

*Pengolahan*

# LAHAN GAMBIR

## UNTUK PENGELOLAAN DAS BERKELANJUTAN

**Dr. Ir. Firman Hidayat, MT**



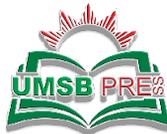


*Pengelolaan*

**DAS BERKELANJUTAN  
BERBASISKAN  
GAMBIR**

**Oleh:**

**Dr. Ir. Firman Hidayat, MT**



---

---

# PENGOLAHAN LAHAN GAMBIR UNTUK PENGELOLAAN DAS BERKELANJUTAN

---

---

Penulis : Dr. Ir. Firman Hidayat, MT  
Editor : Vini Wela Septiana, M.Pd  
Desain kover & layout : Sandra Putra, S.Kom (UMSB Press)

ISBN: 978-623-99476-0-6

No. Reg. Naskah UMSB Press : 40/Reg-UMSB/I/2022  
Jenis buku : Buku Ajar  
Ukuran : 15,5 x 23,5 cm  
Ketebalan : x + 156 halaman

Cetakan ke-2 tahun 2022

©**Firman Hidayat**, 2022

Penerbit: UMSB Press (Anggota APPTIMA)

Jl. Pasir Kandang No. 4, Kecamatan Koto Tangah,

Kota Padang, Sumbar

Kontak : Novia Iska Jelita (HP: 081268474598)

Alamat email : [umsbpress30@gmail.com](mailto:umsbpress30@gmail.com)

*All rights reserved*

*Hak cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotokopi, rekaman dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.*

# PRAKATA

Tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb*) merupakan tanaman perdu dengan tinggi 1-3 m. Batangnya tegak, bulat, percabangan simpodial, warna cokelat pucat. Daunnya tunggal, berhadapan, berbentuk lonjong, tepi bergerigi, pangkal bulat, ujung meruncing, panjang 8-13 cm, lebar 4-7 cm, dan berwarna hijau. Bunga gambir adalah bunga majemuk, berbentuk lonceng, terletak di ketiak daun, panjang lebih kurang 5 cm, memiliki mahkota sebanyak 5 helai yang berbentuk lonjong, dan berwarna ungu. Buahnya berbentuk bulat telur, panjang lebih kurang 1,5cm dan berwarna hitam. Tanaman gambir dapat tumbuh pada ketinggian bervariasi antara 2-500 m dari permukaan laut dan memerlukan cahaya matahari yang banyak dan merata sepanjang tahun.

Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) merupakan sejenis getah yang telah diendapkan yang diperoleh dari pengolahan daun dan ranting tanaman gambir. Daun dan ranting tanaman gambir ini diproses dengan cara tertentu sehingga diperoleh cairan yang mengandung getah. Cairan itu diendapkan beberapa waktu sehingga akan terjadi pemisahan antara air dan getah

Buku “**Pengolahan Lahan Gambir Untuk Pengelolaan DAS Berkelanjutan**” memuat bagian penting dalam penggunaan lahan yang sesuai untuk lahan penanaman Gambir.

Dengan terselesaikannya buku ini penulis sangat bersyukur atas karunia kesehatan jasmani dan rohani yang diberikan Allah SWT yang telah memberikan keselamatan dan kekuatan serta kemudahan. Dengan ber hikmat dan memohon petunjuk kepada Allah SWT, buku ini diharapkan sebagai salah satu bentuk dari upaya untuk menambah

pengetahuan dan memajukan kekayaan khasanah pengetahuan di bidang penggunaan lahan dalam budidaya gambir, dan yang tidak kalah penting adalah mempermudah mahasiswa dan pembelajaran lainnya bahkan perumuan kebijakan untuk selalu dapat memperhatikan dimensi penggunaan lahan dalam setiap agenda budidaya dalam pertanian.

Kegiatan penulisan buku ini tentunya akan sangat sukar diwujudkan tanpa bantuan dari berbagai pihak, secara khusus, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus atas bantuan pemikiran, tenaga maupun dukungan kepada:

- 1) Dekan Fakultas Kehutanan UM Sumatera Barat beserta jajarannya, Ketua Prodi Fakultas Kehutanan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengembangkan dan mengabdikan ilmu pengelolaan penggunaan lahan untuk pertanian
- 2) Perpustakaan UMSB Perss yang telah memberikan dorongan moral, konsistensi dan fasilitasi serta kemudahan untuk menerbitkan buku ini

Tentunya hasil penulisan buku ini belum sepenuhnya sempurna. Penulis terbuka menerima kritik dan saran guna perbaikan selanjutnya, baik menyangkut cara penulisan maupun substansinya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Barokallahu fiikum.

Padang, Juni 2022

Firman Hidayat

*firman.hidayat1961@gmail.com*

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I MENGENAL GAMBIR DALAM PENGGUNAAN</b>	
<b>LAHAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Gambir ( <i>Uncaria gambir Roxb</i> ).....	1
1.2 Lahan Pertumbuhan Gambir ( <i>Uncaria gambir Roxb</i> )....	5
1.3 Prospek Gambir Bagi Petani .....	6
<b>BAB II BUDIDAYA DAN PENGOLAHAN TANAMAN</b>	
<b>GAMBIR .....</b>	<b>11</b>
2.1 Budidaya Tanaman Gambir ( <i>Uncaria gambir Roxb</i> ) ...	11
2.2 Pengolahan Gambir .....	15
<b>BAB III KOMPONEN KANDUNGAN GAMBIR DAN</b>	
<b>PEMANFATANNYA .....</b>	<b>23</b>
3.1 Komponen Kandungan Gambir.....	23
3.2 Pemanfaatan Gambir Secara Tradisional.....	25
3.3 Pemanfaatan Gambir Untuk Industry .....	25
<b>BAB IV PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR YANG</b>	
<b>BERKELANJUTAN DI DAS MAHAT HULU.....</b>	<b>27</b>
4.1 Pengelolaan DAS Mahat Hulu Yang Berkelanjutan.....	27

**BAB V PEMANFAATAN DAN KONSERVASI LAHAN  
PERTANIAN GAMBIR..... 33**

5.1 Dampak Pembukaan Lahan Gambir..... 33

5.2 Dampak Pemanfaatan dan Konservasi Pertanian Gambir.... 35

**BAB VI PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN  
DAS MAHAT HULU TERHADAP KARAKTERISTIK  
HIDROLOGI DAN EROSI..... 37**

6.1 Peninjauan Penggunaan Lahan..... 37

6.1.1 Keadaan Umum Lokasi ..... 41

6.1.2 Iklim ..... 42

6.1.3 Pola Aliran DAS Mahat Hulu..... 43

6.1.4 Permasalahan Penggunaan Lahan ..... 44

6.1.5 Rumusan Permasalahan Penggunaan Lahan ..... 47

6.1.6 Hubungan Antara Pengelolaan DAS dengan  
Fungsi Hidrologi ..... 55

6.1.7 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap  
Aliran Permukaan ..... 58

6.1.8 Hubungan Fungsi Hidrologi dengan Tutupan  
Lahan ..... 61

6.1.9 Perubahan Penggunaan Lahan DAS Mahat Hulu..... 63

6.1.10 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap  
Prediksi Erosi ..... 68

6.1.11 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap  
Karakteristik Hidrologi ..... 70

**II. ALTERNATIF PENGGUNAAN LAHAN YANG OPTIMAL  
DAN AGROTEKNOLOGI UNTUK PENGEMBANGAN  
SUMBER DAYA AIR DI DAS MAHAT HULU..... 81**

II.1 Erosi dan Faktor yang Mempengaruhinya..... 81

II.2 Iklim..... 84

II.3 Topografi .....	84
II.4 Vegetasi .....	85
II.5 Pengaruh perakaran.....	85
II.6 Transpirasi.....	86
II.7 Kegiatan Biologi Tanah .....	86
II.8 Tanah.....	86
II.9 Manusia.....	87
II.10 Konsep Pertanian Berkelanjutan.....	91
II.11 Simulasi Penggunaan Lahan Untuk Pengembangan Sumber Daya Air.....	96
II.12 Prediksi Aliran Permukaan .....	98
<b>BAB VII PENANAMAN GAMBIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAT HULU .....</b>	<b>113</b>
7.1 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan.....	115
7.1.1 Dampak Erosi Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Mahat Hulu .....	128
7.1.2 Dampak Penggunaan Perubahan Lahan Terhadap Aliran Permukaan.....	128
7.2 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi .....	131
7.3 Permasalahan Cara Bertanam Gambir Terhadap Penggunaan Lahan .....	137
7.4 Pertanian Konservasi Gambir DAS Mahat Hulu ...	137
7.5 Karakteristik Lahan Penanaman Gambir .....	140
7.6 Pemasaran Gambir DAS Mahat Hulu .....	145
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>147</b>
<b>PROFIL PENULIS .....</b>	<b>155</b>

## DAFTAR TABEL

1. Rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun (2000 - 2010) DAS kampar kanan .....	43
2. Perubahan penggunaan lahan DAS Mahat Hulu tahun 1995 - 2010 ...	63
3. Simulasi perubahan penggunaan lahan (%)n terhadap (C) dan pendugaan air yang hilang DAS Mahat Hulu tahun 2010.....	73
4. Koefisien aliran permukaan (C) DAS Mahat Hulu (1999 - 2010) ....	75
5. Koefisien aliran permukaan (C) DAS Mahat Hulu berdasarkan musu.....	77
6. Dampak perubahan penggunaan lahan DAS Mahat Hulu terhadap Kefisien Regim Sungai (KRS).....	79
7. Jumlah C-organik dan unsur hara yang hilang melalui erosi sebagai pengaruh pemakaian mulsa .....	83
8. Rekapitulasi pendugaan erosi setiap skenario di DAS Mahat Hulu ...	101
9. Nilai faktor CP, pertimbangan dari masing-masing skenario pengembangan 1,2,3 dan 4 .....	108
10. Fluktuasi aliran permukaan setiap skenario di DAS Mahat Hulu ....	109
11. Analisa usaha tani gambir di DAS Mahat Hulu .....	139

## DAFTAR GAMBAR

1. Pohon gambir ( <i>Uncaria Gambir Roxb</i> ) .....	4
2. Perebusan daun gambir .....	15
3. Pengepresan/pengempaian daun gambir .....	16
4. Pengendapan getah.....	17
5. Penirisan cairan (cairan klincong) .....	18
6. Pencetakan gambir .....	19
7. Pengeringan gambir (a), dan gambir yang sudah kering (b).....	20
8. Pembukaan lahan dengan cara membakar lahan .....	34
9. Pola aliran DAS Mahat Hulu .....	43
10. Perubahan penggunaan lahan hutan dan kebun campuran tahun (1995 - 2010) di DAS Mahat Hulu.....	64
11. Peta penggunaan lahan DAS Mahat Hulu.....	66
12. Peta penggunaan lahan DAS Mahat Hulu tahun 2010.....	67
13. Perkembangan luas tanaman gambir ( <i>Uncaria Gambir Roxb</i> ) di Kabupaten Lima Puluh Kota dan DAS Mahat Hulu (2001 - 2011) .....	68
14. Tingkat prediksi erosi (ton/ha/th) DAS Mahat Hulu tahun.....	69
15. Kayu sebagai bahan bakar untuk merebus daun gambir.....	70
16. Persamaan regresi koefisien aliran permukaan (C) dan.....	72
17. Tanaman gambir ( <i>uncaria gambir roxb</i> ) dan ketapang yang digunakan sebagai mulsa di DAS Mahat Hulu .....	106



# BAB I

## MENGENAL GAMBIR DALAM PENGGUNAAN LAHAN

### 1.1 Gambir (*Uncaria gambir Roxb*)

Tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb*) banyak dijumpai di beberapa daerah di Indonesia, seperti Riau, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Bangka-Belitung, dan Kalimantan Tengah (Jumin, 1988). Pada tahun 1998, luas tanaman gambir di Indonesia adalah 15.100 ha, dengan produksi 8.143 ton/ tahun. Luas dan produksi tanaman ini diperkirakan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan gambir, terutama ditingkat internasional (Heyne, 1987; Saraswati dan Purwanto, 1992).

Pada tanaman gambir, polifenol terdapat pada daun. Pada umumnya, tingkat ketuaan daun berpengaruh pada kandungan dan jenis polifenolnya. Pada tanaman teh, kadar polifenol daun muda lebih tinggi dari pada kadar polifenol daun tua, namun signifikansi tingkat perbedaan sampai sekarang belum diketahui. Tentu saja, untuk mendapatkan produk gambir dengan kadar polifenol tinggi, bahan yang digunakan dipetik dari daun relatif muda. Sebagai contoh, ekstraksi polifenol dari daun muda, daun tua, campuran daun muda dan dauntua, memberikan rendemen dan kadar polifenol secara berurut-urut sebesar

9,71 % dan 48,82 %, 8,44 % dan 33,73 %, dan 9,16 % dan 39,51 % (Hasan dkk., 2000).

Klasifikasi Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) yaitu :

Kerajaan : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Gentianales  
Family : Rubiaceae  
Genus : Uncaria  
Spesies : Uncaria

Gambir merupakan tanaman perdu dengan tinggi 1-3 m. Batangnya tegak, bulat, percabangan simpodial, warna coklat pucat. Daunnya tunggal, berhadapan, berbentuk lonjong, tepi bergerigi, pangkal bulat, ujung meruncing, panjang 8-13 cm, lebar 4-7 cm, dan berwarna hijau. Bunga gambir adalah bunga majemuk, berbentuk lonceng, terletak di ketiak daun, panjang lebih kurang 5 cm, memiliki mahkota sebanyak 5 helai yang berbentuk lonjong, dan berwarna ungu. Buahnya berbentuk bulat telur, panjang lebih kurang 1,5cm dan berwarna hitam. Tanaman gambir dapat tumbuh pada ketinggian bervariasi antara 2-500 m dari permukaan laut dan memerlukan cahaya matahari yang banyak dan merata sepanjang tahun.

Tanaman gambir dapat juga tumbuh dengan baik di daerah tebing dengan aliran air yang baik. Tanaman gambir dapat tumbuh dengan baik di daerah khatulistiwa dengan curah hujan 2.500- 3.000 mm per tahun. Daerah penanaman gambir di Indonesia terutama di Sumatera Barat, Indragiri, Kepulauan Riau, Pantai Timur Sumatera, Pulau Bangka Belitung, dan Kalimantan Barat. Tumbuhan gambir

mempunyai sebutan yang berbeda-beda di setiap daerah diantaranya: di Sumatera sebagai gambee, gani, kacu, sontang, gambe, gambie, gambu, gimber, pengilom, dan sepelet. Di Jawa dikenal sebagai santun dan ghambhir. Di Kalimantan dikenal sebagai gamelo, gambit, game, gambiri, gata dan gaber. Di Nusa Tenggara dikenal sebagai Tagambe, gembele, gamelo, gambit, gambe, gambiri, gata dan gaber. Di Maluku dikenal sebagai kampir, kambir, ngamir, gamer, gabi, tagabere, gabere, gaber dan gambe.

Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) merupakan sejenis getah yang telah diendapkan yang diperoleh dari pengolahan daun dan ranting tanaman gambir. Daun dan ranting tanaman gambir ini diproses dengan cara tertentu sehingga diperoleh cairan yang mengandung getah. Cairan itu diendapkan beberapa waktu sehingga akan terjadi pemisahan antara air dan getah. Tanaman gambir termasuk dalam famili ribiaceae. Tanaman ini berguna antara lain untuk zat pewarna dalam industri batik (Risfaheri et al, 1991); bahan untuk mencegah pembusukan dan mengenyalkan kulit, bahan untuk menghasilkan Calf dan Kips di Eropa; industri kosmetik astringent dan lotion di India dan Perancis (Bakhtiar, 1991); penjernih pada industri bir dan bahan untuk mengendapkan protein yang dapat menyebabkan bir menjadi busuk di Perancis; dalam industri obat-obatan digunakan untuk: luka bakar, disentri, diareha, dan akrit kerongkongn di Malaysia; dan pembuatan permen anti nikotin di Jepang.



**Gambar 1.** Pohon Gambir (*Uncaria gambir* Roxb)

Gambir adalah ekstrak daun dan ranting tanaman *Uncaria gambir* (Hunter) Roxb yang dikeringkan, tanaman ini pantas menyandang gelar tanaman serba guna, karena tidak penyirih saja yang membutuhkannya sebagai teman pinang dan sirih. Gambir juga berperan dalam industri minuman, kosmetik, obat-obatan dan lain-lain (Aisman, Novizar dan Djalal, 1999).

Gambir dapat dipergunakan sebagai bahan baku dalam industri farmasi, industri kosmetik, industri batik, industri cat, industri penyamak kulit dan sebagai campuran pelengkap makan sirih (Departemen Perdagangan, 1993). Standar Nasional Indonesia mempersyaratkan gambir dengan kadar catechin minimal 60%, kadar air maksimum 16%,

kadar abu maksimum 5%, kadar bahan tak larut air maksimum 10% dan kadar bahan tak larut alkohol maksimum 16% (Nazir, 2000).

Walaupun Indonesia pengeksport gambir satu-satunya di dunia, tetapi harga gambir di tingkat petani masih lemah. Harga gambir yang dinikmati petani jauh lebih kecil dibandingkan dari harga yang berlaku di dunia internasional. Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan komoditas gambir yang saat ini masih mengandalkan pasar perantara yaitu India. Dengan demikian untuk menembus pasar ekspor secara langsung merupakan hal yang penting untuk saat ini. Konsekuensinya kita harus mempersiapkan apa yang diisyaratkan oleh pembeli dari luar negeri baik kualitas, kuantitas, maupun kontinuitasnya (Nazir, 2000).

Gambir yang berada di pasar lokal sampai saat ini masih rendah mutunya. Hal ini disebabkan oleh cara pengolahan gambir yang masih sederhana, penanganan, dan perlakuan pasca panen tanaman gambir masih belum baik. Selain itu masih ada pihak petani atau pengolah gambir yang masih mencampur gambirnya dengan bahan lain dengan maksud untuk menambah berat dari gambir tersebut. Untuk mendapatkan gambir dengan warna yang baik petani juga mencampurnya dengan pupuk. Tindakan ini akan menurunkan citra gambir di pasar internasional.

## **1.2 Lahan Pertumbuhan Gambir (*Uncaria gambir Roxb*)**

Tanaman gambir dapat tumbuh pada jenis tanah, mulai dari tingkat kesuburan rendah hingga kesuburan tinggi. Tanaman gambir tumbuh pada jenis tanah Ultisol dengan derajat keasaman tanah berkisar antara pH 4,5 - 5,5; topografi lahan yang sesuai pada daerah

datar hingga bergelombang, tingkat kemiringan 25%. Ketinggian tempat tumbuh dari 50 - 1.100 m diatas permukaan laut. Ketinggian tempat yang paling sesuai adalah 200 sampai 800 m diatas permukaan laut. Membutuhkan sebaran hujan yang merata sepanjang tahun dengan rata-rata curah hujan lebih dari 200 mm/bulan atau total curah hujan pertahun berkisar 3000 -3500 mm, suhu dibutuhkan antara 20 - 36 °C ; tingkat kelembaban 70 - 80%. Pertumbuhan lebih baik pada daerah yang memiliki ruang terbuka (100%) atau dengan naungan maksimum sekitar 10%. Bila diusahakan pada lokasi yang lebih banyak naungan akan mengurangi rendemen getah.

### 1.3 Prospek Gambir Bagi Petani

Gambir merupakan salah satu komoditas perkebunan Indonesia yang pasar utamanya adalah ekspor. Menurut BPS (2010), ekspor gambir Indonesia pada tahun 2009 mencapai sekitar 18,298 ton dengan nilai US\$ 38.04 juta (Lampiran 1). Sebagai negara pengekspor terpenting, Indonesia menguasai 80 persen pangsa pasar gambir di dunia. Di samping India sebagai tujuan ekspor utama, negaranegara tujuan ekspor gambir Indonesia adalah Bangladesh, Jepang, Malaysia, Pakistan, Singapura serta beberapa negara lain.

Volume ekspor gambir Indonesia ke India yang mencapai 91.15% dari total volume ekspor gambir Indonesia. Kondisi tersebut menyebabkan ketergantungan yang sangat tinggi kepada satu pasar yang melemahkan posisi tawar Indonesia dalam pemasaran gambir global dan sebaliknya sangat menguatkan dominasi India dalam perdagangan gambir dunia. Kuatnya posisi tawar India tidak hanya berlaku dalam perdagangan produk turunan gambir di pasar global,

namun juga dalam pembelian hingga penentuan harga gambir asalan dari masyarakat. Di sisi lain, meskipun Indonesia merupakan negara penghasil dan pengeksportor gambir terbesar dunia, namun dalam perdagangan internasional Indonesialah yang tercatat sebagai negara pengeksportor gambir ke berbagai negara. Hal ini terjadi karena Indonesia hanya mengeksportor gambir asalan ke India. Dengan sedikit pemrosesan atau bahkan tanpa pemrosesan, gambir masyarakat yang mutunya sangat beragam langsung dieksportor oleh para eksportir ke India. Selanjutnya India melakukan pemrosesan ulang dan mengeksportor kembali ke berbagai negara (Saleh, wawancara tanggal 15 Agustus 2009).

Selama lima tahun terakhir, terus terjadi peningkatan volume ekspor gambir yang diikuti dengan peningkatan harga rata-rata nilai ekspor. Peningkatan volume yang diikuti dengan peningkatan harga tersebut mengindikasikan terjadinya peningkatan kebutuhan gambir dunia. Karena itu, sebagai negara tujuan ekspor utama gambir Indonesia yang mengeksportor kembali produk gambir ke berbagai negara, India terus meningkatkan volume impor gambirnya ke Indonesia, sementara negara tujuan ekspor lainnya menunjukkan kecenderungan yang berbeda.

Di Indonesia, penghasil utama gambir adalah Sumatera Barat yang memasok sekitar 90 persen dari total produksi. Dari publikasi BPS (2008), diketahui gambir juga diusahakan di beberapa provinsi lain yaitu Sumatera Utara, Riau dan Sumatera Selatan (Lampiran 3). Sentra penghasil gambir Sumatera Barat terbagi dua yaitu Kabupaten Lima Puluh Kota yang berkontribusi sebesar 69.79 persen dari total produksi Sumatera Barat dan Kabupaten Pesisir Selatan dengan kontribusi sebesar 23.87 persen. Di samping itu, tanaman gambir juga

terdapat di beberapa kabupaten lain di Sumatera Barat yaitu Padang Pariaman, Pasaman, Sawahlunto Sijunjung dan Kabupaten Agam. Di Kabupaten Lima Puluh Kota, daerah penghasil gambir terpenting adalah Kecamatan Kapur IX, Kecamatan Pangkalan Koto Baru dan Kecamatan Bukit Barisan.

Mengingat sejumlah industri kecil pengolahan gambir secara geografis berada pada lokasi berdekatan, maka pengembangan industri gambir melalui pendekatan klaster memungkinkan untuk dilaksanakannya perbaikan secara kelembagaan. Pendekatan klaster diharapkan akan lebih memudahkan penanganan persoalan teknologi untuk peningkatan mutu produk serta kapasitas produksi. Hal ini terjadi karena dengan ikatan kerja sama antar berbagai stakeholder dalam klaster, kegiatan pembinaan dan kemitraan akan dapat direncanakan, dilaksanakan dan dikendalikan lebih efektif. Di samping itu, melalui kelembagaan yang baik, maka persoalan pemasaran dan permodalan yang menjadi masalah klasik dalam industri kecil dan menengah diharapkan akan dapat diatasi.

Permasalahan permodalan juga berdampak pada kemampuan teknologi masyarakat yang berpengaruh terhadap mutu produk gambir mereka. Rendahnya mutu gambir masyarakat terjadi karena proses produksi umumnya masih sederhana dan dilakukan secara tradisional. Kondisi serta area proses ekstraksi (pengempaan) untuk menghasilkan gambir hingga penanganan yang dilakukan secara tradisional menyebabkan mutu produk gambir tidak dapat dikontrol dengan baik.

Dalam upaya mendapatkan solusi dan rencana pengembangan agroindustri gambir, perlu dilakukan analisa yang mendasar dari permasalahan yang ada. Analisa tersebut dimulai dari pemahaman

dasar tentang teknologi proses dan mutu produk gambir yang dihasilkan serta keinginan pasar terhadap mutu produk, hingga proses untuk meningkatkan dan mempertahankan mutu gambir secara terus menerus (Dhalimi, 2006). Di sisi lain, sangat perlu dikaji berbagai permasalahan menyangkut sistem perdagangan gambir sehingga dapat dirumuskan berbagai perbaikan yang diharapkan akan dapat menjamin agar gambir tetap menarik bagi semua pelaku produksi dan perdagangan gambir.





# BAB II

## BUDIDAYA DAN PENGOLAHAN TANAMAN GAMBIR

### 2.1 Budidaya Tanaman Gambir (*Uncaria gambir Roxb*)

Pola budidaya yang digunakan oleh petani mulai dari pembibitan sampai pengolahan produknya umumnya sederhana. Benih yang digunakan asal-asalan dan campuran dari beberapa varietas dari pohon induk yang tidak dipelihara.

#### 2.1.1 Persiapan Lahan Penyemaian

Untuk menyemai gambir dilakukan ditanah yang lereng. Tujuannya adalah agar bibit tidak diganggu oleh hewan ataupun manusia. Lalu lereng yang sudah disiapkan dibaluti oleh tanah liat agar biji dapat menempel. Setelah lereng untuk penyemaian selesai, buatlah atap untuk menutupi lereng penyemaian, gunanya adalah agar biji yang disemai tidak terkena paparan sinar matahari secara langsung karena dapat menyebabkan tanaman dehidrasi dan mati, selain itu atap ini bertujuan untuk mencegah air hujan langsung mengenai tempat penyemaian, ini dilakukan guna lereng penyemaian tidak longsor terkena air hujan.

### 2.1.2 Perbanyak Bibit

Tanaman gambir dapat diperbanyak secara generatif dan vegetatif, tetapi umumnya tanaman gambir di desa Lubuk Alai diperbanyak melalui perbanyak generatif, yaitu melalui biji yang disemaikan lebih dahulu dengan prosedur tertentu untuk mendapatkan bahan tanaman yang memiliki daya tumbuh lebih baik. Biji untuk penyemaian didapat dari bunga tanaman gambir yang sudah tua, yakni bunga yang sudah mekar berwarna hitam. Bunga-bunga itu kemudian dijemur agar biji/spora dalam bunga dapat pecah dan keluar. Setelah itu diayak dan didapatlah biji gambir.

Untuk cara penyemaian yakni dengan cara menghembuskan biji gambir tadi ke lereng yang sudah disiapkan, lalu setelah itu tekan sedikit permukaan yang telah disemaikan biji gambir. Setelah itu pasang atap yang telah disiapkan. Biji gambir akan disemaikan selama 4-6 bulan, setelah bibit gambir dipindahkan ke lahan penanaman.

### 2.1.3 Penyiapan Lahan dan Penanaman

Bersihkan lahan yang akan ditanami gambir. Bibit ditanam didalam lubang dengan jarak 1-2 meter. Lubang untuk penanaman dibuat dengan diameter kira-kira 10-15 cm dengan kedalaman yang sama. Dalam satu lubang ditanam 1-3 bibit gambir. Cara penanamannya ialah dengan cara membuat lubang kecil dibibir lubang besar, dilubang itu kemudian ditanam bibit gambir tersebut.

Setelah ditanam, lubang diberi tanda berupa kayu panjang sebagai penanda adanya bibit gambir yang baru. Di desa Lubuk Alai ini tempat penanaman dilakukan pada areal yang kosong, terkadang diantara tanaman gambir yang masih berproduksi, sehingga diperlukannya tanda berupa kayu panjang agar tanaman gambir yang baru tidak terinjak atau diganggu.

#### 2.1.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman gambir meliputi: penyiangan naungan disaat baru tanam samapai dengan umur 1,5-2 tahun, kemudian penupukan dan pengendalian hama penyakit. Untuk menstabilkan produksi tanaman gambir diperlukannya pemupukan, tetapi tanaman gambir di desa Lubuk Alai tidak dilakukan pemupukan berkala, para petani hanya menggunakan sisa perebusan sebagai pupuk alami. Dengan tidak adanya pemupukan tambahan maka produktivitas gambir akan rendah. Tujuan dari pemupukan adalah untuk memperkaya unsur hara tanah, tetapi jika pemupukan hanya sekedar sisa dari perebusan tentu saja hasil yang diperoleh masih kurang maksimal. Biasanya yang mengganggu tanaman gambir ialah belalang, tetapi itupun hanya dalam jumlah kecil, ini dikarenakan daun gambir yang pahit dan bergetah sehingga belalang kurang menyukainya. Penyiangan pun hanya dilakukan kala musim panen tiba saja.

#### 2.1.5 Panen

Tanaman gambir sudah dapat dipanen pada umur 15-17 bulan. Gambir yang ditanam di tanah humus dengan tanah liat berbeda waktu panennya. Tanah humus lebih bagus dari tanah liat

karena tanahnya cenderung gembur, dan sangat subur serta banyak mengandung unsur hara, sehingga gambir yang ditanam pada tanah humus dapat dipanen 3 bulan setelah pemanenan pertama. Sedangkan gambir yang ditanam di tanah liat dapat dipanen 5 bulan setelah pemanenan yang pertama. Ini dikarenakan tanah liat ini sulit untuk dilalui air sehingga menyebabkan pertumbuhan gambir terhambat dan tanahnya cenderung tidak subur serta sedikit mengandung unsur hara.

Dalam satu tahun umumnya petani gambir dapat melakukan panen sebanyak 2 kali dengan menerapkan teknologi budidaya yang tepat, maka panen dapat dilakukan maksimum 3 kali dalam setahun. Adapun ciri tanaman gambir yang siap dipanen ialah:

- a. Setiap ranting sudah tidak bertunas lagi, berwarna hijau kecoklatan, kaku dan keras.
- b. Daun sudah mencapai sedia matang, berwarna hijau tua, dan kuning kecoklatan.
- c. Lembaran daun tebal, mengeras, kaku, jika diremas sudah mengeluarkan getah.
- d. Umur 5 bulan setelah panen sebelumnya.

Panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari dengan cara memotong ranting dengan pisau khusus untuk memotong ranting gambir, pisau ini berbentuk seperti sabit. Pemotongan dilakukan pada jarak 5 cm dari pangkal agar tunas baru cepat tumbuh. Pada saat pemetikan daun, sisakan 2-3 ranting yang paling atas, agar tanaman gambir dapat bertahan hidup.

## 2.2 Pengolahan Gambir

Proses pengolahan daun menjadi gambir dilakukan dalam pabrik pengolahan petani yang masih tradisional, umumnya masih menggunakan peralatan pengolahan yang sederhana, berupa kempa atau kampo. Penggunaan alat pengolahan serupa ini membutuhkan waktu relatif lama dan juga membutuhkan beberapa tenaga kerja yang spesifik, seperti tukang kempa, tukang petik daun dan lain-lain. Pengoperasian alat kempa tersebut disamping menguras tenaga juga beresiko terhadap keselamatan kerja dan harus mempunyai keterampilan khusus dalam memproses hasil getah gambir.

Pengolahan gambir secara tradisional umumnya dilakukan petani melalui enam tahap, yaitu perebusan daun dan ranting, pengempaan, pengendapan getah, penirisan dan pencetakan, serta pengeringan.

### 2.2.1 Perebusan daun



**Gambar 2.** Perebusan Daun Gambir

Daun gambir hasil dari pemetikan dibawa ke rumah pengolahan gambir, disana daun gambir akan diolah. Hal pertama yang dilakukan yakni merebus daun serta ranting gambir. Perebusan dilakukan pada wajan besar yang diletakan drum yang telah dilubangi atas serta bawahnya/alasnya. Tepi dari drum dikelilingi oleh kain agar daun yang direbus tidak keluar dari drum. Berat dari daun gambir pada sekali perebusan kurang lebih 50 kg dan direbus menggunakan 1 derigen air. Saat perebusan daun gambir diaduk/dibalik agar daun gambir dapat masak secara sempurna. Proses perebusan ini dilakukan selama 1-2 jam.

