ISBN 978-602-9234-02-2

BUKU AJAR

TEKNIK PENGAWETAN TANAH DAN AIR

Disusun oleh :

Nurpilihan Bafdal

Kharistya Amaru

Edy Suryadi

PENERBIT :
JURUSAN TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI PERTANIAN
FTIP UNPAD

Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air, Edisi 1

2011

Penerbit:

Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Industri Pertanian

Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21 Jatinangor

Bandung – 40600.

http://www.ftip.unpad.ac.id

Nurpilihan Bafdal, Kharistya Amaru, Edy Suryadi

Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air

Bandung, Jur. TMIP. FTIP. Unpad., 2011

83 hlm. 17,6 x 25 cm

ISBN:

ISBN 978-602-9234-02-2

9 786029 234022

PENYUSUN

Nurpilihan Bafdal dilahirkan di Banda Aceh, 23 Juni 1948. Menyelesaikan masa SMA di Medan tahun 1965, dilanjutkan dengan pendidikan tinggi S1 di Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan lulus pada tahun 1972. Kemudian dilanjutkan jenjang pendidikan Magister di Asian Institute of Technology Thailand (A.I.T.) jurusan Soil and Water Engineering. Adapun program Doktoral diselesaikan di Universitas Padjadjaran dengan jurusan Konservasi Tanah dan Air pada tahun 1987.

Kharistya Amaru dilahirkan di Bandung, 21 April 1981, menghabiskan masa kecil di Bandung. Sekolah menengah atas diselesaikan pada tahun 1999 di SMAN 2 Bandung. Menyelesaikan jenjang pendidikan Strata 1 di Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran pada tahun 2004 dan pendidikan Magister Teknik di Institut Teknologi Bandung jurusan Teknologi Manajemen Lingkungan tahun 2007.

Edy Suryadi dilahirkan di Bandung, 14 Mei 1967. Menyelesaikan pendidikan Strata 1 di jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran tahun 1992. Kemudian dilanjutkan dengan pendidikan magister teknik di Institut Teknologi Bandung jurusan Teknik Lingkungan dan lulus pada tahun 2001. Saat ini sedang menyelesaikan program doktoral di Universitas Padjadjaran.

PENERBIT :

JURUSAN TEKNIK MANAJEMEN INDUSTRI PERTANIAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN UNIVERSITAS PADJADJARAN Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21 Jatinangor, Bandung 40600,
Telp. (022) 7798844

ISBN 978-602-9234-02-2

KATA PENGANTAR

Mata kuliah Teknik Pengawetan Tanah Dan Air atau disingkat TPTA adalah mata kuliah wajib bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Pertanian yang memilih Bidang Kajian Teknik Tanah Dan Air (TTA).

TPTA adalah mata kuliah yang membahas mengenai bagaimana teknik menjaga produktivitas lahan karena diakibatkan terjadinya proses erosi sehingga produksi dapat terjamin. Buku ajar ini dibuat oleh Tim Penulis sebagai pegangan bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah TPTA selain buku-buku yang dianjurkan.

Dalam buku ajar ini dibahas teknik pengendalian erosi yaitu secara mekanik; kimiawi dan vegetatif/biologi, dan bagaimana teknik mengawetkan air di dalam tanah. Selanjutnya pada akhir buku ajar ini dikemukakan pula cara menghitung erosi baik di lapangan maupun secara prediksi.

Diharapkan pada akhir perkuliahan mahasiswa dapat membuat perencanaan teknik pengawetan tanah dan air sehingga pada gilirannya produktivitas lahan dapat terjaga; air di dalam tanah dapat diawetkan sebagai persediaan pada musim kemarau.

Tim Penulis mengucapakan terima kasih pada beberapa pihak terkait yang telah banyak memberikan masukan sehingga buku ini dapat selesai.

Bandung, Februari 2011

Tim Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR …… i
DAFTAR ISI ……..ii
DAFTAR TABEL …….iv
DAFTAR GAMBAR ……...……..v

BAB I PENDAHULUAN : MASALAH EROSI DI INDONESIA DAN SIKLUS HIDROLOGI 1
1.1 Pendahuluan 1

BAB II MEKANISME TERJADI EROSI SERTA EROSI MENURUT JENIS DAN BENTUKNYA 5
2.1 Mekanisme Terjadi Erosi 5
2.2 Erosi Menurut Jenisnya 5
2.3 Erosi Berdasarkan Kejadiannya 7

BAB III FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (1) 9
3.1 Faktor Iklim 11

BAB IV FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (2) 19
4.1 Faktor Tanah 19

BAB V FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (3) 31
5.1 Vegetasi/Penutup Tanah 31
5.2 Topografi 34

BAB VI FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (4)..... 37
6.1 Manusia..... 37

BAB VII EROSI YANG DAPAT DIBIARKAN *(SOIL TOLERANCE EROSION)* DAN EROSI PERCIKAN (*SPLASH EROSION*) 40
7.1 Erosi Yang Dapat Dibiarkan (Soil Tolerance Erosion) 40
7.2 Erosi Percik (Splash Erosion) 42

BAB VIII PENGENDALIAN EROSI 45
8.1 Pengendalian Erosi..... 45
8.2 Pengendalian Erosi Secara Vegetatif dan Biologi 45
8.3. Pengendalian Erosi Secara Mekanik..... 49
8.4 Pengendalian Erosi Secara Kimiawi..... 50

BAB IX CARA MENGHITUNG EROSI 52
9.1 Cara Menghitung Erosi di Lapangan 52
9.2 Prediksi Erosi..... 53
9.2.1 Indeks erosivitas hujan (R) 56
9.2.2 Erodibilitas tanah (K)..... 56
9.2.3 Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S) 62
9.2.3 Pengelolaan Tanaman (C) dan faktor Konservasi (P)..... 64

BAB X LIMPASAN HUJAN 70

DAFTAR PUSTAKA 73

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan 12
Tabel 2. Keadaan curah hujan terhadap intensitas curah hujan 13
Tabel 3. Hubungan antara intensitas hujan dan kehilangan tanah. 14
Tabel 4. Beberapa ciri-ciri karakteristik pemisahan tanah..... 20
Tabel 5. Kelas Permeabilitas..... 22
Tabel 6. Pengaruh seresah dan tumbuhan penutup tanah terhadap erosi..... 33
Tabel 7. Batas maksimum laju erosi yang dapat dibiarkan untuk berbagai macam kondisi tanah. 41
Tabel 8. Nilai M untuk beberapa kelas tekstur tanah..... 58
Tabel 9. Faktor erodibilitas tanah K..... 60
Tabel 10. Prakiraan besarnya nilai K untuk jenis tanah di daerah tangkapan air Jatiluhur, Jawa Barat. 61
Tabel 11. Besarnya nilai erodibilitas dari beberapa macam tanah..... 62
Tabel 12. Nilai C untuk berbagai jenis tanaman dan Pengolahan tanaman 59
Tabel 13. Nilai faktor P pada berbagai aktivitas konservasi tanah di Jawa..... 67
Tabel 14. Faktor P untuk pertanaman menurut kontur dan tanaman dalam teras. 67
Tabel 15. Perkiraan nilai faktor CP berbagai jenis penggunaan lahan di Jawa. 68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidrologi 2
Gambar 2. Segitiga tekstur memperlihatkan batasan pasir, debu dan liat dari berbagai kelas tekstur..... 20
Gambar 3. Nomograph Weischmeir (1999)..... 29
Gambar 4. Petakan Kecil Mengukur Erosi 48
Gambar 5. Nomograph erosi tanah. (Novotny, 1981)..... 58
Gambar 6. Perhitungan kemiringan lereng dan panjang lereng..... 63

TUJUAN INSTRUKSIONAL UMUM

Setelah mengikuti seluruh perkuliahan Teknik Pengawetan Tanah dan Air mahasiswa dapat mengetahui faktor-faktor penyebab erosi, menghitung jumlah erosi di lapangan dan dengan prediksi dan dapat membuat perencanaan teknik pengawetan tanah dan air.

BAB I PENDAHULUAN : MASALAH EROSI DI INDONESIA DAN SIKLUS HIDROLOGI

TIK : Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa akan mengerti mengenai kontrak perkuliahan TPTA dan mengerti masalah yang ditimbulkan erosi dan siklus hidrologi

1.1 Pendahuluan

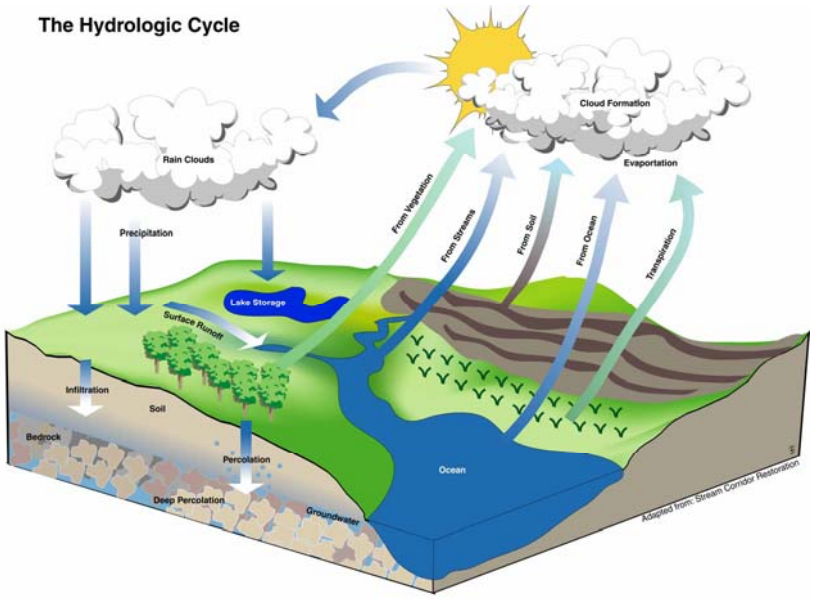
Mata kuliah Teknik Pengawetan Tanah dan Air adalah mata kuliah yang mempelajari bagaimana teknik-teknik untuk mengawetkan tanah dan air sehingga produktivitas lahan dapat terjaga. Mata kuliah ini lebih menekankan pada sifat fisik tanah (tekstur dan struktur tanah) daripada kesuburan tanah. Lahan yang produktivitasnya menurun pada gilirannya tidak dapat mendukung pertumbuhan optimal tanaman.

Di Indonesia masalah erosi merupakan masalah nasional karena dampak dari kejadian erosi dapat menimbulkan bermacam-macam kerugian, misalnya di sektor pertanian dapat menurunkan produktivitas lahan sementara di bidang kesehatan adalah terjadinya banjir khususnya di perumahan penduduk yang dapat menimbulkan bermacam-macam penyakit.

Brooks ., dkk (1991) berpendapat bahwa penyebab terjadinya erosi ada dua yaitu air dan angin; Indonesia sebagai negara tropis sangat jarang atau dapat dikatakan tidak pernah terjadi erosi yang disebabkan oleh angin. Erosi yang terjadi di Indonesia adalah disebabkan hanya oleh air. Keadaan ini juga lebih disebabkan karena di Indonesia mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan

musim kemarau. Pada saat musim hujan air dapat disimpan (konservasi) di dalam tanah dan dipegang oleh agregat-agregat tanah (*water holding capacity*) sehingga tanah sukar terlepas dari agregatnya ; ditambah lagi angin yang berhembus di Indonesia tidak sekencang angin yang berhembus di daerah gurun. Itulah sebabnya erosi angin tidak tejadi di Indonesia.

Gambar 1 berikut ini adalah siklus hidrologi yang menggambarkan suatu tempat di lahan miring; dimulai hujan turun ke permukaan lahan, sebagian hujan akan terintersep di permukaan daun dan sebagian lagi akan masuk ke permukaan sebagai infiltrasi , sisanya mengalir di atas permukaan tanah sebagai limpasan hujan. Air dari permukaan tanah dan permukaan daun akan menguap ke atmosfir berkumpul menjadi awan dan bila berbenturan akan turun berupa hujan ke permukaan tanah.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Hujan jatuh ke permukaan tanah khususnya lahan miring sebagai limpasan hujan akan membawa partikel-partikel tanah yang berasal dari top soil.

Hujan dengan *drop size* (ukuran butiran-butiran hujan) dengan *kinetic energy* dan massanya akan memukul agregat tanah sehingga hancur menjadi partikel-partikel tanah ; dan dengan mudah akan dibawa oleh limpasan hujan ke tempat-tempat yang lebih rendah (*sedimentation*) . Sedangkan air hujan yang tertahan di permukaan daun akan terevaporasi ke atmosfir sebagai uap air atau perlahan-lahan jatuh ke permukaan tanah dan masuk ke permukaan tanah sebagai infiltrasi. Besar dan kecepatan limpasan hujan sangat tergantung dari kemiringan tanah dan kapasitas infiltrasi. Begitu pula besar intersepsi air di permukaan daun sangat dipengaruhi oleh besar dan bentuk daun.

Limpasan hujan yang terjadi akan membawa partikel-partikel tanah ke daerah bagian bawah sehingga terjadi sedimentasi. Air hujan yang masuk ke permukaan tanah sebagai infiltrasi sebagian akan terperkolasi dan sebagian lagi akan menguap ke atmosfir yang lebih dikenal dengan *evaporasi.*

Air hujan yang terintersep di permukaan daun dari tanaman sebagian akan jatuh per lahan-lahan ke permukaan tanah dan sebahagian lagi akan teruapkan ke atmosfir (*transpirasi*). *Evaporasi* dan *transpirasi* akan terkumpul menjadi awan dan bila terjadi benturan yang hebat diantara awan maka akan turun menjadi hujan.

Erosi adalah penggerusan lapisan tanah bagian atas atau *top soil* yang disebabkan oleh air dan angin. (Nurpilihan, 2000).

Top soil atau lapisan bagian atas tanah merupakan media tumbuh tanaman yang amat subur ; tebal lapisan *top soil* ini sangat bervariasi, namun di daerah pertanian tebal *top soil* berkisar 30 sampai 50 sentimeter . Bila *top soil* terus menerus tergerus oleh proses erosi maka di permukaan tanah akan timbul *sub soil*. Lapisan tanah *sub soil* ini tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman sehingga pada gilirannya akan menurunkan produktivitas lahan dan produksi tanaman.

Bennet (1989) berpendapat bahwa untuk membentuk satu sentimeter lapisan tanah *top soil* dari *parent material* (bahan induk) dibutuhkan waktu 300 sampai 1000 tahun. Menyimak pendapat Bennet ini maka seharusnyalah menjaga ketebalan top soil ini dari proses erosi yang terjadi.

