

PENGENDALIAN EROSI TANAH SEBAGAI UPAYA MELESTARIKAN KEMAMPUAN FUNGSI LINGKUNGAN

Oleh:

Muhammad Nursa'ban

Jurusan Pendidikan Geografi, FISE UNY

Abstrak

Ketergantungan manusia terhadap tanah terus meningkat. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan terhadap lingkungan yang akan mendorong kemerosotan sumberdaya tanah, baik mutu maupun jumlahnya. Kemerosotan ini seperti ditunjukkan oleh laju erosi yang semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya pengendalian erosi yang berlangsung. Upaya ini dapat dilakukan dengan mengetahui besarnya erosi yang terjadi.

Besarnya laju erosi dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan Universal Soil Loss Equation (USLE). Untuk mendukung perhitungan besarnya laju erosi yang terjadi, maka kita harus mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, dampak erosi yang ditimbulkan, klasifikasi erosi, dan batas toleransi erosi. Usaha-usaha untuk mengendalikan erosi, yaitu menggunakan tiga metode, antara lain: metode vegetatif, metode mekanik, dan metode kimiawi. Usaha pengendalian ini dapat digunakan sebagai alternatif pemilihan usaha pengendalian erosi tanah berdasarkan keuntungan dan resiko besarnya erosi yang mungkin terjadi. Selanjutnya para pengelola sumberdaya tanah seperti petani dapat diarahkan agar bersedia untuk memilih tanaman dan metode pengendalian erosi yang mampu memberi keuntungan cukup tinggi serta risiko timbulnya erosi serendah-rendahnya.

Kata kunci: erosi, pengendalian erosi, tanah

Pendahuluan

Fenomena kemerosotan kualitas tanah dewasa ini semakin meningkat, misalnya semakin tipisnya lapisan tanah sehingga kemampuan fungsi tanah sebagai media tumbuh tanaman dan media pengatur daur air menjadi terbatas yang pada akhirnya kemunduran kemampuan lingkungan tidak dapat dihindarkan. Di sisi lain ketergantungan manusia terhadap sumberdaya tanah terus meningkat. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan penduduk terhadap lingkungan tanpa memperhatikan kemampuan lingkungan itu sendiri. Keadaan ini akan mendorong kemerosotan sumberdaya tanah baik mutu maupun jumlahnya.

Beberapa fungsi tanah adalah sebagai sumber unsur hara, sumber air, penyedia udara, media tumbuh bagi tanaman, tempat hidup bagi hewan dan manusia, tempat dikuburkannya manusia, sebagai lahan perumahan dan jalan, sanitasi lingkungan (penyaring, penyangga, dan alih rupa), dan fungsi lainnya merupakan media yang vital bagi keberlangsungan kehidupan. Dalam Undang-undang Pengelolaan Lingkungan Hidup (UULH) No. 23 Tahun 1997 Bab II Pasal 3 dinyatakan bahwa: "Pengelolaan lingkungan hidup yang diselenggarakan dengan asas tanggung jawab negara, asas berkelanjutan, dan asas manfaat bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan hidup dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya dan pembangunan masyarakat Indonesia seluruhnya yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa". Dalam penjelasannya dinyatakan bahwa: "... Asas berkelanjutan mengandung makna setiap orang memikul kewajibannya dan tanggung jawab terhadap generasi mendatang, dan terhadap sesamanya dalam satu generasi. Untuk terlaksananya kewajiban dan tanggung jawab tersebut, maka kemampuan lingkungan hidup harus dilestarikan. Terlestarikannya kemampuan lingkungan hidup menjadi tumpuan terlanjutkannya pembangunan". Oleh karena itu, dalam mengelola sumberdaya alam harus diupayakan untuk melestarikan kemampuan lingkungan.

Lingkungan hidup yang lestari tentunya tidak mungkin diwujudkan secara fisik, tetapi yang dapat dilestarikan hanyalah fungsi dari lingkungan hidup itu sendiri. Hal ini sesuai dengan bunyi UULH No. 23 Tahun 1997 Bab I Pasal 1 yaitu bahwa: "Pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup, yang meliputi: kebijaksanaan penataan, pemanfaatan,

pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup".

Tanah sebagai salah satu sumberdaya alam yang utama memegang posisi penting dalam kelestarian lingkungan. Kemerosotan kemampuan tanah yang ditunjukkan dengan meningkatnya laju erosi dari erosi yang seharusnya disinyalir akan menurunkan kemampuan fungsi lingkungan, baik sebagai media pengendali tata air, media pertumbuhan tanaman yang nantinya akan berpengaruh pula terhadap makhluk hidup yang memanfaatkannya.

Rata-rata intensitas curah hujan yang relatif tinggi dan didukung kondisi topografi yang berbukit-bukit di sebagian besar daerah di Indonesia menjadi salah satu pemicu timbulnya proses erosi. Bahaya erosi ini akan semakin mengkhawatirkan, apabila di dalam mengelola sumberdaya alam tanpa memperhatikan kaidah konservasi sumberdaya alam khususnya sumberdaya tanah, sehingga secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap kelestarian kemampuan fungsi lingkungan.

Upaya pelestarian ini salah satunya adalah melalui pengendalian erosi tanah di setiap tipe penggunaan lahan (Rahim, S.E., 1995). Untuk itu usaha pengendalian erosi secara tepat perlu dilakukan dalam upaya melestarikan kemampuan fungsi lingkungan.

Erosi

Erosi menggambarkan pelapukan yang terjadi dipermukaan tanah yang bersifat merusak. Meskipun tidak selamanya erosi yang terjadi dapat menimbulkan kerugian. Pada prinsipnya erosi merupakan proses penghancuran dan pelapukan partikel-partikel tanah, dan perpindahan partikel tersebut akibat adanya *erosive transport agent* seperti air dan angin. Pada daerah beriklim tropika basah seperti sebagian besar daerah di Indonesia, penyebab utama terjadinya erosi yaitu air hujan, sedangkan tenaga penggerak erosi yang lain seperti angin dan gleytser kurang begitu dominan.

