

## BAB I

### PENDAHULUAN

Air, tanah dan vegetasi mempunyai kaitan yang sangat erat. Perubahan dalam kondisi salah satu faktor tersebut pada umumnya akan mempengaruhi pula kondisi faktor yang lain. Keterkaitan antar ketiganya itu telah diketahui secara luas oleh masyarakat, baik masyarakat ilmiah, masyarakat umum maupun pejabat pemerintah. Oleh karena itu sejak tahun 1970-an telah digariskan kebijakan nasional penghijauan dan reboisasi sebagai upaya untuk merehabilitasi lahan yang rusak dan mengendalikan banjir.

Kerusakan lahan, khususnya karena erosi dan tanah longsor, mempunyai dampak yang besar terhadap kehidupan dan kesejahteraan rakyat. Erosi merusak kesuburan tanah pertanian sehingga produktivitas tanah menurun. Dengan demikian pendapatan petani menurun dan tingkat kehidupannya pun merosot. Karena tingkat kehidupan yang merosot itu, kemampuan untuk melakukan pencagaratan tanah, misalnya dengan membangun sengkedan, juga merosot pula. Laju erosi pun meningkat pula. Terjadilah lingkaran setan yang makin lama makin membawa kemiskinan dan kesengsaraan.

Apabila erosi itu terjadi pada daerah yang sangat luas, tidak hanya petani di daerah itu saja yang terkena, melainkan ekonomi nasional pun akan mengalami kerugian.

Dengan berkurangnya kemampuan petani untuk melakukan pencagaratan tanah, *runoff* pun bertambah. Meningkatnya volume *runoff* menaikkan laju erosi dan menaikkan pula resiko terjadinya banjir. Kenaikan resiko terjadinya banjir dipertinggi lagi oleh pendangkalan alur sungai karena sedimen yang diendapkan yang berasal dari proses erosi di daerah hulu. Banjir mempunyai dampak negatif yang besar terhadap kehidupan dan kesejahteraan rakyat. Secara nasional kerugian yang disebabkan oleh banjir sangat besar.

Mengingat masalah besar yang ditimbulkan oleh erosi dan banjir, sudah seharusnya seluruh lapisan masyarakat mendukung program rehabilitasi lahan rusak dan pengendalian bahaya

90% dan 0,62 ha/petani, 138 % dan 1,80 ha/petani serta 221% dan 1,96 ha/petani. Data diatas sudah tua, namun dapat diperkirakan perbaikan belum terjadi, bahkan mungkin sekali justru lebih buruk.

Kerusakan lahan terutama disebabkan oleh kerusakan vegetasi yang selanjutnya merusak tata air. Secara umum kerusakan ini disebut kerusakan hidroorologi.

## 1.2. Sebab Kerusakan Hidrologi

Kerusakan hidroorologi disebabkan oleh berbagai sebab yang dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar, yaitu alamiah dan kegiatan manusia. Laju erosi yang tinggi tidaklah selalu disebabkan oleh kegiatan manusia. Sebuah contoh ialah laju erosi yang tinggi di DAS Memberamo Irian Jaya. Walaupun penduduknya sedikit dan kegiatan manusia yang sangat minim di daerah itu, namun kandungan sedimen di sungai tersebut sangatlah tinggi, yang nampak secara visual dari udara. Grand Canyon di Amerika Serikat juga terbentuk oleh proses erosi alamiah yang berlangsung beberapa juta tahun lamanya.

Kegiatan manusia yang sering dituduh sebagai penyebab besar kerusakan vegetasi dan lahan ialah perladangan berpindah. Namun secara umum dapat dikatakan pertanian tradisional telah berkembang selama berabad-abad dan para petani telah belajar dari pengalaman yang diturunkan dari generasi ke generasi. Teknologi pertanian disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan menumbuhkan kearifan ekologi, misalnya pranatamangsa di Jawa Tengah, sistem pertanaman kontur yang disebut *nyabuk gunung* di Jawa Tengah atau *ngais pasir* di Jawa Barat.