Diskusi :

1. Jelaskan siklus hidrologi
2. Apa yang disebut dengan :
   a. *infiltrasi*
   b. *interseption*
   c. *evaporasi*
   d. *transpirasi*
   e. *top soil*
   f. *sub soil*
   g. proses erosi

BAB II MEKANISME TERJADI EROSI SERTA EROSI MENURUT JENIS DAN BENTUKNYA

TIK : Setelah kuliah berakhir mahasiswa mengerti mekanisme terjadi erosi; Erosi menurut jenisnya serta erosi menurut

2.1 Mekanisme Terjadi Erosi

Mekanisme terjadinya erosi oleh Schwab (1999) diidentifikasikan menjadi tiga tahap yaitu: (i) *detachment* (penghancuran tanah dari agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah); (ii) *transportation* (pengangkutan partikel tanah oleh limpasan hujan atau *run off* dan (iii) *sedimentation* (sedimen/pengendapan tanah tererosi); tanah-tanah tererosi akan terendapkan pada cekungan-cekungan atau pada daerah-daerah bagian bawah. Cekungan-cekungan yang menampung partikel-partikel tanah akibat *top soil* yang tergerus akan menjadi area pertanian yang subur.

Nurpilihan (2000) berpendapat dilihat dari tekstur tanah maka tekstur pasir lebih mudah terhancurkan oleh butiran-butiran hujan dibandingkan dengan tekstur lainnya, karena daya ikat antar partikel tanah yang lemah atau sedikitnya tekstur liat (yang berfungsi sebagai semen diantara partikel-partikel tanah). sedangkan tekstur liat paling mudah diangkut (transportasi) dibandingkan tekstur lainnya karena ukuran partikel tanah yang kecil dibandingkan dengan tekstur lainnya.

2.2 Erosi Menurut Jenisnya

Erosi ditinjau dari jenisnya dibagi menjadi empat yaitu:

i. Erosi lembar (*sheet erosion*) ; yaitu erosi yang akibatnya tidak dapat dilihat secara kasat mata; karena pengikisan tanah yang diakibatkan oleh limpasan hujan sangat tipis (*sheet*/lembar). Keadaan ini baru dapat dirasakan bila kejadian sudah berulang kali atau bertahun-tahun dan produksi tanaman yang terus menurun; atau bila kita membuat profil tanah setiap saat.

ii. Erosi alur (*reel erosion*); yaitu tingkat erosi yang terjadi sudah menunjukkan gejala adanya alur-alur jalannya air hujan yang menyerupai parit-parit kecil di atas permukaan lahan. Besarnya alur-alur jalannya air ini amat tergantung dari kemiringan lereng dan besarnya intensitas hujan; makin miring lahan dan makin besar intensitas hujan maka makin besar alur jalannya air hujan.

iii. Erosi parit (*gully erosion*); yaitu tingkat erosi yang akibatnya menimbulkan parit di atas permukaan lahan. Bentuk parit ini bervariasi yaitu bila bentuk parit menyerupai huruf **U** menandakan bahwa tekstur lahan tersebut adalah tekstur pasir, sementara bila bentuk paritnya menyerupai bentuk **V** maka dapat diprediksi bahwa lahan tersebut bertekstur liat. Hal ini disebabkan karena tekstur liat sulit dihancurkan oleh butir-butir hujan sementara tekstur pasir sangat mudah

dihancurkan oleh butiran-butiran hujan; sehingga menyebabkan perbedaan bentuk yang ditimbulkannya.

iv. Erosi tebing sungai(*streambank erosion*); yaitu erosi yang terjadi pada tebing sungai. Air sungai yang mengalir akan menghantam tebing sungai sehingga lahan yang berada di tebing sungai semakin lama semakin tergerus oleh erosi tebing sungai yang pada gilirannya lahan pertanian disekitar tebing sungai akan mengecil sementara lebar sungai akan menjadi lebih lebar. Biasanya petani menanam tanaman bambu di sekitar tebing sungai untuk menahan erosi yang terjadi; bambu mempunyai perakaran yang kuat memegang tanah.

v. Longsor; ada beberapa Pakar Teknik Tanah dan Air yang berpendapat bahwa longsor ini masuk pada proses erosi. Namun bila dilihat teori dari erosi yang menyebutkan bahwa erosi adalah proses penggerusan lapisan tanah bagian atas oleh air dan angin, maka longsor ini perlu dikaji apakah masuk pada proses erosi atau tidak.

2.3 Erosi Berdasarkan Kejadiannya

Dilihat dari kejadiannya maka erosi dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

a. *Natural erosion* atau erosi secara alami; yaitu macam erosi yang terjadi secara alami tanpa campur tangan manusia, dan

b. *Accelerate erosion* atau erosi yang dipercepat; yaitu erosi yang terjadi karena ulah manusia yang tidak mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah dan air. Tindakan manusia ini sangat memacu percepatan erosi; misalnya penebangan hutan yang semena-mena tanpa mengindahkan kaidah konservasi tanah dan air, menanam tanaman budidaya searah lereng bukan memotong lereng.

Selain bentuk dan jenis-jenis erosi di atas maka Schwab (1999) menyatakan bahwa ada satu lagi jenis erosi yang disebut erosi percikan (*splash erosion*); yaitu terjadinya percikan tanah akibat dari jatuhnya butiran hujan dan memercikkan partikel tanah kesamping kiri dan samping kanan lahan.

Diskusi :

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
   a) Proses terjadinya erosi
   b) Mekanisme terjadinya erosi
   c) Macam-macam erosi
2. Mengapa longsor masih diperdebatkan sebagai proses terjadinya erosi
3. Bentuk gully erosion ada yang berbentuk **U** dan ada pula yang berbentuk **V**. Beri penjelasan Saudara mengenai hal ini
4. Apa pengertian *splash erosion*

BAB III FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (1)

TIK : Setelah mengikuti kuliah ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan faktor-faktor penyebab erosi

Secara umum jumlah erosi dinyatakan secara kumulatif dengan satuan ton/hektar /tahun; namun dapat juga dihitung jumlah erosi satu musim tanam dari tanaman tertentu atau erosi yang terjadi pada satu bulan tertentu .

Secara keseluruhan terdapat lima faktor yang menyebabkan erosi dan mempengaruhi besarnya laju erosi, yaitu iklim, tanah, topografi atau bentuk wilayah, vegetasi penutup tanah dan manusia. Erosi potensial dihitung dengan mempertimbangkan besarnya erosi dilihat dari dua faktor yaitu erosivitas hujan dan erodibilitas (Gabriel, 1974).

Hal ini dapat digambarkan dengan model seperti berikut ini:

E = f (*erosivitas*; *erodibilitas*)…….....……..(3.1)

dimana :

E adalah jumlah erosi

Erosivitas adalah kekuatan hujan menimbulkan erosi

Erodibilitas adalah kepekaan tanah menimbulkan erosi

f adalah fungsi

Erosivitas hujan merupakan fungsi dari intensitas dan durasi hujan, massa, diameter dan kecepatan air hujan. Untuk menghitung erosivitas diperlukan analisis dari distribusi ukuran butiran hujan. Laws dan Parsons (1943)

berdasarkan penelitian di Timur Amerika Serikat menunjukkan bahwa ukuran butir hujan bervariasi seiring denga intensitas hujan.

Baver (1989) menggambarkan hubungan fungsi erosi dengan faktor-faktor penyebab erosi sebagai berikut:

E = f (C;S;V;T;H)…….....(3.2)

dimana :

E adalah jumlah erosi (ton/ha/tahun)

f adalah fungsi

C adalah faktor iklim (curah hujan, sinar matahari, angin dan temperatur)

S adalah faktor tanah (tekstur dan struktur)

V adalah faktor vegetasi (pengelolaan tanaman)

T adalah faktor topografi (panjang dan kemiringan lereng)

H adalah faktor tindakan manusia (teknologi yang digunakan untuk mengolah lahan dan tanaman)

Mengkaji fungsi erosi yang dikemukakan oleh Baver di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa erosi adalah merupakan fungsi-fungsi dari iklim, tanah, tanaman, topografi dan tindakan manusia; artinya bahwa kejadian hujan yang menimbulkan erosi merupakan interaksi dari kelima faktor di atas; dengan perkataan lain bahwa erosi tidak dapat dihitung bila kita hanya mengetahui satu faktor saja.

3.1 Faktor Iklim

Faktor iklim yang berperan terhadap proeses atau terjadinya erosi adalah hujan; bila kita melihat parameter-parameter hujan maka kita dapat membaginya menjadi: (i) jumlah hujan; (ii) intensitas hujan; (iii) durasi/lamanya kejadian hujan); dan (iv) distribusi hujan. Dari keempat parameter hujan di atas maka faktor hujan yang paling signifikan menimbulkan erosi adalah intensitas hujan.

A. Jumlah hujan

Jumlah hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh ke permukaan tanah atau tertampung pada tanaman terutama daun dengan satuan mm/cm per hari (24 jam). Data jumlah hujan ini dapat diperoleh dari stasiun cuaca yang menggunakan alat penakar hujan manual atau alat penakar hujan otomatis (*automatic rain gauge*). Data jumlah hujan ini diukur setiap hari bila ada kejadian hujan, baik menggunakan penakar hujan manual maupun dengan penakar hujan otomasi. Bila kita ingin memperoleh data jumlah hujan selama satu minggu, satu bulan , satu musim tanam atau satu tahun kalender maka cukup menjumlahkan secara kumulatif jumlah curah hujan harian.

Di Indonesia jumlah curah hujan tahunan biasanya > 1500 mm, baik di bagian Barat maupun di bagian Timur Indonesia; yang membedakan antara wilayah Barat dan Timur adalah hari hujan ; dimana wilayah bagian Timur hari hujannya lebih kecil dari wilayah bagian Barat.

Tabel 1. Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan

Derajat Hujan	Intensitas curah hujan (mm/min)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 0,02	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan lemah	0,02-0,05	Tanah menjadi basah semua tetapi sulit membuat pudel.
Hujan normal	0,05-0,25	Dapat dibuat pudel dan bunyi curah hujan terdengar
Hujan deras	0,25-1	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan kedengaran dari genangan
Hujan sangat deras	>1	Hujan seperti ditumpahkan dan saluran drainase meluap.

Sumber : Foth, 1995

Penelitian Bolls (1998) menggunakan data curah hujan bulanan di 47 stasiun penakar hujan di pulau Jawa yang dikumpulkan selama 38 tahun untuk menghitung erosivitas hujan tahunan dalam hubungannya dengan erosi alur dalam jangka lama dari lahan berlereng antara 3-20%, menggunakan rumus :

$$EI_{30} = 6{,}119\,(R)^{1{,}21}(H)^{-0{,}47}(R_m)^{0{,}53} \quad \text{.....(3.3)}$$

dimana :

EI_{30} adalah indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata;

R adalah curah hujan rata-rata bulanan (cm);

H adalah jumlah hari hujan rata-rata bulanan (hari);

Rm adalah curah hujan maksimum selama 24 jam dalam 1 bulan

Bila di satasiun cuaca hanya terdapat penakar curah hujan manual dapat menggunakan rumus Bolls untuk menghitung erosivitas hujan. Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam waktu relatif singkat, biasanya dalam waktu 2 jam. Hubungan antara derajat curah hujan dan intensitas curah hujan dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan keadaan curah hujan pada Tabel 2.

Sedangkan keadaan curah hujan terhadap intensitas curah hujan tertera pada Tabel 2 berikut (Foth, 1995).

Tabel 2. Keadaan curah hujan terhadap intensitas curah hujan

Keadaan curah hujan	**Intensitas curah hujan (mm)**	
	1 jam	**24 jam**
Hujan sangat ringan	>1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-20	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Sumber : Foth, 1995

Morgan (1963) menyimpulkan bahwa rata-rata kehilangan tanah perkejadian hujan meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas hujan seperti tertera pada Tabel 3.

Penelitian Hudson (1963) di daerah tropis menggambarkan bahwa hubungan erosi dengan intensitas hujan berlaku bila intensitas hujan lebih dari 100 milimeter per jam. Pada intensitas yang lebih besar ukuran butiran hujan

meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas, hal ini mungkin diakibatkan karena turbulensi yang lebih besar membuat ukuran butiran yang lebih besar menjadi tidak stabil. Karena kesulitan dalam penentuan variasi tersebut, maka dimungkinkan untuk menggunakan hubungan umum antara energi kinetik hujan dan intensitas hujan.

Tabel 3. Hubungan antara intensitas hujan dan kehilangan tanah.

Maksimum intensitas hujan 5 menit (mm/jam)	**Jumlah kejadian hujan**	**Rata-rata erosi per kejadian hujan (kg/m^2)**
0 – 25.4	40	0.37
25.5 – 50.8	61	0.60
50.9 – 76.2	40	1.18
76.3- 101.6	19	1.14
101.7 – 127.0	13	3.42
127.1- 152.4	4	3.63
152.5 – 177.8	5	3.87
177.9 – 254.0	1	4.79

Sumber : Morgan, 1986.

Berdasarkan pada penelitian Laws dan Parson (1943), Wischmeier dan Smith (1958) menggunakan persamaan :

$$KE = 11.87 + 8.73 \log_{10} I \quad \text{.....(3.4)}$$

dimana:

I adalah intensitas hujan (mm jam $^{-1}$)

KE adalah energi kinetik hujan (J m^{-2} mm^{-1}).

Untuk daerah tropis, Hudson (1965) memberikan persamaan untuk menentukan nilai KE adalah sebagai berikut:

$$KE = 29.8 - \frac{127.5}{I} \quad \text{.....(3.5)}$$

Penghitungan energi kinetik dilakukan dengan mencatat hujan dari alat ukur hujan otomatis yang dianalisis dan kemudian hujan dibagi menjadi rentang waktu yang pendek dan memiliki intensitas yang seragam. Pada tiap periode waktu, dengan mengetahui intensitas hujan, energi kinetik hujan dapat diperkirakan dari persamaan di atas dan kemudian dikalikan dengan jumlah hujan yang didapat, memberikan energi kinetik pada periode waktu tersebut. Jumlah dari nilai energi kinetik dari seluruh periode waktu memberikan total energi kinetik dari hujan.

Untuk memberikan nilai indeks erosi potensial, indeks erosivitas harus secara penting dikorelasikan dengan kehilangan tanah. Wischmeier dan Smith (1958) menemukan bahwa kehilangan tanah oleh percikan, limpasan air permukaan dan erosi parit memiliki hubungan gabungan antara indeks energi kinetik dan intensitas hujan maksimal 30 menit (I_{30}). Indeks ini dikenal sebagai EI_{30} alasan ini disebabkan: Pertama, dengan mendasarkan pada energi kinetik 30 menit, menjadikan itu pendugaan untuk hujan tropis pada intensitas yang tinggi.