Menurut Sitanala Arsyad (1989: 30), erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan pada suatu tempat lain. Pengangkutan atau pemindahan tanah tersebut terjadi oleh media alami yaitu antara lain air atau angin. Erosi oleh angin disebabkan oleh kekuatan angin, sedangkan

erosi oleh air ditimbulkan oleh kekuatan air. Kekuatan perusak air yang mengalir di atas permukaan tanah akan semakin besar dengan semakin panjangnya lereng permukaan tanah. Tumbuhan-tumbuhan yang hidup di atas permukaan tanah dapat memperbaiki kemampuan tanah menyerap air dan memperkecil kekuatan butir-butir perusak hujan yang jatuh, serta daya dispersi dan angkutan aliran air di atas permukaan tanah. Perlakuan atau tindakan-tindakan yang diberikan manusia terhadap tanah dan tumbuh-tumbuhan di atasnya akan menentukan kualitas lahan tersebut. Berdasarkan asasnya dapat disimpulkan bahwa erosi merupakan akibat interaksi antara faktor-faktor iklim, topografi, tumbuh-tumbuhan, dan campur tangan manusia (pengelolaan) terhadap lahan, yang secara deskriptif dinyatakan dalam persamaan seperti di bawah ini:

$$E = f(i, r, v, t, m)$$

Keterangan:

E = besarnya erosi,

i = iklim,

r = topografi,

v = tumbuh-tumbuhan,

t = tanah,

m = manusia.

a. Iklim

Faktor iklim yang penting dalam proses erosi curah hujan dan suhu. Karena curah hujan dan suhu tidak banyak berbeda di tempat-tempat yang berdekatan, maka pengaruh iklim terhadap sifat-sifat tanah baru dapat terlihat jelas bila dibandingkan daerah-daerah yang berjauhan dan mempunyai iklim yang berbeda nyata. Pengaruh iklim dalam proses erosi dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung misalnya dalam proses pelapukan, pencucian, translokasi, dan lain-lain. Sedang pengaruh tidak langsung terutama adalah melalui pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetasi.

"...Sifat hujan yang terpenting yaitu curah hujan, intensitas hujan dan distribusi hujan akan menentukan kemampuan hujan untuk menghancurkan butir-butir tanah serta jumlah dan kecepatan limpasan permukaan. Curah hujan dalam suatu waktu mungkin tidak menyebabkan erosi jika intensitasnya rendah. Demikian pula bila hujan dengan intensitas tinggi tetapi terjadi dalam waktu

singkat. Hujan akan menimbulkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan jatuhnya dalam waktu yang relatif lama." (Wani Hadi Utomo, 1989:22).

Sitanala Arsyad memberikan klasifikasi intensitas hujan sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Intensitas Hujan

No.	Intensitas Hujan (mm/jam)	Klasifikasi
1.	0-5	Sangat rendah
2.	5-10	Rendah
3.	11-25	Sedang
4.	26-50	Agak tinggi
5.	51-75	Tinggi
6.	Lebih dari 75	Sangat tinggi

Sumber: Sitanala Arsyad (1989:73)

b. Topografi

Topografi yang ditampilkan oleh suatu daerah aliran sungai (DAS) akan mempengaruhi proses berlangsungnya erosi. Menurut Chay Asdak (1995:IX-452) kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor penting untuk terjadinya erosi, karena faktor-faktor tersebut menentukan besarnya kecepatan air larian.

Memperkuat pendapat di atas, Wani Hadi Utomo (1989: 36) menegaskan bahwa kemiringan lereng dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Curamnya lereng akan memperbesar energi angkut air. Selain itu dengan makin miringnya lereng, maka jumlah butir-butir tanah yang dipercik ke bawah oleh tumbukan air semakin banyak. Panjang lereng dihitung dari titik pangkal aliran permukaan sampai suatu titik dimana air masuk ke dalam pangkal aliran atau dimana kemiringan lereng berkurang demikian rupa, sehingga kecepatan aliran air berubah. Tanah dibagian bawah lereng mengalami erosi lebih besar daripada dibagian atas lereng karena semakin ke bawah, air terkumpul semakin banyak dan kecepatan aliran juga meningkat sehingga daya mengerosinya besar

c. Vegetasi

Pengaruh vegetasi pentup terhadap erosi adalah: 1). Melalui fungsi melindungi. 2). Menurunkan kecepatan air larian. 3). Menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya, dan 4). Mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air. (Chay Asdak, 1995: IX-452). Vegetasi mempunyai peranan penting dan sangat berpengaruh terhadap erosi di suatu tempat. Dengan adanya vegetasi tanah dapat terlindung dari bahaya kerusakan tanah oleh butiran hujan (Saifudin Sarief, 1986: 65).

Pada dasarnya tanaman mampu mempengaruhi erosi karena adanya 1) intersepsi air hujan oleh tajuk dan adsorpsi melalui energi air hujan, sehingga memperkecil erosi, 2) pengaruh terhadap struktur tanah melalui penyebaran akar-akarnya, 3) pengaruh terhadap limpasan permukaan, 4) peningkatan aktifitas mikroorganisme dalam tanah, 5) peningkatan kecepatan kehilangan air karena transpirasi (Wani Hadi Utomo, 1989:36). Vegetasi juga dapat menghambat aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi, selain itu juga penyerapan air ke dalam tanah diperkuat oleh transpirasi (penyerapan air melalui vegetasi).

d. Tanah

"Tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda. Kepekaan erosi tanah adalah mudah tidaknya tanah tererosi. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah adalah (1) sifat tanah yang mempengaruhi laju infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas air, (2) sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan pengikisan oleh butir-butir hujan yang jatuh dan aliran permukaan." (Sitana Arsyad, 1989:96)

Adapun sifat-sifat tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah.

e. Manusia

Kepekaan terhadap erosi selain dipengaruhi oleh faktor alam juga dipengaruhi oleh faktor manusia. Bahkan manusialah yang merupakan faktor penentu apakah tanah yang diusahakan akan merusak atau tidak berproduksi atau justru sebaliknya menjadi baik akibat pengelolaan tanah yang tepat (Sitana Arsyad, 1989:104).