Perladangan berpindah merupakan suatu adaptasi pada kondisi lingkungan biofisik dan sosial budaya. Perladangan berpindah merupakan sistem pertanian dengan menebang hutan, membakar bahan organik dan menanam tanaman pertanian, antara lain padi gogo, tebu, sayuran, tanaman obat-obatan dan lainnya. Setelah beberapa waktu karena menurunnya hasil serta bertambahnya gulma dan hama, petak ladang tersebut ditinggalkan. Peladang

pindah ke tempat lain dan mengulangi proses ini. Perpindahan tidak dilakukan secara acak, melainkan berdasarkan sigi yang dilakukan anggota kelompok yang berpengalaman untuk memilih lahan yang baik untuk ditanami, antara lain berdasarkan tumbuhan indikator (Riswan dan Soedjito, 1987). Setelah 20 tahun atau lebih mereka kembali lagi ke tempat semula yang sementara itu telah ditumbuhi kembali oleh hutan. Apabila daur yang panjang ini dapat dipertahankan, perladangan berpindah tidaklah merusak lingkungan. Seandainya perladangan berpindah merusak lingkungan, Jawa pun telah lama menjadi gurun, karena sebelum sistem sawah berkembang praktek perladangan berpindah sangat umum selama berabad-abad. Sampai saat ini perladangan berpindah masih terdapat di Jawa Barat yang umum disebut sistem huma.

Kerusakan lingkungan terjadi apabila sistem perladangan terganggu dan daurnya menjadi pendek. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh terbatasnya daerah yang dapat digunakan untuk perladangan karena digunakan untuk peruntukan lain, misalnya pembalakan, perkebunan dan transmigrasi. Menyempitnya daerah tersebut, bersamaan dengan pertumbuhan penduduk, mengakibatkan daur perladangan menjadi pendek dan waktu tidak cukup lagi untuk memberi kesempatan kepada hutan untuk pulih lagi. Di samping itu para peladang menjadi oportunistik, yaitu mereka menggunakan jalan yang dibangun untuk pembalakan dan keperluan lain untuk mendapatkan tempat perladangan baru, dan tidak lagi melakukan sigi untuk memilih lahan yang baik. Mereka juga belajar bahwa kayu bulat mempunyai nilai pasar sehingga pohon yang ditebang tidak dibakar untuk membebaskan mineral yang terkandung di dalamnya untuk menyuburkan ladang mereka, melainkan kayu bulat itu mereka jual. Mereka belajar pula untuk menggunakan alat modern, misalnya gergaji mesin sehingga penebangan kayu dapat berjalan cepat. Perubahan tingkah laku dan kebudayaan ini dilaporkan telah terjadi di Kalimantan Timur (Kartawinata dan Vayda, 1983). Sering aktivitas mereka dibiayai oleh oknum-oknum yang menjadi penadah kayu tebang tersebut.

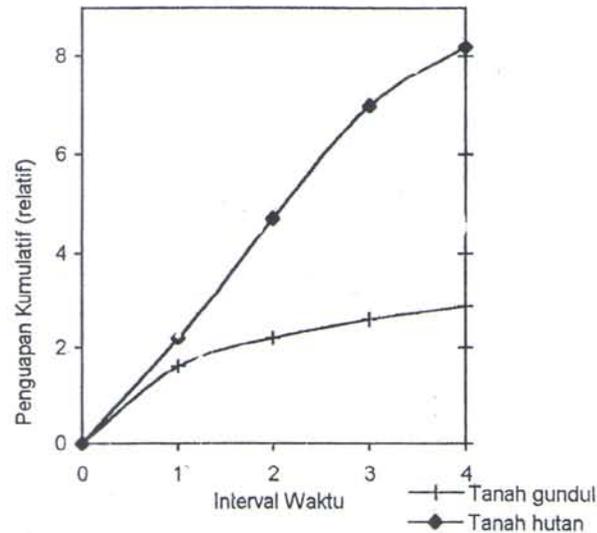
Kaum pendatang juga sering melakukan perladangan berpindah. Misalnya, transmigran dan imigran yang datang mencari pekerjaan, ada yang menjadi peladang berpindah. Namun mereka tidak sepenuhnya menguasai teknologi perladangan berpindah, misalnya pemilihan lahan, pembakaran dan daur perpindahan. Lagipula mereka menempati daerah pemukiman yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi. Akibatnya ialah kerusakan hutan yang parah. Masalah ini terlihat antara lain di sepanjang jalan Balikpapan dan Samarinda di Kalimantan Timur. Kegiatan manusia lain yang banyak menyebabkan kerusakan vegetasi pada umumnya dan hutan pada khususnya ialah pembalakan, perkebunan, dan transmigrasi, oleh karena banyak kontraktor yang kurang atau tidak memperhatikan peraturan yang telah digariskan pemerintah. Perluasan pemukiman dan pariwisata memegang peranan yang tidak kecil dalam kerusakan vegetasi dan hutan. Perkembangan di Bandung Utara dan jalur Bogor-Puncak-Cianjur adalah contoh yang sering dibicarakan.

