

Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian

Bulletin of Technology and Information on Agriculture

Vol. 9. Tahun 2006



FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP)
JAWA TIMUR



Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian adalah jurnal ilmiah yang isinya menekankan pada teknologi dan informasi yang bersifat terapan di bidang pertanian.

Sasarannya adalah pengambil kebijakan pertanian, peneliti, penyuluh, pengusaha dan masyarakat ilmiah pertanian secara umum di wilayah Jawa Timur.

Penanggung Jawab	: Kepala Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur (Dr. Ir. Sudarmadi Purnomo)
Ketua Dewan Redaksi	: Prof. Dr. Ir. Gatot Kartono (Entomologi)
Anggota	: Dr. Ir. Q. Dadang Ernawanto (Pengembangan Wilayah) Dr. Ir. Suhardjo (Pasca Panen) Dr. Ir. M. Cholil Mahfud (PHT) Ir. Pudji Santoso, MS (Sosek dan Kebijakan) Ir. Sukarno Roesmarkam, MS (Perbenihan) Dr. Ir. Muchamad Soleh (Budidaya Tanaman) Ir. Nugroho Pangarso, MS (Penyuluh)
Penelaah (Mitra Bestari)	: Prof. Dr. Ir. Sjekhfani (Ilmu Tanah) Prof. Dr. Ir. Sumeru Asyhari (Pemuliaan) Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. (Phytopatologi)
Redaksi Pelaksana	: Dra. Endang Widajati Prayitno Surip
ISSN	: 1410-8976

Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian Vol. 9. Tahun 2006

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI LAHAN SAWAH TADAH HUJAN MELALUI TEKNIK TANAM GOGORANCAH <i>Zainal Arifin</i>	1
PENGARUH KARAKTERISTIK SOSIAL BUDAYA PETANI TERHADAP PENERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN (Studi Petani Sayuran Dataran Tinggi Kota Batu Propinsi Jawa Timur) <i>Kasmiyati</i>	7
PERAN ZAE (<i>Zona Agroekologi</i>) DAN LQ (<i>Loqation Quotient</i>) DALAM PENGEMBANGAN HORTIKULTURA DI JAWA TIMUR <i>G. Kartono, Q. D. Ernawanto, dan D.P. Saraswati,</i>	25
PERBENIHAN KENTANG DI JAWA TIMUR <i>P.E.R. Prahardini</i>	34
PENGUATAN KELEMBAGAAN KELOMPOK TANI Mendukung Pembangunan Pertanian di Jawa Timur <i>Purwanto, Mat Syukur dan Puji Santoso</i>	43
STUDI POTENSI PENGEMBANGAN DAN PENUMBUHAN USAHA PENGOLAHAN JAGUNG DAN UBIKAYU DI KABUPATEN TUBAN <i>Ruly Hardianto, Suhardjo, Suhardi dan Soni Kurniawan</i>	53
PEMANTAUAN TINGKAT EROSI TANAH DI DAERAH PENAMBANGAN BATU KAPUR DI TUBAN *) <i>Ruly Hardianto, Q.D. Ernawanto, Gaguk Sudaryanto dan Soetrisno</i>	69
PERANAN CENDAWAN ANTAGONIS (<i>Trichoderma spp.</i>) SEBAGAI AGENS PENGENDALIAN HAYATI DAN DEKOMPOSER <i>Eli Korlina</i>	80
APLIKASI KULTUR JARINGAN PADA PERBANYAKAN BUNGA POTONG <i>P.E.R. Prahardini</i>	87
HUBUNGAN ANTARA BESAR USAHA PETERNAKAN SAPI RAKYAT TERHADAP BIAYA, PENDAPATAN DAN EFISIENSI EKONOMI DI DAERAH TRANSMIGRASI DATARAN WAYAPO KECAMATAN BURU UTARA TIMUR KABUPATEN BURU <i>Elizabeth.R.Kotadiny</i>	95
PENENTUAN KOMODITAS UNGGULAN DI PROPINSI JAWA TIMUR <i>Q. D. Ernawanto, G. Kartono dan B. Irianto</i>	103
KAJIAN STATUS HARA TANAH DAN KOMODITI KABUPATEN LUMAJANG (Studi kasus Kecamatan Pasirian dan Pasrujambe) <i>G. Kartono, D P Saraswati, Suwono, Harwanto, B. Irianto, Q..D.Ernawanto</i>	123

PEMANTAUAN TINGKAT EROSI TANAH DI DAERAH PENAMBANGAN
BATU KAPUR DI TUBAN
(*Monitoring in soil erosion level at calcium rock mining region in Tuban*)

Ruly Hardianto¹⁾, Q.Dadang Ernawanto²⁾, Gaguk Sudaryanto³⁾ dan Soetrisno⁴⁾

¹⁾ dan ²⁾ adalah Peneliti Sumber Daya Alam - BPTP Jawa Timur.

³⁾ dan ⁴⁾ adalah Penyuluh dan Kepala KIPP Kabupaten Tuban.

