

HUTAN PINUS DAN HASIL AIR

Ekstraksi hasil-hasil Penelitian tentang
Pengaruh Hutan Pinus terhadap Erosi dan Tata Air
Yang dilaksanakan oleh:
UGM, IPB, UNIBRAW dan BP2TPDAS Surakarta

EDITOR:
Ir. C Nugroho Sulistyo Priyono, MSc

KONTRIBUTOR:

1. Ir. Sadhardjo Siswamartana, MSc
2. Prof. DR. Ir. Wani hadi Utomo
3. Ir. Sri Astuti Soedjoko
4. Ir. C Nugroho Sulistyo Priyono, MSc
5. Ir. Nana.M Mulyana, MSc
6. Ir. Omo Rusdiana, MSc
7. Drs. Irfan Budi Pramono, MSc

RINGKASAN

Buku Hutan Pinus dan Hasil Air disusun bukan hanya untuk sekedar menulis buku, tetapi lebih sebagai salah satu cara menyampaikan informasi hasil penelitian dan pengembangan untuk ditindak lanjuti dengan implementasi kebijakan. Tujuan lain yang ingin dicapai adalah untuk memberikan gambaran bahwa penelitian yang dilakukan tidak hanya untuk menyusun laporan penelitian ilmiah belaka, tetapi dapat diimplementasikan dalam kebijakan pengelolaan.

Hutan Pinus, yang merupakan hutan tanaman andalan Perhutani nomor dua setelah Jati, akhir-akhir ini mendapat perhatian banyak pihak karena adanya keluhan tentang tingginya konsumsi air. Untuk menanggapi hal itu, telah dilakukan penelitian oleh beberapa perguruan tinggi (UGM, IPB dan UNIBRAW) dan instansi litbang kehutanan (BP2TPDAS Surakarta). Bekerjasama dengan Pusat Pengembangan Sumber Daya Hutan Perhutani di Cepu. Hasil penelitian yang berupa informasi teknis ilmiah belum dapat diaplikasikan dalam penyelenggaraan pengelolaan hutan yang berbasis ekosistem karena masih parsial dan belum terangkai dalam suatu informasi yang runtut.

Buku ini merupakan ekstraksi dari hasil-hasil penelitian dari banyak pihak dan dimaksudkan untuk menyajikan informasi

yang tidak hanya lengkap tetapi juga mudah dicerna dan dimanfaatkan. Untuk itu informasi disajikan dalam sistematika bentuk pernyataan, sedangkan uraian selengkapnya ada didalam buku. Pernyataan yang disebutkan berikut merupakan kesimpulan dari beberapa hasil penelitian dan tercetak tebal di dalam buku ini.

1. Umum

- a) Hutan tanaman pinus di Pulau Jawa yang dikelola Perhutani merupakan hutan tanaman dengan luasan nomor dua setelah jati tersebar di tiga unit dan 28 KPH.
- b) Hutan tanaman pinus selain mempunyai peran ekonomis dari nilai kayu dan getah, meningkatkan pendapatan penyadap sampai 61%, juga dapat berperan secara ekologis melalui pengaruhnya terhadap daur air.

2. Kesesuaian Iklim untuk Hutan Pinus

- a) Tanaman pinus akan aman untuk ditanam pada daerah yang mempunyai curah hujan > 2000 mm/tahun. Sementara itu pada daerah-daerah yang mempunyai curah hujan 1500-2000 disarankan

melakukan pencampuran dengan jenis tanaman lain yang mempunyai evapotranspirasi lebih rendah, misalnya Puspa atau Agatis. Pada daerah dengan curah hujan sampai dengan 1500 mm disarankan tidak menanam pinus karena akan menimbulkan defisit air.

- b) Melalui penyusunan peta kesesuaian iklim yang dianalisa dari perhitungan neraca air, dapat diperoleh wilayah-wilayah yang surplus dan aman untuk hutan pinus, wilayah yang cukup untuk hutan pinus dan wilayah yang akan kekurangan air bila digunakan untuk hutan pinus.

3. Pengaruh Hutan Tanaman Pinus Terhadap Kondisi Hidrologi

- a) Tegakan pinus mempunyai intersepsi, stemflow dan throughfall yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan puspa maupun Agathis.
- b) Hutan Pinus karena mempunyai intersepsi dan evapotranspirasi tinggi akan banyak mengkonsumsi air sehingga perlu pencermatan besarnya curah hujan di wilayah pengembangannya supaya tidak menyebabkan masalah kekurangan air.

- c) Kandungan lengas tanah di hutan pinus lebih tinggi daripada kandungan lengas tanah di semak belukar dan tanaman pangan. Semakin tua umur tegakan pinus juga semakin besar kemampuannya untuk meresapkan air ke dalam tanah. Hal ini membuktikan bahwa tegakan hutan sangat bagus dalam meresapkan air ke dalam tanah.
- d) Seresah pada hutan pinus dapat menambah bahan organik tanah sehingga menurunkan bulk density tanah dan meningkatkan porositasnya.
- e) Debit rata-rata yang dihasilkan pada DAS yang didominasi hutan pinus termasuk katagori baik, debit minimalnya termasuk katagori jelek dan debit maksimumnya termasuk katagori baik.
- f) Hutan pinus tidak mampu meredam besarnya aliran permukaan yang disebabkan oleh hujan yang ekstrem tinggi (> 100 mm).
- g) SUB DAS berhutan lebih baik dalam mengendalikan aliran permukaan, dibandingkan dengan SUB DAS non hutan.
- h) Hutan tanaman pinus sangat berperan sekali sebagai regulator air, yaitu memasok air pada musim hujan kedalam tanah dan mengeluarkannya pada musim kering.

4. Pengaruh Pengelolaan Hutan Pinus Terhadap Erosi dan Tata Air.

- a) Tingkat erosi pada areal penanaman kembali hutan pinus cenderung meningkat dan mencapai erosi yang diperkirakan tiga tahun setelah penebangan.
- b) Pemeliharaan hutan tanaman pinus yang berupa kombinasi perlakuan pemangkasan dengan pembuatan rorak akan dapat menurunkan kehilangan air di hutan pinus (30% karena evapotranspirasi dan 14 % karena limpasan permukaan).
- c) Disatu sisi kegiatan penebangan menyebabkan kenaikan aliran permukaan langsung dan di sisi lain terjadinya pengurangan tingkat konsumsi akibat hilangnya evapotranspirasi.
- d) Efek dari penebangan berlangsung selama 3 tahun, setelah itu ekosistem akan pulih kembali seiring dengan membaiknya penutupan lahan, sehingga koefisien aliran menurun dan tingkat fluktuasi debit juga menurun, kembali kepada kondisi sebelum ditebang.

- e) Bila dibandingkan dengan erosi yang terjadi pada tebang habis, maka kedua pola (papan catur dan jalur kontur) yang dicobakan menunjukkan hasil erosi yang lebih kecil.

KATA PENGANTAR

Suatu fenomena lama yang selalu disadari bahwa tidaklah mudah untuk menerapkan suatu hasil penelitian yang dapat langsung dirasakan manfaatnya. Akibatnya hasil penelitian selalu dicibir hanya berupa buku yang terus disimpan dalam lemari. Orang sering lupa bahwa banyak hal telah terjadi dari buku tersebut. Bahkan duniapun bisa berubah hanya karena buku. Sementara dunia berubah karena pengaruh buku tersebut, wujud buku tetap dalam bentuk seperti sedia kala dan selalu dianggap tak berguna.

Dengan latar belakang hal tersebut dan dilandasi semangat untuk mensosialisasikan hasil penelitian kerjasama antara Perum Perhutani dengan berbagai institusi penelitian dan perguruan tinggi yang telah ditulis dalam buku ilmiah, maka disusunlah Buku Hutan Pinus dan Hasil Air. Dengan demikian buku ini disusun bukan hanya untuk sekedar menulis buku, tetapi lebih sebagai salah satu cara menyampaikan informasi hasil penelitian dan pengembangan untuk ditindak lanjuti dengan implementasi. Tujuan lain yang ingin dicapai adalah untuk memberikan gambaran bahwa penelitian yang dilakukan tidak hanya untuk menyusun laporan penelitian ilmiah belaka, tetapi dapat diaplikasikan.

Tanpa mengurangi rasa hormat dan etika ilmiah, maka buku ini disusun dengan cara mengekstrasikan dari beberapa buku hasil penelitian ilmiah yang telah ditulis oleh para kontributor. Dengan format demikian menjadi sangat sulit untuk menspesifikasikan masing-masing tulisan dengan penulisnya seperti halnya format yang sering digunakan dalam sebuah prosiding. Oleh karena itu disarankan pendalaman pada masing-masing topik dapat dilakukan dengan mencermati sumbernya yang disebutkan dalam daftar pustaka.

Buku ini ditulis dengan teknik penulisan yang menutup setiap topik dengan suatu *statement* bercetak tebal yang merupakan kesimpulan hasil penelitian terkait dan pasti berupa informasi yang dapat disosialisasikan. Kesimpulan yang ada pada setiap topik tersebut kemudian dikompilasi dalam Ringkasan sehingga memudahkan pembaca mengetahui dengan cepat isi buku ini secara umum.

Disampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Pusat Pengembangan Sumber Daya Hutan Perhutani Cepu, seluruh kontributor penulis serta Sdri. Ir. Corryanti Twn,MSi yang telah mendukung proses penulisan. Kritik dan Saran masih tetap diharapkan untuk penyempurnaan selanjutnya.