Kedua sebab kerusakan yaitu dan kegiatan manusia, sering berinteraksi dan bersifat akumulatif. Misalnya, iklim di Indonesia dipengaruhi oleh *El Nino* yang berulang secara periodik beberapa tahun sekali. Pengaruhnya di Indonesia ialah kekeringan yang luar biasa (Rasmussen, 1985). Dengan kerusakan hutan padang rumput meluas. Dalam musim kemarau, padang rumput yang luas itu menjadi bahan bakar yang amat baik, sehingga pembakaran untuk persiapan ladang oleh peladang sering tidak dapat lagi terkuasai. Di Kalimantan masalah ini diperparah oleh adanya batubara yang terdapat di dekat permukaan tanah. Batubara yang terbakar dapat membara bertahun-tahun dan dapat menjadi sumber api kebakaran.

Interaksi antara pertumbuhan populasi peladang berpindah dan meluasnya padang rumput oleh perladangan berpindah, pembalakan, transmigrasi, perkebunan dan aktivitas lain yang menggunakan lahan hutan, serta *El Nino*, telah menyebabkan kebakaran yang sangat besar dalam tahun 1982/1983 yang memusnahkan sekitar 3,5 juta hektar hutan Kalimantan Timur. Kebakaran hutan dalam skala yang lebih kecil lagi pada tahun

'El Nino' 1987. Riswan dan Soedjito (1987) melaporkan kebakaran yang terjadi di daerah yang penduduknya padat, yang terutama terdiri atas pendatang yang juga melakukan perladangan. Tetapi kebakaran itu tidak terjadi di daerah yang penduduknya tipis, walaupun di daerah ini juga dilakukan perladangan berpindah, tetapi perladangan itu dilakukan oleh penduduk asli secara tradisional.

Efek kumulatif kondisi lingkungan dengan kegiatan manusia tidak hanya terdapat pada pertanian, melainkan juga pada bidang lain. Sebuah contoh ialah banjir di Bandung Selatan yang telah menjadi kegiatan rutin setiap tahun. Dataran banjir itu terletak di dataran tinggi yang dialiri oleh sungai Citarum dan dikelilingi oleh pegunungan tinggi serta mempunyai curah hujan tinggi (gambar 1.). Jarak antara daerah pegunungan yang bercurah hujan tinggi dengan Citarum tidaklah besar, sehingga kementakan terjadinya koinsidensi masuknya air dalam jumlah yang besar dari anak sungai ke dalam Citarum adalah besar. Sudut masuknya anak sungai ke sungai utama hampir tegak lurus, misalnya sungai Cisangkuy dan Cikapundung. Dengan demikian air yang masuk dari anak sungai ke sungai utama tidak dapat dengan cepat dialirkan. Kemiringan lereng dataran tinggi ini dari timur ke barat sangat kecil, sehingga sungai Citarum mengalir dari majalaya samapi Nanjung dengan kecepatan yang amat kecil (gambar 2.). Akibatnya ialah sedimen yang berasal dari hulu yang mengalami laju erosi yang tinggi banyak diendapkan di daerah ini, dan terjadilah pendangkalan. Resiko terjadinya banjir karena kondisi lingkungan ini diperbesar oleh laju pembangunan yang tinggi di kota Bandung, pemukiman serta industri di sekitarnya serta pariwisata, terutama di daerah utara, yang mengubah tata guna tanah menjadi bentuk yang mempunyai koefisien *runoff* yang tinggi. Beberapa contoh ialah pelebaran jalan dengan menggunakan lahan pekarangan, perubahan lahan pekarangan menjadi tempat parkir dan pembangunan DPRD di halaman gedung Sate.



Gambar 3. Evaporasi/evapotranspirasi dari tanah gundul dan tanah bervegetasi (Leu, 1980).

Di daerah jalur Bogor-Puncak juga mengalami perkembangan pariwisata yang makin mendesak hutan di daerah pegunungan yang bercurah hujan tinggi telah menimbulkan masalah hidroorologi yang pelik, karena naiknya koefisien *runoff* oleh pembangunan daerah pemukiman, jalan dan fasilitas lain.

### 1.3. Peranan Vegetasi dalam Pencagaran Tanah

Erosi oleh hujan disebabkan karena tenaga kinetik air yang jatuh. Besarnya tenaga kinetik adalah  $KE = \frac{1}{2} mv^2$ . Anggapan umum ialah pohon akan mengurangi erosi oleh karena air hujan yang jatuh dari awan yang tinggi mempunyai kecepatan yang lebih tinggi daripada air yang jatuh dari tajuk pohon, yaitu yang disebut *throughfall*. Oleh karena itu erosivitas *throughfall* lebih kecil daripada erosivitas hujan. Ini adalah benar seandainya hujan jatuh pada ruang hampa udara.