ABSTRAK

Pemantauan tingkat erosi tanah di daerah penambangan batu kapur dilakukan di lokasi PT.Semen Gresik (Persero) Tbk. di Tuban dengan mengambil empat kategori penggunaan lahan, yaitu: 1).Lahan Original; 2). Lahan Tambang Aktif; 3). Area Crusher; dan 4). Lahan Green Belt. Lahan Original adalah lahan yang belum ditambang berupa vegetasi alami yang ditumbuhi rumput alam, semak dan pohon. Lahan Tambang Aktif adalah lahan yang sedang ditambang berupa lahan terbuka yang sudah mengalami land clearing tanpa vegetasi. Area Crusher adalah area terbuka yang digunakan untuk sarana jalan, bangunan dan tempat penimbunan tanah sisa penambangan. Sedangkan lahan Green Belt adalah lahan untuk penghijauan sebagai penyangga dan batas antara area penambangan dengan lahan budidaya masyarakat. Tujuan pengkajian adalah untuk mengetahui tingkat erosi tanah dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pengukuran erosi dilakukan dengan menggunakan petak standar pengamatan erosi, ukuran panjang 22 m, lebar 2 m, dan lereng $\pm 9\%$. Untuk mengumpulkan tanah yang tererosi, pada tepi petak diberi batas seng yang ditenamkan sedalam 30 cm dan tinggi dari permukaan tanah 30 cm. Pada ujung petak dibuat bak penampungan tanah sebanyak 2 buah dengan ukuran panjang 2 m, lebar 2 m dan kedalaman 0.5 m. Hasil pengukuran erosi tanah pada Lahan Original sebesar 0,399 ton/ha berat basah atau 0,283 ton/ha berat kering; Lahan Tambang Aktif sebesar 0,493 ton/ha berat basah atau 0,392 ton/ha berat kering; Area Crusher sebesar 6,512 ton/ha berat basah atau 5,404 berat kering; dan pada Lahan Green Belt sebesar 0,385 ton/ha berat basah atau 0,289 ton/ha berat kering. Nilai ambang batas laju erosi berdasarkan kesamaan karakteristik sifat tanah dan substrata-nya untuk daerah batu kapur berkisar antara 1,13-4,48 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat erosi tanah pada Lahan Original, Lahan Tambang Aktif dan Lahan Green Belt berada di bawah ambang batas laju erosi; sedangkan pada Area Crusher berada di atas ambang batas laju erosi.

Kata Kunci :*Erosi, penambangan batu kapur, Tuban.*

ABSTRACT

Monitoring soil erosion level at calcium rock mining region was conducted at the location PT. Semen Gresik (Persero) Tbk in Tuban, taking 4 land use category, namely : (1) original land (2) active mining land (3) crusher area (4) green belt. Original land is a natural vegetation ground with grass bushes and trees, while active mining land is an open land where mining process was conducted, happened by land clearing with no vegetation. Crusher area is open land used for road, buildings, and storage of mining waste, while green belt is a border area between mining area and farmers, field, grown with varied plants. The aim of this assessment was to know soil erosion level and the factors influenced. Erosion counting was done by using observation standard box sized 22 m of length, 2 m of width and 9% sloppy. Erosion material was collected using plate piece of 30 cm soil depth and 30 cm above soil surface of highth. Result showed that erosion on original land was 0,399 t.ha⁻¹ wet weighth or 0.283 t.ha⁻¹ dried weighth; on active mining land was 0.493 t.ha⁻¹ wet weighth or 0.392 t.ha⁻¹ dried weighth or 5.404 t.ha⁻¹ dried weighth; and green belt area was 0.385 t.ha⁻¹ or 0.289 t.ha⁻¹ dried weighth. The limit value of erosion rate based on similar soil characteristic and its' sub strata for rocky region was around 1.13-4.48 t.ha⁻¹. It showed that erosion rate on original active mining and green belt land were still under the limit rate of erosion, while on crusher area was above the limit.

Key words : *erosion, calcium-rock-mining*

PENDAHULUAN

Secara garis besar proses kegiatan penambangan batu kapur meliputi 3 tahap utama, yaitu 1).Tahap pra penambangan; 2). Tahap penambangan; dan 3). Tahap pasca penambangan. Pada tahap pra penambangan, kegiatan utama adalah eksplorasi dan pembebasan lahan; pada tahap penambangan kegiatannya meliputi mobilisasi alat, mobilisasi tenaga kerja, pembersihan lahan (*land clearing*), pembangunan sarana dan prasarana, pengupasan lapisan tanah penutup (*stripping of overburden*), penggalian (*digging*), pemuatan (*loading*) dan pengangkutan (*transporting*); dan pada tahap pasca penambangan kegiatan utama meliputi penataan lahan dan reklamasi.

Penataan lahan setelah kegiatan penambangan diperkirakan akan menimbulkan dampak positif terhadap komponen lingkungan geofisik yaitu tertatanya kembali morfologi lahan, sedangkan reklamasi merupakan salah satu kegiatan yang tidak terpisahkan dalam penambangan dan sangat penting setelah penambangan selesai. Kegiatan reklamasi diharapkan akan berdampak positif terhadap komponen lingkungan geofisik

dengan terjadinya perubahan iklim mikro yang lebih baik, peningkatan kestabilan lereng dan penurunan erosi tanah.

Erosi tanah merupakan salah satu masalah ekologi yang mengkhawatirkan di lokasi penambangan. Tingkat erosi yang terjadi umumnya berada diatas batas yang dapat ditoleransi. Indikatornya dicerminkan dengan kesuburan tanah yang terus merosot, keseimbangan hidrologi terganggu, sumber-sumber air mengering dan ketersediaan air berkurang, serta kecenderungan terjadinya peningkatan frekuensi dan ukuran banjir. Akibat lain dari terjadinya erosi tanah adalah pendangkalan sungai, saluran irigasi dan waduk-waduk di sekitarnya. Dalam kasus-kasus yang ekstrim, kondisi di lokasi bekas penambangan bisa sangat menurun kesuburan tanahnya sehingga menjadi lahan kritis. Namun, bila pengelolaannya baik, memungkinkan sebagian besar lahan di lokasi penambangan masih potensial untuk usaha bercocok tanam dan masih ada kesempatan untuk usahatani produktif asal dibarengi dengan penerapan teknik konservasi tanah secara efektif sehingga keberlanjutan sistem produksi pertanian dapat dipertahankan.

Pemantauan erosi tanah & pengelolaan konservasi lahan di lokasi

penambangan merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam penyelenggaraan penataan lahan dan reklamasi dengan pertimbangan bahwa kedua kegiatan tersebut dipandang sesuai untuk diterapkan dalam menangani pemulihan & peningkatan kesuburan lahan serta peningkatan kesejahteraan petani yang berdomisili di sekitar lokasi penambangan dengan karakter lingkungan alam umumnya berbukit-bergunung, areal pertanian berupa lahan kering tadah hujan, dan tingkat aksesibilitas masih rendah. Pengelolaan konservasi lahan merupakan langkah strategis dalam mempertahankan dan meningkatkan fungsi sumberdaya lahan, baik dalam skala makro maupun skala mikro pada suatu daerah tangkapan air (*catchment area*) tertentu melalui pendekatan partisipatif melibatkan masyarakat itu sendiri. Kegiatan pembukaan lahan untuk penambangan batu kapur di lokasi PT. Semen Gresik (Persero) Tbk di Tuban dilakukan dengan cara pengupasan tanah dan penggalian batu kapur. Hal tersebut akan mempercepat kehilangan tanah oleh proses erosi di bagian hulu dan dampak sedimentasi di bagian hilirnya. Erosi merupakan proses alam yang oleh karena itu tidak dapat dihentikan. Upaya yang perlu dilakukan adalah menekan laju erosi ke suatu tingkat yang tidak merugikan atau yang biasa disebut dengan tingkat erosi dapat diperbolehkan (Edp).