Pada kenyataannya tak ada alasan yang jelas kenapa intensitas maksimal 30 menit merupakan parameter yang cocok untuk dipilih. Menurut Stocking dan Ewell (1973) disarankan penggunaannya untuk kondisi tanah yang kosong. Dengan kondisi lahan yang jarang dan padat pelindung tanaman memberikan

korelasi yang lebih baik dengan kehilangan tanah menggunakan maksimum intensitas hujan 15 dan 5 menit. Pada modifikasi EI_{30}, yang didesain untuk mengurangi perkiraan yang berlebih untuk hujan tropis, Wischmeier dan Smith, menentukan nilai maksimum intensitas hujan sebesar 76.2 mm perjam untuk perhitungan energi kinetik per unit hujan dan 63.5 m perjam untuk I_{30}. sebagai alternatif indeks erosivitas, Hudson (1965) menggunakan KE > 25, untuk menghitung hujan tunggal, kemudian menjumlahkan energi kinetik pada penambahan waktu tersebut ketika intensitas hujan sama dengan 25 mm perjam atau lebih besar. Ketika diaplikasikan pada data dari Zimbabwe, korelasi yang lebih baik antara kehilangan tanah dan EI_{30}. Stocking dan Ewell (1973) menghitung kembali data Hudson dan memberikan informasi terbaru, bahwa EI_{30} merupakan indeks terbaik dari semua. Perhitungan menggunakan EI_{30} untuk hujan berjumlah 12.5 mm dan dengan intensitas hujan maksimum 5 menit lebih besar dari 25 mm perjam. Keadaan ini telah menghilangkan keraguan pada indeks EI_{30} yang orisinal, bagaimanapun menghasilkan indeks yang secara filosofis mendekati KE > 25. Sejauh ini hujan merupakan faktor yang paling penting. Terdapat dua penyebab utama pada tahap pertama dan kedua dari proses terjadinya erosi, yaitu tetesan butiran – butiran hujan dan aliran permukaan. Tetesan butiran – butiran hujan yang jatuh ke atas tanah mengakibatkan pecahnya agregat – agregat tanah, diakibatkan oleh tetesan butiran hujan memiliki energi kinetik yang cukup besar. Intensitas hujan yang

lebih besar dapat membentuk butiran – butiran tetesan hujan yang lebih besar lagi dan mengakibatkan aliran air di permukaan akan lebih banyak.

Karakteristik hujan yang mempunyai pengaruh terhadap erosi tanah meliputi jumlah atau kedalaman hujan, intensitas hujan dan lamanya hujan. Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujan hanya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi. Energi hujan terdiri dari energi kinetik dan potensial.

B. Durasi hujan

Durasi hujan atau lamanya hujan adalah lamanya hujan yang terjadi pada satu hari (24 jam); satu minggu, satu musim tanaman ataupun satu tahun kalender. Durasi hujan ini dihitung secara kumulatif; misalnya untuk menghitung lamanya hujan satu hari satu malam kita harus menjumlahkan lamanya waktu hujan pada hari yang akan dihitung. Sebagai contoh hujan yang jatuh tanggal 11 Fabruari 2010 adalah 2 jam 31 menit; atau kejadian hujan selama satu minggu dari tanggal 1 sampai tanggal 7 Februari 2010 hanya 2 hari dan seterusnya. Khusus untuk lamanya hujan per hari tidak dapat dihitung dengan menggunakan alat penakar hujan secara manual, haruslah menggunakan alat penakar hujan secara otomatis.

Antara wilayah Timur dan Barat Indonesia jumlah hujan tahunan mungkin tidak berbeda secara signifikan namun perbedaannya adalah dalam hal durasi hujan. Rata-rata durasi hujan di wilayah Timur Indonesia adalah 90 hari/tahun sementara di wilayah Indonesia 130 hari pertahun. Untuk mengatasi hal ini biasanya para petani bergabung membangun ”embung” (kolam kecil yang diberi pengerasan dengan semen) untuk menyimpan air sehingga dapat digunakan pada musim kemarau.

C. Distribusi Hujan

Distribusi hujan adalah penyebaran hujan; biasanya penyebaran hujan ini sering tidak merata. Sebagai contoh adalah di suatu areal pertanian terjadi hujan, namun pada areal pertanian yang bersebelahan pada waktu yang sama tidak terjadi hujan. Keadaan ini menunjukkan bahwa distribusi hujan tidak merata di daerah tersebut.

Diskusi : Sebutkan pengertian –pengertian sebagai berikut:

a. Jumlah hujan
b. Intensitas hujan
c. Durasi hujan
d. Distribusi hujan
e. *Erosivitas* hujan
f. *Erodibilitas* tanah
g. I_{30} dan I_{60}

BAB IV FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (2)

TIU : Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan faktor-faktor penyebab erosi (tanah)

4.1 Faktor Tanah

Secara fisik tanah terdiri dari partikel mineral dan organik dengan berbagai ukuran partikel. Partikel – partikel tersebut tersusun dalam bentuk matriks yang pori – porinya kurang lebih 50%, sebagian terisi oleh air dan sebagian lagi terisi lagi oleh udara. Dalam kaitannya dengan konservasi tanah dan air, sifat fisik tanah yang berpengaruh meliputi : tekstur, struktur, infiltrasi dan kandungan bahan organik.

Tekstur tanah ialah perbandingan relatif (%) fraksi – fraksi pasir debu dan liat. Tanah mengandung partikel-partikel yang beraneka ragam ukurannya ada yang berukuran koloid, sangat halus, kasar dan sangat kasar. Partikel-partikel ini dibagi dalam kelompok – kelompok atas dasar ukuran diameter tanpa memandang komposisi kimia, warna, berat, atau sifat lainnya. Tabel 4 berikut ini menggambarkan beberapa cirri dan karakteristik pemisahan tanah.

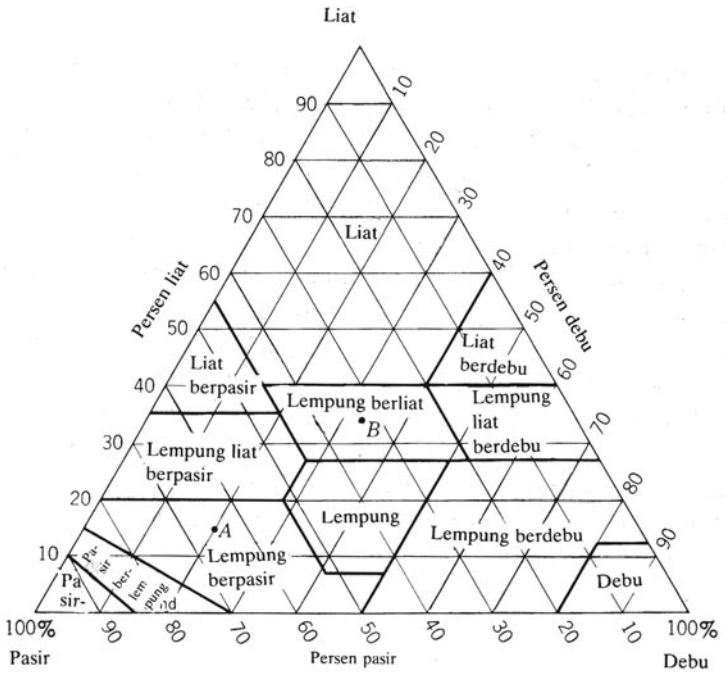
Analisa laboratorium partikel-partikel tersebut dinamakan analisa mekanis. Dalam analisa ini ditetapkan distribusi menurut ukuran-ukuran partikel tanah.Dari hasil analisa tersebut akan diperoleh susunan berat relatif dari fraksi –fraksi tanah baik pasir, debu maupun liat. Setelah diperoleh susunan berat

relatif dari fraksi-fraksi tanah tersebut maka dengan menggunakan segitiga tekstur dapat dicari kelas tekstur tanah tersebut.

Tabel 4. Beberapa ciri-ciri karakteristik pemisahan tanah.

Jenis	Diameter (mm) USDA	Diameter (mm) SI Soil Science Society	Jumlah partikel /gram
Pasir sangat kasar	2,00 – 1,00	-	90
Pasir kasar	1,00-0,50	2,00-0,20	720
Pasir sedang	0,50-0,25	-	5700
Pasir halus	0,25-0,10	0,20-0,02	46000
Pasir sangat halus	0,10-0,05	-	722000
Debu	0,05-0,002	0,02-0,002	5776000
Liat	Dibawah 0,002	Dibawah 0,002	90250853000

Sumber : Foth, 1995.



Gambar 2. Segitiga tekstur memperlihatkan batasan pasir, debu dan liat dari berbagai kelas tekstur. Sumber : Foth, 1995.

Pemisahan tanah dilakukan dengan menjadi kelompok ukuran partikel-partikel mineral dengan diameter kurang dari 2 milimeter atau kelompok dengan ukuran lebih kecil dari kerikil. Diameter jumlah dan luas permukaan per gram tercantum pada Tabel 4.

Struktur tanah adalah penyusunan partikel-partikel tanah primer seperti pasir, debu, dan liat membentuk agregat-agregat, dimana antara satu agregat dengan agregat lainnya dibatasi oleh bidang belah alami yang lemah.(Hakim dkk, 1986) Struktur tanah menunjukkan kombinasi atau susunan partikel-partikel tanah primer (pasir, debu, liat) sampai pada partikel-partikel sekunder atau (ped) disebut juga agregat. Unit ini dipisahkan dari unit gabungan atau karena kelemahan permukaan. Struktur suatu horison yang berbeda satu profil tanah merupakan satu ciri penting tanah, seperti warna, tekstur atau komposisi kimia.

Berdasarkan tipe dan kedudukan agregat, struktur mikro dapat dibedakan menjadi 3 kelompok (Suripin,2001), yaitu :

1. Remah – lepas: keadaan tanah tampak lepas, mudah dipindahkan atau didorong ke tempat lain.
2. Remah – sedang : tanah cenderung agak bergumpalan, hal ini tampak lebih jelas dari profil tanahnya, susunan lapisan-lapisan tanahnya tampak adanya agregasi dan terdapat pula lubang-lubang atau menggerongong,

menyebabkan air mudah menerobos ke lapisan bawah. Hal ini memudahkan tanah untuk pertanian, atau pekerjaan pengolohan tanah.

3. Tanahnya yang lengket biasanya sangat kompak jika dalam kondisi gumpalan, bila dilakukan penggalian sangat berat, dan sangat susah pula untuk diolah. Dalam keadaan kering gumpalan-gunpalan sangat keras, sedangkan pada kondisi basah sangat lengket.

Permeabilitas merupakan kemudahan cairan, gas dan akar menembus tanah. Permeabilitas tanah untuk air merupakan *konduktivitas hidrolik. Konduktivitas hidrolik* tanah tergantung pada banyak faktor, yaitu temperatur, ukuran partikel tanah, porositas tanah, ukuran pori dan permeabilitas tanah. *Konduktivitas hidrolik* tanah terdiri atas dua macam yaitu *konduktivitas hidrolik* tanah jenuh dan tidak jenuh. Penentuan nilai permeabilitas tanah di laboratorium dapat dilakukan dengan menggunakan metode uji tinggi-konstan (*constant-head*) ataupun uji tinggi-jatuh (*falling-head*).

Tabel 5. Kelas Permeabilitas

Keterangan	Kecepatan permeabilitas		Simbol angka
	Inchi / jam	Cm / jam	
Sangat lambat	<0,05	<0,13	1
Lambat	0,05 – 0,20	0,13 – 2,00	2
Agak lambat	0,20 – 0,80	0,51 – 2,00	3
Sedang	0,80 – 2,50	2,00 – 6,35	4
Agak cepat	2,50 – 5,00	6,35 – 12,70	5
Cepat	5,00 – 10,00	12,70 – 25,40	6
Sangat cepat	> 10,00	> 25,40	7

Sumber : Foth, 1995

Permeabilitas air dalam tanah banyak tergantung pada tekstur dan struktur tanah. Tabel 5 berikut adalah kelas permeabilitas tanah berdasarkan kelas yang disusun oleh "*United States Soil Survey*".

Ruang pori total adalah volume tanah yang ditempati oleh udara dan air. Persentase volume ruang pori total disebut porositas. Porositas dapat dihitung dengan cara menempatkan cores tanah pada tempat berisi air sehingga jenuh dan kemudian cores ditimbang. Perbedaan berat antara keadaan jenuh dan cores yang kering setelah dioven merupakan volume ruang pori untuk tanah (Foth, 1995).

Kepadatan partikel tanah adalah massa tanah kering persatuan volume tanah bebas udara. Kepadatan partikel tanah untuk tanah mineral pada umumnya mempunyai nilai sebesar 2,65 gram/cm3. Nilai dari bobot isi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pengolahan tanah, bahan organik, pemadatan oleh alat-alat pertanian, tekstur, struktur, kandungan air tanah dan lain-lain.

Erodibilitas tanah merupakan kepekaan tanah terhadap pelepasan dan pengangkutan. Erodibilitas bervariasi tergantung dari tekstur tanah, stabilitas agregat, kapasitas infiltrasi dan organik dan kandungan kimia tanah. Peran tekstur tanah pada partikel tanah yang besar menunjukkan sifat yang tahan terhadap transport karena membutuhkan tenaga yang besar untuk membawanya dan partikel yang lebih halus memiliki sifat yang tahan terhadap pelepasan

karena sifat kohesifnya. Partikel yang kurang tahan adalah debu dan pasir halus. Tanah dengan kandungan debu tinggi merupakan tanah yang erodible, mudah tererosi. Penggunaan kandungan liat sebagai indikator erodibilitas secara teori lebih memuaskan karena partikel liat menggabungkan dengan bahan organik untuk membentuk agregat tanah atau gumpalan dan itu adalah stabilitas yang ditentukan oleh ketahanan tanah. Tanah dengan kandungan mineral dasar yang tinggi secara umum lebih stabil karena berkontribusi pada ikatan kimia dari agregat.

Tanah mempunyai empat tekstur yaitu (i) tekstur liat; (ii) tekstur debu; (iii) tekstur lempung dan (iv) tekstur pasir. Tekstur tanah sangat berperan terhadap terjadinya erosi; sebagai contoh bahwa tekstur pasir mempunyai daya ikat antar partikel tanah yang kurang mantap sehingga kemantapan agregat tanahnya rendah dibandingkan dengan tekstur liat yang mempunyai daya ikat antar partikel tanah yang sangat kuat sehingga agregat tanahnya sangat sulit dihancurkan oleh butiran hujan. Kemantapan agregat tanah yang rendah sangat rawan terhadap pelepasan partikel tanah oleh butir hujan sehingga mudah dibawa oleh limpasan hujan; sebaliknya tekstur tanah pasir sangat mudah meloloskan air ke dalam tanah sehingga air banyak yang terawetkan di dalam tanah.

