- Kondisi lereng yang berpengaruh terhadap erosi oleh air adalah kemiringan dan panjang lereng. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap kecepatan aliran permukaan. Panjang lereng mempunyai pengaruh terhadap percepatan dan jumlah (massa) aliran permukaan. Kecepatan, percepatan dan jumlah aliran permukaan menentukan energi kinetik aliran permukaan untuk mengikis dan mengangkut tanah

- Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi adalah tekstur tanah, bentuk dan kemantapan struktur tanah, kapasitas infiltrasi atau permeabilitas tanah dan kandungan bahan organik
- Perlakuan terhadap tanah yang dikerjakan oleh manusia dapat mengubah kondisi tanah menjadi baik atau buruk. Pembuatan teras dan jenjang pada lahan yang berlereng curam dapat mengurangi terjadinya laju erosi

Tanaman penutup tanah akan mempengaruhi terjadinya erosi. Tanaman penutup akan menghalangi air hujan agar tidak jatuh langsung ke permukaan tanah, sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah berkurang. Hal ini tergantung dari kerapatan, kerimbunan dan tingginya vegetasi. Selain itu keberadaan tanah penutup tanah akan menghambat aliran permukaan dan memperbanyak air infiltrasi

Konservasi Vegetatif

Pemanfaatan tanaman dalam konservasi tanah secara vegetatif berfungsi sebagai pelindung tanah terhadap gaya pukulan butiran hujan maupun terhadap daya angkut air aliran permukaan serta meningkatkan peresapan air ke dalam tanah (Subagyono et al., 2003). Energi yang terjadiketikabutiran air yang jatuhmenumbukpermukaan tanah dengan kecepatan butiran hujan tertentu sehingga dapat menghancurkan agrerat-agregat tanahdisebutdenganenergikinetik(Tarigan & Merdiatno, 2012).

Dalam Subagyono et al., (2003) bagian dari tanaman yang dapat meminimalisir terjadinya erosi, antara lain:

- Tajuk/Kanopi berfungsi menahan laju butiran air hujan dan mengurangi tenaga kinetik butiran air dan pelepasan partikel tanah sehingga pukulan butiran air dapat dikurangi.
- Batang tanaman juga menjadi penahan erosi air hujan dengan cara merembeskan aliran air dari tajuk melewati batang (*stemflow*) menuju permukaan tanah sehingga energi kinetiknya jauh berkurang.
- Perakaran tanaman mampu memperbaiki kondisi sifat tanah yang disebabkan oleh penetrasi akar ke dalam tanah, mengurangi air tanah yang jenuh oleh air hujan, meningkatkan infiltrasi, dan kapasistas memegang air.

Curahan tajuk merupakan proses dari air hujan yang jatuh menerobos tajuk tanaman (lolosan tajuk). Proses ini dipengaruhi berbagai faktor, antara lain kerapatan batang dan daun tanaman, jenis hujan, intensitas hujan dan lama kejadian hujan (Naharuddin et al., 2016). Lolosan tajuk didefinisikan sebagai air hujan yang jatuh di atas tajuk tanaman yang jatuh langsung di permukaan tanah melalui sela-sela tajuk. Lolosan tajuk terbesar berada pada bagian dekat tepi tajuk, atau pada bukaan-bukaan tajuk yang kecil. Sedangkan lolosan tajuk yang terkecil berada pada bagian tajuk yang dekat dengan batang pohon (Suryatmojo, 2006).

Regresi

Analisa regresi merupakan salah satu uji statistika yang memiliki dua jenis pilihan model yaitu linear dan non linear dalam parameternya. Model linear memiliki dua sifat yaitu regresi sederhana dan regresi berganda dengan kurva yang dihasilkan membentuk garis lurus, sedangkan untuk model non linear dalam parameternya bersifat kuadratik dan kubik dengan kurva yang dihasilkan membentuk garis lengkung. (Thoifah, 2015).

Dalam analisa korelasi *product moment* (R), yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independent dengan variabel dependent atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variable independent dengan variable dependent. Koefisien determinasi dilambangkan dengan R^2 yang merupakan kuadrat koefisien korelasi, digunakan untuk menganalisis apakah variable yang diduga (x) dipengaruhi oleh variable (y)

Tabel 1. Interpretasi koefisien kolerasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat
Sumber : Thoifah, 2015	

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode sampling dengan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan *ring sampel* dilimaplot berbeda sesuai dengan tahun pelaksanaan kegiatan revegetasi. Untuk melihat hubungan antara vegetasi dengan laju erosi digunakan metode regresi linier sederhana. Analisa tanah dilaksanakan di laboratorium BPTP Yogyakarta dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah, data curah hujan, label nama dan

bahan-bahan kimia yang dibutuhkan untuk analisis di laboratorium. Alat yang digunakan adalah GPS, meteran, klinometer, *ring sampel*, kamera, alat tulis dan alat-alat yang digunakan di laboratorium.