GAMBARAN UMUM

Kondisi Wilayah

Daerah pemantauan erosi tanah secara administratif termasuk Kecamatan Kerek dan Merakurak. Daerah yang termasuk ke dalam wilayah Kerek sebagian merupakan daerah hulu, sedangkan yang termasuk ke dalam wilayah Merakurak sebagian daerah hulu dan sebagian besar daerah hilir. Bentuk daerah tangkapan airnya (*catchment area*) hampir seluruhnya merupakan daerah hulu, sedangkan daerah hilirnya berupa daerah landai di bagian Utara kawasan penambangan yang sebagian besar merupakan daerah di luar kawasan tambang. Wilayah bagian hulu meliputi

kawasan perbukitan penambangan batu kapur blok Sumberarum, Temandang dan Pompongan. Batas bagian Selatan adalah puncak bukit dan di bagian Utara batas kawasan penambangan.

Bentuk morfologi wilayah berupa lereng perbukitan yang memanjang arah Barat-Timur. Kemiringan lereng berkisar antara 15-30%. Tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan kapur dengan solum yang tipis bahkan di beberapa tempat bermunculan singkapan batuan induk yaitu batu gamping. Sebagian wilayah telah dilakukan penambangan batu kapur dan sebagian besar masih merupakan lahan asli (original). Penggunaan lahan di bagian hulu pada lokasi yang belum ditambang dibudidayakan tanaman jagung dan ketela pohon yang ditanam pada sela-sela singkapan batu gamping dan sebagian lagi berupa padang rumput dan semak. Secara morfologi daerah pemantauan hampir seluruhnya merupakan daerah limpasan dan resapan air hujan. Air limpasan terkonsentrasi pada lembah-lembah kecil yang berbentuk parit yang selanjutnya mengalir ke arah Utara.

Wilayah bagian hilir meliputi daerah kawasan dataran blok Temandang, Pompongan, Semampir dan Banaran. Batas bagian Selatan berimpit dengan batas kawasan penambangan dan batas bagian Selatan dengan area pesawahan wilayah Banaran dan Senori. Bentuk morfologi bagian hilir berupa lereng landai-datar yang melebar ke arah Utara. Kemiringan lereng kurang dari 15% dan melandai ke arah Utara. Pada daerah landai, tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan induk dengan solum tipis, sedangkan pada daerah dataran solum tanah cukup tebal. Sebagian besar wilayah hilir berupa perkampungan penduduk dan lahan budidaya. Penggunaan lahannya selain untuk perkampungan adalah budidaya tanaman jagung, kacang tanah, ketela pohon, padi, mangga dan buah-buahan lainnya. Secara morfologi daerah hilir merupakan daerah limpasan dan daerah datar di bagian Utara merupakan daerah genangan. Air limpasan dari daerah hulu terkonsentrasi pada satu saluran yang mengalir ke arah Utara.

Kegiatan Penambangan Batu Kapur

Lokasi penambangan batu kapur terletak pada blok Temandang dan Pompongan. Penggunaan lahan di sekitar lokasi penambangan berupa tegalan dan kebun campuran dengan jenis tanaman jagung, ketela pohon, kacang-kacangan, sengan, mangga, dan pepohonan lainnya. Kegiatan penambangan dilakukan dengan menggunakan sistem berjenjang tunggal dengan ketinggian setiap jenjangnya sekitar 6 meter. Perencanaan penambangan dibuat dengan blok-blok *quarry* penambangan yang dibagi dalam beberapa tahap. Dengan mempertimbangkan segi air tanah, penambangan batu kapur di daerah ini akan dihentikan pada elevasi ± 30 meter dpl.(Amdal, 1997).

Pola penambangan dalam satu blok direncanakan berdasarkan pada kualitas batu kapur. Terdapat tiga blok yaitu blok Tuban I, Tuban II dan Tuban III. Tabel 1 memperlihatkan kondisi *quarry* pada ketiga blok tersebut.

Tabel 1. Kondisi produksi blok *quarry* sampai tahun 2004.

No	Blok <i>quarry</i>	Awal Penambangan	Luas yang telah ditambang (m ²)	Produksi tambang (m ³)	Pengaliran air permukaan
1.	Tuban I	1997	255.000	1.920.000	Air permukaan diarahkan ke bagian Barat dan masuk ke lembah Kali Waru
2.	Tuban II	1994	357.500	4.672.000	Air permukaan diarahkan ke bagian Selatan dan masuk Kali Pompongan
.	Tuban III	1998	210.000	1.575.000	Air permukaan diarahkan ke bagian Timur dan masuk Kali Pompongan

Sumber: Anonimus (2005).

Pola Aliran Permukaan

Pola aliran permukaan di daerah penambangan batu kapur dan sekitarnya adalah berbentuk *dendrito-paralel* yang disebabkan oleh adanya perbukitan dengan kemiringan lereng yang hampir terjal, sedangkan di bagian hilir berbentuk paralel sesuai dengan kemiringan lerengnya yang landai dan berangsur mendatar. Ada dua aliran utama yang terdapat di daerah ini yaitu Kali Pompongan dan aliran dari

perbukitan Temandang melalui Kali Temandang. Kedua Kali tersebut bersifat *intermitten* yaitu hanya sebagai penampungan aliran dari air hujan saja. Hampir seluruh aliran berasal dari kawasan penambangan. Batas kawasan penambangan bagian Selatan hampir berimpit dengan batas tangkapan air perbukitan ini. Kali Pompongan berhulu di perbukitan Pompongan mengalir ke arah Utara melalui Kampung Semampir, Pompongan dan berakhir di sekitar Kampung Banaran yang selanjutnya bergabung dengan daerah rendah blok Senori. Kondisi bagian hulu Kali Pompongan berupa perbukitan batu kapur yang sebagian lahannya telah ditambang yaitu *quarry* Tuban I dan Tuban II.