Nopember 2002

Editor

C Nugroho S Priyono

DAFTAR ISI

	RINGKASAN.....	i
	KATA PENGANTAR.....	vi
	DAFTAR ISI.....	viii
	DAFTAR TABEL.....	x
	DAFTAR GAMBAR.....	xi
Bab I.	SEKILAS TENTANG HUTAN PINUS.....	1
	1.1. Tanaman <i>Pinus merkusii</i>	1
	1.2. Luas dan Sebaran Hutan Pinus.....	4
	1.3. Peran Hutan Pinus.....	5
Bab II	HUTAN PINUS DAN SIKLUS AIR.....	8
	2.1. Siklus Air.....	8
	2.2. Hutan Tanaman Pinus Bagian dari Siklus Air.....	9
Bab. III	HASIL – HASIL PENELITIAN HIDRO KLIMATOLOGI DI HUTAN PINUS.....	12
	3.1. Kesesuaian Iklim untuk Hutan Pinus.....	12
	3.2. Pengaruh Hutan Tanaman Pinus Terhadap Kondisi Hidrologi.....	16
	3.3. Pengaruh Pengelolaan Hutan Pinus Terhadap Erosi dan Tata Air.....	29

Bab IV	ISU PENGELOLAAN HUTAN DAN REKOMENDASI PENYEMPURNAAN.....	43
	4.1. Konversi hutan alam dan dampaknya.....	43
	4.2. Konversi Hutan Alam menjadi Hutan Tanaman Pinus.....	46
	4.3. Konversi Hutan Pinus menjadi Non Pinus.....	47
	4.4. Pencermatan Kriteria Indikator untuk Mendapatkan Sertifikasi Hutan Pinus.....	47
Bab V	PENUTUP.....	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Sebaran Klas Perusahaan Pinus.....	4
Tabel 2.	Sebaran KPH Pengelola Hutan Pinus di setiap Unit.....	5
Tabel 3.	Hasil Pengukuran Aliran batang (Stemflow) dan Air Tembus (Troughfall) di Hutan Pendidikan Gunung Walat.....	17
Tabel 4.	Kehilangan Air dari Berbagai Penggunaan Lahan.....	19
Tabel 5.	Kadar Air Tanah Pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan.....	21
Tabel 6.	Jumlah air tersimpan dalam Profil tanah (sampai Kedalaman 2m) pada Berbagai Macam penggunaan Lahan.....	22
Tabel 7.	Perbandingan antara debit maksimum dan minimum pada SUB DAS non hutandan SUB DAS berhutan.....	28
Tabel 8.	Erosi tanah yang terjadi pada tahap penanaman tanaman <i>Pinus merkusii</i>	31
Tabel 9.	Pengaruh Pemeliharaan pada Hutan Tanaman Pinus terhadap Evapotranspirasi dan Limpasan Permukaan.....	36
Tabel 10.	Erosi pada pola penebangan papan catur dan jalur searah kontur.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Hutan Pinus.....	2
Gambar 2.	Siklus air.....	8
Gambar 3.	Intersepsi, evapotranspirasi dan infiltrasi.....	9
Gambar 4.	Contoh Peta Keseuaian Iklim untuk Hutan Pinus.....	15
Gambar 5.	Perbandingan hidrograf satuan antara SUB DAS Cikawung (non hutan) dan SUB DAS Cibangban (hutan alam, <i>Pinus merkusi</i>).....	26
Gambar 6.	Penanaman tanaman lorong dan penanaman searah kontur pada areal reboisasi hutan pinus dengan Tumpangsari.....	33
Gambar 7.	Hillside ditches dan rorak di kebun karet yang dapat diterapkan di areal reboisasi hutan pinus.....	34
Gambar 8.	Alternatif Pola Penebangan yang Dicobakan ; Papan Catur dan Jalur Kontur.....	41

Bab I

SEKILAS TENTANG HUTAN PINUS

1.1. Tanaman *Pinus merkusii*.

Penanaman Pinus khususnya di Pulau Jawa dimulai pada tahun 70 an dan pada mulanya ditujukan untuk mereboisasi tanah kosong disamping sebagai persiapan memenuhi pasokan kebutuhan bahan baku kayu untuk industri kertas. Dalam perkembangannya kemudian timbul upaya untuk mendapatkan hasil antara yaitu getahnya yang diolah menjadi gondorukem dan terpentin sebagai bahan baku industri cat, kimia, kosmetik dll. yang sebagian besar untuk kepentingan ekspor. Dewasa ini getah pinus dapat diolah di Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) milik Perum Perhutani maupun perusahaan swasta lainnya.

Tujuan semula untuk mendapatkan bahan baku untuk kertas menjadi semakin jauh karena ternyata pada akhirnya pemanfaatan kayu Pinus untuk perkakas semakin diminati masyarakat terutama untuk pembuatan box, furniture, korek api, hiasan dinding dan peralatan rumah tangga. Hal ini dimungkinkan karena ternyata kayu pinus mempunyai penampilan yang menarik. Tekstur dan Struktur kayu pinus

cukup bagus dan sifat fisik kayunya memudahkan pengerjaan kayu ini.



Gambar 1. Hutan Pinus

Tanaman Pinus di Pulau Jawa didominasi oleh jenis *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese. Menurut Agus Hermansyah (1980) sistematika tanaman *Pinus merkusii* dapat diuraikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Gymnospermae

Class : Coniferae.

Ordo : Pinales.

Familia : Pinaceae.

Genus : Pinus

Species : *Pinus merkusi* Jung et de Vriese.

Pada umumnya pohon pinus dapat mempunyai ukuran raksasa dengan tinggi 30 – 40 M atau lebih. , Panjang batang bebas cabang 2 – 23 meter, diameter dapat dicapai sampai 100 cm, dan tidak berbanir. Kulit luar kasar, berwarna coklat kelabu sampai coklat tua, tidak mengelupas, beralur lebar dan dalam Tajuk berbentuk kerucut serta daunnya merupakan daun jarum Daun jarum mulai gugur setelah berumur kira-kira satu setengah tahun dan selanjutnya pengguguran ini berlangsung terus, tetapi karena musin gugur tidak nyata, pohon pinus tidak pernah gundul. *Pinus merkusii* adalah satu-satunya jenis famili Pinaceae yang tumbuh secara alami di Indonesia. Daerah penyebarannya meliputi Burma, Laos, Thailand, Kamboja, Vietnam, Philippina dan Indonesia (Soekotjo, 1975). Persyaratan tumbuhnya relatif mudah, dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tanah berpasir dan tanah berbatu, tetapi tidak dapat tumbuh pada tanah yang becek. Jenis ini menghendaki iklim basah sampai agak kering dengan tipe hujan A sampai C, pada ketinggian 200 – 1700 m dpl., kadang-kadang tumbuh di bawah ketinggian 200 m dpl dan mendekati daerah pantai.

1.2. Luas dan Sebaran Hutan Pinus.

Di Pulau Jawa, hutan tanaman Pinus tersebar pada ketinggian 200 –2000 m dpl dan sebagian besar dikelola oleh Perum Perhutani. Sampai saat ini klas perusahaan Pinus di Perum Perhutani menempati urutan kedua setelah klas perusahaan Jati. Sebaran klas perusahaan Pinus di setiap unit menurut Biro Perencanaan Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Klas Perusahaan Pinus.

Unit	Luas Kawasan (Ha)	Kelas Umur (Ha)	Kelas Hutan Lainnya Ha *)
Unit I Jawa Tengah	184.983.26	108.161	76.822
Unit II Jawa Timur	157.640.40	64.630	93.010
Unit III Jawa Barat	229.689.00	62.919	166.770
Jumlah	572.312.66	235.710	336.603

*) Termasuk : Tanah Kosong, Hutan lindung dan Tanaman jenis lainnya yang ditanam untuk kepentingan biodiversitas
Sumber: RJP Perum Perhutani 2001-2005

Hutan Pinus tersebut dikelola oleh Unit pengelola setingkat Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) . Sebaran KPH

pengelola hutan Pinus di setiap Unit pengelola dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sebaran KPH Pengelola Hutan Pinus di setiap Unit

No	Unit I JATENG	Unit II JATIM	Unit III JABAR
1	KPH . Surakarta	KPH Lawu Ds	KPH Kuningan
2	KPH Kedu utara	KPH Kediri	KPH Majalengka
3	KPH Kedu Selatan	KPH Malang	KPH Sumedang
4	KPH Banyumas Timur	KPH Pasuruan.	KPH Ciamis
5	KPH Banyumas Barat	KPH. Probolinggo	KPH Tasikmalaya
6	KPH Pekalongan Timur	KPH Bondowoso	KPH Garut
7	KPH. Pekalongan Barat	KPH Jember	KPH Bandung Selatan
8	KPH Pati	KPH Jombang	KPH Bandung Utara
			KPH Cianjur
			KPH Sukabumi
			KPH Bogor
			KPH Purwakarta

Sumber: RJP Perum Perhutani 2001-2005

1.3. Peran Hutan Pinus.

Secara ekonomis Hutan Tanaman Pinus mempunyai peran yang besar bagi Perum Perhutani karena Pinus merupakan primadona kedua setelah jati, hal ini juga

ditunjukkan dengan luasan klas perusahaan hutan pinus yang berada di urutan ke dua (Tabel 1). Manfaat keberadaan Hutan pinus juga sangat dirasakan oleh masyarakat dengan ikut terlibat dalam pengambilan getahnya. Dengan demikian pengelolaan hutan tanaman pinus dapat menyerap tenaga kerja diantaranya sebagai penyadap getah. Catatan Perum perhutani menunjukkan bahwa mata pencaharian penyadap dalam satu hari rata-rata Rp 26 750,- yang dihasilkan dari penyadapan kurang lebih 25 Kg getah. Penelitian oleh BTPDAS Surakarta tahun 2000 menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam pemungutan getah dapat menaikkan penghasilan sampai dengan 61%. Bagi Perhutani, getah pinus, gondorukem dan terpentin merupakan hasil hutan non kayu yang sangat penting. Disamping getah pinus, masyarakat juga dapat memanfaatkan hutan tanaman pinus untuk tumpang sari tanaman pangan dan tanaman rumput pakan ternak.