Semua benda yang bergerak di dalam udara mengalami gesekan dengan udara yang memperlambat gerak benda tersebut. Makin tinggi kecepatan geraknya, makin besar pula gesekannya. Demikian pula tetesan air yang jatuh di dalam udara mengalami gesekan dengan udara. Air yang jatuh itu karena adanya gaya gravitasi mengalami gerak yang dipercepat. Karena adanya

percepatan gesekan makin makin lama makin besar. Selain itu air yang jatuh juga mengalami hambatan karena adanya udara yang dipindahkannya. Gaya pengapungan ini tergantung pada volume tetesan air dan berat jenis udara. Karena itu untuk tetesan air dengan volume tertentu gaya ini adalah konstan.

Mengingat gesekan yang makin lama makin besar, suatu saat gaya gravitasi akan sama dengan gaya gesekan dan gaya pengapungan, sehingga tetesan akan jatuh dengan kecepatan yang konstan. Kecepatan konstan ini disebut kecepatan terminal. Kecepatan terminal dapat dihitung dengan rumus:

$$v_t = \sqrt{\frac{2}{9} \pi \frac{r^2 g}{\eta} (\rho - \rho_0)}$$

dengan

- $v_t$  = kecepatan terminal
- $r$  = radius butir tetesan
- $g$  = gravitasi
- $\rho$  = berat jenis tetesan air
- $\rho_0$  = berat jenis udara
- $\eta$  = kekentalan udara

Secara empiris Laws (1941) mendapatkan, 95% kecepatan terminal tercapai pada rata-rata jarak jauh lebih dari 8 meter. Karena itu jarak jatuh lebih dari 8 meter tidak banyak lagi mempengaruhi kecepatan jatuh tetesan air. Hal ini berarti energi kinetik tetesan air yang sama besarnya yang jatuh dari awan yang tinggi dan dari tajuk pohon yang tingginya lebih dari 8 meter tidak banyak berbeda. Akan tetapi kecepatan jatuh dari tajuk yang makin rendah dari 8 meter akan makin kecil dan juga erosivitasnya.

Rumus di atas menunjukkan kecepatan terminal dipengaruhi oleh besarnya butir. Berdasarkan penelitian Williamson (1981) menyatakan adanya hubungan yang erat antara lebar ujung penetes daun dan volume air tetesan, yaitu makin lebar ujung penetesnya makin besar volume tetesan airnya. Sri Agusti (1987) menunjukkan hal ini untuk daun tiga jenis pohon yang banyak digunakan untuk reboisasi dan penghijauan, yaitu mahoni, akasia dan sonokeling. Oleh karena itu erosivitas *throughfall* tidak dipengaruhi oleh intensitas hujan, karena rata-rata besar tetesan *throughfall* adalah konstan (Chapman,

1948). Sebaliknya erosivitas air hujan dipengaruhi oleh intensitas hujan menurut persamaan:

$$KE = 11,9 + 3,79 \ln i$$

dengan

KE = energi kinetik (joules/m<sup>2</sup>)

I = intensitas hujan dalam mm/jam (Wischmeir dan Schmidt, dimodifikasi oleh Lee (1980))

Hasil pengukuran Chapman (1948) menunjukkan, sampai pada intensitas hujan 50 mm/jam erosivitas percikan di bawah *red pine* adalah lebih tinggi daripada erosivitas percikan air hujan. Dengan kata lain sampai pada intensitas 50 mm/jam pohon *red pine* tidak menurunkan erosi, melainkan justru menaikkan erosi relatif terhadap tetesan air hujan. Sri Astuti (1987) mendapatkan hasil, volume tetesan air dari jarum pinus kecil, namun karena jarum-jarum menempel menjadi satu jika terkena air, tetesan air yang jatuh dari daun pinus besar. Hasil ini menerangkan mengapa erosivitas *throughfall* dari tajuk pinus lebih besar daripada erosivitas air hujan.