Morfologi Kali Pompongan adalah berupa saluran berukuran lebar 1-2 meter di daerah perbukitan dan 2-4 meter mulai blok Semampir hingga sekitar Kampung Banaran. Gradien aliran di kawasan penambangan lebih besar dibandingkan di blok Semampir-Banaran. Dimensi aliran Kali Pompongan berakhir di daerah Banaran dan selanjutnya hingga blok Senori tidak tampak adanya aliran kali. Dengan menghilangnya aliran ini, maka air kali terpecah menjadi air limpasan permukaan tanah hingga mencapai daerah yang lebih rendah atau rawa-rawa di sekitar dataran blok Senori.

Kali Temandang berasal dari perbukitan batu kapur blok Temandang mengalir ke Utara melalui Kampung Temandang dan berakhir di daerah sekitar *quarry* lempung. Bagian hulu berupa perbukitan batu kapur yang telah ditambang yaitu *quarry* Tuban I. Morfologi Kali Temandang di bagian perbukitan mempunyai lebar 1-2 meter dan di daerah landai saluran mengecil seperti yang terlihat dari area Crusher Tuban II hingga Kampung Temandang. Bentuk alirannya tidak jelas. Di bagian hilirnya sekitar lokasi penambangan lempung, alirannya hanya berupa parit di antara petak sawah/kebun. Diduga aliran air dari Kali Temandang masuk pada lubang bekas *quarry*.

Kedua aliran Kali Pompongan dan Temandang menghilang di daerah dataran.

Pada saat turun hujan di bagian hulu perbukitan, maka di daerah dataran air akan selalu terjadi limpasan atau banjir yang menggenang sesaat di daerah perkampungan dan pertanian karena terjadi penyempitan saluran. Di samping penyempitan saluran juga adanya perbedaan gradien aliran air di daerah perbukitan dan dataran. Hal ini menyebabkan air akan cepat mencapai daerah dataran disertai dengan menurunnya kecepatan.

Topografi

Secara morfologi daerah pemantauan dapat dikelompokkan menjadi dua satuan yaitu perbukitan dan dataran bergelombang. Morfologi perbukitan terletak di bagian Utara dan di Selatan batas berimpit dengan batas konsesi pertambangan, sedangkan batas Barat dengan Kali Waru dan batas Timur dengan Bukit Kampung Pompongan. Elevasi berkisar antara 50-105 meter dpl, relief umumnya rendah kecuali di sekitar lembah cukup tinggi. Kemiringan lereng berkisar 20-50% dengan pola aliran perbukitan berbentuk *dendrito-paralel*. Di lihat dari bentuk topografi awal, morfologi daerah perbukitan mempunyai empat lembah yang membentuk aliran yaitu Lembah Kali Pompongan, Lembah Pompongan-1, Lembah Temandang-1 dan Lembah Temandang-2. Semua lembah ini hanya berfungsi sebagai tempat penampungan aliran permukaan pada saat hujan turun. Semua aliran berasal dari perbukitan kapur yang membentuk morfologi di wilayah penambangan batu kapur.

Morfologi dataran terletak di bagian Selatan daerah perbukitan, bagian Utara hingga daerah persawahan Banaran. Elevasinya berkisar antara 20-50 meter dpl, relief sangat rendah, kemiringan lereng datar hingga 15% dengan pola aliran berbentuk paralel.

Dari bentuk topografi tersebut wilayah pemantauan dibagi menjadi tiga daerah tangkapan air, yaitu wilayah-1 meliputi daerah penambangan Tuban I dan perbukitan sekitarnya; wilayah-2 meliputi daerah perbukitan kapur bagian Tengah yang belum ada aktifitas penambangan; dan

wilayah-3 meliputi daerah penambangan Tuban II dan Tuban III. Wilayah-1 terletak di bagian Barat perbukitan kapur di sebelah Selatan Sumber Arum dan Gua Banyu Ayu. Arah aliran permukaan dari Selatan ke Utara dari tiga lembah yang bersatu di bagian Utara yaitu Lembah Temandang-2. Luas daerah tangkapan air wilayah-1 ini seluruhnya adalah 1.960.300 m² yang terdiri dari daerah penambangan Tuban I seluas 250.000 m² dan perbukitan yang belum ditambang seluas 1.710.300 m².

Wilayah-2 terletak di bagian Tengah perbukitan kapur di sebelah Selatan Sumber Arum dan Temandang. Arah aliran permukaan dari Selatan ke Utara berasal dari tiga lembah yang menyatu di bagian Utara yaitu Lembah Temandang-1. Luas daerah tangkapan air wilayah-2 ini seluruhnya adalah 1.974.000 m² yang meliputi daerah perbukitan yang belum ditambang.

Wilayah-3 terletak di bagian Timur perbukitan kapur di sebelah Selatan Pompongan. Arah aliran permukaan dari Selatan ke Utara berasal dari tiga lembah yang menyatu di bagian Utara yaitu Lembah Kali Pompongan. Luas daerah tangkapan air wilayah-3 ini seluruhnya mencapai 1.960.000 m² yang terdiri dari daerah penambangan Tuban II seluas 357.500 m², Tuban III seluas 210.000 m² dan perbukitan yang belum ditambang seluas 1.130.300 m².

Curah Hujan

Data curah hujan selama pemantauan erosi di lapangan pada bulan April dan Mei 2006 diperoleh dari Stasiun Penakar curah hujan terdekat yang berada di bagian Utara perbukitan kapur yaitu Stasiun Tamandang dan Pompongan. Sedangkan data curah hujan rata-rata tahunan diperoleh dari hasil rekapitulasi tiga penakar curah hujan milik PT.Semen Gresik yaitu Stasiun Goa Banyu, Temandang dan Pompongan. Hasil rekapitulasi tersebut menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan di lokasi pemantauan adalah sebesar 1.383 mm. Jumlah hari hujan per-tahun tertinggi adalah 127 hari dan terendah 40 hari. Bulan basah terjadi pada bulan November sampai April dengan besar curah hujan rata-rata bulanan 278

mm. Bulan kering terjadi pada bulan Mei hingga April dengan curah hujan rata-rata bulanan sebesar 22 mm.