Didalam ruang lingkup teknik tanah dan air diharapkan agregat tanah yang mantap sehingga sulit tererosi dan porositas tanah yang tinggi sehingga mudah

meloloskan air yang pada gilirannya akan terawetkan di dalam permukaan tanah.

Tekstur tanah turut menentukan keadaan tata air dalam tanah, yaitu berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan memegang air oleh tanah (water holdingcapacity). Selain tekstur tanah parameter tanah yang berperan terhadap erosi adalah struktur tanah. Struktur tanah adalah susunan partikel – pertikel tanah yang membentuk agregat yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air. Misalnya pada stuktur tanah granuler dan lepas mempunyai kemampuan besar dalam meloloskan air , dengan demikian menurunkan laju limpasan air permukaan

Stuktur tanah yang optimal dalam bidang pertanian adalah struktur remah, yang mempunyai perbandingan antara bahan padat dengan ruang pori – pori relatif seimbang. Keseimbangan perbandingan volume tersebut menyebabkan kandungan air dan udara mencukupi bagi pertumbuhan tanaman, dan menyebabkan akar cukup kuat bertahan. Tanah yang berstruktrur remah memiliki pori – pori diantara agregat tinggi dibandingkan dengan struktur tanah yang padat., sehingga dapat meloloskan air ke dalam tanah sehingga pada gilirannya limpasan hujan di atas permukaan tanah kecil.

Shear strength atau tahanan geser dari tanah diukur dari kohesifnya dan ketahanan terhadap gaya geser oleh gravitasi, cairan yang bergerak dan beban mekanis. Tahanan ini diturunkan dari tahanan friksi yang bertemu dengan unsur

pokok partikel ketika dipaksa bergerak satu dengan yang lainnya atau bergerak dari sambungan posisinya. Untuk tujuan aplikasi shear strength ditunjukan persamaan empiris berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad \text{.....(4.1)}$$

dimana :

t adalah tahanan geser,

c adalah pengukuran kohesi,

σ tegangan normal pada lahan geser dan

ϕ sudut gesekan dalam.

Peningkatan kandungan air dari tanah berdampak pada penurunkan tahanan geser dan membuat perubahan sifat. Pada kandungan air yang rendah tanah bersifat sebagai padatan dan mudah patah karena tegangan ; tetapi meningkatnya kandungan air menjadikannya plastis dan tidak mudah patah oleh aliran air. Dengan pembasahan lebih lanjut, tanah akan mencapai batas cair hingga akan mengalir karena beratnya sendiri. Pada tanah yang jenuh, apabila terdapat saluran untuk mengurangi kejenuhan, maka tanah akan berada di bawah batas plastis dan memiliki tahanan geser yang kuat. Sedangkan bila tidak terjadi pengeringan tanah akan mengalami tekanan, beban padat ini tidak dapat didukung dan tanah menjadi rusak bentuknya .

Berdasarkan kapasitas infiltrasinya dapat dikatakan bahwa kemungkingan terjadinya aliran permukaan pada tanah – tanah yang berat lebih besar

dibandingkan pada tanah yang berstuktrur ringan. Kapasitas infiltrasi, maksimum tingkat dimana tanah dapat menyerap air, dipengaruhi oleh ukuran pori, stabilitas pori, dan bentuk dari profil tanah. Tanah dengan agregat yang stabil mempertahankan ruang porinya lebih baik ketika dengan liat mengembang atau mineral – mineral yang tidak stabil didalam air yang pada gilirannya mengurangi kapasitas infiltasi tanah.

Bahan organik terdiri dari sisa tanaman ataupun hewan dan telah terdekomposisi oleh mikroorganisme menjadi bahan organik. Bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempunyai porositas tanah tinggi dan dapat mengawetkan air di dalam tanah.

Fungsi bahan organik dalam pencegahan erosi antara lain dapat memperbaiki aerasi tanah dan mempertinggi kapasitas air tanah serta memperbaiki daerah perakaran. Peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah menaikkan kemantapan agregat tanah, memperbaiki struktur tanah dan menaikkan daya tahan air tanah. Ditinjau dari sifat kimia tanah dapat dikatakan bahwa bahan organik akan menambah hara pada tanah sehingga tanah akan menjadi lebih subur.

Bahan organik dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi, namun sayang persentase bahan organik di dalam tanah tidak terlalu banyak hanya berkisar 2 sampai 3,5% ; dengan banyaknya kandungan bahan organik di dalam tanah maka permeabilitas tanah akan meningkat.

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah dalam meloloskan air, yang sangat dipengaruhi oleh struktur dan tekstur tanah serta kandungan bahan organik. Tanah dengan pemeabilitas tanah tinggi akan berdampak pada tingginya laju infiltrasi yang pada gilirannya akan memperkecil kecepatan dan jumlah limpasan hujan .

Erodibilitas tanah (K) adalah kepekaan tanah yang menimbulkan erosi. Cara yang paling umum digunakan untuk menghitung *erodibilitas* tanah adalah mengukur nilai K di lapangan pada pada petakan penelitian yang bera (tanpa ditanami) , dengan panjang lereng 22 meter dan kemiringan lahan 9%. Namun Weischmeir Johnson dan Cross (1971) berpendapat bahwa perhitungan nilai K dapat didekati dengan mengetahui kandungan organik, struktur dan permeabilitas dari tanah yang diketahui.

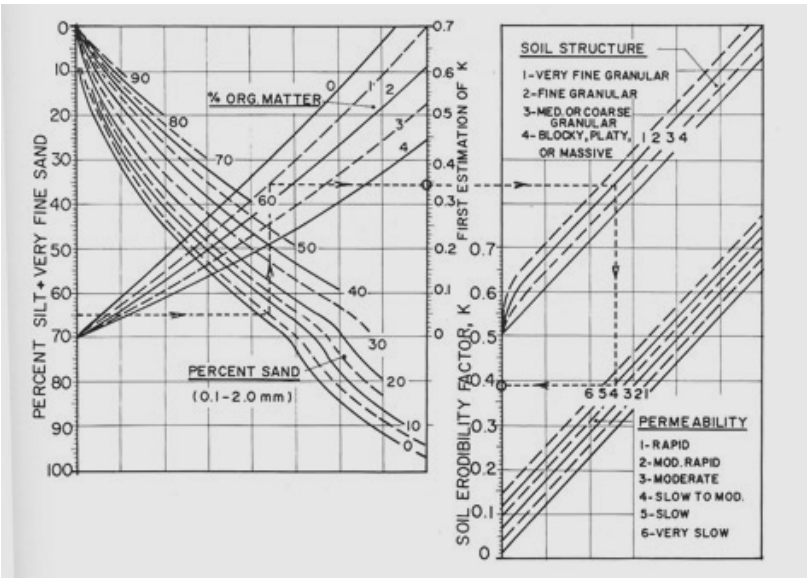
Salah satu perhitungan nilai K atau erodibilitas tanah adalah dengan metoda Bouyoucos atau disebut juga metoda *clay ratio*. Besarnya erodibilitas menurut metoda ini dinyatakan dalam persamaan dibawah ini.

$$E = \frac{\% \text{ pasir} + \% \text{ debu}}{\% \text{ liat}} \quad \text{.....(4.2)}$$

dimana ; E adalah nilai erodibilitas tanah

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa tekstur tanah (pasir, debu dan liat) berperan terhadap besar – kecilnya nilai *erodibilitas* tanah.

Weischmeir (1999) yang menggunakan nomogram. Untuk menentukan besarnya nilai K. Data yang dibutuhkan untuk mencari nilai faktor K ini adalah data sifat fisik tanah seperti kandungan bahan organi, persen pasir, permeabilitas tanah dan struktur tanah. Semua data ini diperoleh dari analisis sifat fiasik tanah di laboratorium, dan di input ke nomogram.



Gambar 3. Nomograph Weischmeir (1999)

Banyaknya aliran permukaan, tergantung kepada dua sifat yang dipunyai tanah tersebut, yaitu kapasitas infiltrasi atau kemampuan tanah untuk meresapkan air, diukur dalam satuan milimeter persatuan waktu, *permebilitas* tanah dari lapisan tanah yang berlainan atau kemampuan tanah untuk meluluskan air atau udara ke lapisan bawah profil tanah. Bilamana kapasitas infiltasi dan *permeabilitas* tanah besar seperti pada tanah berpasir yang mempunyai kedalaman lapisan kedap yang dalam, walaupun dengan curah

hujan yang lebat kemungkinan untuk terjadi aliran permukaan kecil sekali. Sedangkan tanah – tanah bertekstur halus akan menyerap air sangat lambat, sehingga curah huajn yang cukup rendah akan menimbulkan aliran permukaan.

Diskusi : Sebutkan apa yang dimaksud dengan :

a. *erodibilitas* lahan
b. *erosivita*s hujan
c. Struktur tanah
d. Tekstur tanah
e. Permeabilitas tanah

BAB V FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (3)

TIK : Setelah mengikuti kuliah ini Mahasiswa dapat menjelaskan faktor

5.1 Vegetasi/Penutup Tanah

Pengaruh vegetasi pengaruh penutup tanah terhadap erosi adalah sebagai berikut: vegetasi mampu menangkap atau mengintersepsi butir air hujan sehingga energi kinetiknya terserap oleh tanaman dan tidak menghantam langsung pada permukaan tanah. Pengaruh intersepsi air hujan oleh tumbuhan penutup tanah pada erosi melalui dua cara yaitu memotong butir air hujan sehingga tidak jatuh ke bumi dan memberikan kesempatan terjadinya penguapan langsung dari daun dan dahan, selain iut menangkap butir hujan dan meminimalkan pengaruh negatif terhadap struktur tanah.

Tanaman penutup tanah (*cover crop*) mengurangi energi aliran, meningkatkan kekasaran sehingga mengurangi kecepatan aliran permukaan, dan selanjutnya memotong kemampuan aliran permukaan untuk melepas dan mengangkut partikel tanah. Perakaran tanaman meningkatkan stabilitas tanah dengan meningkatkan kekuatan tanah, granularitas dan porositas. Aktivitas biologi yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman memberikan dampak positif pada porositas tanah. Tanaman mendorong transpirasi air, sehingga lapisan tanah atas menjadi kering dan memadatkan lapisan di bawahnya.

Dalam meninjau pengaruh vegetasi terhadap mudah tidaknya tanah tererosi, harus dilihat apakah vegetasi penutup tanah tersebut mempunyai struktur tajuk yang berlapis sehingga dapat menurunkan kecepatan terminal air hujan dan memperkecil diameter tetesan air hujan. Tumbuhan bawah (semak) lebih berperan dalam menurunkan besarnya erosi karena merupakan strata vegetasi terakhir yang akan menentukan besar – kecilnya erosi percikan. Oleh karena itu, dalam melaksanakan program konservasi tanah dan air melalui cara vegetatif, sistem pertanaman diusahakan agar tercipta struktur pelapisan tajuk yang serapat mungkin tanpa mengurangi persaingan unsur hara dan sinar matahari. Teknik konservasi tanah dan air baru dapat dikatakan berhasil bila tanah tertutup rapat sehingga memperkecil tumbukan butiran butir-butir hujan sementara produksi tidak terganggu.

Pelindung tanaman mengurangi erosi diteliti oleh Henderson Research Station di Zimbabwe dimana pada periode 1953-1956 rata-rata kehilangan tanah tahunan sekitar 4.63 kg/m^2 dibandingkan dengan 0.04 kg/m^2 pada tanah dengan penutup tanah yang tebal dari jenis tanaman *digitaria*..

Efektifitas pelindung tanaman dalam mengurangi erosi bergantung pada ketinggian dan kontinuitas dari kanopi, kerapatan dari pelindung dipermukaan tanah dan kerapatan akar. Ketinggian kanopi sangat penting karena air jatuh dari ketinggian 7 meter dapat melebihi 90 persen dari kecepatan terminal. Lebih lanjut, tetesan hujan yang terintersepsi oleh kanopi dapat bergabung pada

daun membentuk tetesan yang lebih besar yang mana lebih erosif. Efek ini diteliti terutama dalam hubungan dengan kanopi hutan,

Pelindung tanaman dapat menjadi peran yang penting dalam mengurangi erosi bila perencanaan vegetasi dikelola dengan baik. Secara keseluruhan hutan merupakan pengendalian erosi yang paling efektif menahan laju erosi sementara pertumbuhan rumput yang padat dapat mengendalikan erosi kedua setelah hutan (Nurpilihan 1998) . Penutupan tanah oleh vegetasi yang terlalu rapat misalnya sampai di atas 70% kurang baik ditinjau dari pertumbuhan tanaman karena tanaman dapat bersaing dalam hal penyerapan unsur hara dan penyerapan sinar matahari.

Tabel 6 berikut ini menggambarkan pengaruh penutup tanah terhadap erosi yang terjadi hasil penelitian Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran, (1978); Coster (1938) berikut ini:

Tabel 6. Pengaruh seresah dan tumbuhan penutup tanah terhadap erosi

No.	Macam penutup tanah	Hutan Akasia kg/petak *	Hutan Campuran kg/m^2/th **
1	Seresah dan penutup tanah	14.95	0.03
2	Hanya seresah tanpa penutup tanah	38.65	0.06
3	Tanpa seresah tanpa penutup tanah	586.65	4.39

Sumber : * Lembaga Ekologi, 78/79, ** Coster, 1938

Di Jawa Barat masih terdapat petani yang menanami lahan curam dengan tanaman pangan; sedangkan peraturan bahwa lahan yang mempunyai kecuraman lebih dari 15% harus dihutankan. Penelitian Nurpilihan (2001)

menyimpulkan bahwa bila lahan-lahan curam tidak dikelola dengan baik atau ditanam dengan tanaman pangan tanpa pengelolaan khusus maka akan memacu jumlah tanah tererosi yang hebat.

5.2 Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang menentukan karakteristik topografi suatu daerah aliran sungai. Kedua faktor tersebut menentukan besarnya kecepatan dan volume limpasan hujan.. Kecepatan limpasan hujan ditentukan oleh kemiringan lereng dan panjang .