Kesalahan manusia dalam mengelola lahannya akan menyebabkan intensitas erosi semakin meningkat seperti penggundulan hutan di DAS hulu sehingga menyebabkan erosi dan kerusakan tata air.

Berdasarkan uraian di atas kita dapat memaknai bahwa laju erosi di daerah tropis ditentukan oleh dua faktor kondisi yang menimbulkan erosi, yaitu: 1) Faktor yang dapat diubah oleh manusia, seperti: tumbuh-tumbuhan, sifat-sifat tanah, dan satu unsur topografi yaitu panjang lereng, 2) Faktor yang tidak dapat diubah oleh manusia, yaitu: iklim, tipe tanah, dan kecuraman lereng. Kedua kondisi tersebut pada hakekatnya memiliki peranan yang sama besar, namun demikian laju erosi yang berlangsung sering disebabkan oleh kekuatan peubah manusia. Penebangan pepohonan besar pada daerah penyangga hujan oleh manusia dengan dalih untuk kelangsungan hidup seperti pertanian, maupun penggunaan lain merupakan aktivitas yang menjadi pemicu utama terjadinya erosi.

Bentuk-Bentuk Erosi Tanah

Berdasarkan intensitas campur tangan manusia, Sitanala Arsyad (1989: 30) menyatakan bahwa erosi dibedakan antara erosi alami atau erosi geologi (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelarated erosion*). Sedangkan menurut Nabalegwa Muhamud (2000: 15) menambahkan bahwa tingkatan erosi tanah diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu erosi alami, erosi dipercepat dan erosi yang diperbolehkan (*permissible erosion*).

Erosi geologi (*normal erosion*) merupakan erosi yang berlangsung secara alami tanpa adanya tenaga pendorong. Biasanya erosi geologi terjadi dengan laju yang lambat yang memungkinkan terbentuknya tanah yang tebal yang mampu mendukung pertumbuhan vegetasi secara normal.

Erosi dipercepat (*accelerated erosion*) yaitu laju erosi yang melebihi laju pembentukan tanah di daerah tersebut. Erosi dipercepat ini biasanya dipengaruhi tindakan manusia yang berakibat menimbulkan kerusakan tanah. Erosi dipercepat ini juga terjadi karena manusia membuka tanah dengan membuang vegetasi baik sebagian maupun

seluruhnya, yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (tempat tinggal, industri, usaha tani, dan lain-lain). Proses erosi ini akan berjalan dengan cepat, terlebih di daerah yang mempunyai potensi erosi dan tanpa usaha pengendalian.

Erosi yang diperbolehkan (*permissible erosion*) merupakan erosi yang berlangsung seimbang atau lebih kecil dari pembentukan tanah di daerah tersebut. *permissible erosion* merupakan laju erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah. Sitanala Arsyad (1989:237) memperkirakan bahwa besar erosi yang diperbolehkan di Indonesia yaitu 2-3 kali besar erosi di Amerika (15-33 ton/ha/th atau 1,25-2,5 mm/th). Hal ini disebabkan karena jumlah curah hujan dan temperatur di Indonesia lebih tinggi dibanding Amerika.

Erosi yang terjadi dapat dibedakan berdasarkan produk akhir yang dihasilkan proses itu sendiri. Erosi juga dapat dibedakan karena kenampakan lahan akibat erosi itu sendiri. Atas dasar itu erosi dibedakan, yaitu: 1) erosi percikan (*splash erosion*), 2) erosi lembar (*sheet erosion*), 3) erosi alur (*rill erosion*), 4) erosi parit (*gully erosion*), 5) erosi tanah longsor (*land slide*), 6) erosi pinggir sungai (*stream bank erosion*) (Rahim S.E., 1995: 33-34).

Erosi percikan adalah erosi yang disebabkan oleh adanya air hujan yang memberikan energi tertentu ketika jatuh (energi kinetis), kemudian melepaskan partikel-partikel tanah, oleh sebab itu erosi percikan terjadi pada awal hujan. Erosi percikan terjadi secara maksimum kira-kira 2-3 menit setelah hujan turun karena pada saat itu tanah dalam keadaan basah, sehingga mudah dipercikan. Setelah 2-3 menit percikan akan menurun mengikuti ketebalan lapisan air. Terlepasnya partikel-partikel tanah dari masa tanah akibat erosi percikan sangat bergantung pada jenis tanah yang tererosi. Intensitas erosi percikan meningkat dengan adanya air genangan, tetapi setelah terjadi genangan dengan kedalaman tiga kali ukuran butir hujan, erosi percikan minimum. Erosi percikan akan berhenti apabila tetesan air hujan sudah tidak mampu lagi untuk menembus ketebalan lapisan air. Pada saat inilah proses erosi lembar dimulai. Erosi lembar akan dapat ditemukan secara jelas di daerah yang relatif seragam permukaannya. Pada daerah yang permukaannya datar, terjadinya erosi percikan kurang menimbulkan permasalahan. Karena

tetes air hujan yang menimbulkan percikan akan terbagi rata ke segala arah. Tetapi pada daerah miring akibat percikan tanah akan terlempar ke bawah sesuai kemiringan lahan tersebut.

Setiap jenis tanah mempunyai kemampuan untuk menyerap air berbeda-beda. Jika tanah sudah mencapai batas maksimum untuk menyerap air, tapi air masih datang terus menerus sehingga terjadilah aliran air. Aliran air ini tentunya mempunyai energi atau tenaga, makin miring permukaan tanah makin besar pula tenaganya. Dengan tenaga tersebut air ini mampu membawa butir-butir tanah yang terdapat di permukaan tanah. Kejadian inilah yang disebut erosi aliran permukaan. Aliran air pada permukaan tanah tidak selamanya membawa butir-butir tanah. Terbawanya butir-butir tanah oleh aliran permukaan dipengaruhi oleh faktor-faktor yaitu kecepatan dan turbulensi aliran.