Infiltration Rate dan Koefisien Run-off

Infiltration rate adalah kemampuan permukaan tanah melakukan air yang meresap ke dalam tanah melalui ruang antar butir tanah atau batuan dan kemudian masuk ke dalam lapisan pembawa air tanah (*aquifer*). Pengujian *infiltration rate* yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan pada permukaan tanah yang belum ada aktifitas penambangan adalah sebesar 0.5225 cm.menit-1, sedangkan pada permukaan tanah bekas galian tambang adalah sebesar 0.0925 cm.menit-1. Hal tersebut menunjukkan telah terjadi penurunan nilai *infiltrasi rate* pada bekas galian yang disebabkan karena terisi oleh partikel gamping yang mengkristal, sedangkan pada permukaan tanah yang belum ditambang masih terdapat tanah lapukan.

Pengukuran koefisien *run-off* dilakukan berdasarkan pada perbedaan penggunaan lahan, kemiringan lereng dan jenis tanah/batuan pada permukaan tanah asli (original) dan permukaan tanah bekas galian tambang. Hasilnya menunjukkan adanya tendensi peningkatan koefisien *run-off* dengan bertambahnya kemiringan lereng yaitu koefisien run-off meningkat menjadi hampir dua kali lipat pada daerah yang ditambang dibandingkan dengan tanah yang belum ditambang.

Tabel 2. Koefisien run off kawasan penambangan batu kapur PT.Semen Gresik (Persero) Tbk. di Tuban berdasarkan kemiringan lerengnya.

Kemiringan Lereng (%)	Koefisien <i>run-off</i> Permukaan Tanah Yang Belum Ditambang (%)	Koefisien <i>run-off</i> Permukaan Tanah Bekas Penambangan (%)
3	-	16.24
6	14.70	28.42
8	12.95	25.90
10	17.50	40.60
11	12.60	-
13	16.15	-
15	21.50	-
20	30.45	-

Sumber : Direktorat Geologi Tata Lingkungan (2000).

Erosi Tanah

Material yang rentan ter-erosi adalah material yang bersifat lepas, baik permukaan tanah asli maupun yang sudah mengalami kegiatan penambangan. Material tersebut berupa partikel tanah atau bahan galian yang berukuran butir halus hingga kerikil yang mudah terbawa oleh aliran air permukaan. Erosi tanah adalah proses penghanyutan partikel tanah dari satu tempat ke tempat lain karena adanya tumbukan hujan dan aliran permukaan (*run-off*). Pada tempat yang ter-erosi akan terjadi perubahan ketebalan tanah.

Erosi oleh air hujan merupakan fungsi dari erosivitas air hujan, ketahanan tanah dan faktor pelindung. Fungsi tersebut telah dinyatakan dalam “ *Universal Soil Loss Equation* “ atau dalam istilah bahasa Indonesia dikenal dengan “Persamaan Umum Kehilangan Tanah“ (Utomo, 1983), yaitu :

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

A : Jumlah tanah yang hilang (ton/ha)

R : Indeks erosivitas hujan

K : Indeks erodibilitas tanah

L dan S : Faktor lereng

C : Faktor tanaman

P : Faktor pengelolaan

Metode pengukuran tingkat erosi di lapangan menggunakan plot standard yang dikembangkan oleh Wischmeier di USDA, yaitu kehilangan tanah diukur dari plot berukuran 22 x 2 m dengan lereng 9 %. Dengan metode ini, diharapkan dapat diperoleh angka erosi aktual yang terjadi dengan cepat, murah dan dapat dipercaya.

Erodibilitas tanah dapat diberi batasan sebagai kemudahan tanah untuk tererosi. Dalam persamaan umum kehilangan tanah, kemudahan tanah untuk tererosi dinyatakan dalam indeks erodibilitas (K). Erodibilitas tanah merupakan fungsi dari berbagai sifat tanah, dalam hal ini ketahanan terhadap pukulan energi dari luar (energi air hujan dan limpasan permukaan) dan kemudahan tanah untuk menyerap dan meneruskan air ke dalam tanah. Wischmeier dan Mannering (1969) mendapatkan bahwa nilai indeks erodibilitas tanah berkaitan erat dengan tekstur,

struktur, dan kandungan bahan organik tanah. Disamping itu, nilai indeks erodibilitas tanah juga dipengaruhi oleh jenis mineral liat, kandungan sesquioxida, dan permeabilitas.

Sloneker, Olson, dan Maldenhour (1976) mengemukakan bahwa pada tanah berpasir jumlah tanah yang dipercikan oleh tetes butir hujan dipengaruhi oleh ukuran diameter pasir dan tekanan air pori tanah. Pasir yang dipercikan mula-mula meningkat tetapi dengan semakin turunnya tekanan air pori atau tanah semakin lembab, pasir kasar yang dipercikan menurun dengan cepat dan pasir ukuran sedang sangat turun secara pelan. Ini menunjukkan bahwa pasir sangat halus lebih banyak dipercikkan dan terbawa oleh aliran permukaan sebagai erosi dibandingkan dengan pasir kasar.

Morgan (1979) mengemukakan partikel-partikel tanah berukuran besar lebih tahan terhadap erosi karena sulit terangkut oleh air, sebaliknya partikel-partikel tanah halus seperti liat juga lebih tahan terhadap erosi karena daya kohesi antar partikel yang tinggi. Jadi tanah-tanah yang peka terhadap erosi adalah tanah yang didominasi partikel-partikel berukuran sedang seperti debu dan pasir halus. Hal ini sesuai dengan penelitian Loch dan Donollan (1983) pada dua jenis tanah yang berbeda yaitu *Midle Ridge clay loam* dan *Irving clay* dimana persentase sedimen tertinggi terjadi pada partikel berukuran 0,002 mm – 0,125 mm atau berkisar antara debu dan pasir sangat halus. Evan (1979) telah meneliti stabilitas agregat tanah dalam batas kandungan liat tertentu, ternyata tanah dengan batas fraksi liat antara 9-30% sangat mudah tererosi.