Disamping berperan secara ekonomis, hutan tanaman pinus juga mempunyai peran ekologis. Secara umum hutan dapat berperan sebagai regulator air yang berarti mempunyai fungsi hidrologi. Perubahan parameter hidrologi akan mempunyai implikasi yang besar baik secara ekonomis maupun ekologis mengingat fungsi hidrologi dan tata air sangat erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu peran ekologi hutan tanaman pinus menjadi sanga strategis. Akhir-

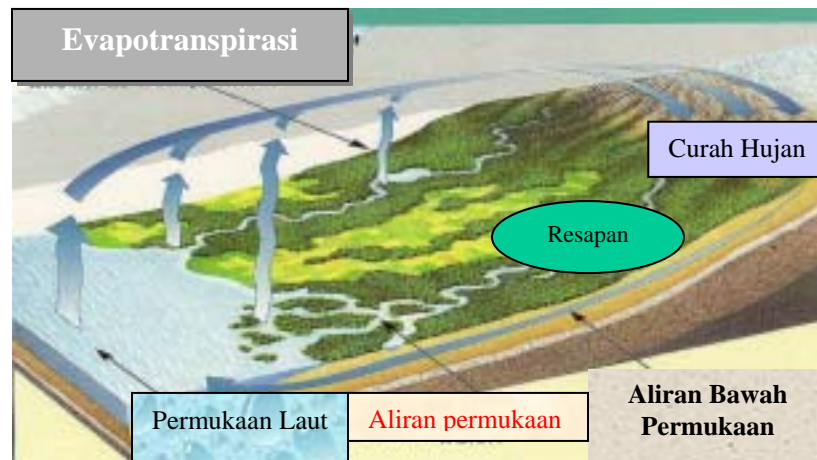
akhir ini peran hutan pinus dalam aspek ekologi banyak dipertanyakan, terutama menyangkut perannya dalam tata air.

Buku ini akan menyajikan rangkuman hasil-hasil penelitian yang dilakukan di hutan tanaman pinus dalam kaitannya dengan hasil air. Penelitian dilakukan oleh beberapa pihak, yaitu IPB, UGM, UNIBRAW dan Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP2TPDAS) Surakarta Dibantu pendanaan oleh Perhutani melalui Pusat Pengembangan Sumber Daya Hutan Perhutani di Cepu. Diharapkan buku ini dapat memberikan informasi yang lengkap tentang peran ekologis hutan tanaman pinus, khususnya menyangkut ketersediaan air. Pada bab berikut, fungsi hutan tanaman pinus dalam siklus air akan diuraikan lebih rinci

Bab II HUTAN PINUS DAN SIKLUS AIR

2.1. Siklus Air.

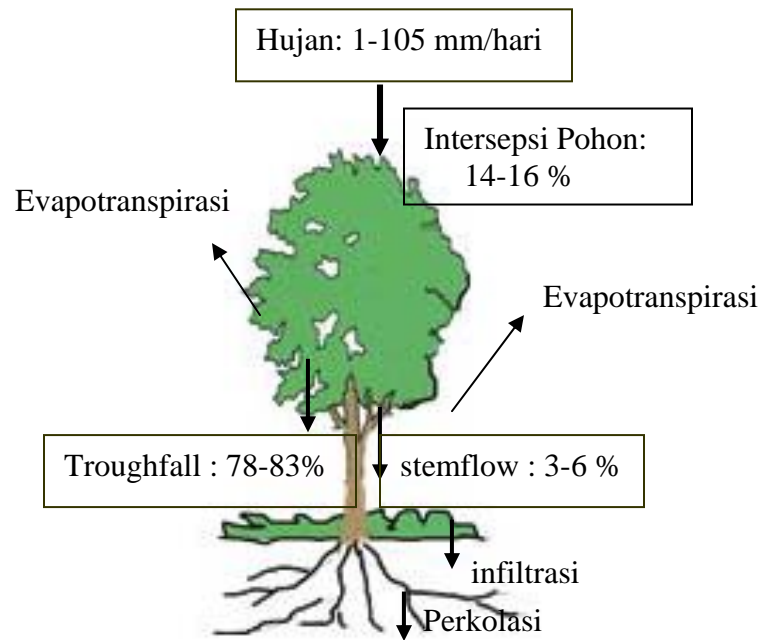
Siklus air atau siklus hidrologi adalah pergerakan air dari atmosfer ke bumi sampai kembali lagi ke atmosfer, sedangkan hidrologi hutan menaruh perhatian pada pergerakan air melalui lanskap berhutan. Keseimbangan air dalam tegakan hutan tergantung pada presipitasi (curah hujan), intersepsi, limpasan permukaan, dan evaporasi. Selain curah hujan, semua proses lainnya sangat dipengaruhi oleh kondisi tegakan (populasi pohon) meliputi kerapatan, struktur tegakan, dan arsitektur kanopi (Landsberg dan Gower, 1997). Secara umum siklus hidrologi dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 : Siklus air

2.2. Hutan Tanaman Pinus Bagian dari Siklus Air.

Berangkat dari pengertian siklus air (gambar 1) maka tampaklah bahwa hutan merupakan bagian dari proses siklus air. Perlu disadari pula bahwa vegetasi hutan bersifat dinamis yang berarti akan berubah dari musim ke musim. Sebagai bagian dari proses yang bersifat dinamis, maka hutan tanaman pinus akan mempunyai peran terhadap pengendalian daur air. Peran Hutan tanaman Pinus pada proses siklus air tergantung pada beberapa parameter seperti yang digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3 : Intersepsi, evapotranspirasi dan infiltrasi

Peran hutan tanaman pinus dimulai dari peran tajuk menyimpan air sebagai air intersepsi. Sampai saat ini intersepsi belum dianggap sebagai faktor penting dalam daur hidrologi. Bagi daerah yang hujannya rendah dan kebutuhan air dipenuhi dengan konsep water harvest maka para pengelola Daerah Aliran Sungai (DAS) harus tetap memperhitungkan besarnya intersepsi karena jumlah air yang hilang sebagai air intersepsi dapat mengurangi jumlah air yang masuk ke suatu kawasan dan akhirnya mempengaruhi neraca air regional

Peran hutan tanaman pinus dalam proses siklus air yang kedua adalah evapotranspirasi. Beberapa faktor yang berperan terhadap besarnya evapotranspirasi antara lain adalah radiasi matahari, suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan ketersediaan air di dalam tanah atau sering disebut kelengasan tanah. Lengas tanah berperan terhadap terjadinya evapotranspirasi. Evapotranspirasi berlangsung ketika vegetasi tidak kekurangan suplai air, atau berada diantara titik layu permanen dan kapasitas lapang. Vegetasi memerlukan air untuk pengangkutan unsur hara dari dalam tanah untuk metabolisme tumbuhan bagi kehidupannya. Melalui daun, air yang berasal dari tanah diuapkan sebagai bagian dari proses fisiologis tanaman yang disebut transpirasi. Dalam hal ini transpirasi atau karena susahnya dipisahkan dengan evaporasi maka sering disatukan menjadi evapotranspirasi.

Evapotranspirasi punya pengaruh yang penting terhadap besarnya cadangan air tanah terutama untuk kawasan yang berhujan rendah, lapisan/tebal tanah dangkal dan sifat batuan yang tidak dapat menyimpan air.

Peran ke empat adalah dalam pengendalian aliran (hasil air). Kebanyakan persoalan distribusi sumberdaya air selalu berhubungan dengan dimensi ruang dan waktu. Akhir-akhir ini kita lebih sering dihadapkan pada suatu keadaan berlebihan air pada musim hujan dan kekurangan air di musim kemarau. Sampai saat ini masih dipercayai bahwa hutan yang baik mampu mengendalikan daur air artinya hutan yang baik dapat menyimpan air selama musim hujan dan melepaskannya di musim kemarau. Kepercayaan ini didasarkan atas masih melekatnya dihati masyarakat bukti-bukti bahwa banyak sumber-sumber air dari dalam kawasan hutan yang baik tetap mengalir pada musim kemarau.

Bab III.

HASIL – HASIL PENELITIAN HIDRO KLIMATOLOGI DI HUTAN PINUS

Hasil suatu kegiatan penelitian dan pengembangan akan berupa Informasi dan atau teknologi yang bisa dipakai sebagai dasar pertimbangan dalam menyempurnakan kebijakan pengelolaan. Implementasi dari penyempurnaan kebijakan tersebut dapat menimbulkan implikasi baru yang bisa menjadi obyek penelitian yang baru pula. Dengan demikian proses penelitian dan pengembangan itu sendiri membentuk suatu daur. Dalam hal pengelolaan hutan tanaman pinus sebagian besar hasil litbang berupa informasi yang dapat dipakai sebagai acuan dalam penyelenggaraan pengelolaannya.

3.1. Kesesuaian Iklim untuk Hutan Pinus

Dewasa ini di beberapa tempat dikeluhkan hilangnya sumber-sumber air pada daerah-daerah yang direboisasi dengan tanaman Pinus, tetapi di sisi lain masyarakat juga melihat kenyataan bahwa dengan adanya hutan pinus dapat menyebabkan sumber-sumber air tetap terjaga. Hal ini mendorong upaya untuk mengetahui lebih jauh tentang dimana sebaiknya tanaman pinus ditanam. Kriteria kesesuaian lahan

atau persyaratan tumbuh hutan pinus telah banyak diketahui, tetapi untuk menentukan lokasi hutan pinus supaya tidak menimbulkan persoalan ketersediaan air dibutuhkan penelitian dengan analisis neraca air untuk kesesuaian tanaman.

Secara teoritis *Pinus merkusii* membutuhkan air untuk evapotranspirasi berkisar antara 1000 – 2500 mm/tahun tergantung pada kondisi daerahnya. Hasil penelitian UGM yang dilakukan selama 5 tahun (Sri Astuti *et al*, 2002) di KPH Banyumas Timur menunjukkan bahwa evapotranspirasi yang terjadi pada hutan pinus dalam kisaran 1002-1253 mm/tahun atau 29 – 69 % dari hujan tahunan yang jatuh. Sementara itu, Tim yang sama melakukan penelitian di KPH Surakarta dan dari pengamatan selama 3 tahun (1998-2001) menunjukkan bahwa evapotranspirasi yang terjadi di hutan Pinus berada dalam kisaran 1053 – 1136 mm/tahun.