Luasan sampel perhitungan laju erosi seluas 20m x 20mdenganmenggunakanperhitungan laju erosi berdasarkan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dengan rumus:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Dengan A= jumlah kehilangan tanah maksimum (ton.ha⁻¹.tahun⁻¹), R= erosivitas hujan, K= erodibilitas tanah, L= panjang lereng, S= kemiringan lereng, C= vegetasi, P = praktik konservasi tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase pasir, debu dan liat dari sampel tanah yang diambil adalah sebagai berikut :

Plot	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)
1	35	41	24
2	43	30	27
3	41	22	37
4	47	33	20
5	7	58	35

Tekstur sampel tanah (tabel 2) biladimasukan dalam segitiga tekstur maka terlihat bahwa plot 1 dan 4 masuk dalam golongan lempung, plot 2 dan 3 masuk dalam golongan lempung berliat, plot 5 masuk dalam golongan lempung liat berdebu.

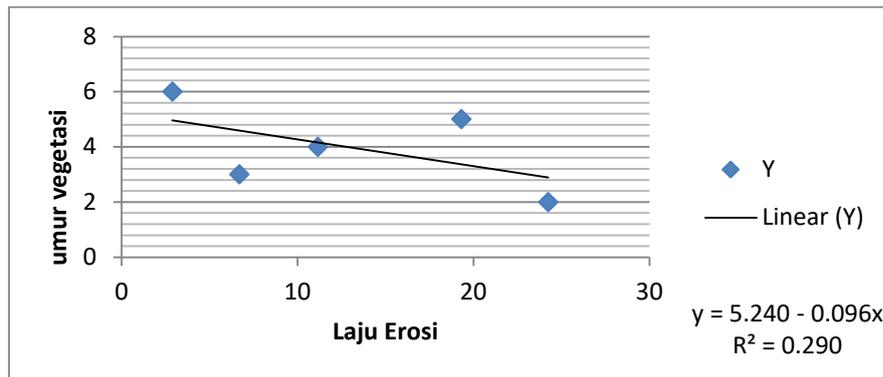
Terdapat tiga pembagian jenis tanaman menurut fungsinya. Pertama tanaman *fast growing* adalah tanaman yang memiliki ciri pertumbuhannya cepat dan diharapkan lahan dapat cepat tertutupi oleh tanaman tersebut. Tanaman pionir local berfungsi untuk mempertahankan tanaman jenis local dan terakhir tanaman buah-buahan yang berfungsi menarik satwa liar masuk kelahan tersebut. Berikut adalah tanaman yang terdapat pada lokasi penelitian :

- Tanaman cepat tumbuh atau *fast growing* 85% yaitu : Sengon 44%, Johar 14 %, Gimelina 2 %, Ketapang 10 %, Waru 17 %, Kapuk 5%, Mahoni 8 %
- Tanaman Pionir lokal 8 % yaitu : Gergaji 7 %, Laban 25 %, Salam 23 %, Bayur 45 %
- Tanaman buah-buahan 7 % yaitu : Jambu mete 11 %, Rambutan 6 %, Kemiri 28 %, Petai 25 %, Nangka 31 %

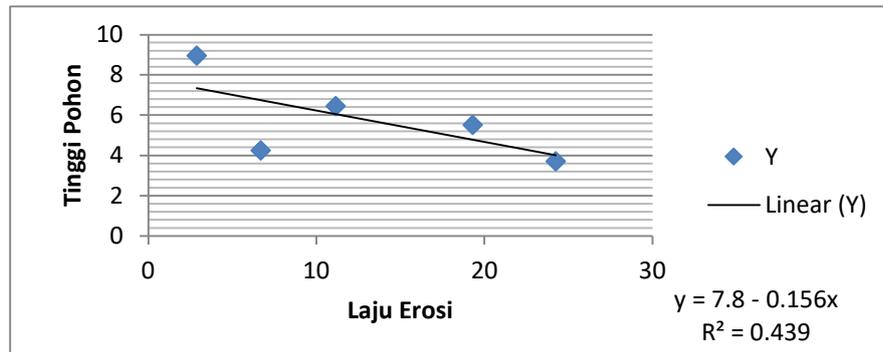
Dari masing-masing plot diketahui rata-rata umur tanaman, tinggi tanaman, tutupan tajuk dan laju erosi adalah sebagaiberikut :