Erosi Aliran di bawah tanah merupakan kelanjutan dari erosi aliran permukaan. Erosi ini mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kandungan mineral-mineral basa yang terlarut. Mineral basa yang terlarut oleh aliran di bawah permukaan bisa mencapai dua kali lipat dibanding dengan mineral yang terlarut oleh aliran permukaan. Tapi bagi tanah yang tererosi oleh aliran di bawah permukaan memang sangat sedikit sekali diperkirakan hanya akan mencapai 1% dari total lahan yang tererosi di lereng bukit. Terjadinya erosi aliran di bawah permukaan disebabkan adanya aliran air yang terpusat pada terowongan-terowongan atau saluran-saluran air yang ada di permukaan tanah. Dengan terjadinya erosi ini lama-kelamaan terowongan atau saluran yang dilewati aliran air akan runtuh dan bisa menutup saluran. Akibat runtuhnya saluran atau terowongan dapat terbentuk selokan-selokan yang berukuran kecil.

Erosi alur bisa merupakan kelanjutan dari erosi aliran permukaan yang dimulai dari adanya konsentrasi limpasan permukaan. Erosi ini sering terjadi pada lahan-lahan yang berada di lereng pegunungan sehingga membentuk alur-alur. Penyebab terjadinya alur di kaki gunung adalah terjadi aliran yang cukup keras secara mendadak atau aliran air terhadang oleh benda yang ada di kaki gunung. Selain itu, erosi alur disebabkan oleh adanya tanaman yang ditanam berbaris searah dengan lereng gunung. Erosi alur merupakan salah satu penyebab utama terjadinya endapan. Erosi ini bisa mengikis dan mengangkut tanah secara efektif pada jarak antara alur satu dengan

yang lain antara 8-9 m. Apabila jarak tersebut mencapai ratusan meter maka yang terjadi bukan erosi alur melainkan erosi aliran permukaan. Bila ukuran alur sudah sangat besar, tidak dapat dihilangkan hanya dengan melakukan pembajakan biasa, atau alur tersebut berhubungan langsung dengan saluran pembuangan utama maka erosi yang terjadi telah memenuhi kategori erosi parit

Bentuk erosi parit seperti selokan sehingga sering disebut erosi selokan. Ada beberapa hal yang bisa menimbulkan terbentuknya erosi parit yaitu; merupakan kelanjutan dari erosi alur, akibat runtuhnya terowongan atau saluran di bawah tanah, akibat terjadinya tanah longsor yang arahnya memanjang.

Erosi gerak masa tanah ditandai dengan bergeraknya sejumlah massa tanah secara bersama-sama. Ada berbagai bentuk erosi gerak massa tanah yaitu: rayapan, longsoran, runtuhuan batu, dan larian lumpur. Terjadinya erosi gerak massa tanah merupakan akibat meluncurnya suatu volume tanah yang berada di atas lapisan kedap air (*impermeable*). Lapisan ini mengandung kadar liat yang cukup tinggi dan setelah jenuh air bisa bertindak sebagai peluncur. Longsoran tanah ini baru bisa terjadi apabila terdapat lereng yang cukup curam dan adanya lapisan di bawah permukaan tanah yang kedap dengan air, serta cukup kandungan air di dalam tanah sehingga tanah yang berada di lapisan kedap menjadi jenuh. Adapun erosi pinggir sungai yang mirip erosi tanah longsor mengikis pinggir sungai-sungai yang karena sesuatu hal mengalami longsor terutama bila pinggir sungai itu vegetasi alamnya ditebang dan diganti dengan tanaman baru.

Dampak Erosi

Secara garis besar kerusakan yang timbul akibat adanya erosi tanah yaitu penurunan kesuburan tanah dan timbulnya pendangkalan akibat proses sedimentasi (Rini Wudianto, 1989: 11-13). Kedua akibat tersebut pada akhirnya menjadi penyebab kualitas lahan di tempat berlangsungnya erosi menjadi menurun. Menurunnya kualitas tanah berarti menurunkan fungsi lahan di daerah tersebut, dan akhirnya akan menjadi ancaman karena merugikan bagi kelangsungan hidup masyarakat daerah sekitar kejadian erosi dalam lingkup yang kecil. Pada lingkup yang lebih luas akan berpengaruh terhadap perubahan stagnasi kondisi alam yang mutualistis dengan manusia. Misalnya, peningkatan kekeringan di beberapa wilayah lain di bawahnya. Oleh

karena itu laju erosi yang cepat ini akan menimbulkan dampak yang besar manusia.

Tanah yang subur umumnya terdapat pada lapisan tanah atas atau permukaan (*top soil*), sedang lapisan tanah bawah (*sub soil*) dapat dikatakan kurang subur. Apabila terjadi hujan dan dapat menimbulkan erosi, maka lapisan tanah ataslah yang akan terkikis kemudian terbawa oleh aliran air. Dengan terangkutnya lapisan tanah atas, maka tinggal lapisan tanah bawah yang kurang subur. Jika tanah tersebut ditanami, maka tanaman tidak akan dapat tumbuh subur dan hasilnya akan berkurang. Dengan berkurangnya hasil panen akan mengurangi pendapatan petani.

Pada saat berlangsungnya proses erosi terjadi pengikisan butir-butir tanah, kemudian dengan adanya aliran air butir-butir tanah tersebut terangkut sampai tidak mampu lagi mengangkut butir-butir tanah, maka tanah tersebut diendapkan. Pengendapan ini akan terjadi pada daerah yang lebih rendah, misalnya: sungai, waduk, saluran-saluran pengairan, dan laut. Pengendapan di sungai akan mengakibatkan pendangkalan yang dapat mengurangi kemampuan sungai untuk menampung air sehingga pada musim penghujan biasanya akan terjadi banjir. Pendangkalan sungai dapat mengganggu lalu lintas pelayaran kapal, seperti diketahui bahwa sejarah telah membuktikan dulu sungai-sungai di Jawa masih dapat dilewati kapal, namun sekarang sudah tidak ada lagi sehingga tinggal sungai-sungai yang ada di luar pulau Jawa yang dapat dilalui kapal-kapal.