Kapasitas infiltrasi tanah dipengaruhi oleh ukuran dan kemantapan pori serta kedalaman efektif tanah. Hal ini berarti kapasitas infiltrasi akan dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah. Tanah yang mempunyai struktur baik dan kemantapannya tinggi akan mempunyai ruang pori untuk terjadinya infiltrasi. Sebaliknya tanah yang mempunyai kandungan liat tinggi, lebih-lebih jika liatnya bersifat mengembang jika kena air, akan mempunyai kapasitas infiltrasi rendah. .

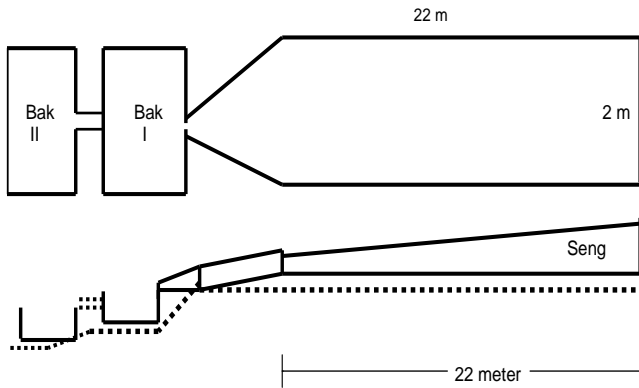
Wischmeier *et al.* (1971) mendapatkan hubungan antara erodibilitas tanah dengan suatu indeks yaitu kandungan % debu (0,002 – 0,05 m) + % pasir sangat halus (0,05 – 0,10 mm), % pasir (0,10- 2,0 mm), kandungan bahan organik, klas struktur tanah dan permeabilitas. Spath (1979) mengemukakan pada tanah dengan kandungan *fragipan* dan *clay pans* tinggi pada keadaan basah akan memperkecil nilai permeabilitas tetapi pada keadaan kering pengaruhnya sedikit sehingga nilai permeabilitas harus ditentukan pada dua musim yaitu musim basah dan musim kering.

BAHAN DAN METODE

Pengukuran Erosi

Pengukuran erosi dilakukan di enam lokasi yaitu dua lokasi untuk pengamatan erosi pada lahan Original, satu lokasi untuk lahan Tambang Aktif, satu lokasi di area Crusher, dan dua lokasi di lahan Green Belt. Kriteria pemilihan lokasi untuk plot erosi antara lain: a). Kondisi hamparan mewakili kondisi umum setiap jenis penggunaan lahan, b). Letak lokasi pengamatan mudah untuk dijangkau oleh petugas pengamat, c). Kemiringan lahan dipilih yang memiliki kisaran $\pm 9\%$.

Metode pengukuran erosi menggunakan petak standar pengamatan erosi, ukuran panjang 22 m, lebar 2 m, dan lereng $\pm 9\%$. Untuk mengumpulkan tanah yang tererosi, pada tepi petak di beri batas seng yang dibenamkan sedalam 30 cm dan tinggi dari permukaan tanah 30 cm. Pada ujung petak bawah dibuat bak penampungan tanah sebanyak 2 buah dengan ukuran panjang 2 m, lebar 2 m dan kedalaman 0.5 m. Jarak antara bak I dan bak II sekitar 0.75 m yang dihubungkan dengan paralon ukuran 4 dim. Letak bak I ditempatkan tepat di bawah plot, sedangkan bak II di bawah bak I. Fungsi bak II adalah sebagai bak cadangan untuk mengantisipasi limpahan air dan tanah yang tidak tertampung oleh bak I.



Gambar 2. Skema plot pengamatan erosi di lapangan

Data yang diamati adalah jumlah endapan tanah yang terakumulasi pada bak penampung I dan II, tidak termasuk air limpasan karena air limpasan meresap kedalam tanah. Pengukuran tanah yang tererosi dilakukan setiap dua minggu sekali atau jika lubang telah penuh. Jumlah endapan tanah yang tertampung di bak I dan II setiap pengamatan ditimbang basah keseluruhannya, kemudian diambil sampel sebanyak ± 1 kg dari setiap plot untuk dikeringkan dengan oven di laboratorium. Pemantauan dilakukan pada periode akhir musim penghujan yaitu pada bulan April dan Mei 2006.

Evaluasi Erosi

Untuk menilai keberhasilan upaya pengendalian erosi, maka tingkat erosi aktual hasil pengukuran lapang saat ini perlu dibandingkan dengan hasil pemantauan erosi terdahulu dan ambang batas laju erosinya (*tolerable soil loss*). Tingkat erosi dari hasil pemantauan sebelumnya diperoleh dari Laporan Akhir Penyelidikan Geologi Lingkungan untuk Penanggulangan Air Permukaan di Wilayah Penambangan PT.Semen Gresik (Persero) Tbk. di Kabupaten Tuban yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan-Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung pada tahun 2000. Sedangkan angka ambang batas laju erosi diperoleh dari studi pustaka hasil penelitian erosi yang dilakukan oleh Thompson (1957) dan hasil perhitungan berdasarkan rumus Achlil (1982) dengan

menggunakan faktor kedalaman tanah (D) dan erodibilitas (K) tanah yaitu: $A = 4 + 1,266 (10 D - K - 2)$, dimana A= nilai ambang batas laju erosi (ton/ha), D = kedalaman solum (meter), dan K = erodibilitas tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Erosi Aktual

Hasil pengukuran tingkat erosi dengan menggunakan plot erosi standar pada enam lokasi pengamatan yaitu: 1). Lahan Original I, 2) Original II, 3). Tambang Aktif, 4). Area Crusher, 5). Green Belt I, dan 6). Green Belt II sebanyak dua kali pengamatan yaitu pada tanggal 24 April dan 8 Mei 2006 serta perkiraan tingkat erosi tanah dalam periode satu tahun berdasarkan intensitas curah hujan, dicantumkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat erosi aktual dari hasil pengukuran di lapang dalam dua periode waktu pengamatan.