Menurut Nurpilihan (2000) bahwa secara umum erosi akan meningkat dengan meningkatnya kemiringan dan panjang lereng. Pada lahan datar, percikan butir air hujan melemparkan partikel tanah ke udara ke segala arah secara acak, pada lahan miring, partikel tanah lebih banyak yang terlempar ke arah bawah dari pada ke atas, dengan proporsi yang makin besar dengan meningkatnya kemiringan lereng. Selanjutnya, semakin panjang lereng cenderung makin banyak air permukaan yang terakumulasi, sehingga aliran permukaan baik kecepatan dan jumlah semakin tinggi. Kombinasi kedua variabel lereng ini menyebabkan laju erosi tanah tidak sekedar proporsional dengan kemiringan lereng tetapi meningkat secara drastis dengan meningkatnya panjang lereng. Morgan (1986) melakukan penelitian dan menyimpulkan bahwa erosi akan meningkat sejalan dengan kemiringan lereng. Hubungan antara erosi dan kemiringan dapat diuraikan sebagai :

$$Q_s = \tan^{m} \grave{e} L^{n} \quad \text{.....(5.1)}$$

dimana:

Qs adalah menggambarkan per unit area θ gradien sudut

L adalah panjang lereng

Erosi menjadi permasalahan di lahan pertanian kemiringan curam menimbulkan misalnya kendala utama penanaman kentang dan wortel di daerah curam adalah bahaya erosi karena ditanam di lereng curam dan jumlah tanah yang hilang melebihi jumlah yang dapat diabaikan. Jumlah tanah hilang akibat penggunaan lahan untuk tanaman kentang mencapai 17,2 – 8280 ton/ha/tahun, sedangkan penggunaan lahan untuk tanaman wortel mencapai 5,2 – 138,0 ton/ha/tahun (Suryani,2000).

Erosi di lahan curam dapat dikendalikan dengan mengatur penutupan tanah oleh tanaman; penelitian Ginting (1982) menyimpulkan bahwa pada lahan pertanaman kopi umur 16 tahun dengan lereng 46 – 49 % menghasilkan aliran permukaan berkisar antara 3,4 % dan 6,3 % dari jumlah curah hujan selama masa penelitian sedangkan jumlah erosinya selama 6 bulan berturut – turut sebesar 1,6 dan 1,3 ton/ha.

Penelitian Pujianto (2001) di Jember Jawa Timur pada lahan dengan lereng 31 % dan curah hujan 2.768 mm/tahun menghasilkan jumlah erosi yang cukup tinggi yaitu sebesar 26 ton/hektar untuk tahun pertama dan pada tahun kedua, pada tahun ketiga dan seterusnya erosi jauh menurun, yakni lebih kecil dari 1

ton/ha. Hasil ini disebabkan karena naungan pohon kopi semakin luas sehingga dapat menaungi tanah dari *drop size* (tumbukan butir hujan) sehingga agregat tanah dapat terhindar dari *detachment* (penghancuran).

Percobaan di hutan dengan perlakuan lahan di bawah tanaman hutan bersih dengan cara membuang tumbuhan bawah dan seresah menunjukkan bahwa erosi yang terjadi meningkat sebesar 2 hingga 2.5 kali apabila tumbuhan bawah (semak) dibersihkan maka erosi akan meningkat 40 hingga 140 kali. Hal ini menunjukkan dengan jelas peranan perlindungan terhadap erosi terutama oleh seresah dan oleh tumbuhan bawah tanah atau serasah. . Percobaan di hutan dengan perlakuan membuang tumbuhan bawah dan serasah maka erosi meningkat sebesar 40 hingga 140 kali jika. Hal ini menunjukkan dengan jelas peranan perlindungan tanaman serasah terhadap erosi .

Diskusi : Jelaskan apa yang dimaksud dengan:

1. Naungan tanaman
2. Tanaman penutup tanah
3. Panjang lereng
4. Kemiringan lereng
5. Kaitan antara panjang lereng dan erosi yang terjadi

BAB VI. FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB EROSI (4)

TIK : Setelah mengikuti Kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan faktor penyebab erosi (manusia)

6.1 Manusia

Manusia sangat berperan terhadap terjadinya erosi; seperti telah dijelaskan terdahulu bahwa dilihat dari jenisnya erosi dapat dibagi dua yaitu (i) erosi alami (*natural erosion*) dan (ii) erosi yang dipercepat (*accelerate erosion*). Tindakan manusia yang semena-mena atau tidak mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah dan air maka akan menyebabkan erosi yang dipercepat. Sebagai contoh adalah penebangan hutan yang tidak mengindahkan aturan; misalnya pemerintah telah menetapkan bahwa pada hutan produksi, tanaman hutan baru boleh ditebang bila diameter tanaman sudah sama atau melebih 60 sentimeter. Namun yang terjadi adalah bahwa tanaman hutan yang diameter batangnya kurang dari 60 sentimeterpun sudah ditebang.

Ditingkat lahan pertanian juga terjadi pelanggaran-pelanggaran kaidah konservasi tanah dan air; sebagai contoh adalah dalam teknik konservasi tanah dan air penanaman tanaman pertanian (budidaya pertanian) terutama di lahan miring haruslah ditanam memotong lereng atau searah kontur, kecuali bagi tanaman-tanaman yang buahnya di bawah permukaan tanah. Keadaan yang terjadi adalah bahwa tanaman budidaya pertanian masih banyak yang ditanam

searah lereng atau tidak memotong lereng; hal ini tentu akan memacu erosi yang hebat.

Penelitian Nurpilihan (1983) mengungkapkan bahwa jumlah tanah erosi yang ditanami tanaman tumpangsari antara jagung dan kedelai di lahan dengan kemiringan 24% adalah 15,1 Ton/hektar sementara jumlah tanah tererosi yang ditanami searah lereng adalah 3 kali lebih besar yaitu 44,7 ton/hektar.

Perlu diberikan penyuluhan yang terus menerus agar masyarakat tani terutama di lahan miring agar tidak menanami lahan mereka sejajar lereng tetapi se arah kontur. Menurut Soemarwotto (1991) erosi itu disebabkan oleh kombinasi tekanan penduduk yang besar dan cara bercocok tanam yang kurang baik. Penghijauan dengan pohon-pohon yang tidak membentuk tajuk yang berlapis dan seresah serta tanpa adanya tumbuhan penutup tanah tidak akan efektif dalam melindungi tanah terhadap erosi bahkan dapat memperbesar jumlah erosi. Sistem sawah sangat efektif untuk mencegah erosi, karena dengan dibentuknya petak-petak sawah akan mendorong dibuatnya sengkedan untuk sawah. Sistem pekarangan dan talun efektif juga dalam mengurangi erosi. Tanaman pekarangan terdapat didalam daerah pemukiman sedangkan talun terdapat di luar pemukiman.

Diskusi :

a. Sebutkan peran manusia sehingga dapat memacu laju erosi (*accelerate erosion*)
b. Jelaskan apa hubungannya antara penanaman secara lereng dengan erosi yang terjadi
c. Beri contoh kaidah-kaidah teknik pengawetan tanah dan air yang sering dilanggar oleh petani/masyarakat tani

BAB VII EROSI YANG DAPAT DIBIARKAN (SOIL *TOLERANCE EROSION)* DAN EROSI PERCIKAN (*SPLASH EROSION*)

TIK: Setelah kuliah ini mahasiswa dapat mengerti mengenai erosi yang dapat dibiarkan (*soil tolerance erosion)* dan Erosi Percikan *(splash erosion)*

7.1 Erosi Yang Dapat Dibiarkan (Soil Tolerance Erosion)

Tujuan penetapan batas laju erosi yang dapat dibiarkan adalah agar dapat menurunkan laju erosi yang terjadi pada suatu lahan baik pertanian maupun non pertanian terutama pada lahan-lahan yang mempunyai kemiringan yang berlereng. Secara teori dapat dikatakan bahwa laju erosi harus seimbang dengan laju pembentukan tanah, namun dalam prakteknya sangat sulit untuk mencapai keadaan yang seimbang ini.

Erosi merupakan proses alamiah yang tidak bisa dihilangkan, khususnya lahan-lahan yang diusahakan untuk pertanian. Tindakan yang dapat dilakukan adalah mengusahakan supaya erosi yang terjadi masih dibawah ambang batas yang maksimum, yaitu besarnya erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah. Hal ini penting dilakukan pada lahan – lahan pertanian untuk membatasi tanah yang hilang, sehingga produktivitas lahan dapat dipertahankan.

Laju kehilangan tanah dapat diukur sedangkan laju pembentukan tanah yang berlangsung sangat lambat tidak mudah ditentukan. Menurut Buol, Hole dan

McCracken 1973 dalam Suripin (2001) laju pembentukan tanah di seluruh muka bumi berkisar antara 0,01 sampai 7,7 mm/tahun.

Tabel 7. Batas maksimum laju erosi yang dapat dibiarkan untuk berbagai macam kondisi tanah.

Kondisi tanah	Laju erosi ($kg/m^2/th$)	Sumber
Skala makro (misal DAS)	0.2	Morgan (1980)
Skala meso (misal lahan pertanian)		
Tanah berlempung tebal dna subur (Mid-West,USA)	0.6 – 1.1	Wischemeier & Smith 1978
Tanah dangkal yang mudah tererosi	0.2 – 0.5	Hudson (1971) Smith & Stamey (1965)
Tanah berlempung tebal, yang berasal dari endapan vulkanik	1.3 – 1.5	Hudson (1971)
Tanah yang mempunyai kedalaman : 0 – 25 cm 25 – 50 cm 50 – 100 cm 100 – 150 cm > 150 cm	 0.2 0.2 – 0.5 0.5 – 0.7 0.7 – 0.9 1.1	Arnoldus (1977)
Tanah tropika yang sangat mudah tererosi	2.5	Morgan (1980)
Skala Mikro (misal DAS terbangun)	2.5	Morgan (1980)
Tanah dangkal diatas batuan	0.112	
Tanah dalam diatas batuan	0.224	
Tanah lapisan dalam padat diatas batuan lunak	0.448	Homson (1957) Suwardjo, dkk 1975
Tanah dengan permeabilitas lambat diatas batuan lunak	1.121	
Tanah yang permeabel diatas batuan lunak	1.341	

Sumber : Suripin, 2001.

Laju yang sangat cepat merupakan perkecualian, karena rata-rata laju pembentukannya adalah 0,2 mm/tahun. Laju pembentukan tanah sebesar 0,1 mm/tahun setara dengan 0.12 kg/m^2/tahun atau 1.2 ton /ha/tahun. Berbagai pakar erosi dalam penelitiannya telah menghasilkan laju erosi yang dapat dibiarkan seperti tertera pada Tabel 7

Dalam kaitannya dengan laju erosi, Hudson 1976 menyarankan besarnya erosi maksimum yang masih dibiarkan berkisar antara 2.5 – 12.5 ton/ha/tahun terutama untuk tanah-tanah di Amerika Serikat. Tanah – tanah di Afrika tengah besarnya erosi maksimum yang masih dapat dibiarkan untuk tanah berpasir sebesar 10 ton/ha/tahun, dan untuk tanah liat sebesar 12.5 ton/ha/tahun.

7.2 Erosi Percik (Splash Erosion)

Erosi percikan adalah merupakan bentuk erosi yang terpercik ke kanan dan ke kiri lahan kemudian sebagian pindah ke permukaan tanah. Persentase total tanah yang terpercik dan pindah kebawah lereng sejalan dengan besar kecilnya kemiringan lereng. Ellisen (1944) meneliti mengenai erosi percik pada kemiringan lahan 10 persen dan menyimpulkan bahwa 75 persen tanah yang terpercik pindah kebawah lereng dan 25 persen keatas lereng .

Yogama (2007) melakukan penelitian laboratorium dengan hujan buatan dan contoh tanah yang tidak terganggu kemudian disimpan dalam alat *catching tray* yang berfungsi untuk mengukur erosi percik. Adapun kemiringan dan curah

hujan divariasikan sedemikian rupa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar intensitas dan jumlah curah hujan berdampak pada jumlah tanah yang terpercik. Pada kemiringan 30 persen jumlah erosi yang terjadi adalah sebesar 12. 878 gram pada percobaan hujan pertama .Selanjutnya pada curah hujan kedua, ketiga, keempat dan kelima, masing masing jumlah erosi adalah berturut-turut 15.7, 2 gram;, 29.89 gram dan 34.639 gram dengan rata-rata peningkatan sebesar 5.295 gram. Peningkatan kemiringan juga memperlihatkan peningkatan erosi yaitu jumlah tanah terpecik semakin besar. Pada curah hujan 168.15/jam jumlah erosi yang terjadi adalah sebesar 2.267 gram. Selanjutnya pada kemiringan 10; 20; dan 30 persen masing masing jumlah erosi sebesar 5.11 gram, 8.52 gram , dan 12.87 gram dengan rata-rata peningkatan sebesar 3.53 gram.

Pengukuran erosi percikan dibawah pohon akasia dan jabon (*Anthocephalus sinensis*) di Jatiluhur dan di talun serta pekarangan (Ambar,1986) menunjukkan erosi percikan dibawah pohon lebih besar daripada erosi percikan. Kenaikan erosi disebabkan oleh lebih besarnya volume air lolosan yang mempunyai dua efek yaitu massa air lolosan naik dan kecepatan terminal yang didapatkan oleh tetesan tersebut juga besar, dengan demikian energi kinetik pun makin besar.

Diskusi:

Sebutkan apa yang Saudara ketahui mengenai:

a. Erosi yang dapat dibiarkan
b. Erosi percik
c. Bagaimana mekanisme terjadinya dua erosi di atas
d. Bagaimana hubungan kemiringan tanah dengan curah hujan terhadap erosi percik yang terjadi
e. Sampai ambang batas berapa erosi yang dapat dibiarkan dapat diabaikan.

BAB VIII PENGENDALIAN EROSI

TIK : Setelah kuliah selesai mahasiswa dapat menjelaskan pengendalian erosi

8.1 Pengendalian Erosi

Pada prinsipnya cara pengendalian erosi dibagi menjadi tiga yaitu:

a. Pengendalian erosi secara vegetative dan biologi
b. Pengendalian erosi secara mekanis
c. Pengendalian erosi secara kimiawi

Ketiga cara pengendalian erosi di atas mempunyai prinsip-prinsip yang sama hanya caranya yang berbeda.

8.2 Pengendalian Erosi Secara Vegetatif dan Biologi

Pengendalian erosi secara vegetatif merupakan suatu cara pengendalian erosi yang menggunakan tanaman; sementara secara biologi umumnya memberikan mulsa baik di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah. Kedua cara ini prinsipnya adalah memberikan penutup tanah agar tanah terhindar dari tumbukan butir-butir hujan.

Mengatur pola tanam pada satu kalender tanam; memilih jenis tanaman; memilih sistem tanam (*monocropping* atau *multiple cropping*); menanam tanaman secara kontur merupakan cara pengendalian erosi secara vegetative.