Pengukuran erosi percikan di bawah pohon akasia dan jabon (*Anthocephalus sinensis*) di Jatiluhur (Lembaga Ekologi, 1980) dan di talun serta pekarangan (Ambar, 1986; Soemarwoto dan Soemarwoto, 1984) semuanya menunjukkan, erosi percikan di bawah pohon lebih besar daripada erosi percikan air hujan. Kenaikan erosi itu disebabkan oleh lebih besarnya volume *throughfall* yang mempunyai dua efek: massa *throughfall* naik dan kecepatan terminal yang didapatkan oleh tetesan tersebut juga lebih besar. Dengan demikian energi kinetik KE yang besarnya sama dengan  $\frac{1}{2} mv^2$  juga naik.

Tabel 2. Pengaruh tumbuhan bawah dan seresah terhadap erosi

Perlakuan	Hutan Akasia (kg/petak) (LE, 78-79)	Hutan campuran (kg/m <sup>2</sup> /th) (Coster, 1938)
Kontrol	14,95	0,03
Tanpa tumbuhan bawah	38,65	0,06
Tanpa tumbuhan bawah dan seresah	586,65	4,39

Sumber: Lembaga Ekologi, 1980  
Coster, 1938

Percobaan di hutan dengan perlakuan membuang tumbuhan bawah dan seresah menunjukkan pula, erosi meningkat 2 sampai 2½ kali apabila tumbuhan bawah dibuang dan 40 sampai 140 kali jika tumbuhan bawah dan seresah dibuang, seperti terlihat dalam Tabel 2 (Coster, 1938; Lembaga Ekologi, 1980). Hal ini menunjukkan dengan jelas peranan perlindungan terhadap erosi terutama dilakukan oleh seresah dan kedua oleh tumbuhan bawah. Sigi literatur Hamilton dan Pearce (1987) memberikan banyak contoh tentang hal ini.

Di samping erosi perlu pula diperhatikan tanah longsor atau gerakan massa tanah. Tabel 3 menunjukkan, pohon mempunyai pengaruh yang positif dalam mengurangi tanah longsor, baik jumlah kejadian maupun jumlah tanah yang bergerak, terutama di daerah yang tidak stabil (Swanson & Dyrness, 1975).

Erosi adalah suatu proses dilepaskannya butir-butir tanah dari permukaan tanah dan diangkutnya butir tanah itu oleh aliran air. Butir tanah yang terangkut itu sebagian diendapkan di kantung-kantung lumpur di luar alur sungai dan sebagian lagi masuk ke dalam aliran sungai serta mempertinggi kandungan sedimen air sungai. Hal ini juga terjadi dengan tanah yang longsor. Sedimen ini mengendap di tempat arus sungai mempunyai kecepatan yang rendah, misalnya di bagian dalam tikungan dan di tempat alur sungai mempunyai gradien yang kecil. Sedimen yang kasar dan berat mengendap lebih cepat daripada sedimen yang halus dan ringan. Apabila pengendalian erosi berhasil, sumber sedimen berkurang. Namun dengan adanya endapan tanah dan sedimen dalam kantung lumpur di luar dan di alur sungai, kandungan sedimen dalam air sungai tidak akan segera turun. Tenggang waktu antara berhasilnya dikendalikan erosi dan menurunnya kandungan sedimen dalam air sungai dapat meliputi beberapa puluh tahun sampai beberapa abad, yaitu tergantung dari banyaknya endapan yang tersimpan (Harper et al, 1987; Hamilton & Pearce, 1987). Untuk DAS yang lebih kecil dari 50 km<sup>2</sup> tenggang waktu dapat hanya beberapa tahun saja.

Berhubung tenggang waktu yang lama ini usaha pengendalian erosi haruslah dilakukan sedini mungkin. Usaha yang dilakukan di DAS Bengawan Solo hulu dan di DAS Citarum hulu untuk menyelamatkan berturut-turut bendungan Wonogiri dan bendungan Saguling sebenarnya sudah terlambat. Namun usaha tersebut tetap berguna untuk pengelolaan jangka panjang DAS, antara lain untuk penyelamatan lahan pertanian.

#### 1.4. Peranan Vegetasi dalam Pencagaran Air

Masyarakat juga mempunyai anggapan, hutan menambah air. Pada umumnya hal ini tidaklah benar seperti terlihat dari rumus neraca air:

$$Q = P - ET \pm \Delta S$$

dengan

- Q = debit air sungai (m<sup>3</sup>/detik)
- P = curah hujan (mm/tahun)
- ET = evapotranspirasi (mm/tahun)
- ΔS = simpanan airtanah

Tabel 3: Pengaruh tebang habis dan jalan terhadap tanah longsor di H.J. Andrews Experimental Forest 1950-1974