Tanggal Pengamatan	Lokasi Pengamatan	Tingkat Erosi (ton/ha)	
		Berat Basah	Berat Kering
24 April 2006 (Pengukuran I)	Original-I	0.076	0.073
	Original-II	0.058	0.056
	Tambang Aktif	0.077	0.070
	Area Crusher	4.205	3.524
	Green Blet-I	0.059	0.056
	Green Belt-II	0	0
Rata-rata:		0.895	0.756
<i>Note: Rata-rata jumlah curah hujan selama pengamatan I adalah 500 mm.</i>			
8 Mei 2006 (Pengukuran II)	Original-I	0.948	0.606
	Original-II	0.516	0.397
	Tambang Aktif	0.909	0.713
	Area Crusher	8.818	7.284
	Green Blet-I	0.909	0.653
	Green Belt-II	0.573	0.446
Rata-rata:		2.112	1.683
<i>Note: Rata-rata jumlah curah hujan selama pengamatan II adalah 1532 mm.</i>			

Hasil pengamatan tingkat erosi pertama menunjukkan bahwa berat basah maupun berat kering tingkat erosi tanah pada lahan Original, Tambang Aktif dan Green Belt nilainya sangat rendah kecuali di Area Crusher yang mencapai 4.205 ton ha⁻¹

berat basah atau 3.524 ton ha⁻¹ berat kering. Sedangkan pada pengukuran kedua angka erosi tanah pada lahan Original, Tambang Aktif, Green Belt maupun Area Crusher meningkat cukup tajam. Jika dilihat dari faktor curah hujan, yaitu pada periode I jumlah curah hujan mencapai 500 mm dengan kejadian hujan 2.5 kali; rata-rata periode lamanya hujan sebesar 139 menit; sedangkan pada pengamatan II jumlah curah hujan mencapai 1532 mm dan kejadian hujan 7 kali dengan lama periode hujan 401 menit; maka naiknya angka erosi pada pengukuran II tersebut disebabkan karena jumlah dan intensitas hujan yang lebih tinggi di lokasi pengamatan selama bulan Mei (Tabel 4.)

Tabel 4. Data curah hujan di lokasi pengamatan selama bulan April dan Mei 2006 dari dua Stasiun Penakar Hujan.

Bulan	Tanggal Kejadian Hujan	Periode Hujan (menit)	Jumlah Curah Hujan (mm)
APRIL 2006			
Stasiun Temandang	24 / 4 / 2006	54	350
	25 / 4 / 2006	6	160
Jumlah:	2 kali	60	510
Stasiun Pompongan	21 / 4 / 2006	58	60
	24 / 4 / 2006	99	180
	25 / 4 / 2006	61	250
Jumlah:	3 kali	218	490
Rata-rata:	2.5 kali	139	500
MEI 2006			
Stasiun Temandang	3 / 5 / 2006	5	120
	7 / 5 / 2006	35	80
	9 / 5 / 2006	12	310
	21 / 5 / 2006	69	520
	22 / 5 / 2006	68	270
	29 / 5 / 2006	10	245
Jumlah:	6 kali	199	1545
Stasiun Pompongan	1 / 5 / 2006	54	190
	2 / 5 / 2006	57	200
	6 / 5 / 2006	48	30
	7 / 5 / 2006	75	240
	9 / 5 / 2006	69	200
	10 / 5 / 2006	70	10
	21 / 5 / 2006	72	90
	22 / 5 / 2006	159	560
	Jumlah:	8 kali	604
Rata-rata:	7 kali	401	1532

Tingkat Erosi Sebelumnya

Hasil perhitungan erosi tanah pada areal lahan yang belum ditambang (Original) yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan pada tahun 2000 menghasilkan nilai besarnya erosi rata-rata adalah 52,5 ton/ha/tahun; sedangkan hasil perhitungan erosi tanah pada dokumen Amdal Penambangan Batu Kapur dan Tanah Liat PT.Semen Gresik Tuban pada tahun 1997 sebesar 80 ton ha⁻¹.tahun⁻¹.

Perhitungan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan tahun 2000 menghasilkan nilai erosi yang lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan pada dokumen Amdal Penambangan Batu Kapur dan Tanah Liat pada tahun 1997. Perbedaan tersebut terjadi karena berbedanya nilai indeks erosivitas hujan, yaitu nilai erosivitas hujan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan sebesar 765.6 yang berasal dari besarnya curah hujan harian rata-rata sebesar 129 mm dari Stasiun Penakar Hujan Temandang yang relatif lebih mewakili kondisi sebenarnya; sedangkan pada dokumen Amdal nilai erosivitas yang digunakan sebesar 1080 yang berasal dari data curah hujan harian rata-rata sebesar 159 mm yang diperoleh dari Stasiun Penakar Hujan Bogorejo yang letaknya lebih jauh dari lokasi kawasan penambangan.

Tabel 5. Hasil perhitungan tingkat erosi tanah pada tahun 2000 pada lahan yang belum ditambang.

Parameter USLE					Besarnya Erosi (ton/ha/th)
R	K	LS	C	P	
765.6	0.14	2.0	0.35	0.75	56.27
765.6	0.16	1.5	0.35	0.75	48.23
765.6	0.15	1.7	0.35	0.75	51.24
765.6	0.15	1.8	0.35	0.75	54.26
Rata-rata:					52.50
Hasil Perhitungan Erosi dari Dokumen Amdal tahun 1997:					80.00

Sumber : Direktorat Geologi Tata Lingkungan (2000).

Ambang Batas Laju Erosi

Untuk membandingkan keberhasilan upaya pengendalian erosi, maka perlu diketahui besarnya laju erosi aktual dan ambang batas laju erosi (*tolerable soil loss*).