Sementara pemberian mulsa dan bahan organik ke permukaan tanah atau ke dalam permukaan tanah merupakan cara pengendalian erosi secara biologi.

Pengendalian erosi secara vegetatif maupun biologi pada dasarnya adalah melindungi tanah terhadap massa hujan dengan energi kinetik hujan sehingga *detachment* (pemecahan agregat tanah) dapat terhindar. Penanaman tanaman di lahan miring haruslah diatur waktu tanamnya agar pada saat terjadi puncak hujan tanah sudah ternaungi oleh tanaman, namun demikian haruslah dengan menggunakan prinsip kaidah-kaidah teknik konservasi tanah dan air yaitu tanah harus tertutup rapat sementara produkisi tidak terganggu. Lahan yang tertutup rapat akan menimbulkan masalah yaitu terjadinya persaingan unsur hara dan sinar matahari yang pada gilirannya akan berdampak pada produksi tanaman.

Tanaman dengan sistem perakaran yang menyebar sangat baik untuk ditanam di lahan miring dengan tujuan mengendalikan erosi. Akar tanaman akan memperbesar pori tanah sehingga porositas tanah akan tinggi; dan air yang masuk ke dalam permukaan tanah lebih banyak sebagai infiltrasi, perkolasi dan permeabilitas. Bila infiltrasi tinggi maka limpasan hujan akan rendah dan erosi akan dapat diperkecil, serta pengawetan tanah dan air di dalam tanah akan besar.

Selain tanaman yang mempunyai perakaran menyebar maka tanaman yang mudah menutupi tanah juga sangat dianjurkan untuk pengendalian erosi asalkan tanaman tersebut mempunyai persyaratan dapat berproduksi. Tanaman

kacang-kacangan atau jenis *Crotalaria sp.* sangat cepat menutupi tanah, sayangnya tanaman ini tidak menghasilkan produk yang dapat digunakan oleh petani untuk dijual. Tanaman jenis *Crotalaria sp.* ini biasanya ditanam di lahan yang ditanami kelapa sawit agar tanah terhindar dari laju erosi dan tanaman *Crotalaria sp.* ini dapat dijadikan sebagai bahan organik.

Daun dan cabang-cabang tanaman yang tidak langsung menyentuh tanah mempunyai pengaruh terhadap jumlah dan kecepatan limpasan hujan . Sisa-sisa tanaman yang disebar di atas permukaan tanah disebut mulsa; dapat mencegah tumbukan butir-butir hujan sehingga diharapkan butir hujan yang mempunyai massa dan energi akan menjadi nol.

Mulsa adalah limbah tanaman yang setelah terdekomposisi dapat dijadikan bahan organik. Bagi lahan-lahan yang mempunyai kemiringan tinggi (.>10%); untuk mengendalikan tumbukan langsung butir-butir hujan ke permukaan tanah dapat ditambahkan mulsa sebagai penutup tanah.

Mulsa sisa tanaman ini dapat berasal dari daun, cabang ataupun batang tanaman; namun setiap bagian dari tanaman yang dipakai sebagai mulsa mempunyai karakteristik yang bermacam-macam. Mulsa daun biasanya tinggi akan protein dan lebih mudah terdekomposisi, sementara mulsa cabang dan batang tanaman sangat sulit hancur karena tinggi akan selulosa. Baik mulsa yang berasal dari daun maupun yang berasal dari cabang ataupun batang tanaman diberikan ke permukaan tanah ataupun ke dalam tanah dengan

ketentuan C/N rasionya sudah mendekati 12. C/N rasio awal mulsa yang baru dipanen berkisar antara 200 sampai 400; keadaan ini tidak dianjurkan diberikan ke permukaan ataupun ke dalam tanah karena proses dekomposisi masing berlangsung. Keadaan yang belum layak digunakan sebagai mulsa ini dikarenakan mikroorganisme yang berperan untuk mengdekomposisi mulsa masih aktif , sehingga mikroorganisme tersebut mengeluarkan energy dan pada gilirannya akan menimbulkan panas dan akan berdampak pada pertumbuhan tanaman.

Mulsa yang baik adalah mulsa yang dapat menutupi lahan; mudah terdekomposisi; disukai oleh mikroorganisme dan tentunya mempunyai kandungan protein yang tinggi. Tingginya protein pada mulsa akan meningkatkan kualitas bahan organik (hasil dekomposisi) dari mulsa . Biasanya mulsa yang berasal dari daun tanaman kacang tanah dapat memenuhi kriteria di atas.

Persyaratan mulsa lainnya adalah mulsa tersedia di tempat pada areal yang akan diberi mulsa; tidak perlu mendatangkan dari daerah lain dan tidak perlu membeli. Limbah yang diberi sebagai putup tanah dalam waktu tertentu (tergantung dari bahan mulsa) akan terdekomposisi dengan baik dan akan menjadi bahan organik.

Karena sulitnya mendapatkan mulsa maka akhir-akhir ini kecenderungan penggunaan mulsa sampah dari rumah tangga. Dilihat dari kualitas mulsa maka

limbah dari rumah tangga ini bila telah terdekomposisi akan menghasilkan kualitas mulsa yang baik. Namun masalahnya adalah banyaknya plastik pada mulsa rumah tangga yang tidak dapat hancur sehingga sebelum diberikan ke permukaan tanah, plastik tersebut harus dibuang terlebih dahulu. Selain itu bau mulsa rumah tangga ini tidak disukai oleh lingkungan; serta beragamnya asal mulsa ini diduga akan menimbulkan binatang-binatang kecil (semut, kecoa dan lain-lain) yang akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Begitu pula dengan kemungkinan datangnya penyakit tanaman yang ditimbulkan oleh mulsa rumah tangga ini.

8.3. Pengendalian Erosi Secara Mekanik

Pencegahan erosi dengan metode mekanik adalah suatu upaya yang dilakukan agar memperlambat aliran permukaan dan pada gilirannya akan memperbesar erosi. Contoh metode mekanik untuk pengendalian erosi yang umum digunakan petani adalah:

a. Penterasan (*terasering*)
b. Pengolahan lahan secara kontur
c. Pembuatan chek dam
d. Pembuatan rorak
e. Pembuatan guludan (terutama di lahan sawah)
f. Reboisasi / penghijauan

Petani dapat memilih cara pengendalian secara mekanik di atas disesuaikan dengan keadaan di lapangan yang menyangkut topografi lahan, biaya, jenis tanaman yang akan diusahakan dan tingkat erosi yang terjadi.

Prinsip daripada penterasan adalah suatu upaya pengendalian erosi yang memotong lereng; karena beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa semakin panjang lereng semakin tinggi laju erosi yang terjadi. Diharapkan bahwa pemotongan panjang lereng dengan penterasan akan memperkecil laju erosi.

8.4 Pengendalian Erosi Secara Kimiawi

Prinsip dari pengendalian erosi secara kimiawi adalah pemantapan agregat tanah dengan memberikan zat kimia, sehingga agregat tanah akan lebih mantap sehingga susah dipecah dengan adanya tumbukan butir-butir hujan.

Zat kimia yang diberikan sebagai pemantap tanah haruslah mempunyai kriteria-kriteria sebagai berikut:

a. Tidak merupakan racun bagi tanaman
b. Tidak mematikan mikroorganisme tanah
c. Tidak mengurangi porositas tanah, bila memungkinkan dapat meningkatkan pori tanah
d. Ramah terhadap lingkungan
e. Dapat lebih memantapkan agregat tanah

Di Indonesia pengendalian erosi secara kimiawi ini belum begitu dikenal oleh para petani, alasan yang signifikan adalah bahwa selain zat kimia ini jarang tersedia terutama di daerah rawan erosi, mahal harganya dan sosialisasi yang kurang didapat oleh petani berdampak tidak dikenalnya cara ini.

Di Negara-negara yang sudah berkembang cara ini sering digunakan; dan zat kimia yang digunakan adalah *Bitumen* dan *Latex* yang disebut sebagai *soil conditioner.*

Di Indonesia para petani sering pula menggunakan metode vegetatif yang dikombinasikan dengan metode mekanis; contoh konkritnya adalah bahwa lahan miring mereka selain diteras juga diatur pola tanamnya. Ternyata pengendalian erosi dengan metode ini sangat ampuh untuk memperkecil laju erosi.

Diskusi:

a. Sebutkan 3 (tiga) cara pengendalian erosi yang Saudara ketahui
b. Bahas keuntungan dan kerugian dari masing-masing cara
c. Mengapa para petani di Indonesia tidak lazim menggunakan cara pengendalian erosi secara kimiawi
d. Persyaratan-persyaratan apa saja yang harus dipenuhi agar bahan kimia yang digunakan untuk pengendalian erosi
e. Untuk lahan petani yang sempit di Indonesia cara mana dari ketiga cara pengendalian erosi yang paling mungkin dilakukan

BAB IX CARA MENGHITUNG EROSI

TIU : Setelah kuliah ini berakhir mahasiswa dapat menghitung erosi baik di lapangan maupun dengan prediksi menggunakan model USLE

9.1 Cara Menghitung Erosi di Lapangan

Erosi dapat dihitung dengan dua cara yaitu: (i) menghitung jumlah tanah tererosi di lapangan pada setiap kejadian hujan yang menimbulkan erosi dan (ii) prediksi erosi dengan menggunakan beberapa model yang telah dikembangkan oleh para pakar. Weischmeier (1999) telah mengembangkan prediksi jumlah tanah tererosi dengan menggunakan model yang disebut *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Model yang dihasilkan Weischmeir ini banyak digunakan oleh negara-negara tropis dan sub tropis untuk memprediksi jumlah tanah tererosi. Prediksi jumlah tanah tererosi menggunakan USLE ini sangat berlaku umum dengan menggunakan data sekunder, dan terbatas pada kepanjangan lereng 22 meter serta kemiringan lereng 9 persen. Untuk menghitung secara prediksi jumlah tanah tererosi pada lahan-lahan curam (kemiringan tinggi yaitu lebih dari 15%) maka perlu dilakukan modifikasi model USLE ini.

Perhitungan erosi di lapangan dapat dilakukan dengan metode petak kecil yaitu suatu metode yang menggunakan lahan dengan panjang 22 meter dan lebar 2 meter untuk tanaman semusim; sedangkan untuk tanaman tahunan lebar

petak 4 meter dan panjang lereng sama yaitu 22 meter. Ditentukan pula bahwa kemiringan lereng standar yang digunakan untuk pengukuran erosi dengan petak kecil ini adalah 9%.

Prinsip dari metode petak kecil ini adalah bahwa sekeliling petak diberi sekat yang maksudnya agar curah hujan yang jatuh ke atas permukaan lahan tidak terinfiltrasi secara horizontal ke kanan dan kekiri petak; sementara di ujung petak ditampung dengan penampung selebar petakan yang diberi nama kolektor *drain*. Metode petak kecil ini akan menampung erosi dan limpasan hujan pada setiap kejadian hujan yang menimbulkan erosi. Gambar 2 memberikan gambaran mengenai metode petak kecil ini.

Pengukuran jumlah tanah tererosi adalah merupakan kumulatif dari jumlah hari kejadian hujan yang menimbulkan erosi. Misalnya untuk tanaman jagung dengan umur tanaman seratus hari maka dengan pengukuran di lapangan ini kita mendapat data jumlah tanah erosi seumur tanaman jagung. Pengukuran erosi dengan macam ini membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang cukup banyak, namun hasilnya sangat akurat.

9.2 Prediksi Erosi

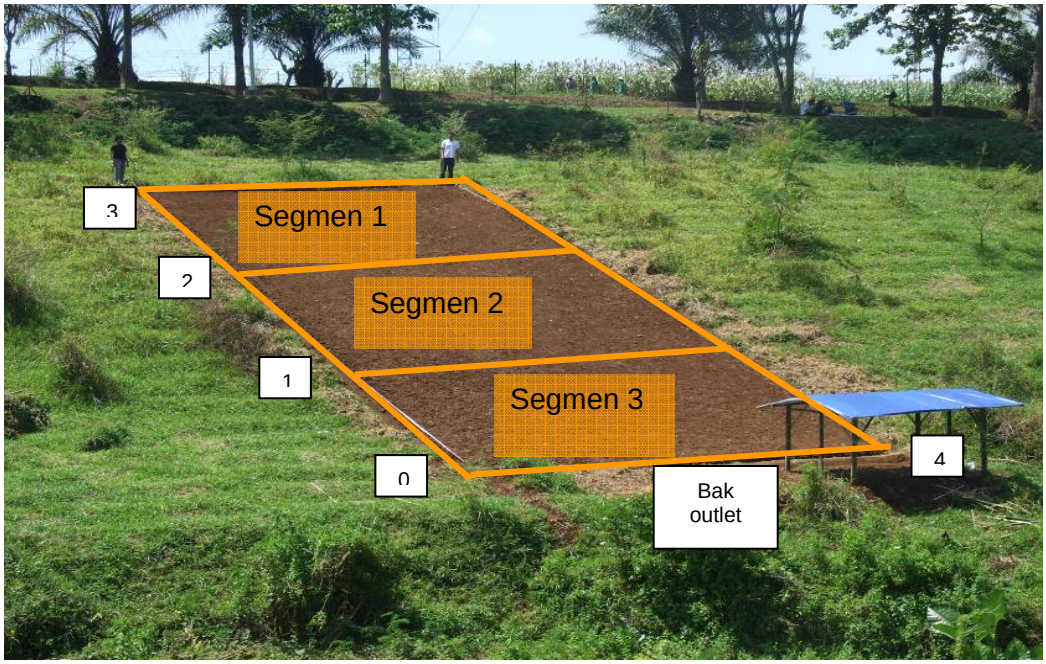
Berbagai metode prediksi erosi tanah telah banyak dikembangkan antara lain:

a. Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dikembangkan oleh Wischeimer dan Smith (1978) merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi erosi di berbagai kondisi lahan secara umum.

b. Metode AGNPS (*Agricultural Non Point Source Pollution Model*) yang dikembangkan oleh Young (1989)

c. Metode WEPP (*Water Erosion Prediction Project*) dikembangkan oleh Lane dan Nearing (1989)

d. Metode MMF (*Morgan-Morgan-Finney*) dikembangkan oleh R.P.C. Morgan, D.D.V. Morgan dan Finney (Morgan, 1986).