### 2.2.2 Pengepressan/pengempaan



**Gambar 3.** Pengepressan/pengempaan daun gambir

Setelah perebusan tahap selanjutnya yakni pengempaan daun gambir diangkat dari wajan dan ditiriskan, lalu diinjak-injak serta dipukul-pukul agar gatah gambirnya keluar dan daunnya menyatu sehingga dapat memudahkan proses pengempaan. Daun

gambir diinjak-injak dan dipukul-pukul sembari disirami dengan air yang ada didalam wajan. Lalu daun gambir digulung didalam tali yang telah disediakan sehingga membentuk silindris. Kemudian gulungan gambir tersebut diletakan diatas tempat pengepressan/kempa. Proses pengepressan ini dilakukan dengan alat yang bernama kempa/kempo atau ada yang menyebutnya dongkrak hidrolis, berat dari dongkrak ini dapt mencapai 50 ton. Gulungan dari daun gambir dipress hingga mengeluarkan cairan, cairan ini akan dialirkan pada bak penampungan yang telah disediakan, cairan ini disebut juga dengan cairan getah.

### 2.2.3 Pengendapan getah



**Gambar 4.** Pengendapan Getah

Cairan hasil pengepressan yang telah dialirkan ke bak penampungan lalu dipindahkan kedalam bak pengendapan. Agar pengendapan sempurna, dahulu petani gambir menggunakan soda

agar kualitas gambir bagus, gambir yang diberi soda bagus untuk pewarnaan batik, karena warnanya cenderung lebih pekat. Gambir yang dicampur soda juga lebih padat sehingga beratnya cenderung lebih ringan, inilah yang membuat petani merasa rugi, ditambah harga soda yang mahal. Saat ini petani menggunakan urea sebagai gantinya agar gambir menghasilkan berat yang lebih saat dijual. Soda atau urea akan dihomogenkan kemudian diendapkan selama kurang lebih 12 jam. Pada proses pengendapan akan terbentuk endapan dibawah, endapan inilah yang mengandung getah gambir. Endapan dan cairan yang diatasnya kemudian dipisahkan dengan cara menyaringnya dengan menggunakan kain ataupun karung goni. Air endapan tadi itu dialirkan keluar, air ini biasa disebut klincong, sedangkan endapannya tetap didalam kain karung.

#### 2.2.4 Penirisan



**Gambar 5.** Penirisan Cairan (cairan klincong)

Endapan yang dimasukkan kedalam kain karung lalu ditiriskan kembali. Diatas kain karung diberi tumpukan berupa batu-batuan, agar air yang tersisa dapat keluar. Proses penirisan ini memakan waktu kurang lebih 12 jam lamanya.

#### 2.2.5 Pencetakan



**Gambar 6.** Pencetakan Gambir

Gambir yang sudah ditiriskan kemudian dicetak dengan menggunakan bambu, diameter cetakan sendiri ialah 5 cm dan tingginya 5 cm. Hasil cetakan ini kemudian dijemur secara tersusun diatas anyaman bambu atau disebut dengan salayan. Kelemahan gambir yang dicetak berbentuk silinder sebelum dikeringkan, antara lain bentuk dan ukuran tidak seragam dan jika dikemas pada suatu kotak maka akan terdapat ruang-ruang kosong pada kemasan sehingga menyebabkan tidak efisiennya penggunaan kemasan.

## 2.2.6 Pengeringan



**Gambar 7.** Pengeringan gambir (a), dan Gambir yang sudah kering (b)

Gambir yang sudah di cetak dan disusun di salayan dijemur atau diletakan diatas rumah produksi yakni diatas tungku pemasakan. Proses pengasapan ini dapat mempercepat pengeringan, biasanya ini dilakukan pada musim penghujan, karena pengasapan dapat mempercepat pengeringan. Kelemahan dari pengasapan ialah warna yang dihasilkan tidak merata dan terlihat seperti gosong. Sedangkan untuk pengeringan dibawah terik matahari dapat diperoleh warna yang bagus dan merata, waktu pengeringan dapat terjadi selama 3-4 hari pada panas terik dan 7 hari bila musim penghujan. Semakin lama waktu penjemuran maka mutu gambir akan semakin bagus, karena kadar air dalam gambir menjadi lebih sedikit.

Kualitas dari gambir biasanya ditentukan pada saat pengolahan. Petani pengolah yang menggunakan air rebusan daun gambir yang berulang-ulang akan mendapatkan kualitas lebih jelek bila dibandingkan hasil olahan yang airnya diganti setiap melakukan pengolahan (Hasan, 2000).





# BAB III

## KOMPONEN KANDUNGAN GAMBIR DAN PEMANFATANNYA

### 3.1 Komponen Kandungan Gambir

Tanaman gambir sebagai salah satu sumber antioksidan merupakan tanaman perdu termasuk famili Rubiaceae (kopi-kopian) yang mengandung senyawa polifenol. Komponen utama yang terdapat pada gambir terdiri dari katekin (asam katekin), asam katekin tanat (catechin anhydrid), dan quercetine. Katekin memiliki rasa yang manis dan bisa berubah menjadi catechin tannat (memberikan rasa pahit) jika terjadi pemanasan yang cukup lama atau pemanasan dengan larutan bersifat basa. Ekstrak gambir memiliki kandungan senyawa kimia yang bervariasi diantaranya katekin (7–33%), asam catechu tannat (20–55%), pyrocatechol (20–30%), gambir floresen (1–3%), catechu merah (3–5%), kuersetin (2–4%), fixed oil (1–2%), wax (1–2%) [13]. Ekstrak gambir mengandung beberapa komponen flavonoid yaitu catechin (7-33%), pirocatechol (20-30%), quersetin (2-4%). Getah gambir murni mengandung d- catechin dan dl-catechin (3-35%) dan produk kondensasi asam katechutannat (sekitar 24%), quersetin, asam gallat, asam elagat, katekol, pigmen, dan lain-lain. D-Catechin merupakan komponen yang terbanyak. Kandungan kimia gambir yang paling banyak dimanfaatkan adalah catechin dan tannin.

Katekin merupakan senyawa utama didalam gambir. Kandungan katekin dalam gambir dapat berkurang jika pada saat proses pengolahan gambir terdapat bahan campuran lain seperti tepung, pupuk SP36 dan tanah yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu gambir. Kandungan katekin dalam gambir merupakan karakteristik yang menentukan jenjang mutu dan kualitas gambir. Hal ini disebabkan katekin merupakan substituen utama gambir dengan kebutuhan yang cukup banyak dalam industri dibandingkan tanin. Katekin dalam keadaan murni memberikan rasa manis, berbentuk kristal, berwarna putih sampai kekuningan, sedangkan tanin berasa sepat, berwarna coklat kemerahan sampai kehitaman.

Pengolahan untuk mendapatkan katekin dipengaruhi oleh bahan baku (daun dan ranting tanaman gambir), peralatan ekstraksi, teknologi proses ekstraksi (suhu dan waktu) dan pengeringan hasil ekstrak. Katekin merupakan senyawa polifenol yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri serta aman digunakan dalam pengolahan bahan pangan, salah satunya olahan sebagai minuman. Pemberian isolat katekin gambir dapat meningkatkan kadar hormon testosteron dan jumlah spermatozoa tikus *rattus norvegicus* jantan hiperglikemia.

Katekin merupakan senyawa yang ditemukan dalam tanin merupakan flavan-3-ol sedangkan leukoantosianidin merupakan flavan-3-4-diol. Kedua fenolik tersebut sering dikaitkan dengan karbohidrat atau molekul protein untuk memproduksi senyawa tanin yang lebih kompleks. Katekin biasanya disebut juga dengan asam catechoat dengan rumus kimia  $C_{15}H_{14}O_6$ , tidak berwarna, dan dalam keadaan murni sedikit tidak larut dalam air dingin tetapi sangat larut dalam air panas, larut dalam alkohol dan etil asetat, hampir tidak larut dalam

kloroform, benzen dan eter. Katekin merupakan senyawa polifenolik yang memiliki sifat tidak stabil jika disimpan terlalu lama, mudah teroksidasi oleh cahaya dan panas. Senyawa ini akan mudah terdegradasi jika berada pada pH lebih dari 6,5 dan merupakan senyawa yang sangat reaktif. Pada perlakuan yang memiliki jumlah kadar katekin yang tinggi maka ditemukan jumlah kadar tanin yang diperoleh semakin rendah, sebaliknya pada jumlah kadar katekin yang rendah maka akan diperoleh jumlah kadar tannin yang sebagaimana pernyataan Muchtar et al., (2010) bahwa kandungan katekin gambir dapat diprediksi dari warnanya, makin hitam warna gambir makin rendah kadar katekin.

### 3.2 Pemanfaatan Gambir Secara Tradisional

Kegunaan gambir secara tradisional adalah sebagai pelengkap makan sirih dan obat-obatan, seperti di Malaysia gambir digunakan untuk obat luka bakar, di samping rebusan daun muda dan tunasnya digunakan sebagai obat diare dan disentri serta obat kumur-kumur pada sakit kerongkongan. Secara moderen gambir banyak digunakan sebagai bahan baku industri farmasi dan makanan, di antaranya bahan baku obat penyakit hati dengan paten “catergen”, bahan baku permen yang melegakan kerongkongan bagi perokok di Jepang karena gambir mampu menetralsir nikotin. Sedangkan di Singapura gambir digunakan sebagai bahan baku obat sakit perut dan sakit gigi (Suherdi dkk, 1991; Nazir, 2000).

### 3.3 Pemanfaatan Gambir Untuk Industri

Gambir digunakan sebagai bahan baku dalam industri tekstil dan batik, yaitu sebagai bahan pewarna yang tahan terhadap cahaya matahari (Risfaheri et al., 1995), di samping juga sebagai bahan penyamak kulit agar tidak terjadi pembusukan dan membuat kulit menjadi lebih renyah setelah dikeringkan (Bachtiar, 1991; Suherdi et al, 1991). Begitu pula industri kosmetik menggunakan gambir sebagai bahan baku untuk menghasikkan astrigen dan lotion yang mampu melembutkan kulit dan menambah kelenturan serta daya tegang kulit.

Sebagai anti nematode dengan melakukan isolasi senyawa bioefektif anti nematoda *Bursapeleucus xyphylus* dari ekstrak gambir (Alen et al., 2004), bahan infuse dari gambir untuk penyembuhan terhadap gangguan pada pembuluh darah (Sukati dan Kusharyono, 2004), perangsang sistem syaraf otonom (Kusharyono, 2004) dan gambir sebagai obat tukak lambung (Tika et al., 2004). Selain itu juga tengah diteliti kemampuan ekstrak gambir sebagai anti mikroba ( Rahayuningsih et al., 2004), sebagai bahan tosisitas terhadap organ ginjal,hati dan jantung (Armenia et al., 2004), bahan anti feedan terhadap hama *Spodoptera litura* Fab. (Handayani et al., 2004), anti bakteri (Lisawati, 2004), tablet hisap gambir murni ( Firmansyah et al., 2004), gambir sebagai bahan baku sampho (Shanie et al., 2004) dan gambir sebagai bahan perekat kayu lapis dan papan partikel (Kasim, 2004).

# BAB IV

## PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR YANG BERKELANJUTAN DI DAS MAHAT HULU

### 4.1 Pengelolaan DAS Mahat Hulu Yang Berkelanjutan

Pengelolaan DAS Mahat Hulu sebagai sumber daya air tidak dapat terlepas dari sistem pengelolaan DAS yang berkelanjutan. Hal ini selaras dengan pernyataan Sinukaban (2006), bahwa pengelolaan sumber daya air adalah upaya pengelolaan yang diarahkan untuk menyediakan air guna memenuhi kebutuhan yang beragam secara memadai baik dari segi kualitas, kuantitas, tempat, waktu, maupun harga. Strategi pengelolaan DAS bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan air guna memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat sekaligus mengurangi banjir pada musim hujan, serta meningkatkan produktivitas pertanian dan pendapatan petani, yang pada gilirannya meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Berkaitan dengan penataan penggunaan lahan untuk pengembangan sumber daya air berkelanjutan, maka diperlukan pemilihan atau penerapan teknologi konservasi/agroteknologi pada setiap bidang lahan yang mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Beberapa bentuk *agroteknologi* yang dapat diterapkan antara lain: pembuatan teras, check dam, guludan, rorak, pemberian mulsa,

pertanian lorong (*alley cropping*), pertanian *strip cropping* dan penanaman menurut kontur. Alternatif teknologi konservasi yang terpilih yaitu dikenal oleh masyarakat lokal, mampu meningkatkan infiltrasi dan dapat menekan erosi, mengurangi aliran permukaan, serta mampu mengurangi fluktuasi debit yang akhirnya akan meningkatkan ketersediaan (distribusi) air DAS Mahat Hulu. Publikasi Sinukaban (1999) menyebutkan pengolahan tanah konservasi sangat efektif dalam menekan erosi dan aliran permukaan.

Upaya untuk mendukung pengelolaan lahan berteknologi diperlukan tambahan biaya dalam input produksi. Implikasi biaya ini memberatkan petani di hulu yang umumnya hidup berkekurangan, tetapi manfaat yang dihasilkannya justru lebih banyak dirasakan oleh penduduk di hilir yang cenderung memiliki status ekonomi lebih baik. Masyarakat pemanfaat diharapkan ikut berkontribusi membantu petani hulu agar lahan dikelola secara berteknologi. Upaya mencari solusi bagi pengembangan sumber daya air berkelanjutan melalui optimalisasi penggunaan lahan yang menerapkan teknologi konservasi/agroteknologi di DAS Mahat Hulu, maka penelitian ini dirancang dengan tolok ukur erosi, aliran permukaan, dan penerapan teknologi konservasi sesuai dengan potensi dana pemanfaat jasa lingkungan yang tersedia.

Rancangan alternatif pengembangan sumber daya air terdiri dari sub model erosi, sub model aliran permukaan, dan penghitungan potensi biaya rehabilitasi dengan pendekatan penilaian (nilai) manfaat ekonomi sumber daya air. Sub model erosi dirancang menurut struktur model USLE (Wischmeier dan Smith 1978). Model ini digunakan untuk menduga besarnya erosi yang terjadi pada satuan lahan setiap alternatif

pengembangan. Tolok ukur sub model ini adalah membandingkan dengan laju kehilangan tanah yang masih dapat dibiarkan (*Tolerable Soil Loss* :  $E_{tol}$ ) menurut konsep Wood dan Dent (1983). Penerapan teknik konservasi/agroteknologi yang mampu menurunkan erosi hingga lebih kecil atau sama dengan  $E_{tol}$  dinilai layak erosi. Sub model aliran permukaan menggunakan metode *Soil Conservation Service* (SCS). Model ini digunakan untuk menduga volume aliran permukaan bulanan yang dihasilkan oleh setiap alternatif pengembangan. Pada analisis optimalisasi dengan program tujuan ganda, fungsi tujuannya adalah meminimumkan simpangan atau deviasi dari kendala tujuan yang ada. Hal ini adalah erosi dan aliran permukaan. *Output* program tujuan ganda menghasilkan alternatif pengembangan yang paling optimal apabila deviasi pada tolok ukur erosi dan tolok ukur fluktuasi aliran permukaan minimal dengan penerapan agroteknologi yang implementasinya disesuaikan dengan biaya rehabilitasi yang tersedia.

Pengelolaan lingkungan melalui penataan penggunaan lahan secara baik dan terencana diharapkan dapat mengatasi permasalahan tata air. Tetapi kendalanya adalah faktor dana, karena seringkali manfaat yang dihasilkan secara langsung tidak sebanding dengan biaya yang dibutuhkan untuk penataan, terutama akibat nilai manfaat lingkungan yang diyakini besar tetapi tidak terkuantifikasi. Upaya nilai ekonomi akan memberikan gambaran manfaat lingkungan yang diperoleh dalam terminologi ekonomi atau menghitung nilai ekonomi total sumber daya air merupakan langkah tepat untuk memberikan pemahaman bahwa lingkungan sangat berharga dan perlu dijaga demi keberlanjutan. Menurut Hufschmidt (1992), secara garis besar metode penilaian

manfaat ekonomi (biaya lingkungan) suatu sumberdaya alam dan lingkungan pada dasarnya dapat dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu berdasarkan pendekatan yang berorientasi pasar dan pendekatan yang berorientasi penilaian hipotesis.

Tindakan selanjutnya dari penilaian ekonomi adalah melalui kemauan untuk membayar (KUM) akan terlihat bagaimana para pemanfaat jasa lingkungan sangat responsif terhadap ketersediaan yang terus menerus dan dibuktikan dengan bersedia membayar lebih jasa lingkungan sumber daya air. Nilai ini akan menjadi masukan bagi penyusunan kebijakan dalam penataan dan pengelolaan ruang yang berwawasan lingkungan dan membantu dalam menyusun perencanaan DAS. Seperti diungkapkan oleh Munasinghe (1993), bahwa konsep dasar dalam penilaian ekonomi yang mendasari semua teknik adalah kesediaan membayar dari individu untuk jasa-jasa lingkungan atau sumber daya.

Upaya untuk memadukan kepentingan konservasi tanah dan air dengan ketersediaan dana rehabilitasi, maka perlu dilakukan optimalisasi penggunaan lahan yang dapat mengkompromikan berbagai aspek kepentingan. Salah satu metode optimalisasi yang dapat digunakan untuk mengakomodasi berbagai tujuan tersebut (kepentingan konservasi tanah dan air, dan ketersediaan dana rehabilitasi) adalah model program tujuan ganda (*multiple goal programming*). Metode program tujuan ganda ini dapat mengakomodasi berbagai tujuan tersebut (Nasendi, Anwar 1985; Mulyono 1991).

Pada analisis optimalisasi dengan program tujuan ganda, fungsi tujuannya adalah meminimumkan simpangan atau deviasi dari kendala tujuan yang ada. Hal yang dimaksud disini adalah erosi dan aliran

permukaan. *Output* program tujuan ganda menghasilkan alternatif pengembangan yang paling optimal apabila deviasi pada tolok ukur erosi dan tolok ukur fluktuasi aliran permukaan minimal dengan penerapan agroteknologi yang implementasinya disesuaikan dengan biaya rehabilitasi yang tersedia.





# BAB V

## PEMANFAATAN DAN KONSERVASI LAHAN PERTANIAN GAMBIR

### 5.1 Dampak Pembukaan Lahan Gambir

Minat petani menanam gambir sangat tinggi dikarenakan harga gambir yang begitu menarik di kalangan para petani. Pemanfaatan gambir yang begitu mudah dengan cara pengolahan secara tradisional juga bisa mendapatkan hasil yang lumayan sempurna. Pengolahan yang sederhana ini yang menjadikan petani begitu menarik dalam pertanian gambir. Tapi pada umumnya pengetahuan petani gambir begitu rendah tentang konservasi penanaman gambir pada wilayah yang bertopografi berbukit yang tingkat kemiringannya tinggi, lahan inilah yang pada umumnya dijadikan lahan budidaya gambir. Budidaya penanaman gambir pada lahan yang tidak bertopografi datar atau lereng yang tidak mengikuti kaedah-kaedah konservasi yang apabila system penanaman yang tidak mengikuti garis kontur, pola tanaman secara monokultur. Sistem budidaya yang semacam ini akan member peluang terjadinya erosi yang dapat merusak lingkungan sekitarnya (Ridwan, 2012).

Perebusan gambir harus menggunakan kayu yang banyak, kurangnya pengetahuan petani tentang konservasi sering menebang pohon-pohon di sekitar lading untuk bahan bakar merebus gambir.

Kondisi ini semakin merusak lingkungan dan mempercepat terjadinya erosi. Beberapa pohon penyangga yang tumbuh dan atau di tanam petani seperti petai dan jengkol, juga di tebang kalau persediaan kayu habis.

Budidaya gambir yang masih bersifat tradisional, pembukaan lahan sering dilakukan dengan di tebang bakar (Fauza, 2011). Ini dilakukan petani untuk lahan- lahan gambir baru atau lahan-lahan lama gambir yang di tinggal. Tradisi ini sering merusak lingkungan dan menyumbang degradasi lahan.



Gambar 8. Pembukaan Lahan dengan Cara Membakar Lahan

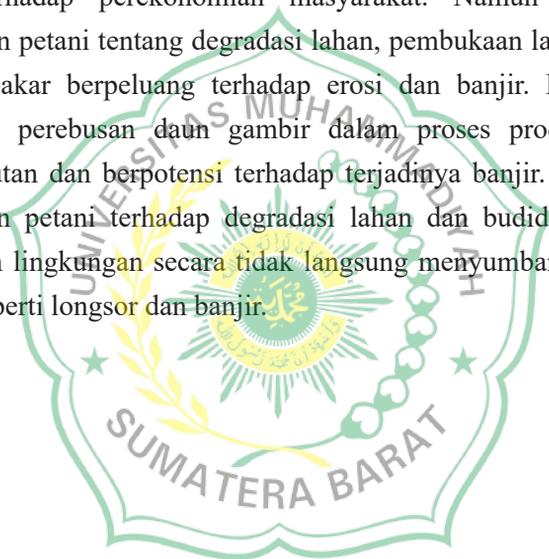
Gambar 8 memperlihatkan pembukaan lahan baru oleh oknum petani gambir dengan cara membakar. Pada bulan Agustus 2017 sekitar 80 hektar kawasan hutan dan perkebunan gambir terbakar di kawasan Bukik Sanggua dan Tangai Raya (Kapurix.com, 2016).

Perilaku ini akan menjadikan lahan-lahan gambir dan lahan sekitarnya menjadi lahan kritis. Lahan kritis didefenisikan sebagai lahan yang mengalami proses kerusakan fisik, kimia dan biologi karena tidak

sesuai penggunaan dan kemampuannya, yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, orologis, produksi pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi dan daerah lingkungan pengaruhnya (Effendi dan Sylviani, 2007).

## 5.2 Dampak Pemanfaatan dan Konservasi Pertanian Gambir

Pebukaan lahan baru untuk budidaya gambir member dampak positif terhadap perekonomian masyarakat. Namun kurangnya pengetahuan petani tentang degradasi lahan, pembukaan lahan dengan cara membakar berpeluang terhadap erosi dan banjir. Penebangan pohon saat perebusan daun gambir dalam proses produksi, juga merusak hutan dan berpotensi terhadap terjadinya banjir. Kurangnya pengetahuan petani terhadap degradasi lahan dan budidaya gambir yang ramah lingkungan secara tidak langsung menyumbang terhadap bencana seperti longsor dan banjir.





# BAB VI

## PENGARUH PERUBAHAN PENGUNAAN LAHAN DAS MAHAT HULU TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAN EROSI

### 6.1 Peninjauan Penggunaan Lahan

Kegiatan pembangunan nasional dalam dekade terakhir ini telah memberikan dampak yang sangat besar baik pada aspek sosial, ekonomi, ekosistem, teknologi maupun kelembagaan. Peningkatan kemajuan dalam kehidupan telah memberikan perubahan besar, tidak saja pada kehidupan sosial ekonomi masyarakat, tetapi juga pada pola penggunaan lahan yang telah memberi dampak sangat nyata terhadap fungsi-fungsi daerah aliran sungai (DAS).

Sejumlah kasus perubahan penggunaan lahan di beberapa DAS di Indonesia disajikan dengan bahasan mengenai hubungan sebab-akibat dari aspek hidrologi DAS, khususnya yang menyangkut daya dukung daerah aliran sungai dan frekuensi banjir. Karakteristik hidrologi dan limpasan sejumlah sungai utama di Indonesia (Jawa) disajikan dengan menunjukkan tingkat perkembangan penggunaan lahannya. Setengah abad terakhir telah terjadi penurunan jumlah curah hujan secara luas di Jawa dan beberapa wilayah lain di Indonesia dibandingkan dengan waktu setengah abad sebelumnya yang kelihatannya berhubungan dengan penurunan luas hutan (Pawitan, 2004). Sepuluh tahun terakhir

perhatian pakar lingkungan, terutama di Negara negara maju, mulai mengarah pada dampak yang terjadi di daerah hilir sebagai akibat berlangsungnya aktifitas manusia di wilayah hulu DAS. Hal ini berkaitan dengan semakin berkembangnya isu- isu lingkungan hidup regional dan global.

Gangguan terhadap lingkungan hidup itu umumnya bersifat lintas wilayah (*transboundary environmental problems*) yang sering kali melampaui batas- batas pemerintahan daerah dan negara. Dengan demikian, keberlanjutan pembangunan di daerah tengah dan hilir suatu DAS tidak dapat lagi dilepaskan dari aktivitas pembangunan yang berlangsung di wilayah hulu DAS yang sama. Dengan kata lain, keberlanjutan pemanfaatan sumber daya alam di daerah tengah dan hilir suatu ekosistem DAS tidak dapat dilepaskan dari pola pengelolaan lingkungan/sumber daya alam di hulu (Simenstad *et al.* 1992)

Proses perubahan penggunaan lahan ini selain menghasilkan manfaat yang dapat dinikmati oleh masyarakat juga menimbulkan permasalahan yaitu; erosi, sedimentasi, banjir dan lainnya. Erosi akan menyebabkan terjadinya pendangkalan waduk, penurunan kapasitas saluran irigasi, dan dapat mengganggu produksi listrik yang sumber energinya dari air (PLTA). Erosi yang tinggi, banjir pada musim penghujan tidak hanya menimbulkan dampak negatif pada aspek biofisik sumber daya alam dan lingkungan, tetapi berdampak juga pada aspek sosial ekonomi masyarakat. Persoalan erosi yang tinggi melebihi erosi yang ditoleransikan, dapat diantisipasi dengan melakukan pola penggunaan lahan yang sesuai dengan kemampuan dan kesesuaian lahan tersebut, serta menerapkan konsep agroteknologi dalam upaya konservasi tanah dan air serta produktifitas yang lebih tinggi.

Namun upaya antisipasi ini belum dilakukan sama sekali, disebabkan tingkat pengetahuan masyarakat yang masih rendah, membutuhkan biaya ekstra, serta tidak memasukkannya sebagai kegiatan ekonomi yang terintegrasi dengan produksi usaha tani. Penggunaan lahan optimal yang sesuai dengan daya dukung lahan (*carrying capacity*) dan diterima oleh masyarakat luas akan memberikan manfaat secara ekonomi dan menguntungkan terhadap kelestarian lingkungan. Membuktikan semua itu membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar. Pendekatan prediksi erosi dan volume aliran permukaan serta melalui penyederhanaan dengan skenario ataupun simulasi yang dilakukan adalah strategi yang dapat disusun dan dijalankan untuk mengantisipasi kedua faktor kendala yang ada. Pendekatan dari beberapa model perubahan tata guna lahan akan memberikan informasi bagaimana dampak perubahan penggunaan lahan terhadap banjir dan erosi, serta manfaat ekonomi dapat diketahui.

Keterkaitan biofisik antara daerah hulu dan hilir DAS perlu diidentifikasi secara lokasi, kategori, dan bentuk aktivitas *stakeholders* sebuah DAS, yang berada di daerah hulu, di tengah, maupun di hilir. Mengenai peranan *stakeholder* terkait dengan penelitian ini, *stakeholders* (lembaga pemerintah/non pemerintah, badan usaha, perorangan) diartikan sebagai aktor yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh pelaksanaan pengelolaan DAS, juga mereka yang memperoleh manfaat dan menanggung ongkos aktivitas pengelolaan DAS. Identifikasi *stakeholders* untuk daerah tengah dapat diarahkan pada kelompok maupun perorangan yang beraktivitas (ekonomi) menggunakan sumber daya air sebagai modal usahanya. Kategori ini diisi antara lain oleh perusahaan pembangkit listrik tenaga air, perusahaan daerah air minum, pengusaha air kemasan, petani pemakai air irigasi, industri, pariwisata

air, dan pengguna sumber daya air (waduk) lainnya. Tahapan yang dilakukan dalam menilai sumber daya air sebagai jasa lingkungan adalah dengan menghitung nilai ekonomi air dari masing masing pemanfaat, dan meminta kesanggupan si pemanfaat untuk membayar biaya pengganti sumber daya air.

Kelembagaan yang terpadu dan bertanggung jawab dalam rangka implementasi nilai ekonomi jasa lingkungan sumber daya air DAS Mahat Hulu harus dibentuk, dan segera merumuskan kebijakan pengelolaan DAS yang mempertimbangkan mekanisme regulasi dan pengaturan kelembagaan, yang menerapkan prinsip-prinsip insentif-disinsentif (subsidi-pajak) terhadap pelaku di hulu dan pemanfaat di hilir sesuai kategori dan kedudukannya dalam perspektif *cost-benefit sharing principles*. Perumusan dan implementasi kebijakan insentif-disinsentif harus tetap ditanggung oleh tiap tiap *stakeholders* dalam mengelola DAS. Dengan demikian, prinsip pengelolaan DAS yang berkeadilan (*fairness*) dan proporsional dapat dilaksanakan.

Daerah aliran sungai yang dipilih untuk penelitian ini adalah DAS Mahat Hulu dengan luasan 28 535.49 ha, terletak di Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. Pemilihan daerah ini didasarkan beberapa pertimbangan, antara lain; (1) Bagian hulu DAS terdapat areal hutan lindung yang mulai digunakan penduduk sebagai areal pertanian (2) Terdapat proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) berskala nasional di bagian tengah DAS (3) Sumber mata pencaharian petani ikan keramba yang memanfaatkan waduk Koto Panjang, dan (4) Perubahan penggunaan lahan di hulu dapat mengancam keberadaan fungsi hidrologis DAS Mahat Hulu yang sumber daya air nya dimanfaatkan masyarakat baik langsung maupun tidak langsung.

### 6.1.1 Keadaan Umum Lokasi

Penelitian dilaksanakan di DAS Mahat Hulu (28535.49 ha) tepatnya di Kecamatan Bukit Barisan, Kabupaten Limapuluh Kota, posisi pada 0°05'25" - 0°04'33" Lintang Selatan, dan 100°29'10" - 100°34'19" Bujur Timur yang meliputi 2 (dua) Kenagarian, yaitu Kenagarian Baruh Gunung dan Kenagarian Mahat. Secara administratif batas DAS Mahat Hulu adalah Kecamatan Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru di sebelah Utara, Kecamatan Guguk dan Kecamatan Suliki Gunung Mas di sebelah Selatan, Kecamatan Guguk dan Kecamatan Pangkalan Koto Baru di sebelah Timur, dan Kecamatan Agam di sebelah Barat.

Lokasi penelitian ditentukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa DAS Mahat Hulu merupakan salah satu DAS Kampar yang terdapat di kawasan hulu dan merupakan sumber air baku kedua untuk Waduk PLTA Koto Panjang setelah DAS Kampar Kanan. Penggunaan lahan bagian hulu DAS Mahat sebagian besar termasuk ke dalam kawasan hutan, namun saat ini sebagian besar kawasan hutan tersebut telah mengalami alih fungsi menjadi lahan pertanian yang didominasi oleh perkebunan. Usaha tani yang dilakukan selama ini juga kurang memperhatikan kemampuan lahan, kesesuaian lahan, dan aspek konservasi tanah dan air.

Berdasarkan penggunaan lahan dari analisa Citra *Landsat ETM 7* tahun 2010, DAS Mahat Hulu yang luasnya 28535.49 ha terdiri dari hutan, kebun campuran, semak belukar, ladang/tegalan,

sawah, dan pemukiman. Jenis tanah DAS Mahat Hulu didominasi oleh Typic Tropudult (Order Ultisols), lainnya adalah Sub Group Typic Dystrudepts (Order Inceptisols), mempunyai kemiringan lahan 0%-40% dengan topografi datar, bergelombang sampai bergunung dengan tingkat bahaya erosi berat serta kesuburan tanah rendah.