Status lahan	Luas		Jumlah kejadian	Jumlah/km <sup>2</sup>	Volume material longsor (m <sup>3</sup> )	Volume material longsor (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )	Erosi longsor relatif thdp daerah berhutan
	(%)	(km <sup>2</sup> )					
Daerah tak stabil (30,8 km <sup>2</sup> )							
Hutan	69,4	21,4	32	1,5	46.600	2.180	r 1,0
Tebang habis	25,6	7,9	36	4,6	48.400	6.130	r 2,8
Jalan	5,6	1,5	71	47,3	98.200	65.470	r 30,0
Daerah stabil (33,4 km <sup>2</sup> )							
Hutan	85,9	28,7	0	0,0	0	0	-
Tebang habis	12,3	4,1	0	0,0	0	0	-
Jalan	1,8	0,6	2	3,3	142	300	-

Sumber: Swanson & Dyrness, 1975

Makin besar evapotranspirasi, makin kecil debit air. Evapotranspirasi dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain, iklim dan jenis tumbuhan. Jika faktor lainnya sama, pada iklim yang panas, kering dan berangin evapotranspirasi lebih besar daripada di iklim yang sejuk, basah, lembab dan tidak

berangin. Evaporasi pada tanah yang gundul lebih kecil dari evapotranspirasi dari tanah yang bervegetasi (gambar 3). Tumbuhan mempunyai kemampuan untuk mengatur transpirasinya, antara lain dengan menutup stomatanya, menggulung daunnya dan menggugurkan daunnya pada waktu musim kering. Tumbuhan yang tumbuh di daerah kering sering mempunyai adaptasi morfologis, misalnya lapisan kutikula yang tebal di permukaan daun, rambut yang menutupi permukaan daun dan batang serta reduksi permukaan. Dengan adaptasi fisiologis dan morfologis itu transpirasi tumbuhan di daerah yang kering lebih kecil daripada di daerah yang basah. Coster (1937) telah melakukan penelitian laju transpirasi sejumlah besar jenis tumbuhan dan vegetasi (Tabel 4). Tampak jenis vegetasi yang mempunyai transpirasi terbesar adalah lamtoro. Sebuah vegetasi yang lebat di Bogor yang mempunyai curah hujan yang tinggi mempunyai laju transpirasi 4.500 mm/tahun. Di daerah rendah dengan musim kemarau yang kering laju transpirasi ditaksir sebesar 3.000 - 4.000 mm/tahun. Ini berarti vegetasi lamtoro yang luas dapat menghabiskan seluruh air hujan, bahkan dapat terjadi defisit sehingga vegetasi itu akan menggunakan air simpanan tanah untuk memenuhi kebutuhan airnya. Contoh ini dengan jelas menunjukkan vegetasi akan mengurangi debit air. Sigi literatur Hamilton dan Pearce (1987) memberikan contoh, antara lain di India pertanaman eucalyptus telah menurunkan hasil air dengan 28%, penurunan 65% hasil air musim kemarau setelah penanaman pinus di Fiji dan penanaman Populus di Cina untuk menurunkan permukaan airtanah agar tempat itu dapat digunakan untuk budidaya tanaman pertanian semusim.

Sementara bukti cukup jelas bahwa hutan mengurangi hasil air, tidaklah terdapat bukti yang nyata bahwa hutan menambah curah hujan (Hamilton dan Pearce, 1987). Perkecualian yaitu di daerah pegunungan yang lembab dan banyak berkabut. Di tempat tersebut dapat terjadi intersepsi kabut oleh tajuk hutan, yaitu apa yang disebut "*occult*" precipitation.

Pertanyaan yang penting pula ialah apakah hutan dapat mengurangi resiko terjadinya banjir. Pertanyaan ini dapat

pula diputar menjadi apakah kerusakan hutan akan menaikkan resiko banjir. Jawaban atas pertanyaan ini tergantung pada penggunaan selanjutnya hutan yang rusak itu. Apabila hutan ditebang dan diubah menjadi tataguna lahan yang dapat mencagar air dengan baik, misalnya sawah dan perkebunan dengan usaha pencagaran air dan tanah yang memadai, kerusakan hutan ini tidak banyak meningkatkan resiko terjadinya banjir. Di Bali, misalnya, yang sistem sawah dengan subaknya berkembang dengan baik, banjir bukanlah masalah besar. Sebaliknya apabila hutan itu diubah menjadi tataguna lahan yang mempunyai koefisien *runoff* yang besar, misalnya daerah pemukiman dan jalan kerusakan hutan akan meningkatkan resiko banjir. Pembalakan juga mempunyai efek minimum terhadap banjir, apabila pembalakan itu dilakukan dengan memperhatikan usaha pencagaran air dan tanah. Kerusakan fungsi hidroorologi pada pembalakan itu dilakukan dengan cara yang ceroboh, seperti telah diuraikan oleh Menteri Kehutanan (Kompas, 26 Maret 1988).