Gambar 4. Petakan Kecil Mengukur Erosi

Metode – metode yang telah dikembangkan merupakan model empiris (parametrik) yang dikembangkan berdasarkan proses hidrologi dan fisis yang terjadi selama peristiwa erosi dan pengangkutannya dari DAS ke titik yang ditinjau (Suripin, 2001). Metode yang paling umum dikenal di dunia adalah

metode yang dikembangkan oleh Wieschmeir (1999) yaitu dikenal dengan model *Universal Loss Equation (USLE)*

Wischeimer dan Smith (Foth, 1995) membuat rumus dugaan besarnya erosi sebagai berikut :

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{.....(9.1)}$$

dimana :

- A adalah besarnya dugaan erosi dihitung per unit area (ton/hektar),
- R adalah erosivitas curah hujan merupakan jumlah unit indeks erosi pada hujan tahunan normal. Indeks erosi adalah suatu ukuran dari gaya mengikis curah hujan tertentu.
- K adalah faktor erodibilitas tanah yaitu laju erosi per unit indek erosi untuk tanah tertentu dengan pengolahan tanah yang dibajak dan dengan kemiringan 9 persen.
- L adalah faktor panjang lereng merupakan rasio hilangnya tanah dari panjang lereng lapang terhadap hal yang sama pada tipe dan kemiringan tanah yang sama.
- S adalah faktor kemiringan lereng yaitu adalah rasio hilangnya tanah pada kemiringan lapang terhadap kemiringan 9 persen.
- P adalah faktor tindakan konservasi tanah.

9.2.1 Indeks erosivitas hujan (R)

Faktor curah hujan merupakan ukuran yang mengikis curah hujan tertentu yang dihubungkan dengan kuantitas maupun intensitas curah hujan. Curah hujan atau faktor R adalah jumlah energi kinetik dengan intesitas maksimum hujan dalam waktu 30 menit untuk setiap hujan lebat selama tahun yang bersangkutan. R dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(EI_{30})}{100} \qquad \text{dan } E = 210 + 89 \log I \quad \text{.....(9.2)}$$

dimana :

R = indeks erosivitas hujan;

E = energi kinetis hujan (ton m.ha^{-1}cm hujan^{-1});

I = intensitas hujan (cm/jam), dan I_{30} = intensitas tertinggi selam 30 menit (cm.jam^{-1}).

9.2.2 Erodibilitas tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan partikel tanah dan transportasi partikel – partikel tanah oleh adanya energi kinetik air hujan. Faktor-faktor tanah yang mempengaruhi erodibilitas adalah yang mempengaruhi tingkat infiltrasi, permeabilitas dan total kapasitas air; dan yang menahan penghamburan, percikan, kikisan dan gaya mengangkut curah hujan dan aliran permukaan. Percobaan untuk menentukan faktor erodibilitas dilakukan pada tahun 1930 pada 23 petak tanah utama

dengan petak 72,6 feet pada kemiringan 9 persen dipertahankan dengan pemberaan, dengan pengolahan seluruhnya menurut panjang lereng, ditentukan dan dibagi menurut faktor curah hujan.

Wischmeier (1971) mengembangkan persamaan matematis yang menghubungkan karakteristik tanah dengan tingkat erodibilitas tanah seperti disebut dibawah ini:

$$K = \left\{ 2{,}71 \times 10^{-4} (12 - OM) M^{1{,}14} + 3{,}25 (S - 2) + \frac{2{,}5 (P - 3)}{100} \right\} \text{.....(9.3)}$$

dimana:

K adalah erodibilitas tanah

OM adalah persen unsur organik

S adalah kode klasifikasi struktur tanah (*granular, platy, massive* dan lain – lain)

P adalah permeabilitas tanah, dan

M adalah persentase ukuran partikel (% debu + pasir sangat halus) × (100 - % liat).

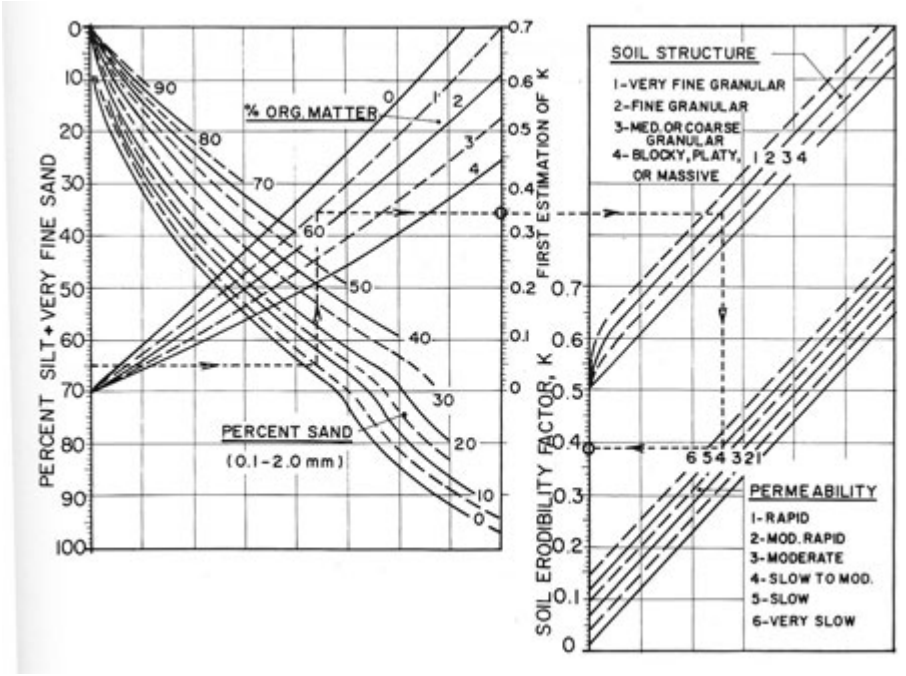
Tabel 8 berikut menunjukkan nilai M untuk beberapa kelas tekstur tanah yang telah ditentukan. Nilai erodibilitas tanah dapat diperoleh dengan menggunakan Nomograf dan rumus – rumus tertentu. Nomograf erosi tanah ditunjukkan pada Gambar 5, digunakan untuk menentukan nilai faktor erodibilitas tanah dengan menggunakan 5 parameter tanah. Parameter itu adalah persen lanau + persen pasir halus, yang memiliki fraksi 0.05 hingga 0.1 mm,

persen pasir > 0.1 mm, persen bahan organik, kelas tekstur dan permeabilitas. Besarnya erodibilitas tanah secara umum ditunjukkan dalam Tabel 9.

Tabel 8. Nilai M untuk beberapa kelas tekstur tanah.

Kelas tekstur tanah	Nilai M	Kelas tekstur tanah	Nilai M
Lempung berat	210	Pasir geluhan	1245
Lempung sedang	750	Geluh lempungan	3770
Lempung pasiran	1213	Geluh pasiran	4005
Lempung ringan	1685	Geluh	4390
Geluh lempung	2160	Geluh debuan	6330
Pasir lempung debuan	2830	Debu	8245
Campuran merata	4000	Pasir	3035

Sumber : RLKT DAS Citarum (1987)



Gambar 5. Nomograph erosi tanah. (Novotny, 1981)

Menurut Wischmeier (1971) erodibilitas tanah merupakan fungsi dari kadar debu, pasir, dan bahan organik tanah, serta struktur dan permeabilitas tanah. Abdurachman mendapatkan rumus perhitungan nilai erodibilitas K melalui percobaan laboratorium menggunakan "*Rainfall simulator*" sebagai berikut :

$$K = 3{,}075 + 3{,}23 \times 10^{-4}\, X_1 - 0{,}024\, X_2 - 2{,}418\, X_3 + 0{,}068\,(I2 - X_4) - 0{,}07\,(X_5 - 3) - 0{,}135\,(X_6 - 2) \quad \text{.....(9.4)}$$

dimana :

- K adalah erodibilitas tanah
- X_1 adalah parameter M (% debu + pasir sangat halus) × (100 - % liat)
- X_2 adalah stabilitas tanah (indeks stabilitas tanah × % agregat > 2 mm)
- X_3 adalah kerapatan lindak (BD, g/cc)
- X_4 adalah kandungan bahan organik tanah (%)
- X_5 adalah kelas permeabilitas profil tanah
- X_6 adalah kode struktur tanah.

Selain dapat diperoleh dengan menggunakan nomograf besarnya faktor K untuk beberapa tempat di Indonesia telah ditentukan oleh Pusat Penelitian Tanah, Bogor. Tabel 9 berikut adalah beberapa angka erodibilitas tanah menurut jenis tanah.

Tabel 9. Faktor erodibilitas tanah K

Kelas Tekstur		K untuk kandungan bahan organik %		
		< 0.5	**2**	**4**
Sand	Pasir	0.05	0.03	0.02
Fine sand	Pasir halus	0.16	0.14	0.10
Very fine sand	Pasir sangat halus	0.42	0.36	0.28
Loamy sand	Pasir berlempung	0.12	0.1	0.08
Loamy fine sand	Pasir halus berlempung	0.24	0.2	0.16
Loamy very fine sand	Pasir sangat halus berlempung	0.44	0.38	0.3
Sandy loam	Lempung berpasir	0.27	0.24	0.19
Fine sandy loam	Lempung halus berpasirr	0.35	0.3	0.24
Very fine sandy loam	Lempung sangat halus berlempung	0.47	0.41	0.33
Loam	Lempung	0.38	0.34	0.29
Silt loam	Lempung berlanau	0.48	0.42	0.33
Silt	Lanau	0.6	0.52	0.42
Sandy clay loam	Liat lempung berpasir	0.27	0.25	0.21
Clay loam	Liat berlempung	0.28	0.25	0.21
Silty clay loam	Liat lempung berlanau	0.37	0.32	0.26
Sandy clay	Liat berpasir	0.14	0.13	0.12
Silty clay	Liat berlanau	0.25	0.23	0.19
Clay	Liat		0.13 – 0.2	

Sumber: Novotny (1981).

Tim Pakar dari Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran (2001)telah melakukan penelitian di daerah tangkapan air Jatiluhur Jawa Barat dan telah menetapkan hasil erodibilitas tanah (nilai K) pada beberapa jenis tanah seperti tertera pada Tabel 10 berikut ini. Nilai K paling tinggi adalah 1; bila nilai K 1

artinya adalah tanah bera atau tidak ditanami oleh tanaman pada kemiringan 9% dan panjang lereng 22 meter. Semakin kecil nilai K maka pengelolaan lahan semakin baik yang berdampak pada kecilnya jumlah erosi yang terjadi.

Tabel 10. Prakiraan besarnya nilai K untuk jenis tanah di daerah tangkapan air Jatiluhur, Jawa Barat.

Jenis klasifikasi tanah	Nilai K rata – rata (metrik)
Latosol merah	0,12
Latosol merah kuning	0,26
Latosol coklat	0,23
Latosol	0,31
Regosol	0,12 – 0,16
Regosol	0,29
Regosol	0,31
Gley humic	0,13
Gley humic	0,26
Gley humic	0,20
Lithosol	0,16
Lithosol	0,29
Grumosol	0,21
Hydromorf abu – abu	0,20

Sumber : Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran (2001)

Bermanakusumah (1976) meneliti erosi dan mendapatkan hasil nilai erodibilitas tanah pada berbagai jenis tanah seperti tertera pada Tabel 11 berikut ini:

Tabel 11. Besarnya nilai erodibilitas dari beberapa macam tanah.

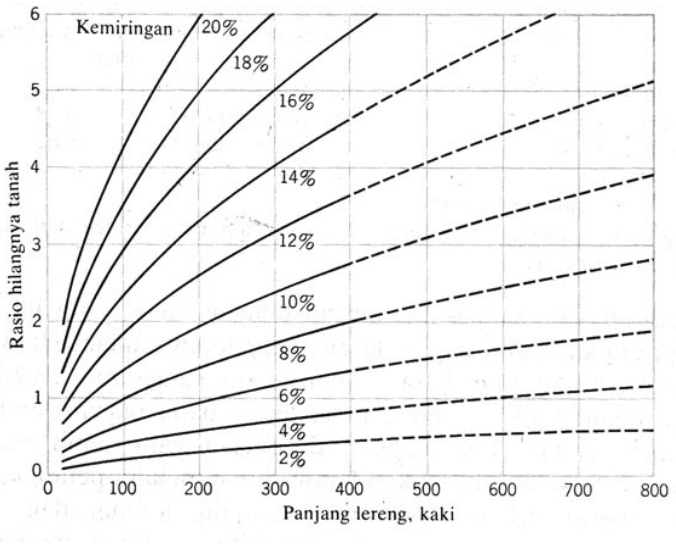
No.	Macam tanah	Transfortabilitas (B)	Stabilitas (St)	Erodibilitas (E)
1.	Tanah loam	51.50	105.34	0.49
2.	Tanah pasir	35.3	103.78	0.34
3.	Tanah kapur	31.8	114.43	0.28
4.	Tanah lempung	20.1	110.32	0.18

Sumber:Bermanakusumah., 1976

9.2.3 Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S)

Panjang lereng dibatasi sebagai jarak dari titik puncak diatas lahan menuju ke titik lainnya dimana lereng menurun sampai luasan dimana pengendapan terjadi, atau titik dimana aliran permukaan memasuki saluran dengan batas yang jelas. Aliran permukaan di lereng bagian atas akan meningkatkan aliran air pada lereng di bagian bawahnya. Selama kemiringan atau persen kemiringan tanah meningkat maka kecepatan aliran permukaan meningkat, yang meningkatkan kekuatan mengikis tanah. Kombinasi panjang lereng dan faktor-faktor kemiringan (LS) yang digunakan dalam persamaan untuk menduga hilangnya tanah diberikan pada Gambar 6.

Faktor panjang dan kemiringan lereng (L dan S) disatukan menjadi faktor LS dapat pula dihitung dengan rumus yang dikembangkan Weischmneir (1999) pada persamaan 9.5.



Gambar 6. Perhitungan kemiringan lereng dan panjang lereng.

Sumber : Foth, 1995

$$LS = L^{1/2} \times \left(0{,}00138 \quad S^2 + 0.00965 \quad S + 0{,}0138 \right) \text{.....(9.5)}$$

dimana :

L adalah Panjang lereng (meter)

S adalah Kemiringan lereng (%)

Rumus diatas diperoleh dari percobaan dengan menggunakan plot erosi pada lereng 3 – 18 %, sehingga tidak memadai untuk lereng yang terjal. Untuk lahan berlereng terjal disarankan menggunakan rumus berikut:

$$LS = \left(\frac{L}{22}\right)^m \times C\,(\cos\alpha)^{1,50} \times \left[0{,}5\,(\sin\alpha)^{1,25} + (\sin\alpha)^{2,25}\right] \text{.....(9.6)}$$

dimana :

m adalah : 0,5 untuk lereng 5 % atau lebih

0,4 untuk lereng 3,5 – 4,9 %

0,3 untuk lereng 3,5 %

C adalah 34,71;

α adalah sudut lereng;

l adalah panjang lereng

9.2.3 Pengelolaan Tanaman (C) dan faktor Konservasi (P)

Vegetasi penutup tanah, dapat mengabsorbsi energi kinetik butir-butir air hujan yang jatuh dan mengurangi potensi mengikis dari hujan. Vegetasi sendiri menahan sejumlah air dan memperlambat aliran air permukaan. Faktor C mengukur kombinasi pengaruh semua hubungan variabel penutup dan variabel pengelolaan, termasuk tipe pengolahan tanah, sisa akibat pengelolaan, waktu perlindungan tanah dengan vegetasi dan seterusnya. Besarnya angka C tidak selalu sama dalam kurun waktu satu tahun. Tabel 12 menunjukkan beberapa angka C yang diperoleh dari hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah, Bogor di beberapa daerah di Jawa.