### 6.1.2 Iklim

Suhu udara rata-rata harian berkisar 26.5°C–28.1°C, sementara kelembaban relatif berkisar antara 58–96%. Kecepatan angin bulanan berkisar antara 12–92 km/hari dengan kecepatan angin tertinggi 99 km/hari dan terendah 3 km/hari. Rata-rata radiasi matahari bulanan berkisar 28–46%.

Curah hujan dua stasiun pencatat curah hujan yakni kapur sembilan bukit barisan seperti pada Tabel 1. Terlihat rata-rata curah hujan bulanan DAS Batu Kapur yang tercatat di stasiun kapur sembilan termasuk daerah agak kering karena curah hujan rerata kecil dari 100 mm. Sedangkan kawasan DAS Mahat yang tercatat pada stasiun bukit barisan memiliki curah hujan bulanan lebih tinggi. Rerata curah hujan tertinggi di Bukit Barisan 175.6 mm. Umumnya pada bulan Agustus sampai dengan Desember curah hujan cukup tinggi. Hal ini diduga akibat perbedaan topografi pada kedua DAS tersebut. DAS Mahat didominasi oleh topografi bergelombang dan berbukit, sementara DAS Batu Kapur lebih didominasi oleh landai sampai bergelombang.

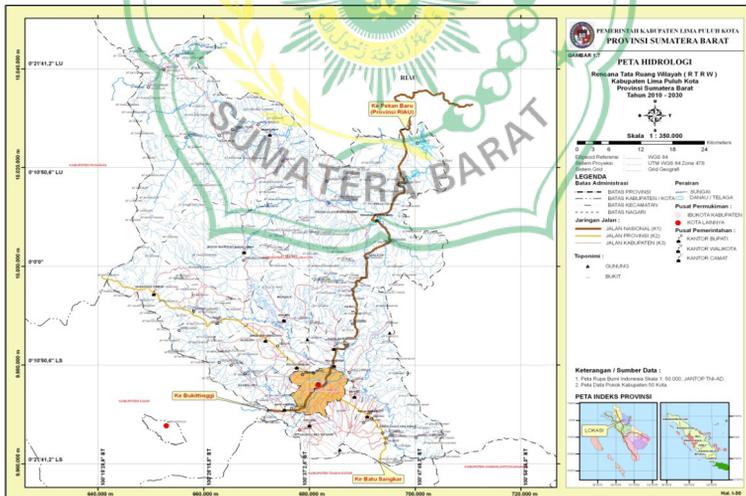
**Tabel 1.** Rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun (2000 - 2010) DAS Kampar Kanan

No	Stasiun	Curah hujan bulanan (mm)												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des	jml
1	Kpr. Sembilan	123	138	133	47	31	64	18	41	90	45	139	138	1007
2	Bkt. Barisan	131	127	136	139	86	63	83	174	148	154	153	176	1570

Sumber : Stasiun BMKG. Sicincin (2012).

### 6.1.3 Pola Aliran DAS Mahat Hulu

Berdasarkan peta topografi terlihat pola aliran DAS Mahat, berbentuk agak memanjang. Sungai yang corak alirannya berbentuk kombinasi memiliki orde sedang antara 3 – 4, topografinya berbentuk lembah sejajar, memiliki debit banjir yang terakumulasi dari berbagai arah sungai di bagian hilir (Gambar 9)



**Gambar 9.** Pola Aliran DAS Mahat Hulu

### 6.1.4 Permasalahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan pada umumnya disebabkan oleh tekanan penduduk. Laju pertumbuhan penduduk yang besar akan dapat memacu tekanan terhadap lahan. Kondisi penutupan/penggunaan lahan menggambarkan bentuk pemanfaatan lahan yang ada di suatu kawasan. Pengkajian dalam perspektif hulu-hilir DAS, arahan pemanfaatan lahan daerah hulu DAS harus dicirikan dengan arahan pemanfaatan lahan untuk daerah konservasi yang pada umumnya jenis vegetasinya merupakan tegakan hutan. Seperti yang dialami di 2 (dua) kabupaten yaitu Pasaman dan Lima Puluh Kota berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan yang dulunya kawasan hutan menjadi kawasan perkebunan yang berdampak kepada keberadaan PLTA Koto Panjang.

Penggunaan lahan kawasan DAS Mahat Hulu lebih didominasi oleh kebun gambir (*Uncaria gambir Roxb*) rakyat sejak 2 (dua) dasa warsa terakhir. Tanaman ini merupakan mata pencaharian utama masyarakat sepanjang DAS disamping padi sawah. Akibat pertumbuhan penduduk dan keterbatasan lahan usaha menyebabkan hutan semakin mendapat tekanan untuk dialihfungsikan menjadi kebun. Pengelolaan lahan kebun belum dilakukan secara berteknologi (agroteknologi) sebagaimana teknologi konservasi yang dianjurkan, akibatnya terjadi erosi dan sedimentasi yang akhirnya DAS semakin kritis. Upaya untuk mempertahankan status kawasan hutan akan mendapat tantangan dari masyarakat setempat, karena mereka tidak memperoleh manfaat langsung dari upaya/kebijakan ini.

Penggunaan lahan DAS Mahat Hulu terdiri dari 6 (enam) jenis, yaitu: 1) Hutan, 2) Kebun campuran, 3) Semak belukar, 4) Ladang dan tegalan, 5) Sawah, dan 6) Pemukiman. Hasil intrepretasi citra tahun 1995, ternyata penggunaan lahan hutan masih mendominasi kawasan yaitu 14523.93 ha (50.89%). Pada tahun 2010, penggunaan lahan hutan turun menjadi 7980.96 ha (27.97%). Hutan telah beralih fungsi menjadi lahan pertanian seperti gambir, karet, dan kopi yang ditanam secara bersama. Pada tahun 1995 kebun campuran tercatat seluas 4889.3 ha (17.13%). Hasil intrepretasi tahun 2010 luas kebun meningkat menjadi 12629.32 ha (44.26%). Penggunaan lahan seperti semak belukar, ladang dan tegalan, sawah dan pemukiman tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Kajian Pengembangan Lahan dan Pemukiman Universitas Andalas (2001) melaporkan luas hutan di kawasan hulu Batang Mahat berkurang. Kondisi ini disebabkan oleh kegiatan ladang berpindah yang dilakukan di lahan dengan kelerengan di atas 25%, sehingga berpotensi terjadinya erosi dan sedimentasi. Hasil penelitian Berd (2003) menunjukkan DAS Mahat Hulu didominasi oleh jenis tanah Ultisol. Erosi dan sedimentasi tinggi didorong oleh jenis dan sifat fisik tanah tersebut. Laju infiltrasi sangat rendah terutama pada tanah-tanah yang mempunyai persentase liat tinggi dan pada lahan terbuka.

Pada sisi lain, erosi tanah juga disebabkan adanya perubahan

penggunaan lahan. Saat dilakukan pengukuran erosi oleh *Japan Overseas Forestry Consultants Associations* (JOFCA, 1994) terkait dengan pembangunan waduk PLTA Koto Panjang, didapatkan erosi yang terjadi di DAS Mahat sekitar 250 ton/ha/tahun. Erosi yang terjadi sekaligus mengindikasikan sedimen yang hanyut dan mengendap di waduk PLTA Koto Panjang, selanjutnya dari laporan juga ditambahkan bahwa sedimen yang masuk ke waduk selama 1 (satu) tahun mencapai 21 000 ton/th, sementara batas toleransi hanya 14 000 ton/th.

Dampak lain yang terkait dengan fluktuasi debit akibat perubahan penggunaan lahan ini adalah ketersediaan air pada musim kemarau. Fenomena atau fakta ini telah menimbulkan masalah dan ancaman terhadap fungsi waduk PLTA Koto Panjang. Tinggi muka air di waduk tidak normal lagi, berfluktuasi antara maksimum 85 m dan minimum 73.5 m dari permukaan laut. Tinggi air normal yang dikehendaki adalah 81.5 m di atas permukaan laut, sehingga dengan ketinggian normal tersebut mampu menghasilkan debit di *inlet (inflow)* terowongan air PLTA 348 m<sup>3</sup>/detik untuk dapat menghasilkan produksi listrik sebesar 114 MW. Bahkan kondisi yang lebih kritis lagi terjadi pada musim kemarau (Mei) tahun 1999, yang *inflow* nya hanya mencapai 63.05 m<sup>3</sup>/detik dan pada bulan Mei tahun 2009 mencapai 54.64 m<sup>3</sup>/detik. Gambaran selama 10 tahun terakhir ini telah menunjukkan masalah yang serius terhadap ketidaknormalan air yang masuk ke waduk PLTA Koto Panjang yang berdampak kepada tidak tercapainya produksi listrik 114 MW.

Upaya untuk mengembalikan fungsi kawasan hutan merupakan langkah tepat. Upaya tersebut harus dilakukan agar regulasi dan pengaturan kelembagaan yang digunakan akan menciptakan mekanisme pengaturan hak dan kewajiban setiap *stakeholders* secara proporsional. Selanjutnya, pelaksanaan program konservasi tanah dan air sebagai bagian dari program pengelolaan DAS secara keseluruhan di daerah hulu DAS diharapkan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan dukungan finansial dari *stakeholders* yang memperoleh manfaat ekonomi dan manfaat lainnya. Dengan mekanisme ini, pola keproyekan dalam pengelolaan DAS yang selama ini diterapkan secara bertahap dapat ditinggalkan dan diganti dengan pola kemandirian baik sumber pembiayaan maupun aturan-aturan yang akan dilaksanakan oleh para *stakeholders*.

### **6.1.5 Rumusan Permasalahan Penggunaan Lahan**

DAS Mahat merupakan DAS yang strategis peranannya, saat ini mempunyai permasalahan yang cukup kompleks. Masalah tersebut akan semakin meningkat jika dikaitkan dengan pemanfaatan sumber daya lahan termasuk hutan dan air. Beberapa permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

- 6.1.5.1 Terdapat perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan pertanian, kebun campuran, pertanian lahan kering dan semak belukar di hulu DAS Mahat. Kegiatan pertanian di kawasan hulu DAS pada umumnya tidak menerapkan teknologi konservasi tanah dan air (agroteknologi) yang memadai, sehingga secara langsung ataupun tidak akan mempengaruhi kondisi biofisik DAS Mahat Hulu. Selain

itu, perubahan penutupan lahan diduga menyebabkan peningkatan koefisien aliran permukaan yang pada gilirannya menyebabkan penurunan fungsi hidrologi DAS Mahat Hulu. Hal ini dapat dilihat pada peningkatan fluktuasi debit dan aliran permukaan yang semakin tinggi, meningkatnya debit maksimum dan turunnya debit minimum.

6.1.5.2 Terjadi kekurangan pasokan air untuk waduk PLTA Koto Panjang, terutama pada musim kemarau. Hal ini disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi kebun campuran, ladang/tegalan dan semak belukar di kawasan hulu DAS Mahat. Akibat penggunaan lahan yang tidak rasional, erosi yang terjadi terus meningkat, kapasitas infiltrasi semakin menurun dan akibatnya volume aliran permukaan terus meningkat. Upaya melakukan rehabilitasi lahan dan pemberian pemahaman kepada petani hulu yang lebih berperan untuk menjaga lingkungan sudah dilakukan, namun hasil yang diharapkan belum terlihat secara nyata.

6.1.5.3 Manfaat ekonomi sumber daya air DAS Mahat Hulu yang digunakan untuk pertanian lahan basah (sawah), PLTA, keramba jala apung, dan wisata, belum memberikan kontribusi (*cost sharing*) yang memadai untuk kegiatan rehabilitasi lahan. Begitu juga dengan penilaian yang diberikan terhadap jasa lingkungan sumber daya air belum pernah dilakukan, disebabkan karena belum adanya metode/acuan/referensi penetapan alokasi dana

dari pemanfaatan air untuk kegiatan rehabilitasi lahan dan bagaimana bentuk lembaga yang mengelolanya pun belum ada contoh yang memadai.

Berdasarkan pemahaman, bahwa DAS merupakan suatu ekosistem dimana antar unsurnya terjadi interaksi dan interdependensi. Perubahan penggunaan lahan yang dilakukan masyarakat dapat menjadi sumber perubahan karakteristik DAS. Upaya merubah pola penggunaan lahan dari hutan menjadi kebun dan usaha tani lainnya mengakibatkan subsistem yang menjadi parameter kondisi dari suatu DAS menjadi terpengaruh, misalnya; subsistem hidrologis dan subsistem produksi. Kedua subsistem ini merupakan proses dalam sistem DAS dan mempunyai masukan yang dapat dikendalikan melalui penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan merupakan proses dinamis sesuai dengan perubahan jumlah dan kebutuhan masyarakat. Tetapi, saat ini perubahan penggunaan lahan umumnya terjadi sebagai akibat dari kebutuhan yang mendesak, seperti pemenuhan untuk pangan. Jika proses ini terjadi dalam waktu lama maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Sebagai contoh adalah penggunaan lahan hutan menjadi areal pertanian dan perkebunan dalam kawasan DAS Mahat Hulu yang belum mempertimbangkan daya dukung lahan. Penggunaan lahan hutan dapat dilihat secara ekonomis, karena ada nilai atau manfaat baik langsung maupun tidak dari hutan itu sendiri. Tetapi selama ini tidak pernah dinilai dalam setiap pengambilan keputusan. Pesatnya laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya berbagai aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat telah memberikan dampak yang tidak menguntungkan terhadap tata air dan kualitas lingkungan waduk PLTA Koto Panjang.

Deforestasi dan degradasi lahan mengakibatkan semakin berkurangnya kawasan resapan di Hulu DAS Mahat. Kondisi ini merupakan suatu fenomena atau fakta yang menyebabkan terganggunya kebutuhan/pasokan air untuk irigasi dan waduk PLTA Koto Panjang, serta telah mulai langkanya sumber-sumber air pada beberapa tempat di wilayah DAS. Berkurangnya luasan tegakan pohon baik di dalam kawasan maupun di luar kawasan hutan akan meningkatkan erosi dan sedimentasi serta tidak normalnya debit air sungai utama antara musim hujan dengan musim kemarau sepanjang tahunnya. Bradshaw *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa hubungan antara luas hutan dengan tingkat kerusakan banjir sangat erat. Berdasarkan data dari 56 negara berkembang antara tahun 1990–2000 dari 65 kejadian banjir 14% nya terkait dengan deforestasi. Setiap penurunan 10% luas hutan alam akan meningkatkan 4 – 28% kejadian banjir. Erosi yang terjadi juga menyebabkan terjadinya peningkatan kehilangan hara dari lahan usaha tani, sedimentasi di waduk dan biaya penggelontoran waduk untuk membersihkan sedimen. Debit sungai yang rendah pada musim kemarau menyebabkan terjadinya penurunan jumlah air yang tersedia untuk memutar turbin sehingga terjadi kehilangan produksi listrik.

Hal tersebut diatas sesuai dengan pendapat Sinukaban (2007), bahwa berkurangnya infiltrasi ke dalam tanah yang mengalami erosi di bagian hulu DAS menyebabkan pengisian kembali (*recharge*) air bawah tanah (*ground water*) juga berkurang, yang mengakibatkan kekeringan di musim kemarau. Sehingga dapat dikatakan bahwa fenomena banjir dan kekeringan tidak dapat dipisahkan dari peristiwa erosi. Penataan penggunaan lahan yang

optimal dengan penerapan agroteknologi yang mampu menekan erosi dan meminimumkan fluktuasi aliran permukaan harus dilakukan agar kelestarian sumber daya air dapat terjaga, dan disisi lain pendapatan petani hulu pun meningkat.

Perubahan penggunaan lahan di DAS Mahat Hulu memperlihatkan adanya konflik kepentingan, yaitu antara upaya mempertahankan kualitas lingkungan yang baik dengan meningkatkan produktifitas lahan demi kesejahteraan. Kondisi ini membutuhkan penanganan serius agar pembangunan pertanian yang dilakukan di DAS Mahat Hulu bisa berkelanjutan. Pengelolaan pertanian di Hulu DAS Mahat harus sesuai dengan daya dukung dan kelas kemampuan lahan. Pemanfaatan lahan yang mengabaikan tingkat kemampuan atau kesuburan lahan akan menyebabkan lahan menjadi rusak. Kerusakan ini akan menurunkan produktivitas lahan, meningkatkan biaya sosial pada tingkat tapak (*on-site*) maupun biaya sosial di lingkungan sekitarnya (*off-site*).

Pengelolaan DAS Mahat Hulu sebagai sumber daya air tidak dapat terlepas dari sistem pengelolaan DAS yang berkelanjutan. Hal ini selaras dengan pernyataan Sinukaban (2006), bahwa pengelolaan sumber daya air adalah upaya pengelolaan yang diarahkan untuk menyediakan air guna memenuhi kebutuhan yang beragam secara memadai baik dari segi kualitas, kuantitas, tempat, waktu, maupun harga. Strategi pengelolaan DAS bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan air guna memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat sekaligus mengurangi banjir pada musim hujan, serta meningkatkan produktivitas pertanian dan pendapatan petani, yang pada gilirannya meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Berkaitan dengan penataan penggunaan lahan untuk pengembangan sumber daya air berkelanjutan, maka diperlukan pemilihan atau penerapan teknologi konservasi/agroteknologi pada setiap bidang lahan yang mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Beberapa bentuk *agroteknologi* yang dapat diterapkan antara lain: pembuatan teras, check dam, guludan, rorak, pemberian mulsa, pertanian lorong (*alley cropping*), pertanian *strip cropping* dan penanaman menurut kontur. Alternatif teknologi konservasi yang terpilih yaitu dikenal oleh masyarakat lokal, mampu meningkatkan infiltrasi dan dapat menekan erosi, mengurangi aliran permukaan, serta mampu mengurangi fluktuasi debit yang akhirnya akan meningkatkan ketersediaan (distribusi) air DAS Mahat Hulu. Publikasi Sinukaban (1999) menyebutkan pengolahan tanah konservasi sangat efektif dalam menekan erosi dan aliran permukaan.

Upaya untuk mendukung pengelolaan lahan berteknologi diperlukan tambahan biaya dalam input produksi. Implikasi biaya ini memberatkan petani di hulu yang umumnya hidup berkekurangan, tetapi manfaat yang dihasilkannya justru lebih banyak dirasakan oleh penduduk di hilir yang cenderung memiliki status ekonomi lebih baik. Masyarakat pemanfaat diharapkan ikut berkontribusi membantu petani hulu agar lahan dikelola secara berteknologi. Upaya mencari solusi bagi pengembangan sumber daya air berkelanjutan melalui optimalisasi penggunaan lahan yang menerapkan teknologi konservasi/agroteknologi di DAS Mahat Hulu, maka penelitian ini dirancang dengan tolok ukur erosi, aliran permukaan, dan penerapan teknologi konservasi sesuai dengan potensi dana pemanfaat jasa lingkungan yang tersedia.

Rancangan alternatif pengembangan sumber daya air terdiri dari sub model erosi, sub model aliran permukaan, dan penghitungan potensi biaya rehabilitasi dengan pendekatan penilaian (nilai) manfaat ekonomi sumber daya air. Sub model erosi dirancang menurut struktur model USLE (Wischmeier dan Smith, 1978). Model ini digunakan untuk menduga besarnya erosi yang terjadi pada satuan lahan setiap alternatif pengembangan. Tolok ukur sub model ini adalah membandingkan dengan laju kehilangan tanah yang masih dapat dibiarkan (*Tolerable Soil Loss* :  $E_{tol}$ ) menurut konsep Wood dan Dent (1983). Penerapan teknik konservasi/agroteknologi yang mampu menurunkan erosi hingga lebih kecil atau sama dengan  $E_{tol}$  dinilai layak erosi. Sub model aliran permukaan menggunakan metode *Soil Conservation Service* (SCS). Model ini digunakan untuk menduga volume aliran permukaan bulanan yang dihasilkan oleh setiap alternatif pengembangan.

Pada analisis optimalisasi dengan program tujuan ganda, fungsi tujuannya adalah meminimumkan simpangan atau deviasi dari kendala tujuan yang ada. Hal ini adalah erosi dan aliran permukaan. *Output* program tujuan ganda menghasilkan alternatif pengembangan yang paling optimal apabila deviasi pada tolok ukur erosi dan tolok ukur fluktuasi aliran permukaan minimal dengan penerapan agroteknologi yang implementasinya disesuaikan dengan biaya rehabilitasi yang tersedia.

Pengelolaan lingkungan melalui penataan penggunaan lahan secara baik dan terencana diharapkan dapat mengatasi permasalahan tata air. Tetapi kendalanya adalah faktor dana, karena seringkali manfaat yang dihasilkan secara langsung tidak sebanding dengan

biaya yang dibutuhkan untuk penataan, terutama akibat nilai manfaat lingkungan yang diyakini besar tetapi tidak terkuantifikasi. Upaya nilai ekonomi akan memberikan gambaran manfaat lingkungan yang diperoleh dalam terminologi ekonomi atau menghitung nilai ekonomi total sumber daya air merupakan langkah tepat untuk memberikan pemahaman bahwa lingkungan sangat berharga dan perlu dijaga demi keberlanjutan. Menurut Hufschmidt (1992), secara garis besar metode penilaian manfaat ekonomi (biaya lingkungan) suatu sumberdaya alam dan lingkungan pada dasarnya dapat dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu berdasarkan pendekatan yang berorientasi pasar dan pendekatan yang berorientasi penilaian hipotesis.

Tindakan selanjutnya dari penilaian ekonomi adalah melalui kemauan untuk membayar (KUM) akan terlihat bagaimana para pemanfaat jasa lingkungan sangat responsif terhadap ketersediaan yang terus menerus dan dibuktikan dengan bersedia membayar lebih jasa lingkungan sumber daya air. Nilai ini akan menjadi masukan bagi penyusunan kebijakan dalam penataan dan pengelolaan ruang yang berwawasan lingkungan dan membantu dalam menyusun perencanaan DAS. Seperti diungkapkan oleh Munasinghe (1993), bahwa konsep dasar dalam penilaian ekonomi yang mendasari semua teknik adalah kesediaan membayar dari individu untuk jasa-jasa lingkungan atau sumberdaya.

Upaya untuk memadukan kepentingan konservasi tanah dan air dengan ketersediaan dana rehabilitasi, maka perlu dilakukan optimalisasi penggunaan lahan yang dapat mengkompromikan berbagai aspek kepentingan. Salah satu metode optimalisasi

yang dapat digunakan untuk mengakomodasi berbagai tujuan tersebut (kepentingan konservasi tanah dan air, dan ketersediaan dana rehabilitasi) adalah model program tujuan ganda (*multiple goal programing*). Metode program tujuan ganda ini dapat mengakomodasi berbagai tujuan tersebut (Nasendi, Anwar 1985; Mulyono 1991).

Pada analisis optimalisasi dengan program tujuan ganda, fungsi tujuannya adalah meminimumkan simpangan atau deviasi dari kendala tujuan yang ada. Hal yang dimaksud disini adalah erosi dan aliran permukaan. *Output* program tujuan ganda menghasilkan alternatif pengembangan yang paling optimal apabila deviasi pada tolok ukur erosi dan tolok ukur fluktuasi aliran permukaan minimal dengan penerapan agroteknologi yang implementasinya disesuaikan dengan biaya rehabilitasi yang tersedia.

### **6.1.6 Hubungan Antara Pengelolaan DAS dengan Fungsi Hidrologi**

Noordwijk *et al.* (2004) mengungkapkan konsep pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai penyedia air berkualitas baik secara terus menerus, mungkin merupakan konsep lama yang hampir sama lamanya dengan konsep pertanian beririgasi. Namun demikian, masih terdapat ketidakjelasan antara kriteria dan indikator yang dapat memenuhi harapan realistis kita yang didasarkan pada hubungan sebab – akibat pengelolaan DAS dan mengikutsertakan para multipihak. Pengelolaan DAS seringkali dihubungkan dengan tingkat penutupan lahan oleh hutan, dengan asumsi bahwa ‘reforestasi’ atau ‘reboisasi’ dapat mengembalikan dampak negatif dari terjadinya deforestasi (penggundulan hutan).

Bahkan penelitian di Costa Rica menyebutkan bahwa adanya implementasi program Daerah Aliran Sungai (DAS) berhutan telah menurunkan tingkat sedimentasi sampai 69% dan mampu mengurangi biaya perbaikan kualitas air sebesar US\$ 2000 tiap bulan (Kourous, 2003).

Pendapat umum tentang peranan hutan dalam mengatur tata air adalah hutan sebagai kesatuan dari tanah, akar, dan serasah yang berfungsi sebagai spon yang menyimpan air selama musim penghujan dan mengeluarkannya selama musim kemarau. Meskipun tanah hutan mempunyai kapasitas infiltrasi dan penyimpanan lebih tinggi dari pada non hutan, air ini sering lebih banyak dikonsumsi lagi oleh hutan itu sendiri dari pada dialirkan ke sungai (Bruijnzeel, 1990).

Aliran sungai lebih ditentukan oleh tingkat curah hujan dari pada oleh proses hidrologi lainnya yang dipengaruhi oleh DAS. Aspek utama yang termasuk dalam aliran sungai adalah total hasil air tahunan, keteraturan aliran, frekuensi terjadinya banjir pada lahan basah, dataran aluvial dan ketersediaan air pada musim kemarau. Agar lebih terfokus dalam mempelajari fungsi DAS diperlukan pemilahan antara kontribusi hujan, *terrain* (bentuk topografi wilayah serta sifat geologi lain yang tidak dipengaruhi langsung oleh adanya alih guna lahan), serta peran tutupan lahan (terutama yang langsung dipengaruhi oleh aktivitas manusia). Kriteria besarnya debit sungai relatif terhadap jumlah curah hujan ini difokuskan kepada fungsi DAS yang dipengaruhi oleh sistem penggunaan lahan dan sistem tutupan lahan dengan karakteristik lokasi yang berbeda dari satu tempat dengan tempat lainnya.

Karakteristik lokasi tersebut antara lain jumlah dan pola curah hujan yang tidak bisa diubah dengan mudah oleh kegiatan manusia. Kriteria fungsi DAS tersebut berbeda relevansinya bagi setiap multi pihak sesuai dengan kepentingan dan sudut pandang masing-masing.

Tersedianya indikator kuantitatif untuk berbagai kriteria sangat diperlukan karena akan membantu proses negosiasi bagi multi pihak, walaupun kriteria ini mungkin tidak dapat memenuhi keinginan semua pihak di dalam pengelolaan DAS. Kriteria ini dapat dihubungkan langsung dengan pengertian kuantitatif bagaimana hujan atau presipitasi ( $P$ ) terurai menjadi aliran sungai ( $Q$ ) dan evapotranspirasi ( $Et$ ) pada suatu sistem neraca air.

Hubungan antara faktor-faktor tersebut dapat membantu dalam memahami logika dan tarik ulur antara perubahan transmisi air, daya sangga kejadian puncak hujan, dan fungsi DAS dalam menyalurkan air secara perlahan. Melalui analisis hubungan perubahan tutupan lahan terhadap proses intersepsi kanopi, infiltrasi air ke dalam tanah, penyerapan air oleh tanaman, penyimpanan air di dalam tanah untuk sementara waktu (yang selanjutnya akan mengalami evapotranspirasi dan transpirasi oleh tanaman), maka dapat memahami dampak penutupan lahan terhadap neraca air tahunan.

### 6.1.7 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Aliran Permukaan

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian disadari menimbulkan banyak masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dialih gunakan menjadi lahan usaha lain. Banuwa (2008) melaporkan, hubungan antara erosi dengan penebangan hutan, yaitu erosi dari suatu *small catchment area* di Guyana Perancis meningkat secara drastis setelah dilakukan penebangan hutan (*deforestation*). Hasil observasi yang dilakukan pada skala petak kecil juga menunjukkan bahwa penebangan vegetasi alami telah menyebabkan terjadinya peningkatan koefisien *run off* 25-100 kali, sementara itu erosi meningkat pula sampai lebih dari 10 kali lipat (Roose 1986). Permukaan tanah yang dibiarkan terbuka juga menyebabkan terjadinya fluktuasi suhu dan regim kelembaban tanah menjadi lebih besar. Hal ini menyebabkan terjadinya percepatan penurunan kadar bahan organik tanah (Lal 1994).

Aliran permukaan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah yang mengalir ketempat lebih rendah seperti sungai, danau atau laut (Schwab *et al.* 1981). Sedangkan menurut UU No.7 tahun 2004 tentang sumber daya air dikatakan bahwa, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Menurut Arsyad (2010), aliran permukaan (*run off*) adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah. Aliran permukaan inilah yang dapat menyebabkan erosi tanah, karena mampu mengangkut bagian bagian tanah yang

terdispersi oleh butir hujan. Dalam pengertian ini *run off* adalah aliran di atas permukaan tanah sebelum air tersebut sampai ke dalam saluran atau sungai. Faktor faktor yang mempengaruhi sifat sifat aliran permukaan adalah sebagai berikut; curah hujan (jumlah, laju, dan distribusi), suhu, tanah (tipe, substratum), topografi, luas daerah aliran, vegetasi penutup tanah (tipe, jumlah, dan kerapatan), dan sistem pengolahan tanah. Pengendalian aliran permukaan akan berdampak secara langsung terhadap erosi yang pada gilirannya akan dapat mempengaruhi ketersediaan air pada musim kemarau dan pencegahan banjir pada musim penghujan.

Volume aliran permukaan yang berlebihan dapat berpotensi menimbulkan banjir di bagian hilir. Hal ini sesuai dengan pendapat Irianto (2003) yang menyatakan bahwa curah hujan tahunan yang terakumulasi pada waktu pendek (Desember-Februari) menyebabkan tanah tidak mampu menampung semua volume air hujan. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan, hal ini diperburuk dengan meningkatnya alih fungsi hutan menjadi penggunaan lain seperti pertanian, permukiman, industri dan sawah, sehingga kondisi ini menimbulkan potensi banjir yang cukup besar di wilayah hilir. Selanjutnya dikatakan bahwa besarnya aliran permukaan juga akan menimbulkan erosi yang berlebihan sehingga secara langsung akan menurunkan kesuburan tanah. Penurunan kesuburan tanah menyebabkan makin berkurangnya vegetasi yang mampu tumbuh dengan baik, sehingga tutupan lahan semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya pengisian (*recharging*) cadangan air di bagian hulu yang berakibat timbulnya kekeringan pada saat musim kemarau.

Suryani dan Agus (2005) melaporkan, pada periode 1992–2002 di DAS Cijalupang (2792 ha) telah terjadi pengurangan luas hutan sebesar 2.35% dan kebun campuran sekitar 7.27%, akan tetapi tegalan meningkat sebesar 5.64 % dan pemukiman sekitar 5.11%. Dampak perubahan penggunaan lahan yang terjadi adalah meningkatnya total hasil air tahunan meskipun tidak signifikan (+0.35%). Perubahan signifikan terjadi pada komponen aliran permukaan. Total aliran permukaan meningkat sebesar 12.37% dan aliran dasar menurun sebesar 2.54%. Meningkatnya aliran permukaan disebabkan berkurangnya kemampuan tanah meretensi air akibat meningkatnya bilangan kurva aliran permukaan (*curve number*).

Bilangan kurva aliran permukaan merupakan fungsi dari tipe tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kandungan air tanah sebelumnya (SCS Engineering Division 1986), Williams (1995) menambahkan bahwa lereng ikut mempengaruhi bilangan kurva aliran permukaan. Semakin tinggi bilangan kurva aliran permukaan, semakin sedikit air yang dapat diretensi tanah, akibatnya semakin besar jumlah curah hujan yang langsung menjadi debit. Debit akan semakin tinggi di musim hujan dan semakin rendah di musim kemarau karena berkurangnya pengisian air bawah tanah (*recharge*). Begitu juga sebaliknya. semakin rendah bilangan kurva aliran permukaan, semakin banyak air yang dapat diretensi tanah. Akibatnya jumlah curah hujan yang langsung menjadi debit akan semakin sedikit.