Coster (1938) menunjukkan apabila sebidang lahan dibersihkan dari vegetasinya dan kemudian tanah itu didiamkan tidak diganggu, fungsi hidroorologi dengan cepat pulih kembali dengan tumbuhnya herba di tempat tersebut, yaitu hanya dalam waktu 5 - 6 bulan (Gambar 4). Oleh karena itu apabila tujuan yang ingin kita capai adalah rehabilitasi fungsi hidroorologi, sebenarnya yang harus menjadi sasaran bukanlah hutannya, melainkan penduduk yang merusak hutan tersubt. Haruslah diusahakan agar penduduk mendapatkan sumber pendapatan untuk hidup layak. Jika penduduk mempunyai sumber pendapatan, mereka tidak lagi terdorong untuk merusak hutan dan vegetasi dapat tumbuh kembali secara alamiah serta fungsi hidroorologi dengan cepat akan pulih.

Jenis vegetasi	Laju evapotranspirasi (mm/tahun)
Kiringu ( <i>Chromolena odorata</i> )	
- subur	2.900
- sedang	1.600 - 2.000
- kurus	1.000
Alang-alang	
Di Bogor (curah hujan tinggi)	1.750
Di Jawa Tengah dan Jawa Timur	
- subur	1.000
- kurang	beberapa ratus
Lamtoro	
Di Bogor (curah hujan tinggi)	
- subur	4.673
- sedang	3.000
Di dataran rendah dengan musim kemarau yang kering	3.000 - 4.000
<i>Acacia villosa</i>	
Di Bogor	2.400
Di Jawa Tengah dan Jawa Timur	1.600
<i>Crotalaria anagyroides</i>	
Di Bogor dengan pertumbuhan subur	2.300
<i>Tephrosia maxima</i>	
Di Bogor	3.100
Di daerah dengan musim kering yang nyata	2.000
Dalam hutan jati	1.000
<i>Albizia falcataria</i>	
Di Bogor	2.300
The	
Pohon tchnya sendiri	900
<i>Albizia</i> sebagai pelindung	<u>2.300</u>
	Total 3.200
Karet	
Di Bogor	1.300
Jika dikurangi dengan waktu mcranggas	1.200
Bambu tali	
Di tanah yang subur dengan cukup air	3.000
Di musim hujan	1.540
Jati	
- subur	1.300 - 1.400
- kurang	1.100 - 1.200
- sedang	800 - 1.000
Hutan pegunungan	
- 1.000 m dpl	1.200
- 2.500 m dpl	500 - 600
- rata-rata	564

Sumber: Coster, 1937

## 1.5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Laju erosi yang tinggi dapat terjadi secara alamiah maupun karena kegiatan manusia. Sebab alamiah dan kegiatan manusia dapat saling berinteraksi dengan efek kumulatif.
2. Perladangan berpindah yang tradisional merupakan adaptasi terhadap kondisi biofisik dan sosial budaya. Proses adaptasi telah berjalan selama waktu yang lama dari generasi ke generasi dan dalam proses ini terkumpullah kearifan ekologi. Karena itu selama perladangan berpindah yang tradisional itu tidak terganggu, cara bercocok tanam ini tidak merusak lingkungan. Kerusakan itu terjadi apabila luas lahan yang tersedia berkurang karena lahan perladangan dipakai untuk pembalakan, transmigrasi, perkebunan dan peruntukan lain. Dengan penyempitan lahan itu daur perladangan berpindah menjadi pendek dan tidak cukup lama lagi untuk pulihnya hutan. Masalah dipereser oleh adanya imigrasi penduduk dari daerah lain yang meniru sistem perladangan berpindah tanpa menguasai teknologinya. Imigrasi inipun menaikkan kepadatan penduduk.
3. Erosivitas *throughfall* yang jatuh dari tajuk pohon tidak dipengaruhi oleh intensitas hujan, sedangkan erosivitas air hujan naik secara logaritmis dengan intensitas hujan. Kecuali pada hujan yang sangat deras, erosivitas *throughfall* lebih besar daripada erosivitas air hujan. Erosivitas *throughfall* yang lebih tinggi disebabkan oleh butir *throughfall* yang lebih besar mengakibatkan lebih besarnya massa tetesan dan kecepatan terminal yang dicapai oleh tetesan itu.
4. Perlindungan terhadap erosi pada tanah di bawah pepohonan dilakukan oleh tumbuhan bawah dan terutama oleh seresah. Apabila sebidang tanah dibersihkan dari vegetasi penutupnya dan dibiarkan tidak terganggu lagi, fungsi hidroorologi dengan cepat akan pulih dengan pertumbuhan kembali herba di tempat tersebut.