Plot	Rata-rata umurVegetasi (Tahun)	Tinggi rata-rata tanaman (m)	tutupan tajuk (m ²)	Laju Erosi (ton.Ha ⁻¹ .tahun ⁻¹)
1	2	3.73	9.31	24.23
2	3	4.26	15.2	19.29
3	4	6.47	16.53	6.68
4	5	5.53	22.31	11.13
5	6	8.98	32.97	2.87

Secara umum terlihat pada tabel 2 angka laju erosi relative semakin mengecil seiring bertambahnya umur vegetasi, tinggi dan tutupan tajuk. Dari metode regresi,kitadapat mengetahui apakah pemanfaatan tanaman sebagai metode konservasi secara vegetatif memiliki tingkat hubungan rendah, sedang atau kuat. Jika kita mengacu pada tabel 2 untuk melihat interpretasi koefisien kolerasi maka kolerasi rata – rata umur vegetasi dengan angka laju erosi yaitu R² = 0,290 (gambar 1). Jika kita mengacu pada interpretasi koefisien kolerasi (tabel 1) maka umur vegetasi memiliki kolerasi yang “rendah”terhadap laju erosi.

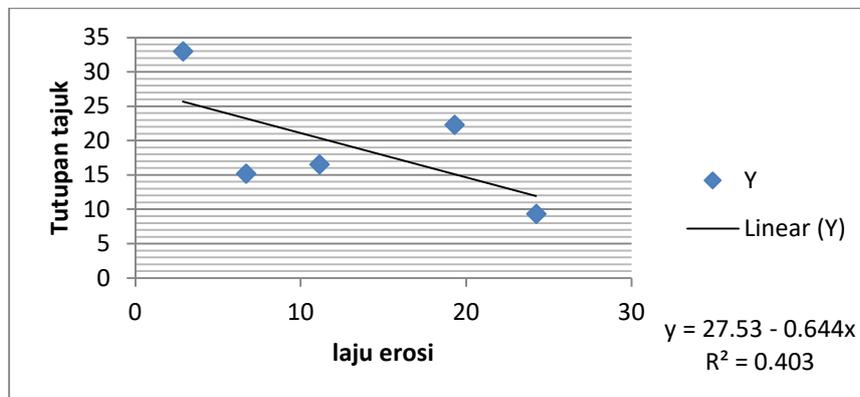


Gambar 1. Grafikkolerasiantaraumurvegetasidanlajuerosi



Gambar 2. Grafikkolerasiantaratinggipohonandanlajuerosi

Tinggi pohon memiliki $R^2 = 0.439$ (Gambar 2) yang artinya tinggi pohon memiliki kolerasi “sedang” terhadap laju erosi. Semakin tinggi vegetasi akan mempengaruhi besarnya energi kinetik butiran hujan yang jatuh ke permukaan tanah.



Gambar 3. Grafikkolerasiantaraturupantajukdenganlajuerosi

Tutupan tajuk memiliki $R^2 = 0,403$ yang artinya kolerasi tajuk tanaman dengan laju erosi adalah “sedang”. Tajuk tanaman berkaitan dengan perlindungan permukaan tanaman terhadap laju butiran air hujan. Semakin lebar tutupan tajuk tanaman maka semakin luas cakupan tajuk dalam menaungi permukaan tanah dari tumbukan langsung butiran air hujan. Tutupan tajuk berlapis-lapis yang dipengaruhi oleh beragamnya tinggi tanaman. dari tajuk vegetasi yang paling tinggi hingga tajuk vegetasi yang paling rendah berpengaruh nyata terhadap menekan laju erosi.

Umur vegetasi, tinggi vegetasi dan tajuk dari vegetasi berpengaruh dalam menekan angka laju erosi di setiap tahunnya walaupun kolerasi umur tanaman dengan laju erosi adalah “rendah”. Ini artinya dengan bertambahnya umur vegetasi, umumnya berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan dari vegetasi tersebut baik secara kualitas maupun kuantitas. Secara kualitas yaitu berkaitan dengan karakteristik vegetasi seperti tinggi, diameter dan lebar tajuk tanaman sedangkan, secara kualitas perkembangan berkaitan dengan jumlah tanaman yang semakin banyak,

semakin rapat dan jenis vegetasi yang semakin beragam. Namun tak jarang ditemukan vegetasi yang terkena penyakit sehingga tidak memiliki banyak percabangan dan daun yang berfungsi sebagai penghalau butiran hujan langsung ke permukaan tanah..