Pendangkalan sungai akibat erosi ini dapat merembet ke laut, karena aliran air sungai bermuara ke laut akan mengendapkan material-material yang terbawa dalam bentuk *suspended load* ataupun *bed load* di muara sungai di pinggir laut. Sekarang banyak dijumpai pelabuhan yang mengalami pendangkalan akibatnya kapal-kapal besar mengalami kesulitan untuk merapat. Di samping pendangkalan yang terjadi di muara sungai di laut, material endapan pada aliran sungai juga mempengaruhi pendangkalan di waduk apabila sungai bersangkutan saluran masuk air waduk (*inlet*). Semakin cepat masukan material endapan ke waduk, maka kapasitas tampung mati waduk (*dead storage*) akan semakin cepat tertutup sehingga kondisi itu dapat mengurangi sisa umur waduk. Hal ini kemudian mengakibatkan daya guna waduk yang semula diperkirakan dapat lama, ternyata baru beberapa tahun saja sudah tidak berfungsi lagi. Sebagai contoh waduk Gajah Mungkur di Wonogiri, Jawa Tengah. Waduk ini diperkirakan dapat mencapai umur

100 tahun ternyata setelah diteliti karena adanya sedimentasi maka hanya dapat mencapai lebih kurang 27 tahun. Contoh lain yaitu waduk Darma di Kuningan mengalami percepatan umur waduk dapat berfungsi.

Menurut Sitanala Arsyad (1989: 3-4), dampak erosi tanah terhadap lingkungan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bentuk dampak langsung maupun tidak langsung yang dikaji di tempat kejadian erosi maupun di luar tempat berlangsungnya erosi, seperti ditunjukkan oleh Tabel 1. Mengingat bahaya erosi yang merugikan bagi lingkungan, sejak beberapa tahun yang lampau manusia telah menyadari dan melakukan berbagai usaha pencegahan (pengendalian) erosi. Peningkatan jumlah yang pesat telah menyumbangkan kontribusi yang besar terhadap kejadian erosi. Pembangunan permukiman dan tempat-tempat kegiatan usaha masyarakat yang banyak muncul dimana-mana, bahkan dibangun pada daerah-daerah penyangga yang mempunyai resiko yang lebih besar bagi kelangsungan hidup masyarakat semakin menguatkan bencana erosi terjadi, artinya semakin mendekati masyarakat pada kerugian yang lebih besar. Kenyamanan yang diidamkan semakin sulit diperoleh.

Pada sumber kejadian, erosi dapat menghilangkan unsur hara dan lapisan tanah bagian atas yang relatif subur, dalam hal ini terjadinya kerusakan struktur tanah, maka kondisi tersebut dapat menurunkan prosuktifitas tanah. Oleh karena itu berdampak pada kemiskinan petani karena penurunan penghasilan. Rusaknya bangunan-bangunan seperti; jembatan, dam, rumah penduduk dan timbulnya pembukaan lahan baru sehingga menimbulkan keperluan akan perbaikan lahan dan juga bangunan merupakan dampak lain yang ditimbulkan oleh erosi.

Pelumpuran akibat sedimentasi seperti di waduk, saluran irigasi, sungai dan lain-lain dan tertimbunnya lahan pertanian jalan dan bangunan, serta menghilangnya mata air dan menurunnya kualitas air yang berdampak pada kerusakan ekosistem perairan merupakan dampak nyata dari erosi di bagian hilir. Akibat lain yang dapat terjadi adalah meningkatnya frekuensi kekeringan/banjir.

Tabel 2. Dampak Erosi Tanah

No.	Bentuk Dampak	Dampak di Tempat Kejadian Erosi	Dampak di Luar Tempat Kejadian
1.	Langsung	a. Kehilangan lapisan tanah yang baik bagi berjangkarnya akar tanaman b. Kehilangan unsur hara dan merusakkan struktur tanah c. Peningkatan penggunaan energi untuk produksi d. Kemerosotan produktivitas tanah atau bahkan menjadi tidak dapat dipergunakan untuk berproduksi e. Kerusakan bangunan konservasi dan bangunan lainnya f. Kemiskinan petani penggarap/pemilik tanah	a. Pelumpuran dan pendangkalan waduk, sungai, saluran dan badan air lainnya b. Tertimbunnya lahan pertanian, jalan, dan bangunan lainnya c. Menghilangnya mata air dan memburuknya kualitas air d. Kerusakan ekosistem perairan (tempat bertelur ikan, terumbu karang, dan sebagainya) e. Kehilangan nyawa dan harta oleh banjir f. Meningkatnya frekuensi dan masa kekeringan
2.	Tidak Langsung	a. Berkurangnya alternatif penggunaan tanah b. Timbulnya dorongan untuk membuka lahan baru c. Keperluan akan perbaikan lahan dan bangunan rusak	a. Kerugian oleh memendeknya umur waduk b. Meningkatnya frekuensi dan besarnya banjir

Sumber: Sitanala Arsyad, 1989

Batas Toleransi Erosi

Erosi dipercepat yang disebabkan oleh manusia, masih dianggap aman jika tidak melewati suatu batas toleransi (*soil loss tolerance* atau *permissible erosion*). Banyak pendapat para pakar erosi yang mengemukakan besarnya batas toleransi erosi, yang masing-masing berbeda tergantung dari faktor lingkungan di sekitarnya. Arsyad (1989: 237-244), menganjurkan untuk mempergunakan batas toleransi erosi yang dikemukakan oleh Thompson (1957), seperti terlihat pada Tabel 3. Dengan menggunakan kriteria yang dipergunakan oleh Thompson (1957), dengan menentukan T maksimum untuk tanah yang dalam, dengan lapisan bawah yang *permeable*, di atas bahan (*substratum*) yang telah malapuk (tidak terkonsolidasi) sebesar 2,5 mm/tahun, dan dengan menggunakan nisbah nilai untuk berbagai sifat dan stratum tanah, maka nilai T seperti tertera pada Tabel 3 disarankan untuk menjadi pedoman penetapan nilai T tanah-tanah di Indonesia.