5. Hutan dan pohon pada umumnya, mempunyai peranan yang penting dalam perlindungan terhadap tanah longsor, terutama di daerah yang tidak stabil.
6. keberhasilan dalam pengendalian erosi dan tanah longsor tidak dapat dengan segera menurunkan kandungan sedimen dalam air sungai, melainkan terdapat tenggang waktu yang lamanya dapat beberapa puluh tahun sampai beberapa abad, tergantung dari luasnya DAS dan banyaknya sedimen yang tersimpan dalam kantung-kantung lumpur di dalam dan di luar alur sungai. Dalam DAS yang kecil tenggang waktu itu dapat hanya beberapa tahun saja.
7. Hutan dan vegetasi pada umumnya mengurangi hasil air, karena evapotranspirasi hutan lebih besar daripada evaporasi dari tanah yang gundul. Besarnya laju evapotranspirasi dipengaruhi oleh jenis vegetasi dan iklim.
8. Dampak kerusakan hutan terhadap banjir tergantung pada penggunaan lahan hutan selanjutnya. Apabila hutan yang rusak itu tidak diganggu lagi atau diubah menjadi tataguna lahan yang dapat mencagar air dengan baik, efeknya terhadap bajnir adalah minimal. Akan tetapi apabila lahan hutan itu diubah menjadi tataguna lahan yang mempunyai koefisiensi *runoff* yang besar, efeknya terhadap resiko terjadinya banjir besar.

Saran-saran yang dapat diajukan yaitu:

1. Sebelum tindakan diambil untuk merehabilitasi kerusakan hidroorologi perlu diteliti dulu apa penyebab kerusakan tersebut. Tindakan yang diambil harus disesuaikan dengan sebab kerusakan itu.
2. Prioritas pemukiman kembali peladang berpindah sebagai usaha untuk merehabilitasi kerusakan hidroorologi yaitu di daerah yang telah terjadi banyak gangguan terhadap perladangan berpindah, yaitu yang lahannya telah banyak terambil untuk peruntukan lain, seperti pembalakan, transmigrasi dan perkebunan. Prioritas juga harus

diberikan di daerah yang banyak terdapat orang pendatang yang melakukan perladangan berpindah.

3. Reboisasi dan penghijauan harus memperhatikan terbentuknya tumbuhan bawah dan seresah di permukaan tanah. Apabila tidak ada tumbuhan bawah dan seresah, pohon-pohon yang ditanam justru menaikkan laju erosi. Jenis tumbuhan yang dipakai atau dipacu untuk tumbuh sebagai tumbuhan bawah seyogyanya ialah yang mempunyai daun dengan ujung penetes yang runcing.
4. Rehabilitasi hutan untuk pemulian fungsi hidroorologi, dapat dengan lebih mudah tercapai dengan penciptaan lapangan pekerjaan bagi penduduk sehingga mereka tidak tertarik lagi untuk membuka hutan untuk bercocok tanam.
5. Di daerah yang tidak stabil dan banyak terjadi tanah longsor perlu ditanam pohon, terutama yang berakar panjang, karena pohon dapat mengurangi resiko terjadinya tanah longsor.
6. Mengingat tenggang waktu yang lama antara berhasilnya erosi dikendalikan dan menurunnya kadar sedimen dalam air sungai, usaha pengendalian erosi harus dilakukan sedini mungkin.
7. Reboisasi dan penghijauan juga harus memperhatikan kehilangan air oleh evapotranspirasi. Karena pada umumnya kebutuhan air merupakan faktor yang kritis, harus dipilih jenis vegetasi yang mempunyai laju evapotranspirasi yang rendah. Karena pinus dan eucalyptus mempunyai laju evapotranspirasi yang tinggi, penggunaan kedua jenis ini untuk reboisasi perlu ditinjau kembali. Demikian pula karena laju evapotranspirasi yang tinggi penggunaan lamtoro untuk penghijauan harus dilakukan dengan hati-hati, misalnya dengan memangkasnya pada permulaan musim kemarau.