Terdapat beberapa cara penetapan ambang batas laju erosi, antara lain 1). Thompson (1957) mendasarkan penggolongan tanah pada bahan induk; 2). Achlil (1982) menggunakan faktor kedalaman tanah (D) dan erodibilitas (K) dalam rumus $A = 4 + 1.266 (10D-K-2)$ dimana A = nilai ambang laju erosi (ton/ha), D = kedalaman solum (meter), dan K = erodibilitas tanah; pendekatan lain adalah LECS (Wood dan Dent, 1983) yaitu dengan mempertimbangkan tebal tanah minimum dan jangka waktu pengusahaan tanah yang diharapkan (*resource life*) dengan rumus: Ambang Laju Erosi = (DE-Dmin/resource life + Kecepatan pembentukan tanah), dimana DE = tebal tanah x faktor ketebalan tanah; Dmin = tebal tanah minimum. Nilai ambang batas laju erosi menurut Thompson dari beberapa sifat tanah dan substrata dicantumkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai ambang batas laju erosi

No	Sifat tanah dan substrata	Nilai ambang batas laju erosi (ton/ha)
1.	Tanah dangkal di atas batuan keras	1.13
2.	Tanah dalam di atas batuan keras	2.24
3.	Tanah yang lapisan bawahnya padat, terletak di atas substrata tidak keras	4.48
4.	Tanah dengan lapisan bawah yang permeabilitasnya lambat, di atas substrata yang tidak keras	8.97
5.	Tanah dengan lapisan bawah agak permeable di atas substrata yang tidak keras	11.21
6.	Tanah yang lapisan bawahnya permeable di atas substrata yang tidak keras	13.45

Sumber: Thompson dalam Abdurachman *et al.* (1990).

Potensi Endapan (Sedimentasi) Tanah Akibat Erosi

Sedimen atau endapan tanah yang terjadi pada jaringan sungai umumnya merupakan hasil atau akibat erosi, tetapi tidak semua erosi terangkut masuk ke dalam sistim jaringan sungai; sebagian tertahan di tempat-tempat yang rendah, cekungan, lembah, kolam dan bantaran sungai. Besarnya angkutan sedimen yang dievaluasi dari suatu lokasi pemantauan *di-outlet* sungai merupakan suatu indikasi dari kehilangan tanah dari suatu daerah pengaliran sungai. Perbandingan antara jumlah angkutan sedimen dengan "*gross erosion*" dikenal sebagai "*sediment delivery ratio*" tapi besaran tersebut umumnya hanya dipakai untuk suatu studi awal saja dimana program pengukuran sedimen tidak ada dan kehilangan tanah dihitung dari karakteristik basinnya. Erosi atau kehilangan tanah dapat ditentukan dengan monitoring sedimentasi hanya secara jangka panjang. Angkutan sedimen di sungai yang dimonitor dengan pengukuran jangka panjang akan memberikan efek nyata dari kegiatan pengelolaan daerah pengaliran sungai, apakah kecenderungannya akan baik atau sebaliknya, dengan melihat perubahan yang nyata dari angkutan sedimen dalam periode 10 atau 20 tahun.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan erosi dari dua kali pengukuran yaitu pada bulan April dan Mei 2006 menunjukkan bahwa rata-rata tingkat erosi tanah pada: 1). Lahan Original sebesar 0.399 ton ha⁻¹ berat basah atau 0.283 ton ha⁻¹ berat kering; 2). Lahan Tambang Aktif sebesar 0.493 ton ha⁻¹ berat basah atau 0.392 ton ha⁻¹ berat kering; 3). Area Crusher sebesar 6.512 ton ha⁻¹ berat basah atau 5.404 berat kering; dan 4). Lahan Green Belt sebesar 0.385 ton ha⁻¹ berat basah atau 0.289 ton ha⁻¹ berat kering. Nilai ambang batas laju erosi berdasarkan kesamaan karakteristik sifat tanah dan substrata-nya untuk daerah batu kapur berkisar antara 1,13-4,48 ton ha⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat erosi tanah pada Lahan Original, Lahan Tambang Aktif dan Lahan Green Belt berada di bawah ambang batas laju erosi; sedangkan pada Area Crusher berada di atas ambang batas laju erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimuos. 2005. Penyelidikan Geologi Lingkungan Untuk Penanggulangan Air Permukaan Di Wilayah Penambangan PT.Semen Gresik (Persero) Tbk.Di Kabupaten Tuban. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Direktorat Jenderal Geologi Dan Sumberdaya Mineral, Departemen Energi Dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Abdurachman A. Dan S.Sukmana. 1990. Prediksi erosi dengan metode USLE: Beberapa Masalah Dalam Penerapannya Di DAS Hulu. Risalah Lokakarya Pemantapan Perencanaan Konservasi Tanah dan Evaluasi Tingkat Erosi. Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Ambar, S dan Syarifudin, A.1979. Penetrasi DAS Jatiluhur. Seminar Erosi DAS Jatiluhur. Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran Bandung.
- Barus, A dan Suwardjo, 1977. hubungan antara sifat hujan dengan erosi. Kongres Nasional HITI. Yogyakarta.
- Durrah, M.M. and Bradford, J.M. 1982. Parameter for describing soil detachment due to single water drop impact. Soil Sci. Soc. Amer. J. 46 : 836 – 840.
- Istivarini, Z. 1984. Studi erodibilitas tanah di DAS kali Brantas dengan percobaan lapang, hujan buatan dan nomograph. Tesis Sarjana Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Rubio – Montoya, D. and Brown, K.W. 1984. Erodibility of strip minespoils. Soil Sci. 138 : 365-373
- Sloneker, L.L., Olson, T.C. and Moldenhauer, W.C. 1976. Effect of pore water pressure on sand splash. Soil Sci. Am. J. 40 : 948-951.
- Spath, H. 1979. Agronomic problem in designing water erosion control structure in semi arid region. Applied Science and Dev. 13 : 27-64.
- Utomo, W. H. and Mahmud 1984. The possibility of using USLE in mountaineous areas of East Java with humus-rich Andosols. Proc. 5th ASEAN Soil Conf. Bangkok.
- Wischmeier, W. H. and Mannering, J.V. 1969. Relation of Soil Properties to its erodibility. Soil Sci. amer. Proc.
- Wischmeier, W. H. Johnson, C.P. and Cross 1971. A Soil erodibility nomograph for farm land construction sites. J. Soil Water Cons. 26 : 189-192.