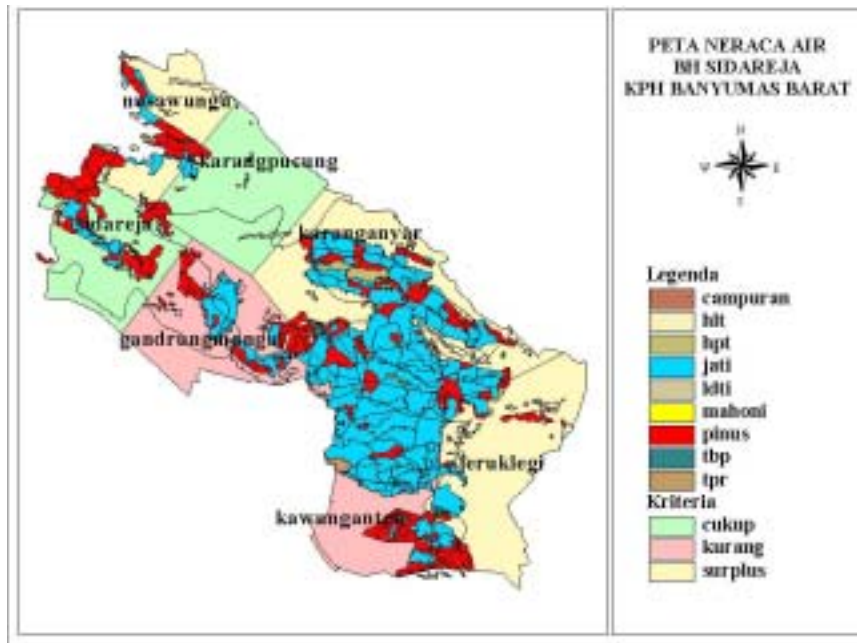
Tim lain dari IPB (Nana M. Arifjaya, 2002) melakukan penelitian hal yang sama di KPH Tasikmalaya dan mendapatkan hasil bahwa evapotranspirasi di hutan pinus mencapai 1308 mm/tahun. Penelitian di Coban Rondo, Pujon KPH Malang tahun 1992-1993 oleh Soelistyari dan W H Utomo (2002) dari UNIBRAW dengan menggunakan metode petak kecil dan lisimeter memperoleh informasi bahwa evapotranspirasi dari tegakan pinus muda sekitar 1539 mm. Angka ini masih lebih rendah dibandingkan evapotranspirasi tanaman jagung di lokasi

yang sama (1624 mm). Sementara itu tanaman pinus sendiri mempunyai evapotranspirasi sebesar 1355 mm/tahun. Kalau besarnya evapotranspirasi tersebut mencapai 69% dari total hujan, maka persyaratan iklim untuk hutan pinus dapat diperhitungkan.

Mengacu pada hasil-hasil penelitian tersebut maka disimpulkan bahwa **tanaman pinus akan aman untuk ditanam pada daerah yang mempunyai curah hujan > 2000 mm/tahun. Sementara itu pada daerah-daerah yang mempunyai curah hujan 1500-2000 disarankan melakukan pencampuran dengan jenis tanaman lain yang mempunyai evapotranspirasi lebih rendah, misalnya Puspa atau Agatis. Pada daerah dengan curah hujan sampai dengan 1500 mm disarankan tidak menanam pinus karena akan menimbulkan defisit air.** Dengan menggunakan analisis neraca air inilah maka dapat dibuat peta kesesuaian iklim untuk tanaman Pinus, yang menunjukkan daerah-daerah surplus dan kekeurangan air.

Contoh peta kesesuaian iklim untuk hutan Pinus telah dibuat oleh BP2TPDAS untuk tiga KPH, yaitu KPH Banyumas Barat, Pekalongan Timur dan Kedu Selatan. **Informasi yang diperoleh dari peta kesesuaian iklim adalah wilayah-wilayah yang surplus dan aman untuk hutan pinus, wilayah yang cukup untuk hutan pinus dan wilayah**

yang akan kekurangan air bila digunakan untuk hutan pinus. Perhitungan didasarkan hasil analisis neraca air yaitu dengan menghitung besarnya curah hujan sebagai input, evapotranspirasi dan kemampuan tanah dalam menahan air. Contoh peta kesesuaian iklim untuk hutan pinus di salah satu bagian dari KPH Banyumas Barat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Peta Kesesuaian Iklim untuk Hutan Pinus.

3.2. Pengaruh Hutan Tanaman Pinus Terhadap Kondisi Hidrologi

Watak tanaman pinus akan mempengaruhi jalannya air dari hujan ke permukaan tanaman sampai ke dalam tanah sehingga pada akhirnya akan berpengaruh pada siklus air secara keseluruhan. Pengaruh hutan tanaman pinus secara umum dapat dipilah-pilah berdasarkan beberapa parameter hidrologi, antara lain:

- Penyerapan oleh tajuk pohon (intersepsi), air tembus dari tajuk (through flow) dan aliran air lewat batang tanaman (stemflow).
- Perubahan lengas tanah dan penambahan air tanah
- Perubahan sifat fisik tanah
- Perubahan watak aliran sungai

3.2.1. Intersepsi, throughfall dan stemflow

Pada areal hutan pinus curah hujan yang jatuh tidak langsung menuju ke tanah tetapi dapat terserap oleh tajuk tanaman. Peristiwa ini disebut intersepsi. Disamping itu tetapan air hujan juga mengalir lewat batang pohon, yang disebut stemflow. Air yang masuk ke tajuk tanaman akan dilepas lagi melalui proses air tembus (throughfall). Dengan demikian jumlah

air yang sampai ke permukaan tanah tergantung pada ketiga proses tersebut. Besarnya pengaruh ketiga proses tersebut tergantung dari watak tanaman pinus dan besarnya curah hujan. Proses hidroklimatologi yang terjadi di hutan tanaman pinus dapat dilihat pada Gambar 3.

Penelitian IPB di Hutan penelitian Gunung Walat tahun 1999-2001 memperoleh informasi bahwa persentasi curah hujan yang diintersepsikan oleh tajuk tegakan pinus sebesar 15,7 %, untuk tegakan *agathis* 14,7 % dan pada tegakan *agathis* 13,7 %. Sedangkan hasil pengukuran aliran batang (stemflow) dan aliran tembus (troughfall) pada tegakan hutan pinus dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Aliran batang (Stemflow) dan Air Tembus (Troughfall) di Hutan Pendidikan Gunung Walat.

No.	Jenis Tanaman	Aliran batang	Air Tembus
1.	<i>Pinus merkusii</i>	0,07 – 12,33 mm/bulan	1,53 – 45,83 mm/bulan
2.	<i>Agathis loranthifolia</i>	0,02 – 6,85 mm/bulan	1,08 – 47,00 mm/bulan
3.	<i>Schima wallichii</i>	0,03 – 2,2 mm/bulan	1,17 – 48,00 mm/bulan

Sumber : Mulyana N (2002)

Berdasarkan data-data hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan **bahwa tegakan pinus mempunyai intersepsi, stemflow dan throughfall yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan puspa maupun Agathis.** Bertitik tolak dari pengertian siklus air, maka air yang bisa digunakan adalah air limpasan permukaan, sedangkan evapotranspirasi dan intersepsi dikategorikan sebagai kehilangan air. Dengan demikian kehilangan air di hutan pinus karena evapotranspirasi dan intersepsi akan menjadi tinggi. Hal inilah yang menyebabkan tegakan pinus dirasakan mengkonsumsi banyak air.

Penelitian kehilangan air dilakukan oleh Universitas Brawijaya (H.T. Soelistyari dan Wani H Utomo, 2002) menggunakan pendekatan DAS dan dilakukan pada 5 Sub DAS (Coban Rondo, Manting, Sereng, Sayang dan Kwayangan) di Jawa Timur selama kurun waktu 1996-1999. Hasil penelitian kehilangan air dapat diringkas seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kehilangan Air dari Berbagai Penggunaan Lahan

		Coban Rondo	Manting	Sereng	Sayang	Kwayangan
Hutan alam	mm	1 700	1 624	1 818	1 677	1 662
	%	72	77	66	72	70
Pinus	mm	1 886	1 840	2 060	1 830	1 875
	%	80	87	87	78	79
Damar	mm	1 871	1 663	1 653	-	-
	%	78	77	60	-	-
Kebun cmp	mm	1 733	-	-	1 715	1 746
	%	73	-	-	73	74
Wortel-Jagung	mm	1 114	994	1 117	1 044	1 041
	%	47	47	41	44	44

Sumber : HT Soelistyari dan W H Utomo (2002)

Data yang disajikan pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa kehilangan air dari tanaman Pinus dapat mencapai 2060 mm atau sekitar 87% dari total curah hujan. Dengan temuan ini tidaklah mengherankan apabila daerah yang curah hujannya rendah, penanaman pinus justru menyebabkan matinya sumber-sumber air. Tingginya evapotranspirasi tersebut dapat menyebabkan defisit air tanah. Dengan demikian fakta hasil penelitian menunjukkan bahwa **Hutan Pinus karena mempunyai intersepsi dan evapotranspirasi tinggi akan banyak mengkonsumsi air sehingga perlu pencermatan besarnya curah hujan di wilayah pengembangannya supaya tidak menyebabkan masalah kekurangan air.**

3.2.2. Perubahan lengas tanah dan Penambahan Air Tanah

Perubahan lengas tanah di hutan pinus diteliti oleh UGM di BKPH Kebasen, KPH Banyumas Timur dan diketahui hasilnya bahwa lengas tanah rata-rata di hutan pinus selalu lebih tinggi dari lengas tanah di hutan jati, semak belukar maupun tanaman pangan. Lengas tanah pada kedalaman 210 cm ke atas terjadi relatif tetap baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Dalam keadaan ini kondisi lengas tanah pada berbagai kedalaman tanah di hutan Pinus selalu berada di atas kapasitas lapang, dan baru pada bulan Agustus – Oktober berada di bawah kapasitas lapang akan tetapi masih di atas titik layu permanen kecuali pada kedalaman tanah 15 cm. Dalam bulan-bulan ini pasok air dari lahan hutan sampai kedalaman 300 cm sangat terbatas dan pasok air sangat tergantung pada keadaan lengas tanah pada kedalaman > 300 cm.

Kondisi penutupan lahan ternyata sangat berpengaruh terhadap kadar air tanah. Data hasil pengukuran UNIBRAW seperti yang disajikan pada Tabel 5 di bawah ini menunjukkan fenomena tersebut.

Tabel 5. Kadar Air Tanah Pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan.