Wischmeier dan Smith (1978) dalam Sitanala Arsyad (1989: 238) mengemukakan dalam menentukan nilai erosi diperbolehkan (Edp) harus mempertimbangkan (1) ketebalan lapisan tanah atas, (2) sifat fisik tanah, (3) pencegahan terjadinya selokan (*gully*) (4) penentuan bahan organik, (5) kehilangan zat hara tanaman.

a. Kedalaman tanah efektif

Kedalaman tanah efektif berpengaruh terhadap kepekaan tanah pada erosi. Tanah-tanah yang dalam dan permeabel kurang peka terhadap erosi daripada tanah yang permeabel tetapi dangkal. Kedalaman tanah sampai lapisan kedap air menentukan banyaknya air yang dapat diserap tanah dengan demikian mempengaruhi besarnya aliran permukaan. Dengan semakin berkurangnya aliran permukaan berarti pengikisan tanah juga berkurang, hal ini juga berpengaruh pada nilai erosi yang diperbolehkan.

Kedalaman tanah efektif adalah kedalaman tanah yang masih dapat ditembus akar tanaman. Pengamatan kedalaman tanah efektif dilakukan dengan mengamati persebaran akar tanaman. Kedalaman tanah efektif diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Kedalaman Tanah

No.	Kedalaman Tanah	Kriteria
7.	Lebih dari 90 cm	dalam
8.	90 sampai 60 cm	sedang
9.	60 sampai 30 cm	dangkal
10.	kurang dari 30 cm	sangat dangkal

Sumber: Sitanala Arsyad (1989: 226)

b. Tingkat permeabilitas tanah bawah

Sifat lapisan tanah bawah yang menentukan kepekaan erosi tanah adalah permeabilitas lapisan tersebut. Permeabilitas ditentukan oleh tekstur dan struktur tanah, ciri-ciri lainnya adalah tinggi muka air tanah dalam hubungannya dengan air yang ditambahkan pada tanah. Permeabilitas tanah adalah kecepatan tanah untuk meloloskan sejumlah air dinyatakan dalam frekuensi dan lamanya penjenahan air. Permeabilitas tanah dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 3. Tingkat Permeabilitas Tanah

No.	Tingkat Permeabilitas (cm/jam)	Kriteria
1.	Kurang dari 0,5	Lambat
2.	0,5 sampai 2,0	Agak lambat
3.	2,0 sampai 6,25	Sedang
4.	6,25 sampai 12,5	Agak cepat
5.	lebih dari 25	Cepat

Sumber: Sumber: Sitanala Arsyad (1989:252)

c. Tingkat pelapukan lapisan bawah tanah (substratum)

Tanah dapat berasal dari batuan keras (batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf yang melapuk atau dari bahan-bahan lunak dan lepas seperti abu vulkan dan endapan baru. Dengan proses pelapukan maka permukaan batuan yang keras dapat hancur dan berubah menjadi bahan yang lunak yang disebut regolit. Tingkat pelapukan lapisan bawah tanah dikelompokkan menjadi tanah terletak di atas batuan kompak atau batuan induk dan tanah terletak di atas batuan yang telah melapuk atau bahan induk

d. Berat Volume Tanah

Berat volume tanah menunjukkan perbandingan antar berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah. Berat volume tanah merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah makin tinggi berat volume tanah yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus oleh akar tanaman. Data berat volume tanah dipergunakan sebagai faktor pengali pada pendugaan besarnya erosi tanah yang dapat diperbolehkan. Sebagai sumber daya yang banyak digunakan, tanah dapat mengalami pengikisan (erosi) akibat bekerjanya gaya-gaya dari agen penyebab, misalnya air hujan, angin dan/atau hujan. Jadi, secara alamiah tanah mengalami pengikisan atau erosi (Rahim S.E., 1995).

Tabel 3. Pedoman Penetapan Nilai T (Batas Toleransi Erosi) Menurut Thompson (1957)

No.	Sifat Tanah dan Substratum	Nilai T	
		Ton/acre /thn	Ton/ha/t h
1.	Tanah dangkal di atas batuan	0,5	1,12
2.	Tanah dalam, di atas batuan	1,0	2,24
3.	Tanah dengan lapisan bawahnya (<i>subsoil</i>) padat, di atas substrata yang tidak terkonsolidasi (telah mengalami pelapukan)	2,0	4,48
4.	Tanah dengan lapisan bawahnya berpermeabilitas lambat, di atas bahan yang tidak terkonsolidasi	4,0	8,96
5.	Tanah dengan lapisan bawahnya berpermeabilitas sedang, di atas bahan yang tidak terkonsolidasi	5,0	11,21
6.	Tanah yang lapisan bawahnya permeabel (agak cepat), di atas bahan yang tidak terkonsolidasi	6,0	13,45

Sumber: Sitanala Arsyad, 1989

Persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*)

Lahan pertanian yang terus-menerus ditanami tanpa cara pengelolaan tanaman, tanah dan air yang baik dan tepat, terutama di

daerah pertanian dengan curah hujan yang tinggi (> 1.500 mm per tahun) akan menurunkan produktivitasnya. Penurunan produktivitas ini secara lambat atau cepat dapat disebabkan oleh menurunnya kesuburan tanah dan terjadinya erosi (Syah, R., 1995).

Bahaya erosi ini banyak terjadi di daerah-daerah lahan kering terutama yang memiliki kemiringan lereng sekitar 15 persen atau lebih. Keadaan ini sebagai akibat dari pengelolaan tanah dan air yang keliru atau penerapan pola pertanian yang tidak sesuai dengan kemampuan fungsi lingkungannya.

Tabel 4. Pedoman Penetapan Nilai T Untuk Tanah-tanah di Indonesia.