## 6.1.8 Hubungan Fungsi Hidrologi dengan Tutupan Lahan

Tutupan lahan oleh pohon (tutupan pohon) dengan segala bentuknya dapat mempengaruhi aliran air permukaan. Tutupan pohon tersebut dapat berupa hutan alami, atau sebagai permudaan alam (*natural regeneration*), pohon yang dibudidayakan, pohon sebagai tanaman pagar, atau pohon monokultur (misalnya hutan mengantisipasi adanya proses peluruhan dan penyumbatan pori makro tanah). Tutupan pohon mempengaruhi aliran air dalam berbagai tahap.

6.1.8.1 Serapan air. Sepanjang tahun tanaman menyerap air dari berbagai lapisan tanah untuk mendukung proses transpirasi pada permukaan daun. Faktor – faktor yang mempengaruhi jumlah serapan air oleh pohon adalah fenologi pohon, distribusi akar dan respon fisiologi pohon terhadap cekaman parsial air tersedia. Serapan air oleh pohon diantara kejadian hujan akan mempengaruhi jumlah air yang dapat disimpan dari kejadian hujan berikutnya, sehingga selanjutnya akan mempengaruhi proses infiltrasi dan aliran permukaan. Serapan air pada musim kemarau, khususnya dari lapisan tanah bawah akan mempengaruhi jumlah air tersedia untuk ‘aliran lambat’ (*slow flow*).

6.1.8.2 Intersepsi air hujan. Selama kejadian hujan, tajuk pohon dapat mengintersepsi dan menyimpan sejumlah air hujan dalam bentuk lapisan tipis air (*waterfilm*) pada permukaan daun dan batang yang selanjutnya akan mengalami evaporasi sebelum jatuh ke tanah. Banyaknya air yang

dapat diintersepsi dan dievaporasi tergantung pada indeks luas daun (*LAI*), karakteristik permukaan daun, dan karakteristik hujan. Intersepsi merupakan komponen penting jika jumlah curah hujan rendah, tetapi dapat diabaikan jika curah hujan tinggi. Apabila curah hujan tinggi, peran intersepsi pohon penting dalam kaitannya dengan pengurangan banjir.

6.1.8.3 Perlindungan agregat tanah. Vegetasi dan lapisan serasah melindungi permukaan tanah dari pukulan langsung tetesan air hujan yang dapat menghancurkan agregat tanah, sehingga terjadi pemadatan tanah. Hancuran partikel tanah akan menyebabkan penyumbatan pori tanah makro sehingga menghambat infiltrasi air tanah, akibatnya limpasan permukaan akan meningkat. Peran lapisan serasah dalam melindungi permukaan tanah sangat dipengaruhi oleh ketahanannya terhadap pelapukan; serasah berkualitas tinggi (mengandung hara, terutama N tinggi) akan mudah melapuk sehingga fungsi penutupan permukaan tanah tidak bertahan lama.

6.1.8.4 Infiltrasi air. Proses infiltrasi tergantung pada struktur tanah pada lapisan permukaan dan berbagai lapisan dalam profil tanah. Struktur tanah juga dipengaruhi oleh aktivitas biota yang sumber energinya tergantung kepada bahan organik (serasah di permukaan, eksudasi organik oleh akar, dan akar-akar yang mati). Ketersediaan makanan bagi biota (terutama cacing tanah) penting untuk mengantisipasi adanya proses peluruhan dan penyumbatan pori makro tanah.

Tujuan penelitian pada bagian ini adalah: a) mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap prediksi erosi, b) mengkaji penggunaan lahan yang paling berpengaruh terhadap koefisien aliran permukaan, c) menduga volume air yang hilang dan yang bisa dimanfaatkan, d) mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap koefisien aliran permukaan tahunan maupun musiman, dan e) mengkaji koefisien regim sungai

### 6.1.9 Perubahan Penggunaan Lahan DAS Mahat Hulu

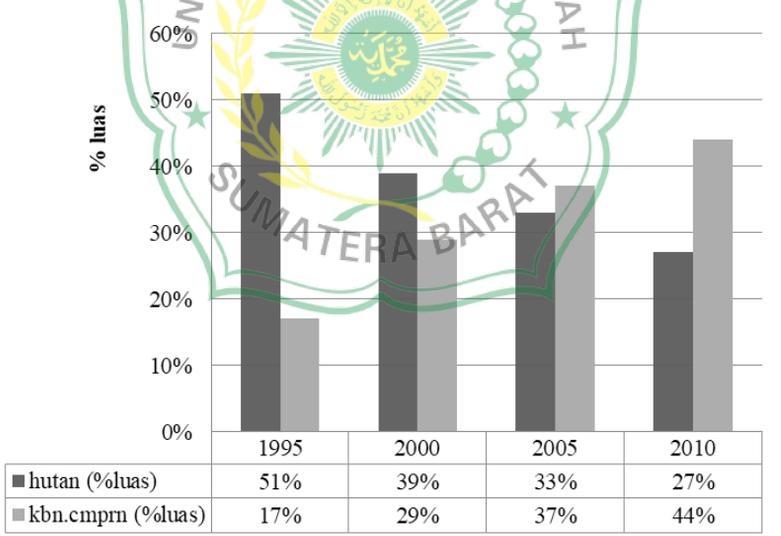
Analisis perubahan penggunaan lahan melalui citra dilakukan pada 3 (tiga) periode waktu yaitu 1995-2000, 2000-2005, dan 2005-2010 (Tabel 2). Pada tahun 1995 penggunaan lahan DAS Mahat Hulu masih didominasi oleh vegetasi hutan seluas 14523.03 ha (50.89%), kebun campuran 4889.3 ha (17.13%), semak belukar 3379.87 ha (11.84%), ladang/tegalan 2641.68 ha (9.26%), sawah (6.31%), pemukiman 65.1 ha (0.23%), dan tubuh air 217.17 ha (0.76%).

**Tabel 2.** Perubahan penggunaan lahan DAS Mahat Hulu tahun 1995 - 2010

No	Penggunaan Lahan	Tahun 1995		Tahun 2000		Tahun 2005		Tahun 2010	
		ha	%	Ha	%	ha	%	Ha	%
1	Hutan	14 523.03	50.89	11 246.38	39.41	9 536.38	33.42	7 980.96	27.97
2	Kebun campuran	4 889.30	17.13	8 459.85	29.65	10 734.45	37.62	12 629.32	44.26
3	Semak belukar	3 379.87	11.84	3 220.11	11.28	2 819.84	9.88	3 603.97	12.63
4	Tegalan	2 641.68	9.26	2 479.87	8.69	2 225.21	7.80	1 067.22	3.74
5	Sawah	1 800.24	6.31	1 819.12	6.37	1 897.65	6.65	1 908.02	6.69
6	Pemukiman	65.10	0.23	66.50	0.23	68.40	0.24	69.70	0.24
7	Air	217.71	0.76	251.35	0.88	283.69	0.99	306.48	1.07
8	Awan	1 018.56	3.57	992.31	3.48	969.87	3.40	969.82	3.40
	<b>Total</b>	28 535.49	100.00	28 535.49	100.00	28 535.49	100.00	28 535.49	100.00

**Sumber:** Data dianalisis dari interpretasi citra (1995-2010)

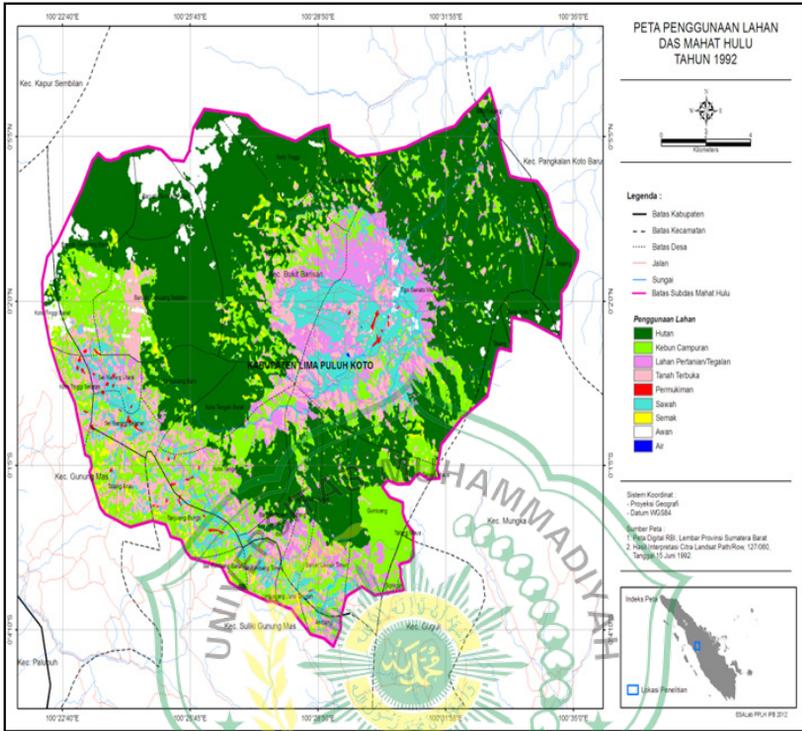
Penggunaan lahan hutan terus berkurang seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan lahan perkebunan. Hasil interpretasi citra tahun 2010 memperlihatkan luas kawasan semakin berkurang (deforestasi). Luas hutan dari 14523.03 ha turun menjadi 7.980.96 ha (27.97%), kebun campuran mengalami peningkatan dari 4889.3 ha naik menjadi 12629.32 ha (44.26%), semak belukar meningkat dari 3379.87 ha menjadi 3603.97 ha (12.63%), sementara ladang dan tegalan turun dari 2641.68 ha menjadi 1067.22 ha (3.74%). Pada penggunaan lahan sawah mengalami peningkatan 0.08 % dari luas lahan 1800.24 ha menjadi 1908.02 ha (6.69%), sementara itu pemukiman naik sebesar 0.24% dari luas 65.1 ha menjadi 69.7 ha (0.24%). Sampai tahun 2010 luasan hutan berkurang sebesar 22.92 %. Perubahan penggunaan lahan hutan dan kebun campuran (Gambar 10).



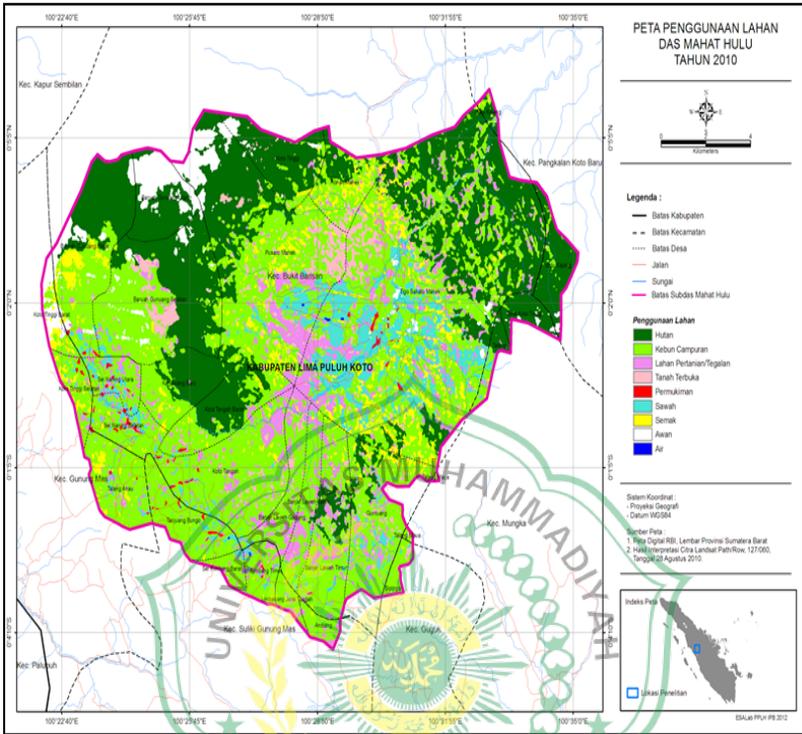
**Gambar 10.** Perubahan penggunaan lahan hutan dan kebun campuran tahun (1995 - 2010) di DAS Mahat Hulu

Keberadaan hutan di DAS Mahat Hulu hingga tahun 1995 masih terjaga dengan baik. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut: 1) masyarakat masih menjunjung tinggi nilai-nilai kearifan lokal yang di anut dimana hutan merupakan harta yang dimiliki oleh nagari atau kaum yang pemanfaatannya hanya sebatas untuk kepentingan pribadi untuk kebutuhan memperbaiki rumah, 2) hutan diyakini sebagai tumbuhan penyedia sumber daya air yang sangat dibutuhkan masyarakat.

Menurut Sjarifuddin (2011), masyarakat Minangkabau sudah memiliki kearifan lokal dalam kegiatan pengelolaan, pengamanan dan perlindungan hutan dan sumber daya alam lain dengan filosofinya; “*ka lauik babungo karang* (ke laut berbunga), *ka sungai babungo pasie* (ke sungai berbunga pasir), *ka rimbo babungo kayu* (ke rimba berbunga kayu). Selain itu, adanya para *tuo-tuo rimbo* (tetua rimba/tetua nagari) yang bertugas menjaga hutan. Beberapa warisan pemikiran yang diturunkan oleh para tetua adat melalui petatah-petitih seperti “*Nan lereng ditanam tabu* (yang lereng ditanam tebu), *nan gurun buek kaparak* (yang gurun dijadikan ladang), *nan bancak jadikan sawah* (yang berair dijadikan sawah), *nan munggu kapandam pakuburan* (yang tinggi untuk kuburan), *nan gauang katabek ikan* (yang rendah untuk kolam ikan), *nan lambang kubangan kabau* (yang becek tempat mainan kerbau), dan *nan padka kaparumahan* (yang keras untuk perumahan), mencirikan penggunaan lahan harus sesuai dengan kemampuan lahan itu sendiri. Semua ini merupakan bukti bahwa secara tradisional masyarakat adat telah mampu membuat perencanaan berbasis pada potensi lokal. Selanjutnya, penggunaan lahan DAS Mahat Hulu pada tahun 1995 dan tahun 2010 dapat dilihat jelas pada Gambar 11 dan 12.

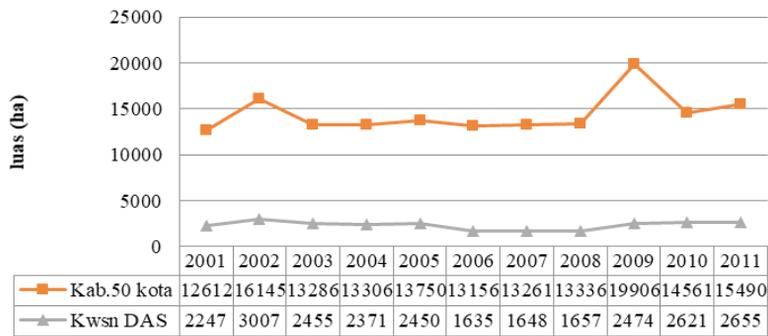


**Gambar 11.** Peta penggunaan lahan DAS Mahat Hulu



**Gambar 12.** Peta penggunaan lahan DAS Mahat Hulu tahun 2010

Pengurangan luas hutan dipicu oleh keinginan masyarakat untuk membuka lahan usaha baru dan penebangan kayu. Luas lahan gambir di DAS Mahat Hulu cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tahun 2001 hanya 2247 ha meningkat menjadi 2655 ha tahun 2011 (Gambar 13).



**Gambar 13.** Perkembangan luas tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb*) di Kabupaten Lima Puluh Kota dan DAS Mahat Hulu (2001 - 2011)

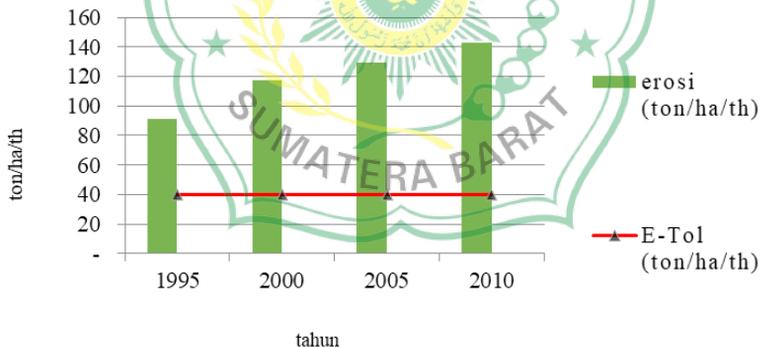
Pemicu deforestasi juga diakibatkan melemahnya fungsi kontrol ninik mamak yang sudah diamankan oleh aturan adat setempat. Diberlakukannya UU 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, juga salah satu pendorong para pemangku amanah, ninik mamak semakin tidak berperan karena tidak mengakui lagi yang namanya hutan adat satu kebijakan pemerintah pusat yang sangat tidak populer. Meskipun putusan MK no 35/PUU-X/2012 yang menyatakan hutan adat bukan lagi bagian dari hutan negara. Secara rinci penggunaan lahan, lereng, dan jenis tanah DAS Mahat Hulu tahun 1995, 2000, 2005, dan 2010 disajikan pada lampiran 2, 3, 4, dan 5.

#### 6.1.10 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Prediksi Erosi

Perubahan penggunaan lahan di DAS Mahat Hulu telah meningkatkan prediksi erosi tanah secara nyata (Gambar 14). Pada tahun 1995 luas hutan mencapai 51% dari luas DAS dan kebun

campuran 17%, erosi yang terjadi mencapai 97 ton/ha/th dan pada tahun 2010 luas hutan menurun menjadi 27% dan kebun campuran naik mencapai 44% dari luas DAS, erosi yang terjadi sebesar 142.7 ton/ha/th. Sementara erosi yang ditoleransi hanya sampai 39.6 ton/ha/th.

Erosi dan berbagai akibat yang ditimbulkan di DAS Mahat Hulu lebih disebabkan oleh penggunaan lahan yang semakin intensif tanpa atau kurang memperhatikan teknik konservasi tanah dan air yang memadai. Faktor pendorong lain adalah jenis komoditi unggulan di DAS Mahat Hulu yaitu gambir (*Uncaria gambir Roxb*) cenderung ditanam di lahan yang berlereng agak curam. Pemikiran seperti ini sudah membudaya dikalangan masyarakat tani dengan alasan rumpunnya banyak dan memiliki batang yang lebih besar sehingga menghasilkan ranting dan daun yang lebih banyak.



**Gambar 14.** Tingkat prediksi erosi (ton/ha/th) DAS Mahat Hulu tahun 1995 - 2010

Proses pengolahan getah gambir menggunakan kayu sebagai bahan bakar juga menjadi faktor penyebab lain lahan semakin terbuka (Gambar 15). Hasil perhitungan untuk 1 (satu) hari perebusan dengan luas kebun 1 ha membutuhkan 0.20 sampai 0.75 m<sup>3</sup> (kubik) kayu. Seperti diungkapkan oleh Roose (1986) penebangan vegetasi alami telah meningkatkan erosi sampai 10 kali lipat dan koefisien *run off* 25-100 kali. Usaha kebun campuran tersebut tidak menggunakan kaidah konservasi tanah dan air, sehingga diyakini terjadinya degradasi lahan dan mempengaruhi fungsi hidrologi DAS.



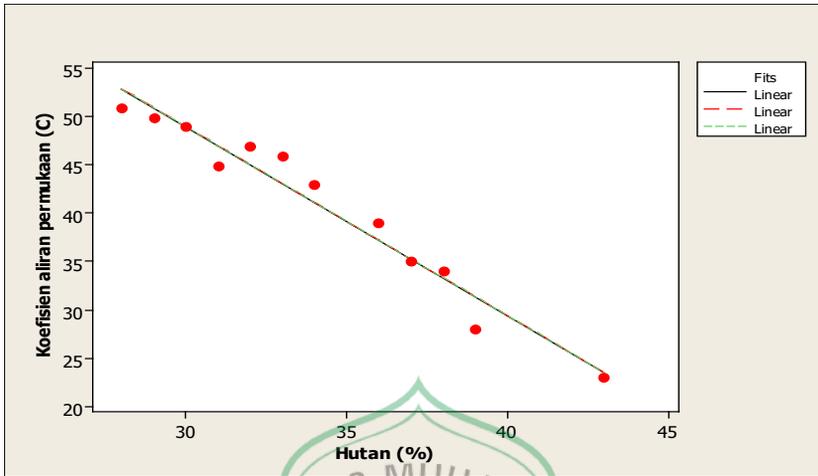
**Gambar 15.** Kayu sebagai bahan bakar untuk merebus daun gambir

### **6.1.11 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi**

DAS Mahat Hulu merupakan salah satu sentra produksi gambir (*Uncaria gambir Roxb*). Komoditas ini termasuk tanaman khas daerah tropis dengan manfaat serbaguna. Prospek pasar dan

potensi pengembangannya cukup baik karena digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri. Komoditi ini termasuk dalam sepuluh komoditas ekspor utama provinsi Sumatera Barat. Tanaman ini merupakan mata pencaharian utama keluarga petani DAS Mahat Hulu. Penduduk semakin meningkat dan kebutuhan lahan usaha juga semakin tinggi. Lahan yang tersedia adalah hutan, akibatnya permukaan tanah semakin terbuka dan potensi meningkatnya aliran permukaan semakin tinggi, disamping pengaruh sifat fisik tanah lainnya.

Melihat pengaruh perubahan lahan hutan atau vegetasi penutup tanah lainnya terhadap koefisien aliran permukaan (C) dilakukan dengan metoda statistik regresi berganda, sehingga diperoleh persamaan umum sebagai berikut (dengan  $n = 12$ ):  $C = 181 - 2.41 \text{ htn} - 0.64 \text{ kbn} - 0.43 \text{ cpr} - 0.43 \text{ smk} - 3.66 \text{ tgl}$  dan  $R\text{-Sq} = 97.1\%$ ,  $VIF > 1$  membuktikan ada tarik menarik antar prediktor, sehingga pengolahan data dilanjutkan dengan menggunakan metoda *Stepwise Regression* dan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut:  $C (\%) = 107.9 - 1.96 \text{ hutan}$  dan  $R\text{-Sq} = 95.67\%$  (Lampiran 14). Persamaan regresi antara variable proporsi luas hutan dengan koefisien aliran permukaan (C) DAS Mahat Hulu dapat dilihat pada (Gambar 16)



**Gambar 16.** Persamaan regresi koefisien aliran permukaan (C) dan luas lahan DAS Mahat Hulu

Besarnya koefisien aliran permukaan menggambarkan kehilangan air yang tidak dapat dimanfaatkan, karena langsung mengalir. Simulasi yang dilakukan berdasarkan persamaan pengaruh hutan terhadap aliran permukaan (persentase) air yang terbuang begitu saja tanpa bisa dimanfaatkan adalah 317.39 jt m<sup>3</sup>/th –45.73 jt m<sup>3</sup>/th pada kawasan hutan 20% - 50% dari luas DAS (Tabel 3). Kehilangan air yang demikian besar diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan hutan ke areal penggunaan lain, terutama untuk kebun campuran yang diduga dapat menurunkan kapasitas infiltrasi, sehingga jumlah air hujan yang menjadi aliran permukaan jauh lebih besar dari yang terinfiltrasi.

Melihat kondisi tersebut, sangat diperlukan upaya rehabilitasi hutan dan penerapan agroteknologi yang mampu mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan infiltrasi DAS

Mahat Hulu. Seperti apa yang dikemukakan oleh Suwardjo (1981), bahwa penggunaan mulsa salah satu penerapan agroteknologi dinilai sangat efektif menekan aliran permukaan dan erosi tanah. Efektifitasnya tergantung kepada jumlah dan daya tahan terhadap proses dekomposisi. Salah satu jenis mulsa adalah jerami cukup efektif pada lahan dengan kelerengan hingga 26 persen.

Peningkatan luas hutan pada suatu DAS mampu menurunkan nilai koefisien aliran permukaan (C) yang pada akhirnya dapat meningkatkan jumlah air yang dapat dimanfaatkan (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena hutan mampu mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas infiltrasi. Dengan demikian, pengembangan sumber daya air dengan kegiatan rehabilitasi hutan (penghutan kembali) yang dilaksanakan pada DAS Mahat Hulu akan mampu meningkatkan ketersediaan air bagi masyarakat hilir terutama untuk PLTA Koto Panjang.

**Tabel 3.** Simulasi perubahan penggunaan lahan (%) terhadap (C) dan pendugaan air yang hilang DAS Mahat Hulu tahun 2010

No	Luas hutan (%)	C (%)	CH Th (mm/th)	Air hilang (m <sup>3</sup> /th)	nilai air (Rp/tahun)	air manfaat (m <sup>3</sup> /th)	Nilai air (tahun)
1	20	68,7	1619	317 386 844	380 864 212	144 602 739	173 523 280 000
2	25	58,9	1619	272 111 864	326 534 237	189 877 718	227 853 260 000
3	30	49,1	1619	226 836 885	272 204 262	235 152 697	282 183 230 000
4	35	39,3	1619	181 561 906	217 874 287	280 427 676	336 513 210 000
5	40	29,5	1619	136 286 927	163 544 312	325 702 656	390 843 180 000
6	45	19,7	1619	91 011 947	109 214 337	370 977 635	445 173 160 000
7	50	9,9	1619	45 736 968	54 884 362	416 252 614	499 503 130 000

Sumber : Data hasil olahan sendiri (2012),

Keterangan : 1 m<sup>3</sup> air PDAM Kab. Lima Puluh Kota = Rp 1200.- (2012)

Penurunan luas hutan yang terjadi secara periodik sejak tahun 1999-2010 menyebabkan koefisien aliran permukaan semakin meningkat, berarti volume air yang tidak bisa dimanfaatkan semakin tinggi (Tabel 5). Pada Tabel 5 periode 1999 – 2002 luas hutan 11200.2 ha (39.3%) koefisien aliran permukaan (C) 30.03% atau 138.74 jt m<sup>3</sup>/th air tidak dapat dimanfaatkan. Pada periode tahun 2007- 2010 terlihat luas hutan berkurang menjadi 8447.6 ha (29.6%) dan akibatnya terjadi peningkatan koefisien aliran permukaan (C) menjadi 48.40%, dampaknya adalah air yang hilang dan tidak dapat digunakan meningkat menjadi 223.60 juta m<sup>3</sup>/th. Data kecamatan dalam angka tahun 2011 menunjukkan peningkatan luas areal dan produksi gambir. Pada tahun 2009 luas areal tanam hanya 2474 ha, dan meningkat menjadi 2621 ha tahun 2010. Untuk lengkapnya koefisien aliran permukaan dari tahun 1999 –2010 dapat dilihat pada lampiran 7.

Semakin luas hutan maka koefisien aliran permukaan semakin berkurang. Hal ini sejalan dengan pernyataan Farida dan Noordwijk (2004) tentang luas hutan dalam suatu DAS mempunyai fungsi transmisi air (*transmite water*), fungsi penyangga (*buffering*), dan fungsi pelepasan air secara bertahap (*gradually release water*). Selanjutnya mereka mengungkapkan tentang penurunan luas hutan yang dikaji secara periodik, ternyata memberi pengaruh negatif terhadap aspek aspek hidrologi seperti koefisien aliran permukaan (C).

Hasil penelitian Handayani *et al.* (2005) di DAS Ciliwung Hulu, membuktikan penurunan tutupan hutan seluas 4897 ha (18.1% luas DAS) tahun 1989 menjadi 4459 ha (16.2% luas DAS)

tahun 1998 akan meningkatkan debit puncak dari 489.34 m<sup>3</sup>/det menjadi 582.18 m<sup>3</sup>/det (meningkat 18.97%). Kenyataan ini menunjukkan bahwa perubahan pemanfaatan lahan hutan menjadi pemanfaatan lain berkontribusi sangat besar terhadap peningkatan debit maksimum rata-rata dan volume aliran permukaan.

Arief *et al.* (1991) menunjukkan bahwa DAS hutan *Pinus Merkussi* mempunyai tebal tampungan air tanah 312 mm, sedangkan pada DAS pertanian pada kondisi geologi dan topografi yang sama total tampungan air tanahnya hanya 27 mm, sedangkan pada DAS penutupan lahan campuran di daerah Cikapundung Gandok tebal tampungan air tanahnya 241 mm dan pada daerah Cigulung Maribaya pada kondisi penutupan lahan campuran total kandungan airnya 254 mm, sehingga dengan demikian DAS berhutan lebih banyak menyimpan air tanah.

Periode	Hutan (ha)	hutan (%)	Kbn.cpr (ha)	Kbn.cpr (%)	CH (mm)	debit		
						rata rata harian(m <sup>3</sup> / di)	Volume debit (mm)	C (%)
1999-								
2002	11 200.2	39.3 a	8 443.3	29.6 a	2 149.3 a	5.71 a	630.76 a	30.03 a
2003-								
2006	9 683.8	33.2 b	10 408.0	36.5 b	1 926.3 a	7.62 b	841.57 b	44.10 b
2007-								
2010	8 447.6	29.6 c	11 976.0	42.0 c	1 894.5 a	8.29 b	915.89 b	48.40 b

**Tabel 4.** Koefisien aliran permukaan (C) DAS Mahat Hulu (1999 - 2010)

Keterangan : Angka angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT. Sumber: Data diolah dari data debit dan curah hujan DAS Mahat Hulu (1999-2010)

Keterangan : Curah hujan (Lampiran 6), Debit rata rata harian (lampiran 10)

..... Volume debit = (debit\*86400\*365/Luas DAS (28535.49 ha)  
C = Koefisien aliran permukaan (Volume debit/Curah hujan)\* 100

Dampak berkurangnya luas hutan terhadap koefisien aliran permukaan berdasarkan musim dapat dilihat pada Tabel 6 dan Lampiran 8 dan 9. Hasil analisis memperlihatkan musim hujan pada periode 1990–2002 koefisien aliran permukaan sebesar 27.9% atau volume debit air yang mengalir sebesar 128.90 jt m<sup>3</sup>/th. Sementara itu, pada musim kering pada periode yang sama koefisien aliran permukaan hanya 19.6% atau volume debit air mengalir 90.55 jt m<sup>3</sup>/th. Volume debit pada musim hujan meningkat hampir 38.35 jt m<sup>3</sup>/th dibandingkan dengan volume debit pada musim kering.

Periode tahun 2007-2010 koefisien aliran permukaan pada musim hujan mencapai 36.4% atau 168.16 jt m<sup>3</sup>/th volume debit yang mengalir di sungai tanpa bisa dimanfaatkan. Sementara pada periode yang sama dimusim kering koefisien aliran permukaan 24.2% (111.80 jt m<sup>3</sup>/th. Perbedaan volume debit pada musim hujan dan kering juga mencirikan lahan terbuka semakin luas dan kapasitas infiltrasi menurun, akibatnya DAS Mahat Hulu berpotensi terjadinya banjir dimusim hujan dan kekeringan dimusim kemarau. Laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Lima Puluh Kota tahun 2013 menunjukkan hampir setiap musim hujan kecamatan Bukit Barisan atau DAS Mahat Hulu terjadi banjir dan longsor.

Jenis tanah *Typic tropudult* yang dominan di DAS Mahat Hulu juga merupakan salah satu jenis tanah yang didominasi oleh

liat dan kemampuan untuk melalukan air infiltrasi rendah sampai sedang (5.8 – 18.6 cm/jam), permeabilitas dengan kecepatan 3.0 – 12.5 cm/jam mencirikan kondisi tanah untuk dilalui air lambat sampai sedang, serta lereng yang didominasi diatas 25% kondisi biofisik semuanya mencirikan air tidak mudah tersimpan dan aliran permukaan cukup tinggi.