Penutupan lahan	Kadar Air (%)	Kadar Air (%)
	Pengukuran Tgl : 02 Maret 1998	Pengukuran Tgl : 24 Mei 1998
Bekas tebangan	25,00	26,67
Lahan terbuka	53,30	26,67
<i>P. merkusii</i> tan. th 96	25,00	40,00
<i>P. merkusii</i> tan. th 95	25,00	40,00
<i>P. merkusii</i> tan. th 94	43,30	40,00
<i>P. merkusii</i> tan. th 88	26,67	36,67
<i>P. merkusii</i> tan. th 72	33,33	63,30

Sumber : HT Soelistyari dan W H Utomo (2002)

Kandungan air tersedia rata-rata 18.45 % dengan kisaran antara 3.45-33.45 %. Kandungan air tersedia cenderung berkurang dengan semakin bertambahnya umur tegakan. Hal ini disebabkan karena umur tegakan yang semakin tua berpengaruh terhadap sifat fisik tanah, sehingga mempengaruhi jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah, disamping tingkat konsumsi air oleh tegakan *P. merkusii* tua semakin meningkat.

Hasil penelitian UNIBRAW di Pujon dengan pendekatan neraca air menunjukkan bahwa tambahan air ke dalam profil tanah pada hutan pinus 325 mm. Angka ini masih lebih rendah dibandingkan dengan tambahan air ke dalam profil tanah pada hutan damar (367 mm). Untuk kebun campuran, walaupun evapotranspirasinya rendah, tetapi karena limpasan permukaannya tinggi tambahan air ke dalam profil tanah juga

rendah. Pengamatan kandungan air tanah sampai kedalaman 2m menunjukkan bahwa kandungan air tanah pada musim penghujan adalah 1338 mm untuk hutan pinus dan 928 mm untuk tanaman jagung. Pada musim kemarau kandungan air tanah kan turun. Pada hutan pinus mencapai 733 mm dan pada tanaman jagung mencapai 546 mm (Tabel 6).

Tabel 6. Jumlah air tersimpan dalam Profil tanah (sampai Kedalaman 2 m) pada Berbagai Macam penggunaan Lahan.

Tanggal Pengamatan	Jumlah Air Tersimpan (mm) pada Penggunaan Lahan				
	Hutan Alam	Pinus	Damar	Semak	Jagung
29 Des 1996	1374	1338	1221	1286	928
19 Jan 1997	1372	1420	1217	1379	913
19 Feb 1997	1398	1348	1254	1301	991
8 Mar 1997	1386	1382	1257	1204	1106
15 Ags 1997	1293	867	1124	1148	664
18 Okt 1997	1304	733	1085	1026	546

Sumber : HT Soelistyari dan W H Utomo (2002)

Dari hasil-hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan **bahwa kandungan lengas tanah di hutan pinus lebih tinggi daripada kandungan lengas tanah di semak belukar dan tanaman pangan. Semakin tua umur tegakan pinus juga semakin besar kemampuannya untuk meresapkan**

air ke dalam tanah. Total air yang mampu dimasukkan ke dalam tanah pada tegakan *P. merkusii* berumur 34 th, lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan tegakan umur 10 th. **Hal ini membuktikan bahwa tegakan hutan sangat bagus dalam meresapkan air ke dalam tanah.**

3.2.3. Perubahan Sifat Fisik Tanah.

Perubahan sifat fisik tanah biasanya terjadi dalam kurun waktu yang lama dan bahkan beberapa parameter dapat dikatakan seperti permanen karena sulitnya terjadi perubahan. Beberapa parameter yang sudah dapat diidentifikasi antara lain bulk density, dan porositas tanah. Penelitian IPB di KPH Tasikmalaya menunjukkan nilai kerapatan limbak (*bulk density*) pada tanah terbuka memiliki tingkat yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah pada tegakan *P. merkusii* yang siap tebang, maupun tegakan *P. merkusii* muda. Perbedaan ini dimungkinkan karena perbedaan kandungan bahan organik. Perbedaan bulk density tanah di bawah tegakan *P. merkusii* selain erat kaitannya dengan ketersediaan bahan organik juga terkait dengan tumbuhan bawah. Semakin banyak tumbuhan bawah semakin banyak kandungan bahan organik, sehingga pertumbuhan tegakan Pinus *merkusii* mempengaruhi tingkat kapadatan tanah. Nilai porositas tanah di bawah tegakan *P.*

merkusii cenderung semakin rendah dengan semakin mudanya umur tegakan, karena pengaruh bahan organik dan kelas tekstur tanah.

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa **seresah pada hutan pinus dapat menambah bahan organik tanah sehingga menurunkan *bulk density* tanah dan meningkatkan porositasnya.**

3.2.4. Perubahan Watak Aliran Sungai

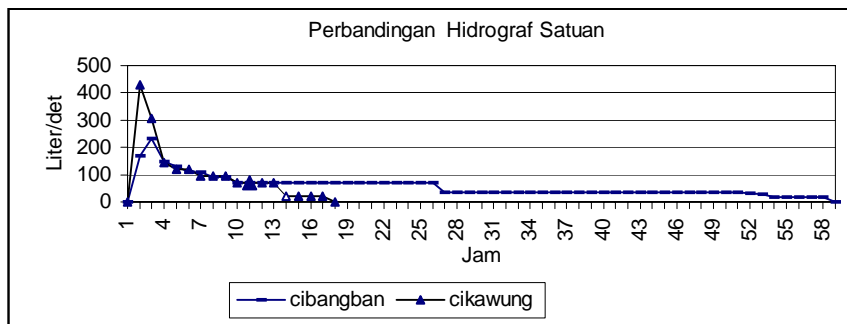
Hasil penelitian Sri Astuti et al (1998) diketahui bahwa tipe sungai yang keluar dari hutan Pinus bersifat perenial, artinya aliran dasar tetap mengalir baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau. Fluktuasi debit aliran pada bulan-bulan basah mengikuti fluktuasi hujan. Koefisien aliran tahunan hutan Pinus dari tahun 1994 sampai dengan tahun 1997 berturut-turut sebesar 68%, 56%, 44% dan 68% atau rata-ratanya sebesar 58%). Hasil pengamatan di kawasan hutan pinus di RPH Kalirajut, BKPH Kebasen KPH Banyumas Timur dengan hujan berkisar antara 1922 – 3489 mm/th di dapat debit aliran rata-rata tahunan sebesar 0,044 – 0,063 m³/dt/km² yang menurut Kunkle (1976) termasuk kriteria baik – sangat baik. Debit minimal rata-rata yang terjadi berkisar antara 0,006 – 0,015 m³/dt/km² termasuk kriteria jelek mendekati baik,

sedangkan debit maksimum rata-rata yang pernah terjadi berkisar antara 0,549 – 0,894 m³/dt/km² termasuk dalam kriteria baik. Hasil pengamatan di RPH Jati, BKPH Baturetno, KPH Surakarta pada tahun 1999 dengan curah hujan sebesar 2896 mm/th dihasilkan debit rata-rata tahunan sebesar 0,089 m³/dt/km² yang termasuk dalam kriteria baik. Dalam 5 bulan periode bulan kering dijumpai 4 bulan dalam kondisi defisit air dengan debit minimal yang terjadi sebesar 0,002 m³/dt/km² yang termasuk dalam kriteria jelek. Debit puncak rata-rata yang terjadi sebesar 0,6 m³/dt/km² termasuk dalam kriteria aliran sangat baik. Dari penelitian di dua lokasi pada kurun waktu yang berbeda tersebut dapat disimpulkan bahwa **debit rata-rata yang dihasilkan pada DAS yang didominasi hutan pinus termasuk katagori baik, debit minimalnya termasuk katagori jelek dan debit maksimumnya termasuk katagori baik.**

Berdasarkan grafik hubungan hujan dan debit puncak yang terjadi tampak bahwa hubungan tidak linier makin tinggi hujan diikuti oleh kenaikan debit puncak. Pada analisa debit puncak dengan koefisien aliran puncak (Cp dalam %) hasil penelitian di DTA Hutan pinus di Kebasen menunjukkan bahwa hujan sebesar 114 mm dalam waktu 5,5 jam menyebabkan terjadinya debit puncak sebesar 78,1 liter/dt atau debit puncak spesifik 5,49 m³/dt/km² dan menghasilkan koefisien aliran

sebesar 96 %. Ini merupakan suatu angka yang sangat ekstrem. Pada analisa tersebut juga diketahui bahwa **hutan pinus tidak mampu meredam besarnya aliran permukaan yang disebabkan oleh hujan yang ekstrem tinggi (> 100 mm)**, (Sri Astuti Soedjoko, Suyono, Darmadi, 1998).

Perbandingan watak aliran dari DAS yang berhutan pinus dan DAS yang tak berhutan pinus diteliti oleh tim IPB. Hasil analisa hidrograf satuan dapat dilihat pada gambar5.



Gambar 5. Perbandingan hidrograf satuan antara SUB DAS Cikawung (non hutan) dan SUB DAS Cibangban (hutan alam, P. merkusii)

Berdasarkan data debit hidrograf satuan tersebut terlihat bahwa hidrograf satuan Sub DAS non hutan mempunyai debit puncak 428 liter/det sedangkan Sub DAS berhutan 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 maka dapat dilihat respon terhadap curah hujan **Sub DAS berhutan lebih baik dalam mengendalikan aliran permukaan, dibandingkan dengan Sub DAS non hutan** karena mempunyai waktu dasar yang lebih panjang dan *interflow* lebih lama, sehingga total aliran langsung lebih sedikit.

Koefisien dari perbandingan debit maksimum (yang biasanya terjadi pada musim penghujan) dan minimum (yang biasanya terjadi pada musim kemarau) juga merupakan salah satu indikator kondisi hidrologi suatu DAS. Penelitian untuk mendapatkan perbandingan besarnya debit maksimum dan minimum dari DAS yang berhutan Pinus dan DAS yang tidak berhutan pinus juga dilakukan oleh IPB di KPH Tasikmalaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan antara debit rata-rata bulanan selama 34 bulan antara tahun 1995 s/d 1998 dalam setiap tahun terdapat debit maksimum dan debit minimum seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan antara debit maksimum dan minimum pada Sub DAS non hutan dan Sub DAS berhutan.