No.	Sifat Tanah dan Substratum	Nilai T (mm/thn)
1.	Tanah sangat dangkal di atas batuan	0,0
2.	Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi)	0,4
3.	Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi)	0,8
4.	Tanah dengan kedalaman sedang di atas bahan telah melapuk	1,2
5.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang kedap air di atas substrata yang telah melapuk	1,4
6.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat, di atas substrata telah melapuk	1,6
7.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawahnya berpermeabilitas sedang, di atas substrata telah melapuk	2,0
8.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel, di atas substrata telah melapuk	2,5

Sumber: Sitanala Arsyad S., 1989

Catatan :

- Kedalaman tanah efektif yaitu kedalaman tanah yang baik bagi pertumbuhan akar tanaman, yaitu sampai pada lapisan yang tidak dapat ditembus akar tanaman.

Kriterianya:

> 90 cm = dalam,

50-90 cm = sedang,

25-50 cm = dangkal,

< 25 cm = sangat dangkal.

Tanah dan air merupakan dua sumber daya alam yang utama, peka terhadap berbagai kerusakan (degradasi). Kerusakan air berupa hilangnya sumber air dan menurunnya kualitas air, antara lain disebabkan oleh proses sedimentasi yang bersumber pada kerusakan tanah oleh erosi. Di daerah tropika basah kerusakan tanah yang paling utama dan semakin kritis adalah disebabkan oleh erosi tanah.

Kerusakan tanah yang kadang-kadang sampai pada tingkat kritis seperti penurunan produktivitas tanah, banjir yang terjadi setiap tahun, merosotnya debit air sungai di musim kemarau dan meningkatnya kandungan lumpur atau bahan organik pada musim hujan merupakan tanda-tanda kerusakan sumberdaya alam di suatu wilayah.

Laju erosi yang menyatakan banyaknya lapisan tanah yang hilang dari suatu tempat karena proses erosi, merupakan salah satu indikator kecepatan proses perusakan. Perhitungan laju erosi dapat dilakukan secara nisbi (relatif), yaitu berdasarkan nilai bahaya atau besarnya nilai faktor-faktor yang mempengaruhi erosi. Perkiraan atau prediksi besarnya laju erosi yang mungkin terjadi di lapangan dapat ditentukan antara lain dengan menggunakan metode Wischmeier dan Smith (1978) yang dikenal dengan *Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT)* atau dalam bahasa Inggris *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, yaitu sebagai berikut:

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

Keterangan:

A = banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun),

R = faktor curah hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I_{30}), tahunan,

- K = faktor erodibilitas (kepekaan) tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah yang didapat dari petak percobaan standar, yaitu petak percobaan yang panjangnya 22 meter (72,6 kaki) terletak pada lereng 9% tanpa tanaman,
- L = faktor panjang lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah dengan suatu panjang lereng tertentu terhadap erosi dari tanah dengan panjang lereng 22 meter (72,6 kaki) di bawah keadaan yang identik,
- S = faktor kemiringan/kecuraman lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi yang terjadi dari suatu tanah dengan kemiringan lereng tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah dengan lereng 9% di bawah keadaan yang identik,
- C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tanpa tanaman,
- P = faktor tindakan khusus konservasi tanah, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik.

Metode Pengendalian Erosi

Pengendalian erosi dapat dilakukan melalui tiga metode yaitu metode vegetasi (biologi), metode teknik mekanis dan metode pemakaian bahan-bahan pemantap tanah (soil conditioner) (Saefudin Sarief, 1985:75).

1. Metode Vegetasi

Metode ini mempergunakan tumbuhan atau tanaman dan sisa-sisanya untuk mengurangi daya rusak hujan yang jatuh, jumlah dan daya rusak aliran permukaan. Yaitu dengan melakukan penanaman berbagai jenis tanaman. Fungsi tanaman untuk melindungi tanah terhadap daya tumbukan buti-butir air hujan,

melindungi tanah terhadap daya perusak aliran air di atas permukaan dan memperbaiki penyerapan air oleh tanaman (Kartasapoetra, 1991:145). Disamping itu tanaman dalam metode ini dapat berfungsi melindungi tanah dari aliran permukaan, dan memperbaiki kapasitas infiltrasi tanah dan penahanan air yang akan mempengaruhi besarnya aliran permukaan.

Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam usaha konservasi tanah secara vegetasi adalah:

a. sisa-sisa tumbuhan penutup tanah.

Pembenaman sisa-sisa tanaman ke dalam tanah akan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air dan memelihara unsur hara tanaman.

b. Penanaman tanaman penutup tanah

Tumbuh-tumbuhan yang dapat berfungsi sebagai penutup tanah dapat digolongkan dalam tiga jenis yaitu tumbuhan penutup tanah tinggi, tumbuhan penutup tanah sedang dan tumbuhan penutup tanah rendah.

c. Pergiliran tanaman

Yaitu sistem penanaman berbagai tanaman secara bergilir dalam urutan waktu tertentu pada sebidang tanah.

d. Penanaman tumbuhan dalam jalur

Penanaman dalam jalur (*strip cropping*) adalah suatu sistem bercocok tanam dengan cara beberapa jenis tumbuhan ditanam dalam jalur yang berseling-seling pada sebidang tanah dan disusun memotong lereng atau menurut garis kontur.

2. Metode Teknis Mekanis

Pengendalian erosi secara teknis mekanis adalah usaha-usaha pengawetan tanah untuk mengurangi banyaknya tanah yang hilang di daerah lahan pertanian dengan cara-cara mekanis. Usaha pengendalian erosi secara teknis mekanis berupa bangunan-bangunan teknis pada lahan yang miring, berupa teras dan saluran pembuangan air (Saefudin Sarief, 1985:80). Metode mekanik dalam pengendalian erosi berfungsi: a) memperlambat aliran permukaan, b) menampung dan menyalurkan aliran permukaan dengan kekuatan yang tidak merusak, c) memperbaiki atau memperbesar

infiltrasi air ke dalam tanah dan memperbaiki aerasi tanah, serta d) menyediakan air bagi tanaman.

Adapun usaha-usaha teknis untuk pengendalian erosi dapat berupa:

a. Pembuatan Teras

Pembuatan teras dimaksudkan untuk mengubah permukaan permukaan tanah miring menjadi bertingkat-tingkat untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan dan menahan serta menampung agar lebih banyak air yang meresap ke dalam tanah.