**Tabel 5.** Koefisien aliran permukaan (C) DAS Mahat Hulu berdasarkan musim

Periode	musim hujan				musim kering			
	CH (mm)	Debit rata-rata harian (m <sup>3</sup> /dtk)	Volume debit (mm)	C (%)	CH (mm)	debit rata-rata harian (m <sup>3</sup> /dtk)	Volume debit (mm)	C(%)
1999-2002	244.8 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>	59.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	119.7 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	23.7 <sup>a</sup>	19.6 <sup>a</sup>
2003-2006	186.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>	58.0 <sup>a</sup>	32.2 <sup>a</sup>	199.2 <sup>a</sup>	3.1 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	28.6 <sup>b</sup>
2007-2010	175.8 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>	59.3 <sup>a</sup>	36.4 <sup>b</sup>	126.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	30.7 <sup>a</sup>	24.2 <sup>b</sup>

Keterangan : Angka angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT

Sumber .... : Data diolah dari data debit dan curah hujan DAS Mahat Hulu (1999-2010)

Keterangan : Curah hujan (Lampiran 6), Debit rata rata harian bulan basah dan bulan kering (lampiran 10)

..... Volume debit = (debit\*86400\*365/Luas DAS (28535.49 ha)

C = Koefisien aliran permukaan (Volume debit/Curah hujan)\* 100

Perubahan penggunaan lahan juga berdampak terhadap rasio debit pada musim hujan dan musim kering (Lampiran 11 dan 12). Perubahan penggunaan lahan yang terjadi sejak tahun 1999 sampai 2010 menyebabkan rasio Qmax/Qmin meningkat cukup tinggi. Pada tahun 2007-2010 rasio Qmax/Qmin 71.2 sementara pada tahun 1999-2002 hanya 33.7 (Lampiran 13).

Berdasarkan hasil analisis regresi stepwise maka alternatif penggunaan lahan dalam kaitannya dengan debit sungai lebih ditentukan oleh perubahan penggunaan lahan hutan. Oleh karena itu acuan dalam menentukan alternatif penggunaan lahan adalah luasan kawasan hutan yang harus dipertahankan agar pengembangan sumber daya air dapat diwujudkan di DAS Mahat Hulu.

Uraian-uraian di atas menunjukkan bahwa penurunan luas hutan akan berpengaruh besar terhadap penurunan ketersediaan air, dimana ketersediaan air ini merupakan gambaran dari debit minimum. Hal ini berkaitan dengan siklus hidrologi yang menjelaskan bahwa penggunaan lahan akan mempengaruhi komponen-komponen siklus hidrologi seperti evapotranspirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi dan aliran permukaan. Proses-proses yang terkait dengan komponen-komponen di dalam siklus hidrologi akan terpengaruh terhadap aliran sungai.

Fenomena di atas menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan khususnya hutan di daerah tropis akan mempengaruhi siklus hidrologi. Hasil penelitian Suryani dan Agus (2005) juga membuktikan bahwa akibat perubahan penggunaan lahan menyebabkan meningkatnya aliran permukaan disebabkan penurunan kemampuan tanah meretensi air juga menandakan meningkatnya jumlah hujan yang berubah langsung menjadi debit. Akibatnya debit semakin tinggi di musim hujan (Oktober-April) dan rendah di musim kemarau (Mei-September).

Pudjiharta (2008) menyatakan keberadaan hutan untuk pengendalian permukaan dan debit tidak tak terbatas, tetapi diluar hutan ada faktor-faktor yaitu besarnya curah hujan, kemiringan

lereng, geologi (tanah) dan tata guna lahan, bahwa. Apabila salah satu faktor tersebut mengalami perubahan maka kondisi hidrologi DAS yang bersangkutan akan berubah diantaranya adalah aliran permukaan dan debit sungai, selanjutnya tingginya tingkat kekasaran permukaan dan bahan organik berupa sarasah dan kanopi yang rapat dari hutan merupakan faktor utama efektifnya hutan mengurangi aliran permukaan. Kekasaran permukaan, porositas tanah dan infiltrasi meningkat akibat adanya bahan organik yang menumpuk di permukaan tanah dan sekaligus mampu mengurangi aliran permukaan.

**Tabel 6.** Dampak perubahan penggunaan lahan DAS Mahat Hulu terhadap keefisien regim sungai (KRS)

Periode	Q maks	Q min	KRS (Qmax/Qmin)
1999-2002	53.9 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	33.7 <sup>a</sup>
2003-2006	68.9 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	45.9 <sup>b</sup>
2007-2010	78.3 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	71.2 <sup>c</sup>

Keterangan : Angka angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNT

Q maks = Debit harian yang tertinggi pada periode tersebut (Lampiran 13)

Q min = Debit harian yang terendah pada periode tersebut (Lampiran 13)

Perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap fluktuasi debit (KRS) rasio Qmax/Qmin juga pernah diteliti oleh Sinukaban *et al.* (2007) yang menyatakan, bahwa perubahan pemanfaatan lahan semak menjadi agroforestri (kebun campuran) di Sub DAS Manting Jawa Timur telah menyebabkan peningkatan fluktuasi debit (KRS) dari 9.7 pada tahun 1987, menjadi 10.1 pada

tahun 1988, dan menjadi 13.1 pada tahun 1999. Hal ini disebabkan karena agroforestri atau kebun campuran yang diterapkan menyebabkan sebagian lahan menjadi terbuka, sehingga berdampak pada peningkatan aliran permukaan.

Hasil penelitian Ilyas (2000) menunjukkan bahwa penurunan luas hutan pada DAS Karangmumus di Kalimantan Timur dari seluas 18% menjadi 10% dapat menyebabkan peningkatan laju puncak banjir sebesar 7.6% dari kondisi semula. Menurut Noordwijk *et al.* (2004) tutupan lahan oleh pohon dengan segala bentuknya dapat mempengaruhi aliran air (debit). Tutupan pohon tersebut dapat berupa pohon alami, atau regenerasi alami tanaman di hutan. Pohon yang dibudidayakan, pohon sebagai tanaman pagar atau pohon monokultur (hutan tanaman industri). Selanjutnya mereka mengatakan bahwa tutupan pohon mempengaruhi aliran air dalam berbagai tahap seperti: 1) intersepsi, 2) perlindungan agregat tanah, 3) infiltrasi, 4) serapan air, dan 5) drainase lansekap.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pramono *et al.* (2010) yang melakukan penelitian di DAS berlahan induk kapur KPH Cepu mengatakan bahwa debit puncak akan ikut berubah secara signifikan apabila terjadi perubahan luasan hutan yang semula 80% dari luas DAS turun menjadi 53% luas DAS, debit puncaknya naik dari 30 l/det/km<sup>2</sup> menjadi 67 l/det/km<sup>2</sup>. Kenyataan ini menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan menjadi penggunaan lain berkontribusi sangat besar terhadap peningkatan debit maksimum rata-rata dan volume aliran permukaan. Selanjutnya, kegiatan identifikasi penutupan lahan perlu diperdalam dengan mengukur kualitas penutupannya. Hal ini disebabkan karena sesuai

fungsinya sebagai pengatur tata air, kemungkinan kebun campuran dapat berfungsi sama dengan hutan, dengan kata lain respon jenis penutupan lahan bervegetasi mungkin akan sama terhadap hujan. Selain hal tersebut, kondisi ini juga menyebabkan simpanan air tanah menurun sehingga secara langsung akan menurunkan debit minimum rata-rata harian.

## **II. Alternatif Penggunaan Lahan Yang Optimal Dan Agroteknologi Untuk Pengembangan Sumber Daya Air Di Das Mahat Hulu**

### **II.1 Erosi dan Faktor yang Mempengaruhinya**

Tanah sebagai salah satu sumber daya alam mempunyai dua fungsi utama, yaitu: (1) sebagai sumber unsur hara bagi tanaman, dan (2) sebagai matrik tempat akar tanaman berjangkar dan air tanah tersimpan serta tempat unsur hara dan air diberikan. Hilangnya fungsi pertama masih dapat diperbaiki dengan penambahan pupuk, sedangkan fungsi kedua tidak mudah diperbaharui karena memerlukan waktu yang sangat lama untuk pembentukan tanah.

Erosi adalah peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain (Arsyad 2010).

Permasalahan mendasar dalam konteks suatu DAS yang harus disikapi secara serius adalah dampak erosi. Dampak erosi telah dikenal luas, yakni: 1) menurunnya produktivitas tanah, dan 2) meningkatnya sedimentasi yang berakibat mendangkalnya sungai dan saluran irigasi, dan 3) berkurangnya secara tajam umur

pemanfaatan waduk. Terjadinya erosi disebabkan oleh kekuatan jatuh butir-butir hujan dan aliran permukaan atau karena kekuatan angin. Pada sebagian besar daerah tropika basah seperti Indonesia, erosi disebabkan oleh kekuatan jatuh butir hujan dan aliran permukaan. Kajian yang dilakukan oleh JICA (2007) menyebutkan, bahwa sumber sedimentasi di waduk Gajah Mungkur berasal dari erosi tanah pada pengolahan lahan tegalan dan kawasan pemukiman.

Proses terjadinya erosi melalui beberapa tahap, yaitu pelepasan (*detachment*), pemindahan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*). Erosi yang diakibatkan oleh air sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan *run off*. Proses ini terdiri dari empat sub proses yang interaktif, yaitu : a) penghancuran oleh curah hujan, b) pengangkutan oleh curah hujan, c) penghancuran oleh *run off (scour erosion)* dan, d) pengangkutan oleh *run off*. Hujan jatuh di permukaan tanah akan menghancurkan partikel tanah dan memercikkan partikel tersebut ke atas, kemudian berpindah ke tempat lain.

Dampak yang ditimbulkan akibat berpindahnya partikel-partikel tanah tersebut yaitu akan terjadi penyumbatan pori-pori tanah sehingga akan mengurangi infiltrasi tanah karena telah terjadinya pemadatan tanah (*surface crusting*). Apabila hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka akan terjadi *run off* yang akan menghancurkan partikel tanah dan mengangkutnya dengan tenaga *run off*. Jika kecepatan aliran menjadi lambat atau terhenti, partikel akan mengalami deposisi atau sedimentasi. Banyaknya air mengalir dipermukaan tanah bergantung pada hubungan antara jumlah dan intensitas hujan dengan kapasitas infiltrasi tanah.

Erosi yang disebabkan oleh air hujan mengakibatkan hilangnya tanah lapisan atas (*top soil*), dimana tanah lapisan atas adalah tanah yang lebih subur dibandingkan dengan lapisan tanah dibawahnya (*sub soil*), dan pada tanah lapisan atas kandungan bahan organik dan unsur-unsur hara lebih tinggi. Kehilangan tanah lapisan atas akan mengakibatkan kehilangan bahan organik dan unsur-unsur hara tanah cukup besar bersama-sama dengan tanah yang tererosi, seperti terlihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Jumlah C-organik dan unsur hara yang hilang melalui erosi sebagai pengaruh pemakaian mulsa

Penutupan mulsa %	Erosi	C-organik	N-total	P-Bray	K	Mg
	----- kg/ha -----					
0	96100	9898.3	432.5	9.3	107.6	543.9
30	60200	8428.0	355.2	6.2	61.3	357.2
60	40800	9751.2	224.4	9.0	80.0	324.8
90	39100	1573.6	246.3	9.9	106.1	568.3

**Sumber:** Naik Sinukaban. 2007, Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Konservasi Tanah dan Air, IPB Bogor Darmaga, tahun 1988-1989.

Partikel tanah yang berpindah tempat tersebut dapat menyumbat pori-pori tanah sehingga menyebabkan terjadinya pemadatan tanah (*surface crusting*) sehingga akan mengurangi infiltrasi tanah. Apabila hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka akan terjadi *run off* yang akan menghancurkan partikel tanah dan mengangkutnya dengan tenaga aliran *run off*. Jika kecepatan aliran menjadi lambat atau terhenti, partikel akan mengalami deposisi atau sedimentasi.

Arsyad (2010), menyatakan bahwa erosi merupakan hasil interaksi kerja antara faktor- faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah, dan tindakan manusia yang dapat dinyatakan dalam suatu persamaan deskriptif sebagai berikut:

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

Dimana, E: Erosi yang merupakan fungsi dari faktor, i: iklim, r: relief atau topografi, v: vegetasi, t: tanah, dan m: manusia. Secara keseluruhan faktor faktor ini bersama-sama menentukan besar atau laju erosi yang akan terjadi.

## II.2 Iklim

Di daerah tropika faktor iklim terpenting yang menentukan besarnya tanah tererosi adalah hujan. Karakteristik hujan yang mempengaruhi erosi adalah intensitas hujan, lama hujan, total curah hujan, energi kinetik hujan, ukuran butir, kecepatan dan bentuk jatuhnya hujan serta distribusi hujan (Hardjoamidjojo et al, 1993).

## II.3 Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang berpengaruh terhadap erosi. Kenaikan kecepatan aliran permukaan akibat kemiringan lereng menjadikan air tersebut sebagai pengangkut yang lebih baik, karena tetesan hujan akan mengakibatkan terlepasnya butir-butir tanah yang selanjutnya akan di hanyutkan oleh aliran permukaan. Pengaruh panjang lereng terhadap erosi sangat tergantung pada jenis tanah dan intensitas hujan. Umumnya kehilangan tanah meningkat dengan meningkatnya panjang lereng bila intensitas hujannya besar.

## II.4 Vegetasi

Faktor vegetasi merupakan lapisan pelindung antara atmosfer dan tanah. Vegetasi akan mempengaruhi siklus hidrologi diantaranya volume air yang masuk ke sungai, ke dalam tanah dan cadangan air bawah tanah. Vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau hutan yang lebat. Arsyad (2010) mengemukakan pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 6.2.4.1 Intersepsi hujan oleh vegetasi akan mempengaruhi erosi, yaitu mengurangi jumlah air yang sampai ke tanah sehingga akan mengurangi aliran permukaan dan mengurangi kekuatan perusak butir-butir hujan yang jatuh ke tanah.
- 6.2.4.2 Mengurangi kecepatan dan kekuatan perusakan aliran permukaan. Tumbuhan yang merambat di atas permukaan tanah merupakan penghambat aliran permukaan. Pengaruh vegetasi terhadap pengurangan laju aliran permukaan lebih besar dari pada pengaruhnya terhadap pengurangan jumlah aliran permukaan.

## II.5 Pengaruh perakaran

Perakaran tumbuhan akan membentuk agregat-agregat tanah yang dimulai dengan penghancuran bongkah-bongkah tanah oleh akar. Akar tumbuhan masuk ke dalam bongkah dan menimbulkan tempat-tempat lemah yang menyebabkan bongkah-bongkah terpisah menjadi butir-butir sekunder. Rumput, leguminosa, dan tumbuhan semak memiliki pengaruh nyata dalam memperkuat ketahanan tanah terhadap erosi dan longsor sampai kedalaman 0.75-1.5 m, sedangkan pepohonan memiliki pengaruh lebih dalam

dan dapat meningkatkan kekuatan tanah sampai kedalaman 3 m atau lebih tergantung pada morfologi akar jenis pepohonan tersebut (Arsyad 2010).

## II.6 Transpirasi

Tanah dalam kapasitas lapang mengakibatkan hilangnya air dari tanah terutama melalui transpirasi. Transpirasi memperbesar kapasitas tanah untuk menyerap air hujan, sehingga nantinya akan mengurangi jumlah aliran permukaan.

## II.7 Kegiatan Biologi Tanah

Kegiatan biologi tanah (bakteri, jamur, cendawan, insekta, dan cacing tanah) akan memperbaiki porositas dan kemandapan agregat tanah. Pengaruh dari berbagai organisme tanah ini akan meningkatkan infiltrasi tanah, mengurangi aliran permukaan dan mengurangi erosi.

## II.8 Tanah

Sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap erosi adalah faktor kepekaan tanah (erodibilitas tanah). Semakin besar nilai erodibilitas tanah suatu tanah semakin peka terhadap erosi. Erodibilitas tanah sangat tergantung pada dua karakteristik tanah, yaitu stabilitas agregat tanah dan kapasitas infiltrasi. Stabilitas agregat tanah dipengaruhi oleh struktur tanah yang biasanya ditentukan oleh bahan organik tanah, persentase fraksi pasir, debu dan liat (Hardjoamidjojo et al. 1993). Tanah dengan kandungan liat dan bahan organik yang tinggi mempunyai agregat yang stabil, karena mempunyai ikatan yang kuat diantara koloid-koloidnya.

Kriteria yang penting dalam menduga kepekaan tanah terhadap erosi adalah *clay ratio*, yaitu perbandingan antara persentase pasir dan debu dengan persentase liat.

## II.9 Manusia

Manusia merupakan faktor yang paling berpengaruh menyebabkan terjadinya erosi. Beberapa kegiatan manusia yang mengakibatkan terjadinya erosi adalah adanya aktivitas manusia dalam memanfaatkan tanah untuk berbagai kegunaan, diantaranya cara bercocok tanam yang salah atau pembuatan jalan yang ceroboh dapat mempercepat terjadinya erosi. Selanjutnya pemusnahan tanaman akibat penebangan dan kebakaran akan menyebabkan erosi semakin besar.

Menurut Arsyad (2010), faktor erosi akan sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan. Untuk itu di dalam perencanaan penggunaan lahan dan pengelolaannya faktor erosi harus dipertimbangkan. Salah satu alat bantu yang dapat digunakan dalam perencanaan penggunaan lahan adalah model prediksi erosi. Persamaan untuk menghitung kehilangan tanah di lapangan telah dimulai sejak tahun 1936, dimana saat itu Cook dalam Arsyad (2010) mengembangkan tiga faktor yang tidak saling berkaitan, tetapi mempengaruhi erosi yaitu erodibilitas, erosivitas dan tanaman penutup tanah.

Sementara itu Wischmeier dan Smith (1978), telah merangkum data dari ribuan plot dan DAS dengan mempertimbangkan persamaan kehilangan tanah karena hujan. Untuk itu mereka sepakat mengemukakan bentuk akhir persamaan kehilangan tanah dengan menggunakan persamaan *universal soil loss equation*

(USLE) yang mengkombinasikan faktor-faktor utama penyebab erosi dan hubungan kuantitatifnya untuk memprediksi besarnya erosi lembar dan alur akibat air hujan, serta aliran permukaan pada suatu daerah tertentu. Model persamaan yang digunakan adalah :

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

Dimana: A = besarnya erosi (ton ha<sup>-1</sup>tahun<sup>-1</sup>)

R = indeks erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

L = faktor panjang lereng

S = faktor kemiringan lereng

C = faktor pengelolaan tanaman

P = faktor tindakan konservasi

Menurut Vadari *et al.* (2004) model erosi tanah dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu; model empiris, model fisik, dan model konseptual. Model empiris didasarkan pada variabel-variabel penting yang didapat dari penelitian dan pengamatan selama terjadi proses erosi. Salah satu contoh model empiris adalah *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Selanjutnya model fisik merupakan suatu model yang berhubungan dengan hukum kekekalan massa dan energi, dimana model ini juga dikenal sebagai model *input-output* dalam kondisi yang homogen, dan tidak berlaku bila kondisinya tidak homogen. Sedangkan model konseptual merupakan suatu model yang dirancang untuk mengetahui proses internal dalam sistem dan mekanisme fisik yang selalu berkaitan dengan hukum fisika dalam bentuk sederhana. Umumnya model

ini tidak linier, bervariasi dalam waktu dan parameternya mutlak diukur, ditambahkan lagi meskipun model ini mengabaikan aspek spasial dalam proses hujan dan aliran permukaan, tetapi kaitannya dengan proses yang tidak linier menyebabkan model ini layak untuk dipertimbangkan.

Beberapa model erosi yang telah dikembangkan dimulai dengan USLE dan beberapa model empiris lainnya, diantaranya RUSLE (*revised universal soil loss equation*), MUSLE (*modified universal soil loss equation*) yang dikembangkan tetap berpatokan pada USLE. Sedangkan model fisik lain yang dikembangkan setelah generasi USLE adalah model GUEST (*griffith university erosion sistem template*) (Roose. 1986). Selanjutnya Sinukaban (1997), mengemukakan bahwa beberapa model erosi untuk DAS yang berkaitan dengan hidrologi dan juga berdasarkan pada konsep USLE adalah ANSWERS (*areal non-point sources watershed environment response simulation*) yang diperbaiki dengan model AGNPS (*agricultural non-point source pollution model*).

Laju erosi yang terbolehkkan merupakan laju erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah dan tidak memboroskan cadangan kesuburan tanah. Laju pembentukan tanah tergantung pada faktor-faktor pembentuk tanah dan persepsi kita tentang tanah. Apabila kita menggunakan persepsi morfogenesis, pembentukan tanah diukur berdasarkan kelengkapan ciri-ciri morfologi yang menjadi kriteria diagnostik suatu jenis tanah tertentu. Sedangkan menurut persepsi habitat laju pembentukan tanah dapat ditaksir atas (1) pembentukan horizon A berlangsung cepat ( $0.2 - 2 \text{ mm tahun}^{-1}$ ) dan (2) cacing tanah dapat mencernakan tanah setara dengan  $1.6 - 10 \text{ mm tahun}^{-1}$ .

Erosi yang dapat ditoleransikan bukan saja ditujukan untuk mempertahankan produktivitas tanah, tetapi juga bertujuan untuk mengendalikan laju pendangkalan waduk, ataupun untuk mengantisipasi pencemaran kualitas air sungai yang sering digunakan sebagai bahan baku air minum. Besaran erosi yang dapat ditoleransikan untuk keperluan kedua hal di atas lebih ketat dibandingkan untuk memperbaiki produktivitas tanah pertanian.

Di Indonesia beberapa cara penetapan batas laju erosi yang dapat ditoleransikan yang umum digunakan adalah, Wood de Dent (1983) dan Hammer (1981). Metoda Hammer (1981) dalam menetapkan Etol sangat praktis dan mudah, akan tetapi terdapat juga beberapa kelemahan, diantaranya : (1) metoda ini menggunakan pendekatan eksploitatif yaitu pengurusan lahan sampai batas LPT, hal ini akan mengakibatkan kerusakan lahan yang cepat dengan berbagai akibat ikutannya, (2) bila kedalaman ekivalen (DE) telah habis terkuras, maka ketebalan tanah akan mencapai  $D_{\min}$  yang mengakibatkan perubahan penggunaan tanah untuk tanaman lain akan sulit dilakukan. Sebagai contoh bila  $D_{\min}$  tanaman yang diusahakan kecil (20 cm), dan apabila menggunakan tanaman yang memerlukan  $D_{\min}$  yang lebih tebal, maka memerlukan waktu yang lama agar  $D_{\min}$  nya kembali meningkat. Pendekatan Hammer (1981) jelas tidak akan dapat mempertahankan pertanian yang berkelanjutan.

Arsyad (2010), menyarankan agar laju erosi yang dapat ditoleransikan didasarkan pada kedalaman solum tanah, permeabilitas tanah lapisan bawah dan kondisi substratum. Pendekatan ini akan mampu memelihara ketebalan tanah yang cukup mudah bagi suatu tanaman.

## II.10 Konsep Pertanian Berkelanjutan

Salah satu sistem pengelolaan lahan dalam rangka mewujudkan terciptanya kondisi DAS yang baik adalah penerapan sistem pertanian konservasi. Sistem Pertanian Konservasi (SPK) adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan tindakan/teknik konservasi tanah dan air ke dalam sistem pertanian yang telah ada dengan tujuan untuk meningkatkan pendapatan petani, meningkatkan kesejahteraan petani dan dapat menekan erosi, sehingga sistem pertanian tersebut dapat berlanjut secara terus menerus tanpa batas waktu (*sustainable*). Prinsip keberlanjutan (*sustainability*) menjadi acuan dalam mengelola DAS, dimana fungsi ekologis, ekonomi dan sosial-budaya dari sumber daya-sumber daya (*resources*) dalam DAS dapat terjamin secara berimbang (*balance*).

Pelaksanaan rencana memerlukan monitoring terhadap tujuan dan sasaran yang ditetapkan, sehingga memungkinkan adanya umpan balik dan revisi terhadap rencana yang telah disusun (Davenport 2002). Pengelolaan DAS yang mampu memadukan aspek biofisik, sosial ekonomi dan budaya sinergi dengan pendekatan pembangunan berkelanjutan yang mengutamakan pemberdayaan ekonomi rakyat/masyarakat dan pelestarian lingkungan secara simultan dan seimbang.

Ciri pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dalam suatu DAS adalah (1) mampu memberikan produktivitas yang tinggi dan pendapatan yang layak bagi seluruh masyarakat, (2) mampu menjamin kelestarian DAS, yaitu dapat menjamin fungsi DAS yang baik, dapat menyimpan air dan memberikan hasil air

yang cukup untuk seluruh keperluan yang merata sepanjang tahun dengan kualitas yang baik (erosi/sedimen rendah, pencemaran kecil) dan kuantitas yang mencukupi, (3) mampu pemeratakan pendapatan (*equity*) dan (4) mampu menjamin kelenturan (*resiliency*) DAS (Sinukaban *et al.* 2007).

Pembangunan berkelanjutan harus diterapkan pada berbagai bidang, termasuk pertanian. Pertanian berkelanjutan pada dasarnya berarti pertanian yang mampu memproduksi dengan tetap mempertahankan basis sumber daya. Definisi pertanian berkelanjutan telah banyak dikemukakan oleh berbagai pakar, diantaranya, Sabiham (2005) yang mendefinisikan pertanian berkelanjutan secara lebih luas mencakup beberapa hal, seperti: mantap secara ekologis, bisa berlanjut secara ekonomis, adil, manusiawi dan luwes.

Unsur-unsur pendekatan SPB terdiri atas praktek-praktek ekologi (kebutuhan lingkungan dan didasarkan pada prinsip prinsip ekologi), tanggung jawab sosial (pemberdayaan masyarakat, kesamaan sosial, dan kesehatan kesejahteraan penduduk), dan semangat ekonomi (ketahanan pangan, kelayakan ekonomi dan bernuansa teknologi). Pengertian dan pendekatan tersebut menunjukkan bahwa SPB harus dapat memenuhi indikator dari berbagai aspek (Thrupp 1996). Indikator-indikator SPB adalah pendapatan masyarakat (petani) yang cukup tinggi, tidak menimbulkan kerusakan dan dapat dikembangkan dengan sumber daya yang dimiliki oleh petani (Sinukaban 1994). Oleh karena itu keberlanjutan sistem usaha tani bergantung pada 3 (tiga) karakteristik utama, yaitu kemampuan untuk mengendalikan

kehilangan tanah hingga kurang dari Etol atau *tolarable of soil loss* (TSL), efektivitas dalam meningkatkan pendapatan petani dan secara sosial agroteknologi yang digunakan harus dapat diterima dan diterapkan (*acceptable dan replicable*) dengan sumber daya yang ada, termasuk pengetahuan, ketrampilan dan persepsi petani (Sinukaban 2007).

Pendapatan yang diperoleh petani harus dapat memenuhi kebutuhan hidup petani secara layak. Pendapatan yang tinggi dapat diperoleh jika produksi yang diperoleh dari usaha tani juga tinggi dan sangat bergantung pada sistem usaha tani, termasuk pengelolaan lahan. Produksi tanaman akan optimal jika ditanam pada lahan yang sesuai dengan persyaratan tumbuh tanaman. Selain itu komoditi yang dipilih juga harus mempunyai nilai ekonomi tinggi dan sesuai dengan keinginan ataupun kebiasaan petani. Pertanian berkelanjutan harus pula diindikasikan dengan tidak terjadinya kerusakan lingkungan. Indikator kerusakan ini dapat dilihat dengan tingkat erosi yang terjadi di lahan pertanian. Erosi di lahan pertanian tidak mungkin dapat dihindari karena kondisi lahan yang selalu terganggu, tetapi kerusakan tersebut dapat diminimalkan. Kerusakan lahan sedikit atau tidak terjadi jika erosi yang terjadi lebih kecil dari Etol.

Produksi pertanian yang tinggi dapat dipertahankan secara terus menerus bila erosi lebih kecil dari Etol. Erosi yang lebih besar dari Etol akan menyebabkan produktivitas lahan menurun, sehingga produksi yang tinggi itu hanya dapat dipertahankan beberapa tahun saja (pertanian tidak lestari) (Sinukaban 2003). Oleh sebab itu perlu dilakukan pengendalian terhadap erosi pada lahan pertanian,

misalnya penerapan SPK dengan agroteknologi yang dapat diterima dan dikembangkan oleh petani. Salah satu faktor penghambat implementasi teknologi usaha tani adalah terbatasnya adopsi petani terhadap paket teknologi yang diperkenalkan karena petani merasa tidak ikut merencanakan dan tidak mengerti sehingga tidak merasa memiliki kegiatan yang mereka lakukan (Subagyo *et al.* 2004). Pembangunan pertanian berkelanjutan memerlukan teknologi tepat guna, kebijakan dan pengelolaan sumber daya yang sesuai dengan keunggulan komparatif dan kompetitif wilayah (Andyana, 2006).

Secara operasional hal ini dapat diwujudkan dengan penerapan sistem pertanian konservasi (*Conservation Farming Sistem*). Sistem pertanian konservasi (SPK) adalah sistem pertanian yang mengintegrasikan tindakan/teknik konservasi tanah dan air kedalam sistem pertanian yang telah ada. Tujuan utama SPK adalah untuk mewujudkan kondisi sebagai berikut (Sinukaban, 2001):

1. Produksi pertanian cukup tinggi, sehingga petani tetap bergairah melanjutkan usahanya.
2. Pendapatan petani yang cukup tinggi, sehingga petani dapat merancang masa depan keluarganya dari pendapatan usaha taninya.
3. Teknologi yang diterapkan sesuai dengan kemampuan petani dan dapat diterima oleh petani, sehingga sistem pertanian tersebut dapat dan akan diteruskan oleh petani dengan kemampuannya sendiri secara terus menerus tanpa bantuan dari luar.

4. Komoditi pertanian yang diusahakan beragam dan sesuai dengan kondisi biofisik daerah, dapat diterima oleh petani dan laku dipasar.
5. Laju erosi kecil (minimal), lebih kecil dari erosi yang dapat ditoleransikan sehingga produktivitas yang cukup tinggi dapat dipertahankan/ditingkatkan secara lestari dan fungsi hidrologis daerah terpelihara dengan baik sehingga tidak terjadi banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau.
6. Sistem penguasaan/pemilikan lahan dapat menjamin keamanan investasi jangka panjang (*longterm investment security*) dan menggairahkan petani umuk terus berusaha tani. Sinukaban menambahkan, untuk membangun suatu SPK harus dengan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a) Inventarisasi keadaan biofisik daerah, seperti tanah (sifat fisik dan kimia), drainase, penggunaan lahan, topografi, iklim dan degradasi lahan. Data-data tersebut diperlukan untuk menentukan kelas kemampuan lahan/kesesuaian lahan untuk tanaman tertentu, agroteknologi yang diperlukan, teknik konservasi yang sesuai dan memadai serta tingkat kerusakan tanah yang sudah terjadi.
  - b) Inventarisasi keadaan sosial ekonomi petani seperti jumlah keluarga, pendidikan, keadaan ekonomi, tujuan keluarga, kepemilikan lahan, pengetahuan tentang teknologi pertanian dan persepsi tentang erosi.
  - c) Inventarisasi pengaruh dari luar, seperti pasar/pemasaran hasil, harga-harga hasil pertanian, keadaan/jarak

ketempat pemasaran, perangkat penyuluhan/ latihan dan organisasi kemasyarakatan yang berkaitan dengan petani.

Tujuan yang ingin dicapai pada bagian ini adalah menganalisis penggunaan lahan yang optimal dengan menggunakan agroteknologi yang sesuai budaya lokal, melalui 4 (empat) skenario penggunaan lahan. Hasil skenario terbaik adalah mampu mengurangi erosi dibawah erosi yang ditoleransi, dan koefisien aliran permukaan minimal.

## **II.11 Simulasi Penggunaan Lahan Untuk Pengembangan Sumber Daya Air**

Simulasi penggunaan lahan untuk pengembangan sumber daya air disusun atas beberapa skenario:

Skenario-1: Menggambarkan kondisi biofisik DAS Mahat Hulu saat ini (*existing*) khususnya proporsi luas penggunaan lahan, yang meliputi hutan, kebun campuran, semak belukar, ladang/ tegalan dan sawah.