Efektifitas tanaman dalam mengcoverlah andari jatuhnya butiran hujan menumbuk permukaan tanah dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan percabangan yang memiliki dedaunan sebagai kanopi. Dari hasil penelitian memaparkan bahwa tinggi tanaman mempunyai toleransi yang “sedang” terhadap laju erosi. Toleransi tersebut berupa peran tinggi tanaman dalam menyediakan percabangan yang banyak pada vegetasi tersebut. Umumnya tanaman yang dipilih untuk kegiatan revegetasi adalah tanaman yang memiliki banyak percabangan. Jadi, semakin tinggi tanaman akan menghasilkan percabangan yang banyak juga jika tanaman tersebut dalam kondisi sehat ataupun normal. Tinggi dari tanaman juga memiliki dampak buruk pada lahan yang menjadi tempat bertumbuh tanaman tersebut. Dalam Sofiah (2014) semakin tinggi tanaman akan semakin besar energi kinetik butiran air hujan yang jatuh dari tanaman tersebut. Lebih jauh lagi, butiran air hujan yang jatuh dari ketinggian tujuh meter dapat mencapai kecepatan 90% kecepatan maksimumnya, sehingga tinggi tanaman yang melebihi ketinggian ini tidak efektif sebagai tanaman konservasi. Di samping itu, butiran hujan yang masuk ke dalam ruang lingkup percabangan dan dedaunan tanaman dapat saling menyatu untuk membentuk butiran yang lebih besar.

4. KESIMPULAN

- a. Vegetasi yang dominan pada lokasi penelitian adalah vegetasi berdaun kecil dan memiliki banyak percabangan seperti sengon dan johar.
- b. Konservasi secara vegetative dapat menurunkan angka tingkat laju erosi
- c. Umur vegetasi memiliki toleransi yang “rendah” terhadap angka laju erosi
- d. Tinggi dan tutupan tajuk vegetasi memiliki toleransi “sedang” terhadap laju erosi

Saran

Diharapkan dilakukan monitoring secara berkala untuk melihat vegetasi yang mati atau terkena penyakit agar dapat segera dilakukan penyulaman atau penanaman tanaman yang baru.

Selain vegetasi, diperlukan kajian lanjutan untuk mengetahui faktor-faktor lain yang juga memiliki pengaruh nyata yang berkorelasi kuat terhadap tingkat laju erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimano Marsen. (2011). *Konsep Pedoman Pengelolaan Penimbunan Batuan Penutup Di Pertambangan Mineral Indonesia*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Mineral Dan Batubara. Bandung
- Arsyad, Sitanala. (2010). *Konservasi Tanah dan Air. Edisi Kedua*. Cetakan Kedua. IPB Press. Bogor
- Naharuddin, Ariffien Bratawinata, Sigit Hardwinarto, Ramadanil Pitopang. (2016). “Curahan Tajuk Pada Tegakan Model Arsitektur Pohon Aubreville, Leeuwenberg Dan Stone Di Tipe Penggunaan Lahan Kebun Hutan Sub Daerah Aliran Sungai Gumbasa”. *WARTA RIMBA* ISSN: 2406-8373 Volume 4, Nomor 1 Hal: 28-33.
- Sinuhaji Andreas. (2018). *Evaluasi Hasil Reklamasi Di Areal Pit A SWD 2 Tambang Batubara Dengan Revegetasi di PT. Darma Henwa Tbk Bengalon Kalimantan Timur*. Program Studi Magister Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik Mineral. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta. <http://eprints.upnyk.ac.id/13863/>
- Sofiah Siti dan Fiqqa Putri Abban. (2014). *Karakterisasi Tumbuhan Lokal untuk Konservasi Tanah dan Air, Studi Kasus pada Kluwih (Artocarpus altilis Park. ex Zoll.) Forsberg dan Bambu Hitam (Gigantochloa atroviolaceae Widjaja)*. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi. Website ;<http://krpurwodadi.lipi.go.id/publikasi/Karakterisasi%20Tumbuhan%20HAYATI%20Sofi-Abban.pdf> Diakses tanggal 15-10-2019
- Subagyono Kasdi, Marwanto Setiari, Kurnia Undang. (2003). *Teknik Konservasi tanah Secara Vegetatif*. Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian. Bogor
- Suprpto Joko Sabtando. (2008). *Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian*. Kelompok Program Penelitian Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi
- Suryatmojo.H. (2006). *Konsep Dasar Hidrologi Hutan*. Website; http://mayong.stap.ugm.ac.id/site/?page_id=117. Diakses pada Tanggal 2-3-2018

Tarigan R Dela, Mardiatno Djati. (2012). “Pengaruh Erosivitas dan Topografi Terhadap Kehilangan Tanah Pada Erosi Alur di Daerah Aliran Sungai Secang Desa Hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo”. *Jurnal Bumi Indonesia*. Volume 1, Nomor 3.

Thoifah, I., (2015). *Statistika Pendidikan Dan Metode Penelitian Kuantitatif*. Madani. Malang.

Widodo, (2011). *Kajian Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang Skala Kecil Untuk Pertanian*, Studi Kasus KUD Mandiri Panca Usaha, Kertajaya Sukabumi.