1) Teras Datar

Teras datar adalah jenis teras yang dibuat pada lahan yang kemiringannya kurang dari 5% dengan maksud utama untuk membantu peresapan air ke dalam tanah. Bentuk teras datar sangat sederhana, dengan bagian utama bibir teras dan bidang olahan.

2) Teras Kridit

Teras Kridit dibuat pada tanah dengan kemiringan 3-10% dengan maksud untuk membantu peresapan air ke dalam tanah. Jenis teras ini pada umumnya diterapkan pada tempat-tempat yang lahannya sulit menyerap air.

3) Teras Bangku

Teras bangku adalah jenis teras yang dibuat pada tanah dengan kemiringan 15-50% disebut juga teras tangga. Bentuk teras paling sempurna yang terdiri atas bibir teras, talud, bidang olahan dan saluran teras. Bidang olahan dibuat miring ke dalam dengan kemiringan sebesar 0,2% tujuannya untuk meresapkan air ke dalam tanah dan untuk mencegah erosi tanah.

4) Teras Guludan

Teras guludan adalah jenis teras yang dibuat pada lahan yang kemiringannya antara 5-15% dengan bentuk sederhana terdiri atas bibir teras, saluran teras dan bidang olahan serta dilengkapi saluran pembuangan air di sepanjang bagian atas guludan.

b. Saluran Pembuangan Air (SPA)

Merupakan saluran terbuka yang dibuat pada permukaan tanah yang sudah dteras dengan arah tegak lurus denan arah garis kontur dengan maksud menampung sisa aliran permukaan untuk disalurkan ke tempat yang aman dari bahaya erosi dan longsoarnya tanah.

c. DAM Penahan

DAM penahan adalah bendungan kecil dan sederhana yang dibuat pada alur/parit alam, dengan urugan tanah diperkuat dengan maksud untuk mengendapkan lumpur hasil erosi dari lahan bagian atasnya.

d. Penghijauan

Penghijauan adalah penanaman tanaman pada tanah-tanah rakyat dan tanah lainnya yang telah mengalami kerusakan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah yang berada di luar kawasan hutan dengan pohon-pohon terpilih atau rumput-rumputan dengan maksud pengawetan tanah dan dapat memberikan tambahan pendapatan bagi para petani atau pemilik tanah yang bersangkutan.

3. Metode Kimiawi

Metode kimia dalam pengendalian erosi menggunakan preparat kimia sintetis atau alami. Metode ini sering dikenal dengan sebutan *soil conditioner*, yang bertujuan memperbaiki struktur tanah. Beberapa contoh *soil conditioner* yaitu; PVA (*Polyvinyl alcohol*), PAA (*Poly acrylic acid*), VAMA (*Vinyl acetate malcic acidcopolymer*), DAEMA (*Dimethyl amino ethyl metacrylate*), dan Emulsi Bitumen.

Sering pula dilakukan pengendalian erosi dengan mengkombinasikan dari dua metode pengendalian erosi atau bahkan ketiga metode tersebut di atas dan digunakan secara bersamaan dalam usaha mengendalikan erosi.

Penutup

Erosi merupakan fenomena yang sering terjadi di Indonesia dewasa ini yang memiliki dampak negatif cukup besar bagi kelangsungan hidup manusia. Selain menurunkan kualitas tanah sehingga mengurangi produktivitas tanah tersebut, juga mengakibatkan

bencana secara langsung bagi masyarakat yang cukup merugikan. Banyak kejadian-kejadian akibat erosi yang cukup memilukan menimpa sebagian wilayah Indonesia.

Kondisi ini menjadi keharusan untuk segera diupayakan usaha-usaha untuk mengatasinya. Upaya penanggulangan atas bencana erosi sebaiknya dilakukan secara terpadu dari hulu sampai hilir sehingga hasilnya bisa dirasakan semua. Pengendalian erosi tanah merupakan usaha yang dapat menekan dampak dari kemerosotan nilai guna tanah, meskipun setiap usaha pengendalian erosi tanah mempunyai nilai keuntungan ekonomis yang berbeda, serta mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menekan laju erosi. Selain jenis tanaman, sistem pengelolaan dan metode pengendalian yang digunakan berpengaruh terhadap besarnya laju erosi. Pengetahuan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi erosi dan dampak yang ditimbulkannya bagi masyarakat merupakan suatu yang perlu perhatian sehingga mereka dapat bersikap arief terhadap kondisi alam tempat dimana dia tinggal. Sehingga akibat-akibat dari bencana bisa dikurangi.

Dari kenyataan ini, untuk mengurangi laju erosi yang terjadi maka dapat disusun berbagai alternatif pemilihan usaha pengendalian erosi tanah berdasarkan keuntungan dan resiko besarnya erosi yang mungkin terjadi. Selanjutnya lahan yang mempunyai potensi terjadinya erosi dikelola dengan arahan agar bersedia untuk memilih tanaman dan metode pengendalian erosi yang mampu memberi keuntungan cukup tinggi serta meminimalkan risiko timbulnya erosi serendah-rendahnya.

Daftar Pustaka

- Chay Asdak. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ersin Seyhan. 1997. *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: UGM.
- Foth H.D. 1995. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Isa M. Darmawijaya. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kartasapoetra, dkk. 2000. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Muhamud Nabalegwa. (2000). *Soil Conservation As An Effort To Attain Sustainable Development In Sermo Reservoir Catchment Area. Disertasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University
- Rahim, S.E. 1995. *Pelestarian Lingkungan Hidup Melalui Pengendalian Erosi Tanah*. Palembang: UNSRI.
- Rini Wudianto. 1989. *Mencegah Erosi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Saifudin Sarief. (1986). *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Pustaka Buana
- Schwab G.O., Richard K.F., Kenneth K.B. 1981. *Soil and Water Conservation Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Sitanala Arsyad. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Syah A.R. 1995. *Penentuan Erosi dan Sedimentasi Pada Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Jambi: Majalah Ilmiah Universitas Jambi No. 45 Tahun 1995.