Skenario-2: Penggunaan lahan pengembangan sumber daya air DAS Mahat Hulu yang disusun berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku, yaitu UU Kehutanan no 41 tahun 1999 pasal 18. Luas kawasan hutan .....yang harus dipertahankan minimal 30 % (tiga puluh persen) dari luas DAS dengan sebaran yang proporsional. Penerapan skenario ini adalah dengan merehabilitasi hutan di bagian hulu DAS seluas 39 %.

Skenario-3: Penggunaan lahan untuk pengembangan sumber daya air skenario 2 ditambahkan penerapan konservasi tanah (agroteknologi) berupa *strip cropping* pada penggunaan lahan pertanian kebun campuran. Dasar dari penerapan skenario ini adalah penggunaan lahan kebun campuran relatif luas dan dipelihara sehingga teknologi bisa diterapkan. Pemilihan agroteknologi ini didahului dengan inventarisasi agroteknologi yang sudah ada di DAS Mahat Hulu. Kriteria yang digunakan untuk menetapkan nilai CP maksimum yang dijadikan alternatif agroteknologi adalah nilai CP yang mengakibatkan erosi lebih kecil atau sama dengan erosi yang diperbolehkan. Kriteria tersebut dapat ditulis sebagai berikut : A—Etol atau RKLSCP

$$E_{tol} \leq \frac{E_{tol}}{RKLSC} \text{ atau } CP \geq CP_{max}$$

Skenario penggunaan lahan selain diduga berapa besarnya erosi, juga diduga besarnya aliran permukaan yang terjadi. Sedangkan kriteria yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik adalah skenario yang memiliki nilai fluktuasi aliran permukaan paling kecil (minimal).

Skenario-4: Penggunaan lahan untuk pengembangan sumber daya air DAS Mahat Hulu yang disusun berdasarkan UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang pasal 5 (2), yang menyatakan penataan ruang berdasarkan fungsi utama kawasan yaitu kawasan

lindung dan kawasan budidaya. Pada skenario-4 ini semua kawasan lindung/hutan harus direhabilitasi/dihutankan sehingga kembali ke fungsinya semula. Penerapan skenario ini adalah dengan merehabilitasi seluruh kawasan hutan yang ada di DAS Mahat Hulu.

## II.12 Prediksi Aliran Permukaan.

Aliran permukaan untuk setiap satuan lahan diduga dengan menggunakan model hubungan hujan-limpasan menggunakan metode SCS. Volume aliran permukaan (Q) tergantung pada curah hujan (P) dan volume simpanan yang tersedia untuk menahan air

(S), persamaan yang digunakan adalah : 
$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$$

Dimana : Q = jumlah aliran permukaan (mm); P = curah hujan dan S = retensi air potensial maksimum (mm). Merujuk pada persamaan empirik didapatkan bahwa S dapat diduga dengan menggunakan persamaan :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Dimana : S = retensi air potensial maksimum (mm)

CN = Bilangan kurva (*runoff curve member*).

Besaran nilai bilangan kurva (*runoff curve member*) tergantung dari sifat-sifat tanah, penggunaan tanah dan kondisi hidrologi serta keadaan air sebelumnya. Nilai CN ditentukan berdasarkan tabel bilangan kurva (Lampiran 22) untuk penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi hidrologi (US SCS 1973 dalam

Arsyad 2010). Pengelompokan sifat-sifat tanah dalam metode SCS untuk menentukan nilai CN yang akan digunakan menduga volume aliran permukaan terbagi empat kelompok sebagai berikut :

Kelompok A : Pasir dalam, loess dalam, debu yang beragregat.

Kelompok B : Loess dangkal, lempung berpasir.

Kelompok C : Lempeng berliat, lempeng berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah, dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

Kelompok D : Tanah-tanah yang mengembang secara nyata jika basah, liat berat, plastik, dan tanah-tanah saline tertentu.

Pengelompokan jenis tanah tersebut diatas dapat dilakukan dengan : (1) melihat sifat fisik dan kimia tanah serta tektstur dan bahan organik, (2) dengan menggunakan peta detail, dan (3) dengan melihat laju infiltrasi minimum setiap jenis tanah tersebut. Hubungan kelompok tanah dengan laju infiltrasi minimum dapat dilihat pada (Lampiran 23).

Kondisi penutupan tanah untuk pendugaan volume aliran permukaan dengan metode SCS terdiri atas tiga faktor yaitu : (1) penggunaan tanah, (2) perlakuan atau tindakan yang diberikan, dan (3) keadaan hidrologi. Penggunaan tanah pertanian pada umumnya dibagi ke dalam perlakuan atau tindakan yang diberikan seperti, penanaman menurut kontur, atau pembuatan teras. Pembagian ini menunjukkan pontensi pengaruhnya terhadap aliran permukaan,

Kondisi hidrologi mencerminkan tingkat pengelolaan tanah yang dipergunakan yang dibedakan ke dalam baik, sedang dan buruk.

Penentuan bilangan kurva (CN) juga dipengaruhi oleh kandungan air tanah sebelumnya dan kondisi/keadaan tanah. yang terbagi sebagai berikut :

Kondisi I : Tanah dalam keadaan kering tetapi tidak sampai pada titik layu, telah pernah ditanami dengan hasil memuaskan.

Kondisi II : Keadaan rata-rata

Kondisi III : Hujan lebat atau hujan ringan dan temperatur rendah telah terjadi dalam lima hari terakhir, tanah jenuh air.

Batas besaran curah hujan (mm) untuk ketiga kondisi tanah tersebut dapat dilihat pada (Lampiran 24). Selanjutnya konversi/pensetaraan kandungan air tanah dari kondisi II (keadaan rata-rata) menjadi kondisi I atau III dapat menggunakan (Lampiran 25).

### II.13 Analisa Karakterisasi volume aliran permukaan (m<sup>3</sup>/th)

Setelah mendapatkan volume aliran permukaan (mm) kemudian di tentukan debit sungai dengan cara :

$$\text{debit} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{det}} \right) = \frac{\text{debit} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{det}} \right) \times \text{luas DAS} (\text{m}^2)}{86400 (\text{det})} \times 1000$$

Setelah itu volume aliran permukaan harian diperoleh dengan cara :

Volume aliran permukaan (m<sup>3</sup>/hari) = debit (m<sup>3</sup>/det) x 12 x 3600

Volume aliran permukaan DAS Mahat Hulu dalam 1 (satu) tahun masing masing skenario diperoleh dengan cara:

$$\text{Volume aliran permukaan (m}^3\text{/th)} = \sum_{i=1}^{360} \text{debit} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right)$$

## II.14 Analisis Besarnya Erosi Setiap Skenario Penggunaan

### Lahan

Menggunakan formula prediksi erosi USLE terlihat pada skenario I (pertama) dengan penggunaan lahan sekarang (eksisting) prediksi erosi yang diperoleh paling besar dibandingkan dengan ke 3 (tiga) skenario yang lain yaitu sebesar 142.68 ton/ha/th atau 11.8 mm/th (Tabel 8).

**Tabel 8.** Rekapitulasi pendugaan erosi setiap skenario di DAS Mahat Hulu

No	Alternatif Pengembangan	Erosi rata rata (ton/ha/th)	TSL (ton/ha/th)
1	Skenario – 1	142.68	39.6
2	Skenario – 2	97.10	
3	Skenario – 3	32.82	
4	Skenario – 4	36.12	

**Sumber:** Dianalisis dari data landuse. tanah. dan curah hujan.

Sementara itu, batas erosi yang dapat ditoleransikan (TSL) adalah 39.60 ton/ha/th (3.3 mm/th). Penggunaan lahan sekarang yang dimaksud adalah penggunaan lahan tahun 2010. Hasil interpretasi citra tahun 2010 yang telah dibahas pada Tabel 3 memperlihatkan penggunaan lahan hutan hanya tinggal 7 980.96 ha (27.97%). Sementara itu, kebun campuran 12 629.32 ha (44.26%) terlihat paling dominan menutupi kawasan DAS Mahat Hulu, diikuti oleh penggunaan lain seperti semak belukar 3.603.97 ha (12.63%), ladang/tegalan 1.067.22 ha (3.74%), sawah seluas 1 908.02 ha (6.69%) serta pemukiman seluas 69.7 ha (0.24%).

Sejak tahun 1995 sampai tahun 2010 atau sekitar 15 (lima belas) tahun, luasan hutan berkurang 6 543.07 ha (22.92%). Pengurangan luasan hutan disebabkan oleh berubahnya fungsi lahan menjadi kebun campuran. Ditinjau dari sisi topografi, DAS Mahat Hulu lebih didominasi oleh lahan bergelombang dan berbukit (34%), diikuti oleh lahan datar sampai landai (23%), bergunung (16%), landai sampai bergelombang (15%), dan bergelombang (11%).

Hasil kajian Wahana Lingkungan Hidup Propinsi Sumatera Barat (WALHI SUMBAR 2009) mengungkapkan kerusakan DAS Mahat Hulu juga mengakibatkan kejadian banjir di sejumlah daerah yang sebelumnya jarang atau tidak pernah mengalami banjir, termasuk sebagian wilayah Kota Pekanbaru yang merupakan kawasan padat permukiman penduduk. Erosi yang terjadi di DTA Waduk PLTA Kota Panjang semakin intensif dan sedimentasi yang masuk ke waduk semakin banyak, yang akan berdampak kepada kelangsungan Waduk PLTA Kota Panjang. Kajian Balai Pengkajian

dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2011) menyimpulkan waduk PLTA Koto Panjang nilai ekonominya akan berakhir pada tahun 2022, yang berarti tersisa 11 – 12 tahun lagi. Semua itu disebabkan oleh sedimentasi yang akan menutup habis *dead storage* Waduk PLTA Kota Panjang pada titik kritis ketinggian muka air di level 73.5 m dpl.

Skenario 2 (kedua) yaitu penerapan UU Kehutanan no 41 Tahun 2004 yang menyatakan hutan minimal 30% dan tersebar merata di dalam kawasan DAS. Pada kesempatan penelitian ini luas hutan yang ditetapkan ialah 39%. Hasil perhitungan prediksi erosi yang terjadi sebesar 97.00 ton/ha/th (8.08 mm/th). Prediksi erosi pada skenario 2 (dua) masih jauh di atas prediksi erosi toleransi 39.60 ton/ha/th (2.74 mm/th). Kondisi prediksi erosi yang masih jauh di atas erosi yang ditoleransikan berdampak terhadap penurunan fungsi DAS, meskipun sudah dilakukan reforestasi sampai 39%. Erosi masih tinggi, sedimentasi masih mengancam waduk dan banjir dimusim hujan dan kekeringan pada waktu musim kemarau akan terus berlanjut.

Salah satu cara untuk mengembalikan fungsi DAS adalah dengan menerapkan agroteknologi yang dapat diterima oleh masyarakat lokal dan sesuai dengan kondisi fisik lahan. Pada penelitian ini konsep agroteknologi yang diterapkan adalah menanam menurut kontur (*strip cropping*) dan menggunakan mulsa. Bentuk agroteknologi ini dinilai cocok karena sudah diterapkan oleh sebagian kecil petani lokal.

Skenario 3 (tiga) yang diterapkan agar DAS Mahat Hulu mampu mengembangkan sumber daya air adalah sesuai dengan UU

no 41 tahun 2004 mengembalikan luasan hutan 39% tersebar di kawasan DAS dan penggunaan agroteknologi. Agroteknologi yang diterapkan yaitu pengolahan lahan menurut kontur (*strip cropping*) dan memakai mulsa. Hasil perhitungan prediksi erosi dari skenario tiga sebesar 32.89 ton/ha/th (2.74 mm/th. Prediksi erosi yang terjadi lebih kecil dari prediksi erosi yang ditoleransi. Indikasi terhadap DAS berfungsi sebagai penyedia sumber daya air berkelanjutan sudah terlihat.

Jenis tanaman dan cara pengolahan lahan (CP) memberi pengaruh yang nyata terhadap tingkat prediksi erosi. Tabel 11 menunjukkan bahwa CP pada skenario 3 (tiga) penggunaan lahan hutan 39% dan pengolahan lahan pertanian berdasarkan kontur (*strip cropping*) dan mulsa mampu mengendalikan erosi di bawah erosi yang ditoleransi. Pada skenario 2 (dua) nilai C (tanaman) sama dengan skenario 3 (tiga) akan tetapi lahan pertanian tidak diolah secara berteknologi menyebabkan nilai P (konservasi) belum mampu untuk mengendalikan erosi dibawah prediksi erosi yang ditoleransi. Hasil penelitian Senawi (2009) di sub DAS Wiryantoro, Wonogiri juga mengatakan bahwa pengendalian erosi tanah dapat diupayakan dengan merubah bentuk penggunaan lahan tegalan dan kebun campuran menjadi hutan rakyat.

Pengelolaan DAS Mahat Hulu melalui pengendalian erosi seperti pada skenario 3 (tiga) semakin memudahkan untuk dilaksanakan dengan adanya UU no UU Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan. Undang Undang tersebut memberi kesempatan kepada masyarakat untuk ikut mengelola kawasan hutan (*Social Forestry*). Inti dari program *Social Forestry* adalah

masyarakat terlibat aktif secara langsung dalam pengelolaan hutan dengan tujuan peningkatan kesejahteraan dan hutan terpelihara. Berdasarkan paradigma *Social forestry* tersebut maka keberhasilan pembangunan kehutanan sangat ditentukan oleh sejauhmana tingkat partisipasi masyarakat dalam berkontribusi terhadap upaya pengelolaan hutan dan kualitas sumber daya manusia yang mendukungnya. Hal ini sejalan dengan SK Mentan No. 837/Kpts/um/11/1980 tentang kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung. SK tersebut memuat dengan jelas bahwa penetapan hutan lindung adalah dalam rangka memelihara kemantapan tata air, mencegah banjir dan erosi. Dengan pemahaman ini maka dimungkinkan masyarakat melakukan konversi hutan menjadi kebun sepanjang fungsi hidrologi dan pengendalian erosi tetap terjaga. Konsekwensi surat keputusan tersebut adalah memberikan ijin pemanfaatan kepada petani untuk tetap memanfaatkan kebun yang ada di hutan lindung sepanjang persyaratan fungsi lindung dapat dipertahankan.

Lahan usaha tani masyarakat yang sudah terlanjur masuk dalam kawasan dapat diteruskan dengan memperbaiki cara bercocok tanam dengan *strip cropping* dan pemberian mulsa. Penanaman secara *strip cropping* baru sebatas pengetahuan yang mereka dapatkan, namun dalam prakteknya belum semua, hanya terkait masalah tambahan biaya dan keinginan melaksanakannya, akan tetapi mengenai pemberian mulsa sudah menjadi tradisi bagi petani yaitu dengan menaburkan sisa perebusan ranting dan daun pasca manggampo gambir. Jumlah mulsa yang diberikan yang dengan istilah ampas ketapang tersebut adalah 100 kg/ hari dan air limbah sisa perebusan (kolincuang) 30 liter/hari, untuk 1 (satu) tahun diperkirakan sebanyak 800 kg/ha/th dan cairan

kolincuang 2400 liter. Baik ampas ketapang maupun kolincuang diyakini mengandung unsur hara baik mikro maupun makro serta bahan organik yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman mengingat kandungan yang ada pada gambir itu sendiri (Gambar 17).



**Gambar 17.** Tanaman Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) dan ketapang yang digunakan sebagai mulsa di DAS Mahat Hulu

Skenario 4 (empat) menerapkan kawasan berdasarkan undang undang penataan ruang no 26 Tahun 2007. Berdasarkan undang undang ini kawasan hanya dibagi kedalam 2 (dua) bentuk penggunaan, yaitu lindung dan budi daya. Hasil deliniasi peta penggunaan lahan tercatat luas hutan lindung 18108.69 ha 63.48%) sisanya 10426.8 (36.52%). Prediksi erosi yang didapatkan dari

skenario 4 (empat) sebesar 36.12 ton/ha/th. Nilai CP dengan skenario 4 (empat) telah mampu mengendalikan prediksi erosi dibawah erosi yang ditoleransikan. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap pengendalian erosi ini adalah jenis tanaman (C). Mengembalikan kawasan ke fungsi semula yaitu lindung. Perhitungan erosi setiap skenario secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 26,27, 28, dan 29. Sementara itu, penggunaan lahan DAS Mahat Hulu berdasarkan 4 (empat) skenario dapat dilihat pada Lampiran 30, 31, 32, dan 33.

Menurut pendapat Arsyad (2010), faktor yang mempengaruhi besarnya nilai erosi antara lain: curah hujan (R), jenis tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), vegetasi dan pengelolaan lahan (CP). Pada setiap skenario pengembangan faktor R, K, LS, nilainya relatif tetap, sedangkan faktor yang berubah adalah CP. Dengan kata lain, perubahan luas pada masing masing penggunaan lahan yang disertai tindakan pengelolaan lahan setiap skenario pengembangan akan menyebabkan perubahan nilai erosinya. Menurut Pasya *et al.* (2009) alternatif usaha konservasi lahan merupakan salah satu alternatif pilihan yang dapat digunakan dalam usaha pengawetan dan pelestarian hutan dan lahan dengan jalan membandingkan tingkat bahaya erosi tanah dengan erosi yang diperolehkan untuk arahan pertimbangan pengelolaan lahan alternatif yang dapat diterapkan dalam satu wilayah. Arahan yang dimaksud adalah dalam penggunaan dan pengelolaan lahan (CP) sehingga dapat menurunkan laju erosi sampai atau lebih kecil dari laju erosi yang diperbolehkan.

**Tabel 9.** Nilai faktor CP, pertimbangan dari masing-masing skenario pengembangan 1, 2, 3 dan 4

No	Penggunaan Lahan	Skenario 1(ha)	CP	Skenario 2(ha)	CP	Skenario 3(ha)	CP	Skenario 4(ha)	CP
1	Hutan	7 980.96	0.001	11 141.46	0.001	11 141.46	0.001	18 108.69	0.001
2	Kb. Campuran	12 629.32	0.200	7 598.66	0.200	7 598.66	0.010	2 309.31	0.200
3		Semak belukar	2 603.97	0.300	3 211.25	0.300	3 211.25	0.300	1 968.51
4	Ladang/ tegalan	2 067.22	0.400	3 330.10	0.400	3 330.10	0.400	2 906.20	0.400
5	Pemukiman	69.70	0.150	69.70	0.150	69.70	0.150	58.46	0.150
6	lain-lain (***)	3 184.32		3 184.32		3 184.32		3 184.32	
	Jumlah	28 535.49		28 535.49		28 535.49		28 535.49	
	CP		0.030		0.020		0.002		0.010
	Erosi ton/ha/th		142.68		97.100		32.890		36.120

**Sumber:** Dianalisis dari data primer (2012).

### II.15 Analisis Fluktuasi Aliran Permukaan Setiap Skenario Pengembangan

Berdasarkan pendugaan aliran permukaan setiap skenario pengembangan pada skenario 4 merupakan skenario pengembangan sumber daya air yang terbaik dibandingkan dengan skenario lainnya. Skenario 4 mampu menurunkan fluktuasi aliran permukaan dari 49.12 mm pada skenario 1 (satu) menjadi 28.37 mm, serta meningkatkan debit minimum dari 1.41 m<sup>3</sup>/det menjadi

1.93 m<sup>3</sup>/det. Pengelolaan lahan berteknologi yang diterapkan pada skenario 3 (tiga) terlihat belum mampu mengurangi debit maksimum pada musim hujan dibandingkan dengan yang tidak berteknologi pada skenario 2 (dua) yang tertera pada Tabel 12 dan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 34, 35, 36, 37 dan rekapitulasi volume aliran permukaan pada lampiran 38.

**Tabel 10.** Fluktuasi aliran permukaan setiap skenario di DAS Mahat Hulu

Alternatif Pengembangan	Q max (m <sup>3</sup> /det)	Q min (m <sup>3</sup> /det)	Fluktuasi AP (Q max/Q min)
Skenario-1	69.15	1.41	49.12
Skenario-2	64.61	1.52	42.50
Skenario-3	64.61	1.52	42.50
Skenario-4	54.75	1.93	28.37

**Sumber:** Dianalisis dari data hujan, penggunaan lahan dan tanah (2010).

Berdasarkan skenario 4 UU No 26 Tahun 2007 pasal 5 ayat 2 dua, penggunaan lahan DAS Mahat Hulu didominasi oleh hutan dan kebun campuran. Luas hutan 18108.69 ha (63.46%) diikuti oleh kebun campuran 2309.31 ha (8.09%). Hutan yang masih terjaga keberadannya di hulu DAS Mahat ini mampu menurunkan aliran permukaan, menurunkan debit maksimum dan meningkatkan debit minimum yang pada akhirnya juga mengurangi koefisien regim sungai atau fluktuasi debit. Seperti yang diungkapkan juga oleh Sudarsono (2009), limpasan permukaan dari lahan pertanian jauh

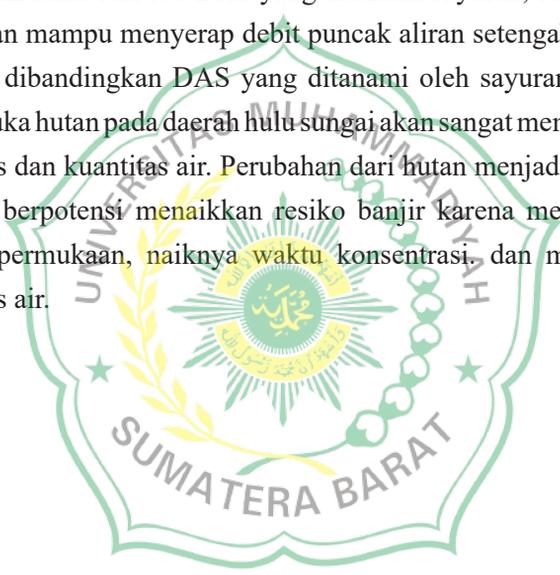
lebih tinggi dibandingkan dengan lahan hutan. Bila dibandingkan dengan hutan lindung maka limpasan permukaan hutan pinus lebih tinggi. Nilai limpasan di hutan alam 73 mm/tahun, hutan pinus 139 mm/tahun, dan pada tanaman jagung 247 mm/tahun.

Kesimpulannya mereka mengatakan, hutan yang kondisinya masih baik terdapat banyak sumber air. Penyerapan air hujan oleh tanaman hutan juga menurunkan volume air limpasan permukaan, sehingga aliran debit sungai yang kawasan DAS masih didominasi hutan tidak mengalami kenaikan yang tajam pada musim hujan. Sebaliknya pada musim kemarau air yang tersimpan dalam profil tanah dapat menyumbang aliran air sungai, sehingga debit sungai relatif masih tinggi. DAS yang mempunyai kawasan hutan yang baik, sungainya mempunyai koefisien regim sungai ( $Q_{max}/Q_{min}$ ) rendah atau dengan kata lain fluktuasi aliran permukaannya rendah.

Hasil penelitian Mulyana *et al.* (2009) membuktikan bahwa kegiatan penebangan menyebabkan naiknya total koefisien aliran permukaan dari 0.54 menjadi 0.735. Penebangan juga mengakibatkan kurangnya evapotranspirasi dan akhirnya aliran dasar (*base flow*) menjadi tinggi. Antara sub DAS yang ditebang dengan yang tidak ditebang terdapat selisih hasil air (*water yield*) sebesar 1842 mm selama 34 bulan atau setara dengan 54.2 mm/bulan sehingga kegiatan penebangan telah menaikkan air sebesar 650 mm/tahun. Selanjutnya mereka mengatakan untuk melihat lebih akurat antara pola penggunaan lahan hutan dan non hutan berdasarkan hasil pengamatan pada dua DAS berdampingan dengan menggunakan hidrograf satuan 100 mm/jam terlihat hidrograf satuan sub DAS hutan pinus muda mempunyai debit puncak 428

liter/det, sedangkan sub DAS pinus tua dan hutan alam hanya 231 liter/det, dengan waktu puncak masing masing 2 jam untuk sub DAS non hutan dan 3 jam untuk sub DAS berhutan dengan waktu dasar masing masing 17 dan 59 jam. Sehingga sub DAS berhutan lebih baik dalam mengendalikan aliran permukaan pada saat terjadi hujan maksimum.

Sub DAS berhutan mempunyai waktu aliran dasar tiga kali lebih lama dari sub DAS yang ditanami sayuran, dan sub DAS berhutan mampu menyerap debit puncak aliran setengah kali lebih sedikit dibandingkan DAS yang ditanami oleh sayuran, sehingga membuka hutan pada daerah hulu sungai akan sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas air. Perubahan dari hutan menjadi non hutan sangat berpotensi menaikkan resiko banjir karena meningkatkan aliran permukaan, naiknya waktu konsentrasi, dan menurunkan kualitas air.





# BAB VII

## PENANAMAN GAMBIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAT HULU

### 7.1 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan di DAS Mahat Hulu telah meningkatkan prediksi erosi tanah secara nyata (Gambar 8). Pada tahun 1995 luas hutan mencapai 51% dari luas DAS dan kebun campuran 17%, erosi yang terjadi mencapai 97 ton/ha/th dan pada tahun 2010 luas hutan menurun menjadi 27% dan kebun campuran naik mencapai 44% dari luas DAS, erosi yang terjadi sebesar 142.7 ton/ha/th. Sementara erosi yang ditoleransi hanya sampai 39.6 ton/ha/th.

Erosi dan berbagai akibat yang ditimbulkan di DAS Mahat Hulu lebih disebabkan oleh penggunaan lahan yang semakin intensif tanpa atau kurang memperhatikan teknik konservasi tanah dan air yang memadai. Faktor pendorong lain adalah jenis komoditi unggulan di DAS Mahat Hulu yaitu gambir (*Uncaria gambir Roxb*) cenderung ditanam di lahan yang berlereng agak curam. Pemikiran seperti ini sudah membudaya dikalangan masyarakat tani dengan alasan rumpunnya banyak dan memiliki batang yang lebih besar sehingga menghasilkan ranting dan daun yang lebih banyak.

Proses pengolahan getah gambir menggunakan kayu sebagai bahan bakar juga menjadi faktor penyebab lain lahan semakin terbuka. Hasil perhitungan untuk 1 (satu) hari perebusan dengan luas kebun 1 ha membutuhkan 0.20 sampai 0.75 m<sup>3</sup> (kubik) kayu. Seperti diungkapkan oleh Roose (1986) penebangan vegetasi alami telah meningkatkan erosi sampai 10 kali lipat dan koefisien run off 25-100 kali. Usaha kebun campuran tersebut tidak menggunakan kaidah konservasi tanah dan air, sehingga diyakini terjadinya degradasi lahan dan mempengaruhi fungsi hidrologi DAS.

Analisis perubahan penggunaan lahan melalui citra dilakukan pada 3 (tiga) periode waktu yaitu 1995-2000, 2000-2005, dan 2005-2010 (Tabel 3). Pada tahun 1995 penggunaan lahan DAS Mahat Hulu masih didominasi oleh vegetasi hutan seluas 14523.03 ha (50.89%), kebun campuran 4889.3 ha (17.13%), semak belukar 3379.87 ha (11.84%), ladang/tegalan 2641.68 ha (9.26%), sawah (6.31%), pemukiman 65.1 ha (0.23%), dan tubuh air 217.17 ha (0.76%).

Penggunaan lahan hutan terus berkurang seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan lahan perkebunan. Hasil interpretasi citra tahun 2010 memperlihatkan luas kawasan semakin berkurang (deforestasi). Luas hutan dari 14523.03 ha turun menjadi 7.980.96 ha (27.97%), kebun campuran mengalami peningkatan dari 4889.3 ha naik menjadi 12629.32 ha (44.26%), semak belukar meningkat dari 3379.87 ha menjadi 3603.97 ha (12.63%), sementara ladang dan tegalan turun dari 2641.68 ha menjadi 1067.22 ha (3.74%). Pada penggunaan lahan sawah mengalami peningkatan 0.08 % dari luas lahan 1800.24 ha menjadi 1908.02 ha (6.69%), sementara itu pemukiman naik sebesar 0.24% dari luas 65.1 ha menjadi 69.7 ha

(0.24%). Sampai tahun 2010 luasan hutan berkurang sebesar 22.92 %. Perubahan penggunaan lahan hutan dan kebun campuran.

Pengurangan luas hutan dipicu oleh keinginan masyarakat untuk membuka lahan usaha baru dan penebangan kayu. Luas lahan gambir di DAS Mahat Hulu cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tahun 2001 hanya 2247 ha meningkat menjadi 2655 ha tahun 2011.

#### 7.1.1 Dampak Erosi Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Mahat Hulu

##### A. Erosi dan Faktor yang Mempengaruhinya

Tanah sebagai salah satu sumber daya alam mempunyai dua fungsi utama, yaitu: (1) sebagai sumber unsur hara bagi tanaman, dan (2) sebagai matrik tempat akar tanaman berjangkar dan air tanah tersimpan serta tempat unsur hara dan air diberikan. Hilangnya fungsi pertama masih dapat diperbaiki dengan penambahan pupuk, sedangkan fungsi kedua tidak mudah diperbaharui karena memerlukan waktu yang sangat lama untuk pembentukan tanah.

Erosi adalah peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain (Arsyad 2010).

Permasalahan mendasar dalam konteks suatu DAS yang harus disikapi secara serius adalah dampak erosi.

Dampak erosi telah dikenal luas, yakni: 1) menurunnya produktivitas tanah, dan 2) meningkatnya sedimentasi yang berakibat mendangkalnya sungai dan saluran irigasi, dan 3) berkurangnya secara tajam umur pemanfaatan waduk. Terjadinya erosi disebabkan oleh kekuatan jatuh butir-butir hujan dan aliran permukaan atau karena kekuatan angin. Pada sebagian besar daerah tropika basah seperti Indonesia, erosi disebabkan oleh kekuatan jatuh butir hujan dan aliran permukaan. Kajian yang dilakukan oleh JICA (2007) menyebutkan, bahwa sumber sedimentasi di waduk Gajah Mungkur berasal dari erosi tanah pada pengolahan lahan tegalan dan kawasan pemukiman.

Proses terjadinya erosi melalui beberapa tahap, yaitu pelepasan (*detachment*), pemindahan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*). Erosi yang diakibatkan oleh air sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan *run off*. Proses ini terdiri dari empat sub proses yang interaktif, yaitu : a) penghancuran oleh curah hujan, b) pengangkutan oleh curah hujan, c) penghancuran oleh *run off* (*scour erosion*) dan, d) pengangkutan oleh *run off*. Hujan jatuh di permukaan tanah akan menghancurkan partikel tanah dan memercikkan partikel tersebut ke atas, kemudian berpindah ke tempat lain. Dampak yang ditimbulkan akibat berpindahnya partikel-partikel tanah tersebut yaitu akan terjadi penyumbatan pori-pori tanah sehingga akan mengurangi infiltrasi tanah karena telah terjadinya pemadatan tanah (*surface crusting*). Apabila hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka akan terjadi *run off* yang

akan menghancurkan partikel tanah dan mengangkutnya dengan tenaga *run off*. Jika kecepatan aliran menjadi lambat atau terhenti, partikel akan mengalami deposisi atau sedimentasi. Banyaknya air mengalir dipermukaan tanah bergantung pada hubungan antara jumlah dan intensitas hujan dengan kapasitas infiltrasi tanah.

Erosi yang disebabkan oleh air hujan mengakibatkan hilangnya tanah lapisan atas (*top soil*), dimana tanah lapisan atas adalah yang lebih subur dibandingkan dengan lapisan tanah dibawahnya (*sub soil*), dan pada tanah lapisan atas kandungan bahan organik dan unsur-unsur hara lebih tinggi. Kehilangan tanah lapisan atas akan mengakibatkan kehilangan bahan organik dan unsur-unsur hara cukup besar bersama-sama dengan tanah yang tererosi.