Tahun	S. Cikawung (SUB DAS non hutan)			S. Cibangan (SUB DAS Berhutan)		
	Q maks (mm)	Q Min (mm)	Qmak/Qmin	Q maks (mm)	Q Mins (mm)	Q mak/Qmin
1995	218,3	16,9	12,9	263,0	39,0	6,7
1996	762,6	130,1	5,9	322,0	78,0	4,1
1997	569,2	8,2	69,4	205	21	9,8
1998	282,4	89,2	3,2	333	85	3,9

Sumber : Mulyana N (2002)

Dari tabel tersebut terlihat sekali bahwa tingkat fluktuasi debit antara Sub DAS berhutan dan tidak berhutan sangat tinggi sekali perbedaannya. Pada tahun 1995 tingkat fluktuasi debit pada SUB DAS hutan hanya 6,7 kali sedangkan pada Sub DAS non hutan yang baru ditebang 12,9 kali, pada tahun 1996 pada Sub DAS berhutan 4,1 kali sedangkan pada Sub DAS non hutan 5,9 kali. Pada tahun 1997 yang merupakan tahun terkering dari 3 tahun pengamatan terlihat tingkat fluktuasi untuk Sub DAS non hutan mencapai 69,4 kali atau debit rendahnya hanya 8,2 mm sedangkan pada Sub DAS berhutan mencapai 21,0 mm atau kurang lebih 2,6 kali lebih banyak dibandingkan dengan Sub DAS non hutan. Dari data di atas menunjukkan bahwa **hutan tanaman pinus sangat berperan sekali sebagai regulator air, yaitu memasok air pada musim hujan kedalam tanah dan mengeluarkannya pada musim kering.**

3.3. Pengaruh Pengelolaan Hutan Pinus Terhadap Erosi dan Tata Air

Setiap tahap dari praktek pengelolaan hutan pinus akan mempunyai dampak terhadap erosi dan tata air. Oleh karena itu maka bahasan tentang pengaruh pengelolaan akan dilakukan pada setiap tahapan kegiatan pengelolaan yang biasanya dilakukan, yaitu mulai dari penanaman, pemeliharaan dan penebangan.

3.3.1. Penanaman

Penanaman tanaman pinus yang dilakukan di areal hutan pada umumnya dilaksanakan dengan dua pendekatan yaitu secara tumpang sari dengan tanaman pangan dan dengan banjar harian. Sementara ini penanaman tanaman pinus di lahan milik untuk hutan rakyat sangat sedikit dilakukan. Tentang penentuan tempat dimana tanaman pinus dapat dilaksanakan tanpa menimbulkan masalah kekeringan dapat dilakukan dengan analisis neraca air yang telah dibahas pada bab 3.1. Pada prinsipnya tanaman pinus dapat ditanam pada lokasi dengan curah hujan > 2000 mm/tahun. Apabila diinginkan penanaman pinus pada areal dengan curah hujan 1500-2000 mm/tahun diperlukan pencampuran dengan

tanaman lain yang bersifat menggugurkan daun. Pencampuran tanaman pinus dengan tanaman lain ini tidak berarti meniadakan pola penanaman dengan kombinasi tanaman sela, tanaman pengisi, tanaman tepi dan tanaman pagar. Pola tanam itu tetap dilaksanakan tetapi tanaman pokoknya dikurangi dan ditambah tanaman pokok jenis lain. Sementara itu teknik silvikultur dengan penjarangan sesuai dengan frekwensi juga direkomendasikan sampai dengan akhir daur. Pada lokasi dengan curah hujan < 1500 mm/tahun disarankan untuk tidak ditanamai dengan tanaman pinus.

Penanaman kembali hutan pinus tahun berikutnya setelah penebangan merupakan bagian dari system peremajaan hutan pinus. Mengacu pada sistem penanaman tanaman pinus di areal hutan, maka telah dilakukan beberapa penelitian besarnya erosi di areal penanaman pinus dengan tumpang sari dan dengan banjar harian. Pengaruh penanaman hutan pinus terhadap erosi tanah telah dilakukan oleh BP2TPDAS dengan hasil pengamatan seperti pada Tabel. 8.

Tabel 8 Erosi tanah yang terjadi pada tahap penanaman tanaman *Pinus merkusii*

Tahun setelah tebang	Erosi pada kontrol		Erosi pada tumpangsari		Erosi pada banjarharian	
	Ton/ha	mm	Ton/ha	mm	Ton/ha	mm
1	6,88	0,57	6,88	0,57	6,88	0,57
2	24,47	2,04	154,59	12,88	0,36	0,03
3			3,97	0,33	0,02	0,002
4			0,12	0,01	0,12	0,01
5			0,22	0,02	0,22	0,02
6			0,05	0,004	0,05	0,004

Sumber: Nugroho S Priyono, C dan Endang Savitri (1998)

Pada Tabel 8 terlihat bahwa erosi yang terjadi pada tahun pertama adalah sekitar 7 ton/ha/th. Pada sistem tumpangsari yaitu tahun kedua setelah penebangan erosi naik menjadi 154 ton/ha/th, kemudian turun drastis pada tahun ketiga dan seterusnya. Pada sistem banjarharian erosi sudah mulai turun sejak tahun kedua. Sehingga pada sistem ini erosi tidak menjadi masalah. Tetapi perlu disadari bahwa penurunan erosi pada banjarharian tidak disebabkan oleh tanaman utama, tetapi lebih dipengaruhi oleh laju pertumbuhan semak dan rumput diantara tanaman pinus. Dari data tersebut terlihat bahwa pada kedua sistem tebang sudah mulai kecil pada tahun ketiga. Dengan asumsi tidak ada perubahan yang menyolok maka besarnya erosi pada tahun ketujuh sampai

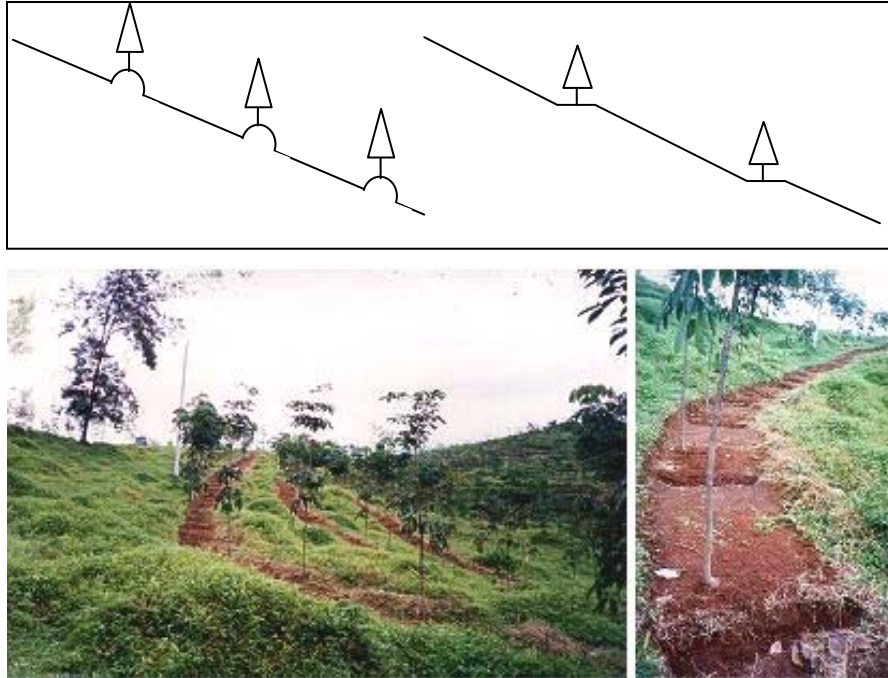
masa penebangan relatif akan sama seperti yang terjadi pada tahun ke enam atau bahkan lebih kecil lagi.

Hasil penelitian erosi pada penanaman kembali hutan pinus tersebut menunjukkan bahwa **tingkat erosi pada areal penanaman kembali hutan pinus cenderung meningkat dan mencapai erosi yang diperkenankan tiga tahun setelah penebangan**. Dengan demikian periode kritis terjadi dari waktu penebangan sampai tiga tahun setelah penebangan. Erosi pada periode ini harus diturunkan dengan melakukan praktek-praktek pengawetan tanah. Pada penanaman kembali dengan sistem tumpang sari, praktek konservasi tanaman perlu dilakukan secara intensif. Disamping itu pola tanam antara tanaman utama, tanaman sela, tanaman tepi dan tanaman pagar tetap harus dilakukan. Praktek konservasi tanah yang dianjurkan untuk areal peremajaan hutan pinus dengan tumpang sari adalah penanaman searah kontur, tanaman lorong searah kontur dan teras gulud



Gambar 6. Penanaman tanaman lorong dan penanaman searah kontur pada areal reboisasi hutan pinus dengan Tumpangsari.

Pada areal reboisasi hutan pinus dengan sistem banjar harian disarankan menggunakan teras gulud, *hillside ditches* dan rorak. Praktek konservasi tanah yang biasa dilakukan di kebun karet bisa juga dilaksanakan di areal reboisasi hutan pinus dengan sistem banjar harian.



Gambar 7. Hillside ditches dan rorak di kebun karet yang dapat diterapkan di areal reboisasi hutan pinus.

3.3.2. Pemeliharaan.

Telah terbukti bahawa tanaman pinus memang mengkonsumsi air yang banyak untuk keperluan evapotranspirasi dan akibat intersepsi tajuknya. Dalam konteks hutan pinus kehilangan air ini masih ditambah lagi dengan besarnya limpasan permukaan. Dengan demikian maka pada tahap pemeliharaan hutan pinus perlu dilakukan upaya

mengurangi kehilangan air karena evapotranspirasi dan intersepsi. Upaya lain yang dapat dipikirkan untuk konservasi air pada hutan pinus adalah memperkecil laju limpasan permukaan dan memungkinkan air masuk ke dalam profil tanah.