Faktor P adalah nisbah antara tanah tererosi rata – rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata – rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi, dengan catatan faktor – faktor penyebab erosi yang lain diasumsikan tidak berubah. Besarnya faktor P yang telah berhasil ditentukan berdasarkan penelitian di Pulau Jawa adalah seperti

tersebut pada Tabel 13. Sedangkan Faktor P untuk pertanaman menurut kontur dan tanaman dalam teras ditunjukkan pada Tabel 14.

Nilai faktor pengelolaan tanaman didapat dengan membandingkan jumlah tanah tererosi dari petak pertanaman yang dilakukan dengan jumlah tanah tererosi dari petak kontrol dalam waktu yang sama (Weischmeir; 1999)

$$C = \frac{A}{(R \times K \times LS \times P)} \quad \text{.....(9.7)}$$

Nilai faktor tindakan konservasi adalah jumlah erosi yang terjadi pada lahan yang telah dilakukan tindakan konservasi dibandingkan dengan erosi yang terjadi pada lahan tanpa tanaman tanpa tindakan konservasi tanah atau dapat dihitung dengan persamaan (Weischmeir; 1999)

$$P = \frac{A}{(R \times K \times LS \times C)} \quad \text{.....(9.8)}$$

Abdurrahman, dkk (1984) dalam penelitiannya telah menetapkan nilai C dan P seperti tertera pada Tabel 12 , Tabel 13 dan Tabel 14 berikut ini

Tabel 12. Nilai C untuk berbagai jenis tanaman dan Pengolahan tanaman

Jenis Tanaman / Tataguna Lahan	Nilai C	Jenis Tanaman / Tataguna Lahan	Nilai C
Tanaman rumput *(Brachiaria sp.*)	0,290	Pola tanam berurutan	0,398
Tanaman kacang jogo	0,161	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa sisa tanaman	0,357
Tanaman gandum	0,242	Kebun campuran	0,2
Tanaman ubi kayu	0,363	Ladang berpindah	0,4
Tanaman kedelai	0,399	Tanah kosong diolah	1,0
Tanaman serai wangi	0,434	Tanah kosong tidak diolah	0,950
Tanaman padi lahan kering	0,560	Hutan tidak terganggu	0,001

Jenis Tanaman / Tataguna Lahan	Nilai C	Jenis Tanaman / Tataguna Lahan	Nilai C
Tanaman padi lahan basah	0,010	Semak tidak terganggu	0,010
Tanaman jagung	0,637	Alang - alang permanen	0,020
Tanaman jahe, cabe	0,900	Alang - alang dibakar	0,700
Tanaman kentang ditanam searah lereng	1	Sengon disertai semak	0,012
Tanaman kentang ditanam searah kontur	0,350	Sengon tidak disertai semak tanpa seresah	1,000
Pola tanam tumpang gilir + mulsa jerami (6 ton /ha/th)	0,079	Pohon tanpa semak	0,320
Pola tanam berurutan + mulsa sisa tanaman	0,347		

Sumber : Abdurachman dkk, 1984 .

Semakin baik pengelolaan lahan maka semakin kecil harga faktor C, sementara harga faktor C tertinggi adalah 1 artinya lahan tersebut tidak ada penutup tanahnya (*cover crop*). Nilai faktor P adalah nilai yang menunjukkan adanya penerapan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air pada lahan tersebut. Penerapan kaidah konservasi tanah yang baik akan menghasilkan nilai faktor P kecil, dan nilai faktor C dan faktor P diperoleh dari hasil penelitian khususnya penelitian erosi.

Penanaman secara kontur sangat dianjurkan dalam perencanaan konservasi tanah dan air; namun kenyataannya petani jarang melaksanakan penanaman secara kontur mengingat sulitnya pekerjaan di lapangan dan banyak menghabiskan lahan pertanaman.

Tabel 13. Nilai faktor P pada berbagai aktivitas konservasi tanah di Jawa

Teknik Konservasi Tanah	Nilai P	Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
Teras bangku		Tanaman dalam jalur - jalur : jagung - kacang tanah + mulsa	0,05
a. baik	0,20	Mulsa limbah jerami	
b jelek	0,35	a. 6 ton/ha/tahun	0,30
Teras bangku : jagun-ubi kayu/ kedelai	0,06	b. 3 ton/ha/tahun	0,50
Teras bangku : sorghum – sorghum	0,02	c. 1 ton/ha/tahun	0,80
Teras tradisional	0,40	Tanaman perkebunan	
Teras gulud : padi – jagung	0,01	a. disertai penutup tanah rapat	0,10
Teras gulud : ketela pohon	0,06	b. disertai penutup tanah sedang	0,50
Teras gulud : jagung - kacang + mulsa sisa tanaman	0,01	Padang rumput	
Teras gulud : kacang kedelai	0,11	a. baik	0,04
Tanaman dalam kontur		b. jelek	0,40
a. kemiringan 0 - 8 %	0,50		
b. kemiringan 9 - 20 %	0,75		
c. kemiringan >20 %	0,90		

Sumber : Abdurachman dkk, 1984.

Tabel 14. Faktor P untuk pertanaman menurut kontur dan tanaman dalam teras.

Kemiringan lereng (%)	Nilai P			
	Kontur	Tanaman jalur dlm kontur	Teras	
			a	b
2 - 7 %	0,50	0,25	0,50	0,10
8 - 12 %	0,60	0,30	0,60	0,12
13 - 18 %	0,80	0,40	0,80	0,16
19 - 24 %	0,90	0,45	0,90	0,18

Sumber : Soil Conservation Service, 1972

Nilai faktor C dan P sering digabungkan karena dalam kenyataannya, kedua faktor tersebut berkaitan erat. Tabel 15 menunjukkan perkiraan Nilai CP.

Tabel 15. Perkiraan nilai faktor CP berbagai jenis penggunaan lahan di Jawa.

Konservasi dan pengelolaan Tanaman	Nilai CP
Hutan :	
a. tak terganggu	0,01
b. tanpa tumbuhan bawah, disertai serasah	0,05
c. tanpa tumbuhan bawah, tanpa serasah	0,50
Semak :	
a. tak terganggu	0,01
b. sebagian berumput	0,10
Kebun :	
a. kebun – talun	0,02
b. kebun – pekarangan	0,20
Perkebunan :	
a. penutupan tanah sempurna	0,01
b. penutupan tanah sebagian	0,07
Perumputan :	
a. penutupan tanah sempurna	0,01
b. penutupan tanah sebagian ; ditumbuhi alang - alang	0,02
c. alang - alang : pembakaran sekali setahun	0,06
d. serai wangi	0,65
Tanaman pertanian	
a. umbi-umbian	0,51
b. biji – bijian	0,51
c. kacang – kacangan	0,36
d. campuran	0,43
e. padi irigasi	0,02
Perladangan :	
a. 1 tahun tanam - 1 tahun bero	0,28
b. 1 tahun tanam - 2 tahun bero	0,19
Pertanian dengan konservasi :	
a. mulsa	0,14

Konservasi dan pengelolaan Tanaman	Nilai CP
b. teras bangku	0,04
c. contour cropping	0,14

Sumber : Abdurachman dkk, 1984 ; Ambar dan Syafrudin, 1979

Diskusi :

a. Jelaskan cara menghitung erosi yang Saudara ketahui
b. Sebutkan pula keuntungan dan kerugian dari setiap cara pengukuran erosi
c. Buat suatu data (tentative) yang dibutuhkan untuk menghitung erosi di suatu tempat dan hitung jumlah erosi yang terjadi dengan menggunakan model USLE

BAB X LIMPASAN HUJAN

TIU : Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan pengertian hujan

Limpasan hujan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai danau dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang masuk kedalam tanah atau air infiltrasi, sebagian tidak sempat masuk ke dalam tanah dan mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut keluar ke permukaan tanah dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan yang disebut terakhir disebut aliran permukaan. Sebelum air mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan terlebih dahulu harus memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi dan berbagai bentuk cekungan tanah dan bentuk penampung air lainnya (Asdak, 1991).

Limpasan air hujan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi ari ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah pengisian air pada cekungan tersebut selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas. Ada bagian yang berlangsung agak cepat untuk selanjutnya membentuk aliran debit. Bagian limpasan air permukaan lain, karena melewati

cekungan-cekungan permukaan tanah sehingga memerlukan waktu beberapa hari atau bahkan beberapa minggu sebelum akhirnya menjadi aliran debit.

Faktor – faktor yang mempengaruhi limpasan air permukaan dapat dikelompokkan menjadi faktor – faktor yang berhubungan dengan iklim, terutama curah hujan dan yang berhubungan dengan karakteristik daerah aliran sungai. Lama waktu hujan, intensitas dan penyebaran hujan mempengaruhi laju dan volume air larian. Limpasan air permukaan total untuk suatu hujan secara langsung berhubungan dengan lama hujan untuk intensitas hujan tertentu. Infiltrasi akan berkurang pada tingkat awal suatu kejadian hujan. Oleh karenanya, hujan dengan waktu yang singkat tidak banyak menghasilkan limpasan permukaan. Pada hujan dengan intensitas yang sama dan dengan waktu yang lebih lama, akan menghasilkan limpasan air permukaan yang lebih besar.

Intensitas hujan akan mempengaruhi laju dan volume limpasan hujan. Pada hujan dengan intensitas tinggi, kapasitas infiltrasi akan terlampaui dengan beda yang cukup besar dibandingkan dengan hujan yang kurang intensif. Dengan demikian, total volume limpasan air permukaan akan lebih besar pada hujan intensif dibandingkan dengan hujan yang kurang intensif meskipun curah hujan total untuk kedua hujan tersebut sama besarnya. Namun demikian, hujan dengan intensitas tinggi dapat menurunkan infiltrasi akibat kerusakan struktur permukaan tanah yang ditimbulkan oleh tenaga kinetik hujan dan limpasan air

permukaan yang dihasilkan. Pengaruh daerah aliran sungai terhadap limpasan air permukaan adalah melalui bentuk dan ukuran daerah aliran sungai .

Diskusi :

a. Sebutkan apa yang disebut limpasan hujan
b. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi limpasan hujan
c. Bagaimana hubungan antara kemiringan lereng dengan limpasan hujan
d. Jelaskan kaitan antara infiltrasi dengan limpasan hujan.

DAFTAR PUSTAKA

Ambar, S. dan A. Syarifudin, 1979, *Pemetaan Erosi Das Jatiluhur. Seminar Masalah Erosi DAS Jatiluhur*. Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran, Bandung.

Abdurahman, A., S. Bunyamin dan U. Kurnia, 1984, *Pengelolaan Tanah dan Tanaman untuk Usaha Konservasi*. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.

Ambar, S., 1986, *Aspect of vegetation and land use in the erosion process in the Jatiluhur Lake Catchment West Java*., Disertasi Universitas Padjadjaran, Bandung.

Anonim, 1987*, Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) Buku II*. Dinas PKT Bandung.

Anonim, *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RTL-RLKT),* Departemen Kehutanan (1998).

Asdak, Chay., 1991, *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai,* Gadjah Mada University Press,g004.

Bermanakusumah, Ramdhon, 1978, *Erosi Penyebab dan Pengendaliannya,* Fakultas. Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Brooks, Kenneth N., 1991, *Hydrology and The Management of Watershed*, Iowa State University Press/Ames.

Foth, H. D., 1995, *Dasar-dasar Ilmu Tanah.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia.

Hakim, Yusuf, Lubis, Sutopo, Rusdi, Diha, Go ban Hong, Bailey., 1986*, Dasar dasar Ilmu Tanah.* Universitas Lampung.

Lane, L.J., and Nearing, M.A., 1989, *WEPP Profile Model Documentation. NSERL Report No. 2*, Natl. Soil Erosion Res, Lab., USDA-ARS, W. Lafayette.

Morgan, R.P.C., 1986, *Soil Erosion And Conservation*, Van Nostran Reinhold Soil Science Series, Longman Group, London.

Novotny,Vladimir.; Chester, Gordon. 1981, *Handbook of Nonpoint Pollution, Sources and Management* , Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Nurpilihan Bafdal, 2001, *Keefektifan Soil Saver Dalam Mengendalikan Erosi dan Aliran Permukaan di Lahan Miring*. Laporan Penelitian ; joint Riset antara Jurusan Teknotan UNPAD dengan P.T. Indonesia Nihon Seima, Jakarta.

Nurpilihan Bafdal, 2000, *Pengaruh Naungan Terhadap Laju Erosi Pada Berbagai Kemiringan Pola Tanam Dan Kermiringan Lahan*; Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNPAD.

Nurpilihan Bafdal, 1983, *Prediksi Erosi Menggunakan Pendekatan USLE di Areal Kampus UNPAD Jatinangor*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNPAD.

Suripin, 2004, *Pelestarian Sumberdaya Tanah Dan Air,* Penerbit Andi Yogyakarta.

Wischmeier, W.H., C.B. Johnson, dan B.V. Cross, 1971. *A soil Erodibility Nomograph For Farmland and Construction Sites.* Journal of Soil and Water Conservation.

Wischmeier, W.H., 1975. *Estimating the Soil Loss Equation's Cover and Management Factor for Undisturbed Areas. Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources*. USDA-ARS.

Wischmeier, W.H., dan D.D. Smith, 1978, *Predicting Rainfall Erosion losses : a guide to conservation planning.* USDA Agriculture Handbook No. 537.

Yogama, Army Dwi. , 2007, *Kajian teknis kemiringan lereng dan curah hujan yang berbeda terhadap besaran erosi percik*, Skripsi, Universitas Padjadjaran.

Young, R.A., Onstad, C.A., Bosch, D.D. dan Anderson, W.P. 1989, *AGNPS: A Nonpoint-source Pollution Model for Evaluating Agricultural Watersheds.* Journal of Soil and Water Conservation