Partikel tanah yang berpindah tempat tersebut dapat menyumbat pori-pori tanah sehingga menyebabkan terjadinya pepadatan tanah (*surface crusting*) sehingga akan mengurangi infiltrasi tanah. Apabila hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, maka akan terjadi *run off* yang akan menghancurkan partikel tanah dan mengangkutnya dengan tenaga aliran *run off*. Jika kecepatan aliran menjadi lambat atau terhenti, partikel akan mengalami deposisi atau sedimentasi.

Arsyad (2010), menyatakan bahwa erosi merupakan hasil interaksi kerja antara faktor- faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah, dan tindakan manusia yang dapat

dinyatakan dalam suatu persamaan deskriptif sebagai berikut:

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

**Dimana:** E : Erosi yang merupakan fungsi dari faktor

i : iklim, r: relief atau topografi

v : vegetasi

t : tanah

m : manusia.

### B. Iklim

Di daerah tropika faktor iklim terpenting yang menentukan besarnya tanah tererosi adalah hujan. Karakteristik hujan yang mempengaruhi erosi adalah intensitas hujan, lama hujan, total curah hujan, energi kinetik hujan, ukuran butir, kecepatan dan bentuk jatuhnya hujan serta distribusi hujan (Hardjoamidjojo *et al.* 1993).

### C. Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang berpengaruh terhadap erosi. Kenaikan kecepatan aliran permukaan akibat kemiringan lereng menjadikan air tersebut sebagai pengangkut yang lebih baik, karena tetesan hujan akan mengakibatkan terlepasnya butir-butir tanah yang selanjutnya akan di hanyutkan oleh aliran permukaan. Pengaruh panjang lereng terhadap erosi sangat tergantung pada jenis tanah dan intensitas hujan. Umumnya

kehilangan tanah meningkat dengan meningkatnya panjang lereng bila intensitas hujannya besar.

#### D. Vegetasi

Faktor vegetasi merupakan lapisan pelindung antara atmosfer dan tanah. Vegetasi akan mempengaruhi siklus hidrologi diantaranya volume air yang masuk ke sungai, ke dalam tanah dan cadangan air bawah tanah. Vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau hutan yang lebat. Arsyad (2010) mengemukakan pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Intersepsi hujan oleh vegetasi akan mempengaruhi erosi, yaitu mengurangi jumlah air yang sampai ke tanah sehingga akan mengurangi aliran permukaan dan mengurangi kekuatan perusak butir-butir hujan yang jatuh ke tanah.
- 2) Mengurangi kecepatan dan kekuatan perusakan aliran permukaan. Tumbuhan yang merambat di atas permukaan tanah merupakan penghambat aliran permukaan. Pengaruh vegetasi terhadap pengurangan laju aliran permukaan lebih besar dari pada pengaruhnya terhadap pengurangan jumlah aliran permukaan.

## E. Pengaruh Perakaran

Perakaran tumbuhan akan membentuk agregat-agregat tanah yang dimulai dengan penghancuran bongkah-bongkah tanah oleh akar. Akar tumbuhan masuk ke dalam bongkah dan menimbulkan tempat-tempat lemah yang menyebabkan bongkah-bongkah terpisah menjadi butir-butir sekunder. Rumput, leguminosa, dan tumbuhan semak memiliki pengaruh nyata dalam memperkuat ketahanan tanah terhadap erosi dan longsor sampai kedalaman 0.75-1.5 m, sedangkan pepohonan memiliki pengaruh lebih dalam dan dapat meningkatkan kekuatan tanah sampai kedalaman 3 m atau lebih tergantung pada morfologi akar jenis pepohonan tersebut (Arsyad 2010).

## F. Transpirasi

Tanah dalam kapasitas lapang mengakibatkan hilangnya air dari tanah terutama melalui transpirasi. Transpirasi memperbesar kapasitas tanah untuk menyerap air hujan, sehingga nantinya akan mengurangi jumlah aliran permukaan.

## G. Kegiatan Biologi Tanah

Kegiatan biologi tanah (bakteri, jamur, cendawan, insekta, dan cacing tanah) akan memperbaiki porositas dan kemantapan agregat tanah. Pengaruh dari berbagai organisme tanah ini akan meningkatkan infiltrasi tanah, mengurangi aliran permukaan dan mengurangi erosi.

## H. Tanah

Sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap erosi adalah faktor kepekaan tanah (erodibilitas tanah). Semakin besar nilai erodibilitas tanah suatu tanah semakin peka terhadap erosi. Erodibilitas tanah sangat tergantung pada dua karakteristik tanah, yaitu stabilitas agregat tanah dan kapasitas infiltrasi. Stabilitas agregat tanah dipengaruhi oleh struktur tanah yang biasanya ditentukan oleh bahan organik tanah, persentase fraksi pasir, debu dan liat (Hardjoamidjojo *et al.* 1993). Tanah dengan kandungan liat dan bahan organik yang tinggi mempunyai agregat yang stabil, karena mempunyai ikatan yang kuat diantara koloid-koloidnya. Kriteria yang penting dalam menduga kepekaan tanah terhadap erosi adalah *clay ratio*, yaitu perbandingan antara persentase pasir dan debu dengan persentase liat.

## I. Manusia

Manusia merupakan faktor yang paling berpengaruh menyebabkan terjadinya erosi. Beberapa kegiatan manusia yang mengakibatkan terjadinya erosi adalah adanya aktivitas manusia dalam memanfaatkan tanah untuk berbagai kegunaan, diantaranya cara bercocok tanam yang salah atau pembuatan jalan yang ceroboh dapat mempercepat terjadinya erosi. Selanjutnya pemusnahan tanaman akibat penebangan dan kebakaran akan menyebabkan erosi semakin besar.

## J. Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan pada umumnya disebabkan oleh tekanan penduduk. Laju pertumbuhan penduduk yang besar akan dapat memacu tekanan terhadap lahan. Kondisi penutupan/penggunaan lahan menggambarkan bentuk pemanfaatan lahan yang ada di suatu kawasan. Pengkajian dalam perspektif hulu-hilir DAS, arahan pemanfaatan lahan daerah hulu DAS harus dicirikan dengan arahan pemanfaatan lahan untuk daerah konservasi yang pada umumnya jenis vegetasinya merupakan tegakan hutan. Seperti yang dialami di 2 (dua) kabupaten yaitu Pasaman dan Lima Puluh Kota berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan yang dulunya kawasan hutan menjadi kawasan perkebunan yang berdampak kepada keberadaan PLTA Koto Panjang.

Deforestasi dan degradasi lahan mengakibatkan semakin berkurangnya kawasan resapan di Hulu DAS Mahat. Kondisi ini merupakan suatu fenomena atau fakta yang menyebabkan terganggunya kebutuhan/pasokan air untuk irigasi dan waduk PLTA Koto Panjang, serta telah mulai langkanya sumber-sumber air pada beberapa tempat di wilayah DAS. Berkurangnya luasan tegakan pohon baik di dalam kawasan maupun di luar kawasan hutan akan meningkatkan erosi dan sedimentasi serta tidak normalnya debit air sungai utama antara musim hujan dengan musim kemarau sepanjang tahunnya. Bradshaw et al. (2007) mengungkapkan bahwa hubungan antara luas hutan dengan

tingkat kerusakan banjir sangat erat. Berdasarkan data dari 56 negara berkembang antara tahun 1990– 2000 dari 65 kejadian banjir 14% nya terkait dengan deforestasi. Setiap penurunan 10% luas hutan alam akan meningkatkan 4 – 28% kejadian banjir. Erosi yang terjadi juga menyebabkan terjadinya peningkatan kehilangan hara dari lahan usaha tani, sedimentasi di waduk dan biaya penggelontoran waduk untuk membersihkan sedimen. Debit sungai yang rendah pada musim kemarau menyebabkan terjadinya penurunan jumlah air yang tersedia untuk memutar turbin sehingga terjadi kehilangan produksi listrik.

Hal tersebut diatas sesuai dengan pendapat Sinukaban (2007), bahwa berkurangnya infiltrasi ke dalam tanah yang mengalami erosi di bagian hulu DAS menyebabkan pengisian kembali (*recharge*) air bawah tanah (*ground water*) juga berkurang, yang mengakibatkan kekeringan di musim kemarau. Sehingga dapat dikatakan bahwa fenomena banjir dan kekeringan tidak dapat dipisahkan dari peristiwa erosi. Penataan penggunaan lahan yang optimal dengan penerapan agroteknologi yang mampu menekan erosi dan meminimumkan fluktuasi aliran permukaan harus dilakukan agar kelestarian sumber daya air dapat terjaga, dan disisi lain pendapatan petani hulu pun meningkat.

Perubahan penggunaan lahan di DAS Mahat Hulu memperlihatkan adanya konflik kepentingan, yaitu antara upaya mempertahankan kualitas lingkungan yang

baik dengan meningkatkan produktifitas lahan demi kesejahteraan. Kondisi ini membutuhkan penanganan serius agar pembangunan pertanian yang dilakukan di DAS Mahat Hulu bisa berkelanjutan. Pengelolaan pertanian di Hulu DAS Mahat harus sesuai dengan daya dukung dan kelas kemampuan lahan. Pemanfaatan lahan yang mengabaikan tingkat kemampuan atau kesuburan lahan akan menyebabkan lahan menjadi rusak. Kerusakan ini akan menurunkan produktivitas lahan, meningkatkan biaya sosial pada tingkat tapak (on-site) maupun biaya sosial di lingkungan sekitarnya (off-site).

Penggunaan lahan kawasan DAS Mahat Hulu lebih didominasi oleh kebun gambir (*Uncaria gambir Roxb*) rakyat sejak 2 (dua) dasa warsa terakhir. Tanaman ini merupakan mata pencaharian utama masyarakat sepanjang DAS disamping padi sawah. Akibat pertumbuhan penduduk dan keterbatasan lahan usaha menyebabkan hutan semakin mendapat tekanan untuk dialihfungsikan menjadi kebun. Pengelolaan lahan kebun belum dilakukan secara berteknologi (agroteknologi) sebagaimana teknologi konservasi yang dianjurkan, akibatnya terjadi erosi dan sedimentasi yang akhirnya DAS semakin kritis. Upaya untuk mempertahankan status kawasan hutan akan mendapat tantangan dari masyarakat setempat, karena mereka tidak memperoleh manfaat langsung dari upaya/ kebijakan ini.

Penggunaan lahan DAS Mahat Hulu terdiri dari 6 (enam) jenis, yaitu: 1) Hutan, 2) Kebun campuran, 3) Semak belukar, 4) Ladang dan tegalan, 5) Sawah, dan 6) Pemukiman. Hasil intepretasi citra tahun 1995, ternyata penggunaan lahan hutan masih mendominasi kawasan yaitu 14523.93 ha (50.89%). Pada tahun 2010, penggunaan lahan hutan turun menjadi 7980.96 ha (27.97%). Hutan telah beralih fungsi menjadi lahan pertanian seperti gambir, karet, dan kopi yang ditanam secara bersama. Pada tahun 1995 kebun campuran tercatat seluas 4889.3 ha (17.13%). Hasil intepertasi tahun 2010 luas kebun meningkat menjadi 12629.32 ha (44.26%). Penggunaan lahan seperti semak belukar, ladang dan tegalan, sawah dan pemukiman tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Kajian Pengembangan Lahan dan Pemukiman Universitas Andalas (2001) melaporkan luas hutan di kawasan hulu Batang Mahat berkurang. Kondisi ini disebabkan oleh kegiatan ladang berpindah yang dilakukan di lahan dengan kelerengan di atas 25%, sehingga berpotensi terjadinya erosi dan sedimentasi. Hasil penelitian Berd (2003) menunjukkan DAS Mahat Hulu didominasi oleh jenis tanah Ultisol. Erosi dan sedimentasi tinggi didorong oleh jenis dan sifat fisik tanah tersebut. Laju infiltrasi sangat rendah terutama pada tanah-tanah yang mempunyai persentase liat tinggi dan pada lahan terbuka.

Pada sisi lain, erosi tanah juga disebabkan adanya perubahan penggunaan lahan. Saat dilakukan pengukuran erosi oleh *Japan Overseas Forestry Consultants Associations* (JOFCA 1994) terkait dengan pembangunan waduk PLTA Koto Panjang, didapatkan erosi yang terjadi di DAS Mahat sekitar 250 ton/ha/tahun. Erosi yang terjadi sekaligus mengindikasikan sedimen yang hanyut dan mengendap di waduk PLTA Koto Panjang, selanjutnya dari laporan juga ditambahkan bahwa sedimen yang masuk ke waduk selama 1 (satu) tahun mencapai 21 000 ton/th, sementara batas toleransi hanya 14 000 ton/th.

Dampak lain yang terkait dengan fluktuasi debit akibat perubahan penggunaan lahan ini adalah ketersediaan air pada musim kemarau. Fenomena atau fakta ini telah menimbulkan masalah dan ancaman terhadap fungsi waduk PLTA Koto Panjang. Tinggi muka air di waduk tidak normal lagi, berfluktuasi antara maksimum 85 m dan minimum 73.5 m dari permukaan laut. Tinggi air normal yang dikehendaki adalah 81.5 m di atas permukaan laut, sehingga dengan ketinggian normal tersebut mampu menghasilkan debit di *inlet* (*inflow*) terowongan air PLTA 348 m<sup>3</sup>/detik untuk dapat menghasilkan produksi listrik sebesar 114 MW. Bahkan kondisi yang lebih kritis lagi terjadi pada musim kemarau (Mei) tahun 1999, yang *inflow* nya hanya mencapai 63.05 m<sup>3</sup>/detik dan pada bulan Mei tahun 2009 mencapai 54.64 m<sup>3</sup>/detik. Gambaran selama 10 tahun terakhir ini telah menunjukkan masalah yang serius terhadap ketidaknormalan air yang masuk ke waduk PLTA

Koto Panjang yang berdampak kepada tidak tercapainya produksi listrik 114 MW.

Upaya untuk mengembalikan fungsi kawasan hutan merupakan langkah tepat. Upaya tersebut harus dilakukan agar regulasi dan pengaturan kelembagaan yang digunakan akan menciptakan mekanisme pengaturan hak dan kewajiban setiap *stakeholders* secara proporsional. Selanjutnya, pelaksanaan program konservasi tanah dan air sebagai bagian dari program pengelolaan DAS secara keseluruhan di daerah hulu DAS diharapkan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan dukungan finansial dari *stakeholders* yang memperoleh manfaat ekonomi dan manfaat lainnya. Dengan mekanisme ini, pola keproyekan dalam pengelolaan DAS yang selama ini diterapkan secara bertahap dapat ditinggalkan dan diganti dengan pola kemandirian baik sumber pembiayaan maupun aturan- aturan yang akan dilaksanakan oleh para *stakeholders*.

Perubahan penggunaan lahan merupakan proses dinamis sesuai dengan perubahan jumlah dan kebutuhan masyarakat. Tetapi, saat ini perubahan penggunaan lahan umumnya terjadi sebagai akibat dari kebutuhan yang mendesak, seperti pemenuhan untuk pangan. Jika proses ini terjadi dalam waktu lama maka akan terjadi kerusakan lingkungan. Sebagai contoh adalah penggunaan lahan hutan menjadi areal pertanian dan perkebunan dalam kawasan DAS Mahat Hulu yang belum mempertimbangkan daya

dukung lahan. Penggunaan lahan hutan dapat dilihat secara ekonomis, karena ada nilai atau manfaat baik langsung maupun tidak dari hutan itu sendiri. Tetapi selama ini tidak pernah dinilai dalam setiap pengambilan keputusan. Pesatnya laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya berbagai aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat telah memberikan dampak yang tidak menguntungkan terhadap tata air dan kualitas lingkungan waduk PLTA Koto Panjang.

### 7.1.2 Dampak Penggunaan Perubahan Lahan Terhadap Aliran Permukaan

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian disadari menimbulkan banyak masalah seperti penurunan kesuburan tanah, erosi, kepunahan flora dan fauna, banjir, kekeringan dan bahkan perubahan lingkungan global. Masalah ini bertambah berat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya luas areal hutan yang dialih gunakan menjadi lahan usaha lain. Banuwa (2008) melaporkan, hubungan antara erosi dengan penebangan hutan, yaitu erosi dari suatu *small catchment area* di Guyana Perancis meningkat secara drastis setelah dilakukan penebangan hutan (*deforestation*). Hasil observasi yang dilakukan pada skala petak kecil juga menunjukkan bahwa penebangan vegetasi alami telah menyebabkan terjadinya peningkatan koefisien *run off* 25-100 kali, sementara itu erosi meningkat pula sampai lebih dari 10 kali lipat (Roose 1986). Permukaan tanah yang dibiarkan terbuka juga menyebabkan terjadinya fluktuasi suhu dan regim kelembaban tanah menjadi lebih besar. Hal ini menyebabkan terjadinya percepatan penurunan kadar bahan organik tanah (Lal, 1994).

Aliran permukaan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di permukaan tanah atau di bawah permukaan tanah yang mengalir ketempat lebih rendah seperti sungai, danau atau laut (Schwab *et al.* 1981). Sedangkan menurut UU No.7 tahun 2004 tentang sumber daya air dikatakan bahwa, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Menurut Arsyad (2010), aliran permukaan (*run off*) adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah. Aliran permukaan inilah yang dapat menyebabkan erosi tanah, karena mampu mengangkut bagian bagian tanah yang terdispersi oleh butir hujan. Dalam pengertian ini *run off* adalah aliran di atas permukaan tanah sebelum air tersebut sampai ke dalam saluran atau sungai. Faktor faktor yang mempengaruhi sifat sifat aliran permukaan adalah sebagai berikut; curah hujan (jumlah, laju, dan distribusi), suhu, tanah (tipe, substratum), topografi, luas daerah aliran, vegetasi penutup tanah (tipe, jumlah, dan kerapatan), dan sistem pengolahan tanah. Pengendalian aliran permukaan akan berdampak secara langsung terhadap erosi yang pada gilirannya akan dapat mempengaruhi ketersediaan air pada musim kemarau dan pencegahan banjir pada musim penghujan.

Volume aliran permukaan yang berlebihan dapat berpotensi menimbulkan banjir di bagian hilir. Hal ini sesuai dengan pendapat Irianto (2003) yang menyatakan bahwa curah hujan tahunan yang terakumulasi pada waktu pendek (Desember-Februari) menyebabkan tanah tidak mampu menampung semua volume air hujan. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan, hal ini diperburuk dengan meningkatnya alih fungsi hutan menjadi penggunaan lain seperti pertanian, permukiman,

industri dan sawah, sehingga kondisi ini menimbulkan potensi banjir yang cukup besar di wilayah hilir. Selanjutnya dikatakan bahwa besarnya aliran permukaan juga akan menimbulkan erosi yang berlebihan sehingga secara langsung akan menurunkan kesuburan tanah. Penurunan kesuburan tanah menyebabkan makin berkurangnya vegetasi yang mampu tumbuh dengan baik, sehingga tutupan lahan semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya pengisian (*recharging*) cadangan air di bagian hulu yang berakibat timbulnya kekeringan pada saat musim kemarau.

Suryani dan Agus (2005) melaporkan, pada periode 1992 – 2002 di DAS Cijalupang (2792 ha) telah terjadi pengurangan luas hutan sebesar 2.35% dan kebun campuran sekitar 7.27%, akan tetapi tegalan meningkat sebesar 5.64 % dan pemukiman sekitar 5.11%. Dampak perubahan penggunaan lahan yang terjadi adalah meningkatnya total hasil air tahunan meskipun tidak signifikan (+0.35%). Perubahan signifikan terjadi pada komponen aliran permukaan. Total aliran permukaan meningkat sebesar 12.37% dan aliran dasar menurun sebesar 2.54%.

Meningkatnya aliran permukaan disebabkan berkurangnya kemampuan tanah meretensi air akibat meningkatnya bilangan kurva aliran permukaan (*curve number*). Bilangan kurva aliran permukaan merupakan fungsi dari tipe tanah, penggunaan lahan, dan kondisi kandungan air tanah sebelumnya (SCS Engineering Division 1986), Williams (1995) menambahkan bahwa lereng ikut mempengaruhi bilangan kurva aliran permukaan. Semakin tinggi bilangan kurva aliran permukaan, semakin sedikit air yang dapat diretensi tanah, akibatnya semakin besar jumlah curah

hujan yang langsung menjadi debit. Debit akan semakin tinggi di musim hujan dan semakin rendah di musim kemarau karena berkurangnya pengisian air bawah tanah (*recharge*). Begitu juga sebaliknya, semakin rendah bilangan kurva aliran permukaan, semakin banyak air yang dapat diretensi tanah. akibatnya jumlah curah hujan yang langsung menjadi debit akan semakin sedikit.

## 7.2 Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi

DAS Mahat Hulu merupakan salah satu sentra produksi gambir (*Uncaria gambir Roxb*). Komoditas ini termasuk tanaman khas daerah tropis dengan manfaat serbaguna. Prospek pasar dan potensi pengembangannya cukup baik karena digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri. Komoditi ini termasuk dalam sepuluh komoditas ekspor utama provinsi Sumatera Barat. Tanaman ini merupakan mata pencaharian utama keluarga petani DAS Mahat Hulu. Penduduk semakin meningkat dan kebutuhan lahan usaha juga semakin tinggi. Lahan yang tersedia adalah hutan, akibatnya permukaan tanah semakin terbuka dan potensi meningkatnya aliran permukaan semakin tinggi, disamping pengaruh sifat fisik tanah lainnya.

Melihat pengaruh perubahan lahan hutan atau vegetasi penutup tanah lainnya terhadap koefisien aliran permukaan (C) dilakukan dengan metoda statistik regresi berganda, sehingga diperoleh persamaan umum sebagai berikut (dengan  $n = 12$ ):

$$C = 181 - 2.41 \text{ htn} - 0.64 \text{ kbn cpr} - 0.43 \text{ smk blkr} - 3.66 \text{ tgln}$$

$R\text{-Sq} = 97.1\%$ ,  $VIF > 1$  membuktikan ada tarik menarik antar prediktor, sehingga pengolahan data dilanjutkan dengan menggunakan

metoda *Stepwise Regression* dan menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$C (\%) = 107.9 - 1.96 \text{ hutan dan } R\text{-Sq} = 95.67\% .$$

Besarnya koefisien aliran permukaan menggambarkan kehilangan air yang tidak dapat dimanfaatkan, karena langsung mengalir. Simulasi yang dilakukan berdasarkan persamaan pengaruh hutan terhadap aliran permukaan (persentase) air yang terbuang begitu saja tanpa bisa dimanfaatkan adalah 317.39 jt m<sup>3</sup>/th –45.73 jt m<sup>3</sup>/th pada kawasan hutan 20% - 50% dari luas DAS (Tabel 2). Kehilangan air yang demikian besar diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan hutan ke areal penggunaan lain, terutama untuk kebun campuran yang diduga dapat menurunkan kapasitas infiltrasi, sehingga jumlah air hujan yang menjadi aliran permukaan jauh lebih besar dari yang terinfiltrasi. Melihat kondisi tersebut, sangat diperlukan upaya rehabilitasi hutan dan penerapan agroteknologi yang mampu mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan infiltrasi DAS, Mahat Hulu. Seperti apa yang dikemukakan oleh Suwardjo (1981), bahwa penggunaan mulsa salah satu penerapan agroteknologi dinilai sangat efektif menekan aliran permukaan dan erosi tanah. Efektifitasnya tergantung kepada jumlah dan daya tahan terhadap proses dekomposisi. Salah satu jenis mulsa adalah jerami cukup efektif pada lahan dengan kelerengan hingga 26 persen.

Peningkatan luas hutan pada suatu DAS mampu menurunkan nilai koefisien aliran permukaan (C) yang pada akhirnya dapat meningkatkan jumlah air yang dapat dimanfaatkan (Tabel 4). Hal ini disebabkan karena hutan mampu mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas infiltrasi. Dengan demikian, pengembangan

sumber daya air dengan kegiatan rehabilitasi hutan (penghutanan kembali) yang dilaksanakan pada DAS Mahat Hulu akan mampu meningkatkan ketersediaan air bagi masyarakat hilir terutama untuk PLTA Koto Panjang.

Penggunaan lahan untuk usaha tani gambir sebagaimana yang dilakukan petani pada saat berlangsungnya penelitian tahun 2012 selain memberikan keuntungan bagi petani juga memberikan eksternalitas negatif terhadap on-farm dalam bentuk penurunan produktifitas lahan dan off-farm dalam bentuk banjir dimusim hujan dan kering pada waktu musim kemarau, pendangkalan sungai dan waduk.

Periode tahun 2007-2010 koefisien aliran permukaan pada musim hujan mencapai 36.4% atau 168.16 jt m<sup>3</sup>/th volume debit yang mengalir di sungai tanpa bisa dimanfaatkan. Sementara pada periode yang sama dimusim kering koefisien aliran permukaan 24.2% (111.80 jt m<sup>3</sup>/th. Perbedaan volume debit pada musim hujan dan kering juga mencirikan lahan terbuka semakin luas dan kapasitas infiltrasi menurun, akibatnya DAS Mahat Hulu berpotensi terjadinya banjir dimusim hujan dan kekeringan dimusim kemarau. Laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Lima Puluh Kota tahun 2013 menunjukkan hampir setiap musim hujan kecamatan Bukit Barisan atau DAS Mahat Hulu terjadi banjir dan longsor.

Jenis tanah *Typic tropudult* yang dominan di DAS Mahat Hulu juga merupakan salah satu jenis tanah yang didominasi oleh liat dan kemampuan untuk melalukan air infiltrasi rendah sampai sedang (5.8 – 18.6 cm/jam), permeabilitas dengan kecepatan 3.0 – 12.5 cm/jam mencirikan kondisi tanah untuk dilalui air lambat sampai sedang, serta lereng yang didominasi diatas 25% kondisi biofisik semuanya

mencirikan air tidak mudah tersimpan dan aliran permukaan cukup tinggi.

Perubahan penggunaan lahan juga berdampak terhadap rasio debit pada musim hujan dan musim kering (Lampiran 11 dan 12). Perubahan penggunaan lahan yang terjadi sejak tahun 1999 sampai 2010 menyebabkan rasio  $Q_{max}/Q_{min}$  meningkat cukup tinggi. Pada tahun 2007-2010 rasio  $Q_{max}/Q_{min}$  71.2 sementara pada tahun 1999-2002 hanya 33.7.

Berdasarkan hasil analisis regresi stepwise maka alternatif penggunaan lahan dalam kaitannya dengan debit sungai lebih ditentukan oleh perubahan penggunaan lahan hutan. Oleh karena itu acuan dalam menentukan alternatif penggunaan lahan adalah luasan kawasan hutan yang harus dipertahankan agar pengembangan sumber daya air dapat diwujudkan di DAS Mahat Hulu.

Uraian-uraian di atas menunjukkan bahwa penurunan luas hutan akan berpengaruh besar terhadap penurunan ketersediaan air, dimana ketersediaan air ini merupakan gambaran dari debit minimum. Hal ini berkaitan dengan siklus hidrologi yang menjelaskan bahwa penggunaan lahan akan mempengaruhi komponen-komponen siklus hidrologi seperti evapotranspirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi dan aliran permukaan. Proses-proses yang terkait dengan komponen-komponen di dalam siklus hidrologi akan terpengaruh terhadap aliran sungai.

Fenomena di atas menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan khususnya hutan di daerah tropis akan mempengaruhi siklus hidrologi. Hasil penelitian Suryani dan Agus (2005) juga membuktikan bahwa akibat perubahan penggunaan lahan menyebabkan meningkatnya

aliran permukaan disebabkan penurunan kemampuan tanah meretensi air juga menandakan meningkatnya jumlah hujan yang berubah langsung menjadi debit. Akibatnya debit semakin tinggi di musim hujan (Oktober-April) dan rendah di musim kemarau (Mei-September).

Pudjiharta (2008) menyatakan keberadaan hutan untuk pengendalian permukaan dan debit tidak tak terbatas, tetapi diluar hutan ada faktor-faktor yaitu besarnya curah hujan, kemiringan lereng, geologi (tanah) dan tata guna lahan, bahwa. Apabila salah satu faktor tersebut mengalami perubahan maka kondisi hidrologi DAS yang bersangkutan akan berubah diantaranya adalah aliran permukaan dan debit sungai, selanjutnya tingginya tingkat kekasaran permukaan dan bahan organik berupa sarasah dan kanopi yang rapat dari hutan merupakan faktor utama efektifnya hutan mengurangi aliran permukaan. Kekasaran permukaan, porositas tanah dan infiltrasi meningkat akibat adanya bahan organik yang menumpuk di permukaan tanah dan sekaligus mampu mengurangi aliran permukaan.

Perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap fluktuasi debit (KRS) rasio  $Q_{max}/Q_{min}$  juga pernah diteliti oleh Sinukaban *et al.* (2007) yang menyatakan, bahwa perubahan pemanfaatan lahan semak menjadi agroforestri (kebun campuran) di Sub DAS Manting Jawa Timur telah menyebabkan peningkatan fluktuasi debit (KRS) dari 9.7 pada tahun 1987, menjadi 10.1 pada tahun 1988, dan menjadi 13.1 pada tahun 1999. Hal ini disebabkan karena agroforestri atau kebun campuran yang diterapkan menyebabkan sebagian lahan menjadi terbuka, sehingga berdampak pada peningkatan aliran permukaan.

Hasil penelitian Ilyas (2000) menunjukkan, bahwa, penurunan luas hutan pada DAS Karangmumus di Kalimantan Timur dari seluas

18% menjadi 10% dapat menyebabkan peningkatan laju puncak banjir sebesar 7.6% dari kondisi semula. Menurut Noordwijk *et al.* (2004) tutupan lahan oleh pohon dengan segala bentuknya dapat mempengaruhi aliran air (debit). Tutupan pohon tersebut dapat berupa pohon alami, atau regenerasi alami tanaman di hutan. Pohon yang dibudidayakan, pohon sebagai tanaman pagar atau pohon monokultur (hutan tanaman industri). Selanjutnya mereka mengatakan bahwa tutupan pohon mempengaruhi aliran air dalam berbagai tahap seperti: 1) intersepsi, 2) perlindungan agregat tanah, 3) infiltrasi, 4) serapan air, dan 5) drainase lansekap.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pramono *et al.* (2010) yang melakukan penelitian di DAS berlahan induk kapur KPH Cepu mengatakan bahwa debit puncak akan ikut berubah secara signifikan apabila terjadi perubahan luasan hutan yang semula 80% dari luas DAS turun menjadi 53% luas DAS, debit puncaknya naik dari 30 l/det/km<sup>2</sup> mejadi 67 l/det/km<sup>2</sup>. Kenyataan ini menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan menjadi penggunaan lain berkontribusi sangat besar terhadap peningkatan debit maksimum rata-rata dan volume aliran permukaan. Selanjutnya, kegiatan identifikasi penutupan lahan perlu diperdalam dengan mengukur kualitas penutupannya. Hal ini disebabkan karena sesuai fungsinya sebagai pengatur tata air, kemungkinan kebun campuran dapat berfungsi sama dengan hutan, dengan kata lain respon jenis penutupan lahan bervegetasi mungkin akan sama terhadap hujan. Selain hal tersebut, kondisi ini juga menyebabkan simpanan air tanah menurun sehingga secara langsung akan menurunkan debit minimum rata-rata harian.

### 7.3 Permasalahan Cara Bertanam Gambir Terhadap Penggunaan Lahan

Permasalah utama dari tanaman gambir saat ini adalah rendahnya produktivitas dan kualitas produk sebagai akibat dari cara bercocok tanam dan proses pasca panen (pengolahan) yang belum optimal dan minimnya dukungan teknologi. Pada umumnya tempat penanaman gambir pada kemiringan yang cukup tinggi dan didominasi oleh semak belukar serta hutan lebat, sehingga pembukaan lahan secara besar-besaran akan terjadi yang akan merusak tutupan lahan yang berpotensi menimbulkan erosi, banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu, untuk membuka lahan petani biasanya melakukan pembakaran dengan alasan biaya lebih murah dan mudah mengerjakannya serta abunya dapat berfungsi sebagai pupuk untuk menyuburkan tanah (Buharman dkk, 2001).