Penelitian di hutan pinus dengan tujuan untuk memperkecil kehilangan air lewat evapotranspirasi dan limpasan permukaan telah dilakukan oleh Universitas Brawijaya. Perlakuan untuk menurunkan evapotranspirasi dilakukan dengan jalan pemangkasan, sedangkan untuk menurunkan limpasan permukaan dilakukan dengan pemberian mulsa dan pembuatan rorak. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemangkasan cabang/ranting tanaman pinus dapat menurunkan evapotranspirasi sampai 20 % (ET = 1204 mm untuk tanaman tanpa pangkas dan 975 mm untuk tanaman yang dipangkas) sesuai dengan yang tertera pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh Pemeliharaan pada Hutan Tanaman Pinus terhadap Evapotranspirasi dan Limpasan Permukaan.

Perlakuan	Evapotranspirasi mm	Limpasan Permukaan	
		mm	% C H
1. Pinus tanpa perlakuan	1 204	70,6	3,18
2. Pinus dipangkas	975	102,7	4,62
3. Pinus diberi rorak	1 316	60,9	2,74
4. Pinus, semak dibersihkan	1 102	94,0	4,23
5. Pinus, semak dipotong untuk mulsa	1 016	69,3	3,12

Sumber : HT Soelistyari dan W H Utomo (2002)

Tabel 9 juga menunjukkan bahwa pembuatan rorak dapat menurunkan limpasan permukaan dari 70,6 mm (tanpa rorak) menjadi 60,9 mm (dengan perlakuan rorak). Dengan demikian maka **pemeliharaan hutan tanaman pinus yang berupa kombinasi perlakuan pemangkasan dengan pembuatan rorak akan dapat menurunkan kehilangan air di hutan pinus** (30% karena evapotranspirasi dan 14 % karena limpasan permukaan).

3.3.3. Penebangan.

Penebangan pohon pinus merupakan salah satu bagian dari proses produksi yang dilakukan di hutan pinus. Pada saat itu kawasan hutan pinus yang pada umumnya terletak di dataran tinggi dengan kelerengannya yang terjal akan merupakan daerah yang rawan terhadap degradasi. Mengingat bahwa pinus selain digunakan untuk produksi kayu juga dimanfaatkan sebagai pelindung tanah maka penebangan hutan pinus disamping memberikan produksi kayu juga menimbulkan dampak yang berupa degradasi lahan melalui proses erosi tanah.

Keluhan tentang degradasi lahan di areal hutan pinus akhir-akhir ini muncul bersamaan dengan adanya penebangan hutan pinus di beberapa daerah yang menimbulkan erosi tanah. Penebangan hutan pinus memang berarti penghilangan penutupan lahan oleh tajuk tanaman sehingga dapat meningkatkan resiko erosi tanah. Penanaman kembali yang segera dilakukan oleh Perum Perhutani memang akan memperkecil resiko tersebut, tetapi tetap dibutuhkan waktu sampai tanaman berfungsi penuh untuk melindungi lahan dari pukulan air hujan. Di lain pihak juga diperlukan alternatif pola penebangan agar resiko degradasi lahan diperkecil tanpa mengurangi tujuan penebangan.

Bertitik tolak dari dasar pemikiran tersebut maka dilakukan penelitian tentang pengaruh penebangan hutan pinus terhadap erosi tanah oleh BP2TPDAS Surakarta dengan menggunakan pendekatan metode petak kecil. Hasil pengamatan seperti pada Tabel 8. Secara umum dapat disebutkan bahwa pengaruh penebangan akan meningkatkan besarnya erosi. Peningkatan besarnya erosi tersebut akan terjadi sampai dengan 3 tahun setelah penebangan.

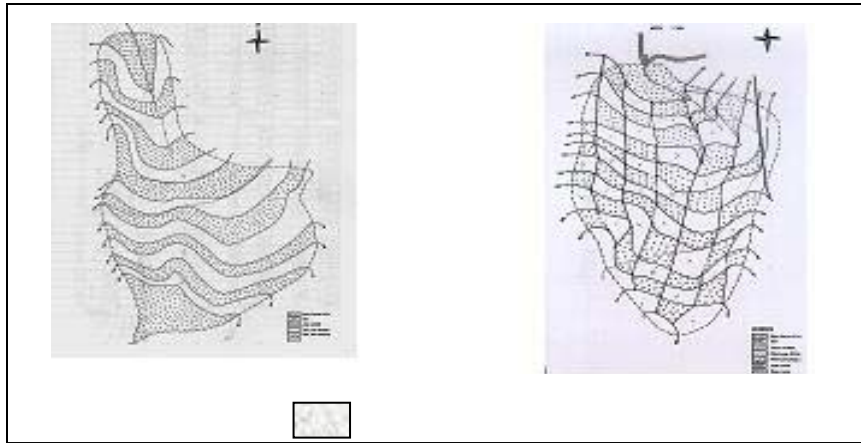
Sementara itu IPB melaksanakan penelitian yang sama dengan metode pendekatan yang berbeda yaitu dengan menggunakan Sub DAS. Setelah dilakukan penebangan pada SUB DAS Cikawung, pada bulan ke-4 sampai bulan ke-6 setelah ditebang, debit SUB DAS Cikawung sama dengan debit SUB DAS Cibangban (tidak dilakukan penebangan) , pada bulan ke-8 s/d bulan ke-19, terjadi kenaikan debit pada Sungai Cikawung, yang berarti terjadi kenaikan *run off* yang besar disertai keluarnya air dari cadangan air tanah akibat kegiatan penebangan hutan *P. merkusii*. Volume air bertambah berkisar 600-650 mm/th atau setara dengan 54 mm/bulan. Hasil pengamatan neraca air menunjukkan, pada SUB DAS non hutan terjadi pengurangan cadangan air tanah sebesar 634 mm/th, akibat meningkatnya aliran permukaan sehingga masukan air ke dalam tanah berkurang. Dengan demikian **disatu sisi kegiatan penebangan menyebabkan kenaikan**

aliran permukaan langsung dan di sisi lain terjadinya pengurangan tingkat konsumsi akibat hilangnya evapotranspirasi.

Data debit menunjukkan bahwa pada bulan ke 20 sampai 34 setelah ditebang dengan sistem tebang habis (THPB), hasil air antara SUB DAS Cikawung (dengan penebangan) hampir sama dengan SUB DAS Cibangban, sedangkan pada bulan ke 35 setelah ditebang, atau setelah tanaman *P. merkusii* muda berumur 3 tahun, debit S. Cikawung lebih rendah dibandingkan dengan S. Cibangban, hal ini menunjukkan kondisi ekosistem kembali seperti keadaan sebelum ditebang, sehingga efek penebangan sangat berpengaruh dan memberikan dampak yang sangat besar pada tahun ke dua sampai ke tiga setelah aktivitas penebangan. Jadi pada tahun ke 3 setelah penebangan karakteristik tingkat fluktuasi debit sungai antara SUB DAS yang dilakukan penebangan dan yang tidak dilakukan penebangan tidak ada perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa **efek dari penebangan berlangsung selama 3 tahun, setelah itu ekosistem akan pulih kembali seiring dengan membaiknya penutupan lahan, sehingga koefisien aliran menurun dan tingkat fluktuasi debit juga menurun, kembali kepada kondisi sebelum ditebang.**

Dari dua penelitian tersebut menunjukkan bahwa meskipun dilakukan dengan pendekatan yang berbeda namun memberikan hasil yang sama, yaitu waktu kritis untuk penebangan hutan pinus dengan sistem tebang habis adalah 3 tahun. Kurun waktu tersebut perlu mendapat perhatian yang serius untuk dilakukan praktek konservasi tanah.

Untuk memberikan alternatif pola tebang, BP2TPDAS Surakarta juga melakukan uji coba pola tebang jalur dan papan catur (Gambar 8). Uji Coba ini dilakukan pada suatu *micro catchment* (DAS yang sangat kecil) dengan luasan berkisar 3 ha. Hasil pengamatan erosi pada kedua pola yang dicobakan dapat dilihat pada Tabel 10.





Gambar 8 : Alternatif Pola Penebangan yang Dicobakan ; Papan Catur dan Jalur Kontur

Tabel 10. Erosi pada pola penebangan papan catur dan jalur searah kontur

Tahun	Erosi pada pola papan catur (mm)	Erosi pada pola jalur (mm)
Pertama	1,25	5,00
Kedua	0,50	2,08
Ketiga	0,17	0,33
Keempat	0,05	0,14

Sumber: Nugroho S Priyono, C dan Endang Savitri (1998)

Pada tahun pertama pola papan catur menghasilkan erosi sebesar 1,25 mm/th sedangkan pada pola jalur menghasilkan erosi sebesar 5,0 mm/th. Besarnya erosi pada tahun ke dua masing-masing adalah 0,5 dan 2,08 mm/th. Pada tahun ke tiga menurun lagi menjadi 0,17 dan 0,33 mm/th. **Bila dibandingkan dengan erosi yang terjadi pada tebang habis seperti yang ada pada Tabel 8. maka kedua pola yang dicobakan menunjukkan hasil yang lebih kecil.** Hasil pengukuran erosi pada perlakuan pola tebang juga menunjukkan bahwa laju erosi menjadi stabil tiga tahun setelah penebangan (Tabel 10).

Bab IV

ISU PENGELOLAAN DAN REKOMENDASI PENYEMPURNAAN

Uraian terdahulu menunjukkan bahwa ternyata degradasi sumber daya hutan akan menimbulkan dampak ekologis yang sangat besar. Oleh karena itu isu yang berkaitan dengan konversi hutan alam dan hutan tanaman serta dampaknya terhadap lingkungan perlu dimengerti dan disikapi dengan arif. Ada beberapa hal yang perlu dicermati berdasarkan hasil penelitian tentang konversi hutan, yaitu:

- Konversi Hutan Alam dan dampaknya
- Konversi hutan alam menjadi hutan tanaman pinus
- Konversi Hutan tanaman pinus menjadi Non Pinus
- Pencermatan Kriteria Indikator untuk mendapatkan sertifikasi hutan pinus

4.1. Konversi hutan alam dan dampaknya.

Hutan alam memberikan pengaruh ekologis yang sangat baik sehingga konversi hutan alam akan menimbulkan dampak terhadap beberapa parameter lingkungan yang dipengaruhi. Beberapa hasil penelitian tentang dampak konversi hutan alam dapat diuraikan pada bab berikut.