Dalam pengelolaan gambir dikalangan petani umumnya secara tradisional, dimana penggunaan kayu bakar sangat populer untuk pengelolaan gambir yang akan mengancam kelestarian hutan.

### 7.4 Pertanian Konservasi Gambir DAS Mahat Hulu

Pertanian konservasi yang di terapkan pada penggunaan lahan usaha tani masyarakat yang sudah terlanjur masuk dalam kawasan dapat diteruskan dengan memperbaiki cara bercocok tanam dengan *strip cropping* dan pemberian mulsa. Penanaman secara *strip cropping* baru sebatas pengetahuan yang mereka dapatkan, namun dalam prakteknya belum semua, hanya terkait masalah tambahan biaya dan keinginan melaksanakannya, akan tetapi mengenai pemberian mulsa sudah menjadi tradisi bagi petani yaitu dengan menaburkan sisa perebusan ranting dan

daun pasca manggampo gambir. Jumlah mulsa yang diberikan yang dengan istilah ampas ketapang tersebut adalah 100 kg/ hari dan air limbah sisa perebusan (kolincuang) 30 liter/hari, untuk 1 (satu) tahun diperkirakan sebanyak 800 kg/ha/th dan cairan kolincuang 2400 liter. Baik ampas ketapang maupun kolincuang diyakini mengandung unsur hara baik mikro maupun makro serta bahan organik yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman mengingat kandungan yang ada pada gambir itu sendiri.

Kebun gambir dengan pola kebun campuran atau agroforest yang dikombinasikan dengan pengolahan lahan secara kontur bisa menekan erosi sampai diawah ambang erosi yang ditoleransikan. Pola ini juga menunjukkan kelayakan usaha yang cukup baik terutama bila eksternalitas negatif akibat erosi tanah yang menjadi biaya sosial tidak diperhitungkan dalam biaya atau beban petani. Penerapan pola ini di seluruh DAS sangat dipengaruhi oleh banyak faktor.

Berdasarkan wawancara dan pengamatan lapangan diketahui bahwa permasalahan utama bagi petani dalam menerapkan konservasi adalah 1) belum mengetahui manfaat konservasi itu sendiri, 2) kondisi modal usaha dan 3) faktor harga yang fluktuatif. Permasalahan ini menjadi sangat krusial bagi petani berlahan kecil dengan sumber pendapatan hanya dari kebun gambir walaupun rata rata pendapatan petani gambir per ha menunjukkan bahwa biaya konservasi tidak terlalu memberatkan usahatani mereka. Penurunan kerugian akibat erosi lebih besar dari pada biaya konservasi tanah.

**Tabel 11.** Analisa usaha tani gambir di DAS Mahat Hulu

Penerimaan petani dan kelayakan usahatani gambir	Pola usaha tani gambir di DAS Mahat Hulu	
	A	B
	Rp	Rp
	(2 x/th)	(3x/th)
Pendapatan (Rp/ha)	16 000 000	24 000 000
Biaya		
Input produksi (Rp/ha)	2 150 000	3 225 000
biaya konservasi (Rp/ha)	1 500 000	1 000 000
Total	3 650 000	4 225 000
nilai kehilangan erosi (Rp/ha)	2 020 000	2 020 000
Total biaya	5 670 000	6 245 000
Penerimaan petani		
Erosi sebagai biaya eksternal	12 350 000	19 775 000
Erosi sebagai biaya internal	10 330 000	17 755 000
kelayakan usaha (B/C rasio) r 15% /th		
Erosi sebagai biaya eksternal	5.84	4.53
Erosi sebagai biaya internal	1.73	2.74

**Sumber:** Dianalisis dari hasil wawancara dengan harga gambir Rp. 20 000/Kg.

## 7.5 Karakteristik Lahan Penanaman Gambir

Berdasarkan Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia Skala 1:1.000.000 pertanaman gambir di Kabupaten Limapuluh Kota umumnya menempati Satuan Peta Tanah (SPT) 107 yakni kompleks Hapludults dan Dystrudepts, sedangkan di Kecamatan Kapur IX dan Pangkalan pertanaman gambir menempati SPT 102 yakni kompleks Dystrudepts dan Udorthents. Selanjutnya di Kabupaten Pesisir Selatan pertanaman gambir ditemukan pada SPT 89 yakni kompleks Hapludox dan Dystrudepts serta SPT 107 yakni Hapludults dan Dystrudepts (Anonymous, 2000).

Secara umum tanah untuk pertanaman gambir di Sumatera Barat tergolong tanah yang kurang subur dan/atau peka terhadap erosi, yaitu tergolong ke dalam Ordo Ultisols (diwakili jenis tanah Hapludults), Ordo Oxisols (Hapludox), dan Ordo Inceptisols (Dystrudepts). Hapludults merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut, bereaksi sangat masam sampai masam, miskin unsur hara N, P, K, bahan organik, dan peka terhadap erosi. Hapludox merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan sangat lanjut, porositas tinggi, daya menahan air kecil. Meski Hapludox relatif resisten terhadap erosi namun tanah tersebut sangat miskin unsur hara dan cadangan mineral, kapasitas tukar kation rendah, dan retensi fosfat tinggi. Dystrudepts umumnya berpenampang dangkal dan berbatu terutama di pegunungan atau perbukitan berlereng curam (Anonymous, 2000).

Winardi et al., (2005) melaporkan bahwa ketinggian tempat penanaman gambir di Kabupaten Limapuluh Kota biasanya sekitar 500 m dari permukaan laut (dpl), kemiringan lereng  $\geq 60\%$  dan fisiografi berbukit. Di Kecamatan Kapur IX ketinggian tempat penanaman

gambir sekitar 120 m dpl, kemiringan lereng  $\geq 20\%$  dan topografi bergelombang. Ketinggian tempat penanaman gambir di Kabupaten Pesisir Selatan sekitar 150 m dpl, kemiringan lereng  $\geq 60\%$  dan fisiografi berbukit. Menurut Atlas Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia Skala 1:1.000.000 wilayah penanam-an gambir di Kabupaten Limapuluh Kota termasuk Pola iklim IIIC, kecuali di Kecamatan Kapur IX dan Kecamatan Pangkalan termasuk Pola iklim IVC. Wilayah penanaman gambir di Kabupaten Pesisir Selatan seluruhnya termasuk Pola iklim IVC. Pola iklim IIIC mempunyai curah hujan 2.000-3.000 mm/tahun dan pola iklim IVC curah hujannya 3.000-4.000 mm/tahun (Anonymous, 2003). Selanjutnya Winardi et al. (2005) melaporkan bahwa curah hujan rata-rata di Kecamatan Batang Kapas, Kabupaten Pesisir Selatan dari Tahun 2000 sampai dengan 2005 adalah 3.491 mm/tahun. Menurut Rusman (2002) kawasan penanaman gambir pada dasarnya lahan marginal yang miring dengan reaksi masam, kesuburan fisik dan kimia sangat rendah, solum dangkal dan rentan terhadap erosi karena memiliki erodibilitas tinggi. Ditinjau dari faktor iklim, curah hujan di wilayah ini memiliki erosivitas tinggi.

Sejumlah kasus perubahan penggunaan lahan di beberapa DAS di Indonesia disajikan dengan bahasan mengenai hubungan sebab-akibat dari aspek hidrologi DAS, khususnya yang menyangkut daya dukung daerah aliran sungai dan frekuensi banjir. Karakteristik hidrologi dan limpasan sejumlah sungai utama di Indonesia (Jawa) disajikan dengan menunjukkan tingkat perkembangan penggunaan lahannya. Setengah abad terakhir telah terjadi penurunan jumlah curah hujan secara luas di Jawa dan beberapa wilayah lain di Indonesia dibandingkan dengan waktu setengah abad sebelumnya yang kelihatannya berhubungan dengan penurunan luas hutan (Pawitan, 2004). Sepuluh tahun terakhir

perhatian pakar lingkungan, terutama di Negara negara maju, mulai mengarah pada dampak yang terjadi di daerah hilir sebagai akibat berlangsungnya aktifitas manusia di wilayah hulu DAS. Hal ini berkaitan dengan semakin berkembangnya isu- isu lingkungan hidup regional dan global.

Gangguan terhadap lingkungan hidup itu umumnya bersifat lintas wilayah (*transboundary environmental problems*) yang sering kali melampaui batas- batas pemerintahan daerah dan negara. Dengan demikian, keberlanjutan pembangunan di daerah tengah dan hilir suatu DAS tidak dapat lagi dilepaskan dari aktivitas pembangunan yang berlangsung di wilayah hulu DAS yang sama. Dengan kata lain, keberlanjutan pemanfaatan sumber daya alam di daerah tengah dan hilir suatu ekosistem DAS tidak dapat dilepaskan dari pola pengelolaan lingkungan/sumber daya alam di hulu (Simenstad *et al.* 1992)

Proses perubahan penggunaan lahan ini selain menghasilkan manfaat yang dapat dinikmati oleh masyarakat juga menimbulkan permasalahan yaitu; erosi, sedimentasi, banjir dan lainnya. Erosi akan menyebabkan terjadinya pendangkalan waduk, penurunan kapasitas saluran irigasi, dan dapat mengganggu produksi listrik yang sumber energinya dari air ((PLTA). Erosi yang tinggi, banjir pada musim penghujan tidak hanya menimbulkan dampak negatif pada aspek biofisik sumber daya alam dan lingkungan, tetapi berdampak juga pada aspek sosial ekonomi masyarakat. Persoalan erosi yang tinggi melebihi erosi yang ditoleransikan, dapat diantisipasi dengan melakukan pola penggunaan lahan yang sesuai dengan kemampuan dan kesesuaian lahan tersebut, serta menerapkan konsep agroteknologi dalam upaya konservasi tanah dan air serta produktifitas yang lebih tinggi. Namun

upaya antisipasi ini belum dilakukan sama sekali, disebabkan tingkat pengetahuan masyarakat yang masih rendah, membutuhkan biaya ekstra, serta tidak memasukkannya sebagai kegiatan ekonomi yang terintegrasi dengan produksi usaha tani. Penggunaan lahan optimal yang sesuai dengan daya dukung lahan (carrying capacity) dan diterima oleh masyarakat luas akan memberikan manfaat secara ekonomi dan menguntungkan terhadap kelestarian lingkungan. Membuktikan semua itu membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar. Pendekatan prediksi erosi dan volume aliran permukaan serta melalui penyederhanaan dengan skenario ataupun simulasi yang dilakukan adalah strategi yang dapat disusun dan dijalankan untuk mengantisipasi kedua faktor kendala yang ada. Pendekatan dari beberapa model perubahan tata guna lahan akan memberikan informasi bagaimana dampak perubahan penggunaan lahan terhadap banjir dan erosi, serta manfaat ekonomi dapat diketahui.

Keterkaitan biofisik antara daerah hulu dan hilir DAS perlu diidentifikasi secara lokasi, kategori, dan bentuk aktivitas *stakeholders* sebuah DAS, yang berada di daerah hulu, di tengah, maupun di hilir. Mengenai peranan *stakeholder* terkait dengan penelitian ini, *stakeholders* (lembaga pemerintah/non pemerintah, badan usaha, perorangan) diartikan sebagai aktor yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh pelaksanaan pengelolaan DAS, juga mereka yang memperoleh manfaat dan menanggung ongkos aktivitas pengelolaan DAS. Identifikasi *stakeholders* untuk daerah tengah dapat diarahkan pada kelompok maupun perorangan yang beraktivitas (ekonomi) menggunakan sumber daya air sebagai modal usahanya. Kategori ini diisi antara lain oleh perusahaan pembangkit listrik tenaga air, perusahaan daerah air minum, pengusaha air kemasan, petani pemakai air irigasi, industri, pariwisata air, dan pengguna sumber daya air (waduk) lainnya. Tahapan yang

dilakukan dalam menilai sumber daya air sebagai jasa lingkungan adalah dengan menghitung nilai ekonomi air dari masing masing pemanfaat, dan meminta kesanggupan si pemanfaat untuk membayar biaya pengganti sumber daya air.

Kelembagaan yang terpadu dan bertanggung jawab dalam rangka implementasi nilai ekonomi jasa lingkungan sumber daya air DAS Mahat Hulu harus dibentuk, dan segera merumuskan kebijakan pengelolaan DAS yang mempertimbangkan mekanisme regulasi dan pengaturan kelembagaan, yang menerapkan prinsip-prinsip insentif-disinsentif (subsidi-pajak) terhadap pelaku di hulu dan pemanfaat di hilir sesuai kategori dan kedudukannya dalam perspektif *cost-benefit sharing principles*. Perumusan dan implementasi kebijakan insentif-disinsentif harus tetap ditanggung oleh tiap-tiap *stakeholders* dalam mengelola DAS. Dengan demikian, prinsip pengelolaan DAS yang berkeadilan (*fairness*) dan proporsional dapat dilaksanakan.

Daerah aliran sungai yang dipilih untuk penelitian ini adalah DAS Mahat Hulu dengan luasan 28 535.49 ha, terletak di Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. Pemilihan daerah ini didasarkan beberapa pertimbangan, antara lain; (1) Bagian hulu DAS terdapat areal hutan lindung yang mulai digunakan penduduk sebagai areal pertanian (2) Terdapat proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) berskala nasional di bagian tengah DAS (3) Sumber mata pencaharian petani ikan keramba yang memanfaatkan waduk Koto Panjang, dan (4) Perubahan penggunaan lahan di hulu dapat mengancam keberadaan fungsi hidrologis DAS Mahat Hulu yang sumber daya air nya dimanfaatkan masyarakat baik langsung maupun tidak langsung.

## 7.6 Pemasaran Gambir DAS Mahat Hulu

Pasar gambir sudah berkembang dan tersebar di beberapa tempat baik di Kabupaten Lima Puluh Kota maupun di Kabupaten Pesisir Selatan. Tempat penampungan (gudang) gambir rata-rata dimiliki oleh pedagang besar yang berpusat di kota Padang. Permasalahan utama yang dihadapi oleh petani dalam memasarkan produknya adalah dominasi pedagang kabupaten yang merupakan kaki tangan dari para eksportir gambir. Melalui kaki-tangannya di daerah, membuat pedagang pengumpul dan petani lainnya tidak berperan (Buharman, dkk, 2001). Penentuan harga di pasar gambir lebih didominasi oleh kaki-tangan pedagang besar (eksportir), walaupun pembelinya banyak, tetapi tetap saja tidak berlaku hukum penawaran dan permintaan. Praktek yang terjadi adalah pengaturan pembelian secara bergilir atau sebangsa arisan di antara pedagang desa oleh kaki tangan pedagang besar dengan harga yang telah ditentukannya.

Selama dalam proses tataniaga gambir di tingkat Kabupaten, tidak ditemukan “treatment“ (perlakuan) yang diberikan oleh pedagang perantara, kecuali bagi yang bermodal besar memberikan perlakuan pengeringan melalui penjemuran di panas matahari. Biasanya mereka kumpulkan dalam waktu satu sampai dua minggu untuk mendapatkan gambir dalam jumlah tertentu dari petani atau pedagang pengumpul desa, untuk diangkut ke kota Medan dan selanjutnya dari kota Medan di ekspor ke Singapura atau ke India.

Alasan petani menjual gambirnya di rumah kepada pedagang pengumpul di desa adalah lebih praktis dan harganya tidak jauh berbeda dengan harga di pasar lokal, berarti lebih menguntungkan karena tidak mengeluarkan biaya ongkos angkut, komisi dan sebagainya bila dibawa

ke pasar gambir. Apalagi petani tidak memiliki akses ke pasar dan pedagang besar selalu mempermainkan harga gambir.

Tingginya harga di luar negeri tidak selalu berkorelasi positif dengan harga di dalam negeri, walaupun ada pengaruhnya tidak signifikan. Hal disebabkan oleh kualitas produk di dalam negeri yang sangat rendah dan petani dinilai tidak mampu memenuhi kualitas yang diinginkan, sehingga para ekportir perlu melakukan proses lebih lanjut agar bisa diterima pasar.

Hasil pengamatan di lapangan memperlihatkan bahwa permasalahan sistem dan usaha agribisnis gambir adalah sangat mendasar, baik masalah hulu maupun hilir yang memerlukan pemecahan secara terpadu dan konsisten, terutama sekali masalah permodalan dan pemasaran yang perlu dicari pemecahannya dalam waktu dekat.



# DAFTAR PUSTAKA

- Aisman. 1999. *Kajian Sosio-Tekno-Ekonomi Komoditi Gambir*. Sumatra Barat: Fakultas Pertanian UNAND.
- Alen, Y E. Rahmayuni dan A. Bakhtiar. 2004. *Isolasisenyawa Bioaktif Antinematoda Bursaphelencchus Xylophilus dari Ekstrak Gambir*. SemNas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang.
- Anonymous. 2000. *Atlas sumberdaya tanah eksplorasi Indonesia skala 1:1.000.000*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Arief MI, Effendy F, Kayo SDM. 1991. *Hubungan Lahan dengan Penutup (Hutan) Terhadap Debit Rendah Di daerah Cikeruh Sumedang, Jawa Barat. Kolokium Hasil Penelitian Puslitbang Air*. Bandung (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air.
- Armenia, A. Siregar dan H. Arifin. 2004. *Toksistas Ekstrak Gambir (Uncaria Gambir Roxb) terhadap Organ Ginjal, Hati dan Jantung Mencit*. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 september 2004.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor (ID): Serial Pustaka IPB Press.

Bakhtiar, A. *Manfaat Tanaman Gambir* (FMIPA UNAND, Padang, 1991)17-23.

Banuwa IS. 2008. *Pengembangan Alternatif Usaha Tani Berbasis Kopi Untuk Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan Di DAS Sekampung Hulu* [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian. Bogor.

Berd I. 2003 *Analisis Debit Sungai dan Sedimentasi Kaitannya dengan Karakteristik DAS*. Disertasi. Padang (ID): Program Pascasarjana Universitas Andalas.

Bradshaw CJ, Navjot SS, Kelvin SPEH, Barry WB. 2007. Global Evidence that Deforestation Amplifies Food Risk and Servery in The Developing

World. School for Environmental Research. Darwin (AU): Institute Advance Study Charles Darwin University. Darwin, Australia.

Buharman, Bharnel, dan M. Ali 2001. *Kelayakan Finansial Usahatani Gambir Perkebunan Rakyat Kabupaten Lima Puluh Kota*. Sumatera Barat. Stigma IX (1): 62 – 68.

Departemen Perdagangan Sumbar. 1993. *Pedoman Peningkatan Mutu Gambir* Kanwil Departemen Perdagangan Sumatera Barat

Fauza, H. 2011. *Pengembangan Usaha Perkebunan dan Industri Gambir di Sumatera Barat: Peluang dan Tantangan*. Semnas Reformasi Pertanian. Univ. Trunojoyo.

- Firmansyah, A. Bakhtiar dan E. Rahmawati. 2004. *Pengaruh Konsentrasi Metil Selulosa dalam Formulasi Tablet Gambir Murni*. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 September 2004.
- Irianto G. 2003. *Banjir dan Kekeringan: Penyebab, Antisipasi dan Solusinya*". Bogor (ID): CV. Universal Pustaka Media.
- [JOFCA] Japan Overseas Forestry Consultants Associations. 1994. *Proyek Rehabilitasi Hutan Sumatera Tengah Daerah Aliran Sungai Kampar Hulu*. Jakarta (ID): Japan Overseas Forestry Consultants Associations.
- Nazir, N. 2000. *Gambir: Budidaya, Pengolahan Dan Prospek Diversifikasinya*. Padang: Yayasan Hutanku.
- Risfaheri, Emmyzar, dan H. Muhammad, 1991. *Budiadya dan Pascapanen Gambir*. Temu Tugas Aptek Pertanian Sub Sektor Perkebunan, Solok, 3- 5 September 1991.
- Handayani, D., R. Ranova, Bobbi, H., A. Farlian, Almahdi dan Arneti. 2004. *Pengujian Efek Anti Feedan dari Ekstrak dan Fraksi Daun Gambir (Uncaria Gambir Roxb) terhadap Hama Spedoptera Litura Fab. (Lepidoptera, Noctuide)*. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 september 2004.
- Hardjoamidjojo S, Sukartaatmadja S. 1993. *Teknik Pengawetan Tanah dan Air* Bogor (ID): Fateta. IPB Bogor.

- Hasan, Z., Denian, A.I, Tamsin, A.J.P, dan Burhaman, B. 2000. *Budidaya dan Pengolahan Gambir*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Sukarami. Palembang.
- Hufschmidt MM. 1992. *Lingkungan Sistem Alami dan Pembangunan*. Yogyakarta (ID): UGM Press.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan berguna Indonesia*. Jakarta: BadanLitbang Kehutanan.
- Ilyas MA. 2000. *Kajian dan Evaluasi Dampak Kerusakan Hutan pada DAS Karangmumus Kalimantan Timur, dengan Pendekatan Sistem*. *Prosiding Symposium PERHIMPI*. 19-20 Oktober 1999. Bogor (ID): PERHIMPI.
- Jumin, H.S. (1988). *Gambir: Tanaman Serbaguna yang Potensial*. Warung Informasi Teknologi (Warintek)-LIPI, hal. 158-159
- Kasim, A. 2004. *Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Gambir sebagai Bahan Baku Perekat pada Industri Kayu Lapis dan Papan Pantikel*. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang.
- Lisawati, Y. 2004. *Pengujian Efek Anti Bakteri Ekstrak Daun dan Ranting Gambir (Uncaria Gambir Roxb) terhadap Beberapa Banteri Penyebab Diare secara Invitro*. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 September 2004.

- Muchtar, H., Yeni, G., Wilsa Hermianti, Diza, Y.H., 2010. *Pembuatan Konsentrat Polifenol Gambir (Uncaria Hunter Roxb) sebagai Bahan Antioksidan Pangan*. J. Ris. Ind. IV.
- Munsinghe M. 1993. *Environmental Economics and Sustainable Development*. World Bank Environment Paper Number 2. Washington DC (US): World Bank.
- Nasendi BD, Anwar A. 1985. *Program Linear dan Variasinya*. Jakarta (ID): PT Gramedia.
- Noordwijk VM, Fahmuddin A, Suprayogo D, Hairiah K, Pasya G, Verbist B, Farida. 2004. *Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak.
- Pawitan H. 2004. *Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Hidrologi Daerah Aliran Sungai*. Bogor (ID): Laboratorium Hidrometeorologi FMIPA – IPB.
- Pramono AA. 2009. *Jasa Lingkungan Hutan bagi Masyarakat Lokal di DAS Ciliwung Hulu (Forest Environmental Services for Local Community in Upstream Ciliwung Watershed)*. Jurnal BPPT 3 (2): 12-25.
- Rahayuningsih, C., T. E. Basjir dan Y. Warastuti. 2004. *Uji Ekstrak Daun Gambir (Uncaria Gambir Roxb) Awet Radiasi terhadap Kemampuannya sebagai Anti Mikroba*. Sem.Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 September 2004.

- Ridwan, 2012. *Budidaya Konservasi Pada Tanaman Gambir*. Balai Pengkajian Teknologi Sumatera Barat.
- Risfaheri dan L. Yanti 1993. *Pengaruh Ketuaan dan Penanganan Daun Sebelum Pengempaan terhadap Rendemen dan Mutu Gambir*. Buletin Penelitian Rempah dan Obat 8 (1): 46-51.
- Roose EJ. 1986. *Runoff and Erosion Before and After Clearing Depending on the Type of Crop in Western Africa*. p. 317-330. in R. Lal P.A. Sanchez, R.W. Cummings, JR (Ed.) *Land Clearing and Development in The Tropics*. Boston (US): A.A, Balkemal Rotterdam/Boston.
- Shanie, M., V. Hosiana, dan A. Bakhtiar, 2004. *Formulasi Shampo gambir murni*. Sem.Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 september 2004.
- Sjarifuddin A. 2011. *Minangkabau dari Dinasti Iskandar Zulkarnain Sampai Tuanku Imam Bonjol*. Jakarta (ID): PT. Gria Media Prima.
- Simenstad CA, Jay DA, Sherwood CR. 1992. *Impacts of Watershed Management on land Margin Ecosystems: The Columbia River Estuary*. In R.J. Naiman (ed): *Watershed Management Balancing Susitainability and Environmental Change*. New York (US): Springer-Verlag.
- Sinukaban N. 1994. *Membangun Pertanian Menjadi Industri yang Lestari dengan Pertanian Konservasi*. *Orasi Ilmiah dalam penerimaan Jabatan Guru Besar*. Bogor (ID): Fakultas Pertanian IPB.

- Sinukaban N. 2006. Pengelolaan Sumber Daya Air Ditinjau Dari Aspek Ekologi Ekonomi dan Sosial/Budaya. Prosiding *Pengelolaan Sumber Daya Air, Bandar Lampung (ID): Dewan Air.*
- Sinukaban N. 2007. *Pengaruh Pengolahan Tanah Konservasi dan Pemberian Mulsa Jerami Terhadap Produksi Tanaman Pangan dan Erosi Hara. Konservasi Tanah dan Air Dalam Pembangunan Berkelanjutan.* Bogor (ID): Faklutas Pertanian IPB.
- Steer A. 1996. *Ten Principles of the New Environmentalism.* Finance and Development. London, (GB): Cambridge University Press.
- Suherdi, A. Denian dan H. Syamsu. 1991. *Budidaya dan pasca panen gambir serta permasalahannya.* Biro Bina Pengembangan Sarana Perekonomian, Dati I Sumbar. Padang.
- Sukati, K dan Kusharyono. 2004. *Efek Infus Gambir (Uncaria Gambir Roxb) yang Diperoleh dari Pasar terhadap Parameter Onset dan Durasi Waktu Tidur Thiopental pada Mencit Jantan.* Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 September 2004.
- Suryani E, Agus F. 2005. *Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Karakteristik Hidrologi (Studi Kasus: di DAS Cijalupang, Bandung, Jawa Barat, Prosiding Multifungsi Pertanian, Bogor (ID): Departemen Pertanian.*

- Suwardjo. 1981. *Peranan Sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air pada Usaha Tani Tanaman Semusim*. Disertasi. Bogor (ID): Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Tika, F.H., H. Mukhtar dan A. Bakhtiar 2004. Efek Katekin dari Gambir terhadap Tukak Lambung Tikus Putih Betina. Sem. Nas. Tumbuhan Tanaman Obat Indonesia XXVI. Padang, 7-8 September 2004.
- Weischmeier WH, Smith DD. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. Washington D.C. (US): USDA-SED Agric. Handbook No. 537.
- Winardi, Azwir, S. Abdullah, Aguswarman, Irman, dan D. Rasul. 2005. *Laporan Akhir Identifikasi Masalah dan Pengkajian Konservasi Budidaya Gambir pada Lahan Berlereng*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat. Departemen Pertanian.
- William JK. 1995. The EPIC Model. In V.P. Singh (ed.). *Computer Models of Watersheds Hydrology*. Water Resources Publications, New York (US) Highlands Ranch, Co
- Wood SR, Dent FJ. 1983. *A Land Evaluation Computer System Methodology*. AGOF/INS/78/006. Manual 5 versi 1. Jakarta (ID): Ministry of Agriculture Govern of Indonesia in Corporation with UNDP and FAO.

# Biodata Penulis



## **Firman Hidayat.**

Penulis dilahirkan di Kota Bukittinggi pada tanggal 17 Februari 1961. Penulis merupakan anak 4 (empat) dari 7 (tujuh) orang bersaudara. Orangtua penulis bernama H. Ahmad St. Bagindo (alm) dan Hj. Dahniar Ahmad (almh). Penulis bertempat tinggal Jalan Medan No 14 Ulak Karang Selatan, Padang, 25135. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Fransiskus di Bukittinggi pada tahun 1974 dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Umum Tingkat Pertama (SMP) Swasta Bantuan Xaverius. Pada tahun 1977 penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Umum Tingkat Atas (SMA) Negeri No. 1 Bukittinggi. Pada tahun 1986 penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Andalas, Fakultas Pertanian pada Program Studi Ilmu Pertanian. Pada tahun 1999 penulis menyelesaikan pendidikan pasca sarjana (S2) di Institut Teknologi Bandung pada Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota. Pada tahun 2014 penulis menyelesaikan program pendidikan doktor (S3) di Institut Pertanian Bogor pada Program Studi Ilmu Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.

Penulis merupakan Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang beralamat di Jl, Pasir Kandang No. 4 Koto Tengah, Padang. Mata kuliah yang penulis ampu adalah

Konservasi Tanah dan Air, Fotogrametri dan Penginderaan Jauh, *Geographical Information System* (GIS), Hutan Kemasyarakatan, Komunikasi dan Informasi Kehutanan serta Klimatologi. Selama bertugas menjadi Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, penulis telah menghasilkan lulusan Serjana Kehutanan sebanyak 5 orang.





# Pengolahan LAHAN GAMBIR UNTUK PENGELOLAAN DAS BERKELANJUTAN

**G**ambir adalah hasil ekstrak daun dan ranting tanaman gambir (*Uncaria gambir Roxb*) yang diolah dengan cara tertentu dan dicetak kemudian dikeringkan. Gambir memiliki peran dalam industri minuman, kosmetik, farmasi dan sebagainya. Proses pengolahan daun dan ranting menjadi gambir dilakukan dalam pabrik pengolahan petani yang masih tradisional, umumnya masih menggunakan peralatan pengolahan yang sederhana, berupa kempa atau kampo. Kegunaan gambir secara tradisional adalah sebagai pelengkap makan sirih dan obat-obatan. Sedangkan dalam industri gambir digunakan sebagai bahan baku dalam industri tekstil dan batik, yaitu sebagai bahan pewarna yang tahan terhadap cahaya matahari, bahan penyamak kulit agar tidak terjadi pembusukan dan membuat kulit menjadi lebih renyah setelah dikeringkan. Begitu pula industri kosmetik menggunakan gambir sebagai bahan baku untuk menghasikan astrigen dan lotion yang mampu melembutkan kulit dan menambah kelenturan serta daya tegang kulit.

Dalam praktek budidaya, tanaman gambir cenderung ditanam pada lahan-lahan yang agak curam sehingga meningkatkan potensi erosi dan degradasi lahan. Pemikiran seperti ini beralasan karena dapat menghasilkan daun dan ranting tanaman gambir lebih banyak. Praktek budidaya ini masih banyak dilakukan oleh petani di Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat yang secara langsung berdampak pada kondisi DAS Mahat Hulu. Erosi dan berbagai hal yang terjadi di DAS Mahat Hulu lebih banyak disebabkan oleh penggunaan lahan yang semakin intensif tanpa atau kurang memperhatikan teknik konservasi tanah dan air yang memadai. Perubahan penggunaan lahan dapat memberikan manfaat dari aspek sosial ekonomi namun menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Budidaya gambir dengan pola kebun campuran atau agroforestri dapat menjadi alternatif untuk menekan laju erosi sampai ambang batas yang ditoleransi. Jenis tanaman sisipan dipilih dari jenis MPTS (*Multy Purpose Trees Species*) karena selain berfungsi menahan air juga dapat memberikan hasil seperti buah. Namun dalam penerapannya merupakan suatu tantangan karena tanaman gambir termasuk jenis yang tidak bisa terkena naungan karena akan berdampak pada produksi daun, ranting dan kadar taninnya.



Penerbit:  
**UMSB PRESS**  
Jalan Pasir Kandang No. 4 Koto Tengah,  
Telp (0751) 4851002, Padang KP 25172.  
☎ [umsbpress.umsb.ac.id](http://umsbpress.umsb.ac.id)  
✉ [@umsbpress](mailto:@umsbpress)  
📱 [umsb\\_press](https://www.instagram.com/umsb_press)  
✉ [umsbpress30@gmail.com](mailto:umsbpress30@gmail.com)

ISBN 978-623-99476-0-6



9

786239

947606