Pengaruh penebangan hutan terhadap iklim mikro dan curah hujan telah banyak diteliti meskipun belum memberikan gambaran hasil yang signifikan. Dampak penebangan hutan pada kondisi permukaan lahan dalam lahan hutan lebih parah dibandingkan di dalam areal hutan itu sendiri karena adanya kenaikan insolasi, kenaikan temperatur dan pada akhirnya meningkatkan evaporasi secara drastis. Peningkatan evaporasi inilah yang akhirnya berpengaruh terhadap iklim mikro dan curah hujan. Hutan alam hujan tropis dapat memantulkan 12% dari radiasi gelombang pendek yang terpancar ke bumi. Sementara itu bila dibandingkan dengan permukaan rumput pemantulannya 15% dan lahan pertanian mampu memantulkan sampai dengan 20%. Dapat dimengerti bahwa perubahan penutupan lahan karena konversi hutan menjadi non hutan akan merubah kemampuan memantulkan radiasi gelombang pendek. Perubahan ini juga akan dipengaruhi oleh kedalaman perakaran yang akan mempengaruhi kemampuan penyerapan lengas tanah untuk evapotranspirasi. Dengan demikian apabila konversi hutan mencakup areal yang luas akan mempengaruhi sirkulasi udara secara local yang pada akhirnya akan mempengaruhi curah hujan. Namun demikian belum ada penelitian yang dapat menjawab luas maksimum konversi hutan yang tidak mempunyai dampak terhadap iklim.

Pembukaan lahan karena penebangan hutan alam juga akan mempengaruhi kecepatan dekomposisi bahan organik, aktivitas mikrobia dan fauna tanah disamping mempengaruhi karakteristik infiltrasi tanah dan erodibilitas tanah. Pengertian umum bahwa kompleks tanah hutan, perakaran dan seresah maupun mulsa akan berfungsi seperti spon yang menyerap air selama musim hujan dan melepaskannya kembali pada musim kemarau. Meskipun tanah hutan umumnya mempunyai laju dan kapasitas infiltrasi yang tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah yang bahan organiknya rendah, tetapi lebih banyak kandungan air ini dikonsumsi kembali oleh hutan daripada untuk kontinuitas aliran. Hal inilah yang menyebabkan adanya vegetasi hutan bisa mengurangi hasil air di sungai. Di sisi lain penyerapan curah hujan oleh tajuk hutan melalui intersepsi dapat mencapai 35% dari curah hujan, yang kemudian diuapkan kembali ke atmosfer.

Proses penyerapan curah hujan oleh vegetasi hutan alam seperti yang diuraikan terdahulu diperkuat dengan hasil penelitian menggunakan ratusan DAS berpasangan oleh Bosh dan Hewlet (1982) dalam Bruijnznel (1990) yang menyimpulkan bahwa tidak ada satupun percobaan menunjukkan bahwa penambahan vegetasi akan menambah hasil air. Hal ini membuktikan bahwa penghilangan tajuk hutan akan

menyebabkan kenaikan total aliran dan penanaman kembali akan menurunkan total aliran.

Berkaitan dengan hasil sedimen dalam suatu aliran air, hasil-hasil penelitian menyimpulkan bahwa ada atau tidaknya vegetasi hutan alam akan sangat menentukan jumlah sedimen dalam aliran air sungai sebagai hasil erosi permukaan. Terjadinya gerakan tanah yang dangkal juga akan meningkat dengan hilangnya vegetasi hutan alam.

Berdasarkan fakta-fakta tersebut, maka disarankan untuk tidak melakukan konversi hutan alam menjadi penggunaan lahan yang lainnya .

4.2. Konversi Hutan Alam menjadi Hutan Tanaman Pinus dan Jenis Lain

Hasil penelitian menunjukkan bahwa watak hidroklimatologi hutan alam lebih baik dibandingkan dengan hutan tanaman pinus. Dari aspek biodiversitas, hutan tanaman pinus yang monokultur akan menyebabkan berkurangnya biodiversity hutan alam. Dengan demikian maka konversi hutan alam menjadi hutan tanaman sebaiknya dihindari. Apabila ternyata konversi itu tetap harus diperlukan maka hutan tanaman yang alami di daerah tersebut perlu dipertimbangkan. Sebagai contoh salah satu jenis alami di hutan pegunungan Jawa Barat adalah jenis Puspa. Maka bila konversi tak

terhindarkan, jenis Puspa bisa menjadi pertimbangan untuk Jawa Barat.

4.3. Konversi Hutan Pinus menjadi Non Pinus.

Keluhan tentang konsumsi air oleh hutan pinus telah dibahas secara mendalam dalam buku ini, dan informasi hasil litbang telah diuraikan secara lengkap. Oleh karena itu usulan konversi hutan pinus menjadi hutan non pinus perlu mempertimbangkan informasi yang telah diberikan. Pertimbangan teknis yang dapat digunakan adalah data hujan dan ketinggian tempat. Konversi yang secara teknis dapat dipertimbangkan apabila jumlah hujan tahunan < 2000 mm/tahun dan ada pada ketinggian tempat < 600 m dpl. Konversi juga dapat dipertimbangkan apabila arah konversi ditujukan untuk pembentukan ekosistem hutan pegunungan di Pulau Jawa atau menjadi hutan tanaman campuran.

4.4. Pencermatan Kriteria Indikator untuk Mendapatkan Sertifikasi Hutan Pinus

Beberapa kriteria dan indikator baik untuk standar pengelolaan hutan lestari (*Sustainable Forest Management / SFM*) maupun untuk mendapatkan sertifikasi dari lembaga

ekolabel telah beredar. Untuk pengelolaan hutan lestari, kriteria dan indikator yang banyak digunakan adalah model ITTO. Sedangkan untuk sertifikasi ecolabel menggunakan Kriteria dan indikator Lembaga Ecolabel Indonesia atau *Forest Stewardes Council (FSC)*.

Berkaitan dengan pengaruh pengelolaan hutan pinus terhadap hasil air, perlu di pantau beberapa parameter yang menjadi kriteria yaitu:

- Koefisien regim sungai (KRS) yang merupakan perbandingan debit maksimum dan minimum
- Koefisien aliran yang merupakan perbandingan antara debit air yang keluar dari DAS dengan volume air (hujan) yang masuk kedalam DAS tersebut
- Indeks erosi yaitu perbandingan antara erosi aktual dengan erosi yang diperkenankan (*tolerable erosion*)

Disamping beberapa parameter tersebut juga perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Perlu menyisakan sebagian kawasannya yang diperuntukan sebagai kawasan lindung (kawasan perlindungan setempat, seperti sempadan sungai, kawasan sekitar mata air, dll.).
- Meskipun hutan pinus sebagai hutan monokultur, diusahakan ada pencampuran jenis tanaman.

- Perlu ada kegiatan konservasi tanah dan air, terutama pada kawasan/petak tebangan dan petak tanaman muda. Hal ini berkaitan dengan adanya keterbukaan lahan yang dapat menyebabkan tingginya aliran permukaan dan erosi.

Bab V

PENUTUP

Informasi tentang pengaruh pengelolaan hutan pinus terhadap hidroklimatologi yang diuraikan di depan dimaksudkan sebagai upaya untuk memberikan pengertian yang menyeluruh dan didasarkan dari fakta hasil penelitian. Dengan informasi yang lengkap diharapkan dapat memberikan pertimbangan yang utuh tentang kebijakan selanjutnya yang berkaitan dengan pengelolaan hutan pinus dan kebijakan publik dalam menyikapi keberadaan hutan pinus.

Informasi yang lengkap tanpa ditindak lanjuti dengan kebijakan yang jelas hanya akan menghasilkan suatu buku yang tak pernah bisa dirasakan manfaatnya. Kebijakan yang jelas tanpa implementasi lapangan yang konsisten juga akan memberikan gambaran kesenjangan antara konsep dan kenyataan. Oleh karena itu diharapkan adanya konsistensi antara kebijakan yang didasari pada hasil litbang dan implementasi yang konsisten terhadap kebijakan yang telah digariskan. Dengan alur mulai dari hasil litbang-kebijakan-implementasi yang konsisten, diharapkan dapat mendapatkan bentuk pengelolaan hutan tanaman pinus yang dapat menguntungkan secara ekonomis dan dapat berfungsi ekologis.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Hermansyah (1980) Studi Variasi bentuk Batang *Pinus merkusii* Jungh et de vriese di Kelompok Hutan Lampahan Aceh Tengah. Skripsi S-1 Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.

Bruijnzeel, LA (1990) Hydrology Of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A state of Knowledge Review. Free University Amsterdam, UNESCO-IHP, Netherlands

Fak Kehutanan IPB (1997) Studi Pengaruh Hutan Pinus (*Pinus merkusii*) terhadap Sistem Tata Air dan Tanah di RPH Tedjowaringin, BKPH Singaparna, KPH Tasikmalaya, Perum Perhutani Unit II Jawa Barat, Bogor. Laporan Final Hasil Penelitian Kerjasama antar Perum Perhutani dengan Fak Kehutanan IPB. Bogor.

HT Sulistyari dan WH Utomo (2002) Pengelolaan Hutan Secara Berkesinambungan (Kajian Aspek Hidrologi). Tidak dipublikasikan.

Irfan Budi Pramono (2001) Kesesuaian Iklim Untuk Tanaman Pinus (*Pinus merkusii*). Laporan Final Hasil Penelitian Kerjasama antar Perum Perhutani dengan BTPDAS Surakarta.

Nugroho Sulistyono Priyono, C dan Endang Savitri (1998) Erosi Tanah-Limpasan Permukaan pada Peremajaan Hutan Pinus dan pada Alternatif Pola Penebangan Hutan Pinus. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Hutan dan Produksi Air untuk Kelangsungan Pembangunan. Perum Perhutani-Yayasan IMTEK, Jakarta. Hal 23-28.

Soekotjo (1975) Pinus merkusii. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.

Sri Astuti Soedjoko, Suyono, Darmadi (1998) Kajian Neraca Air di Hutan Pinus, di KPH Banyumas Timur. Laporan Final Hasil Penelitian Kerjasama antar Perum Perhutani dengan Fakultas Kehutanan UGM

Yuliarto dan Sulistiyardi (2002) Pengelolaan Hutan Jati di Jawa Oleh Perhutani, Tidak dipublikasikan.