

# Hutan Dan Pengaturan Tata Air

Onrizal

Jurusan Kehutanan  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sumatera Utara

## PENDAHULUAN

Air esensial bagi kehidupan. Kehidupan manusia, flora dan fauna, baik yang terlihat (makroorganisme) maupun yang tidak terlihat (mikroorganisme) sangat tergantung pada air. Sehingga, secara alamiah, dapat dipahami bahwa tanpa air tidak ada kehidupan, karena berbagai fungsi air bagi kehidupan tidak tergantikan oleh benda lain.

Air merupakan faktor penting untuk memfungsikan secara tepat sebagian besar proses-proses tumbuh-tumbuhan dan tanah. Air mempengaruhi, baik secara langsung maupun tidak langsung, hampir semua proses dalam tumbuhan, aktivitas metabolisme sel dan tumbuh-tumbuhan berkaitan dengan kadar air (Kramer, 1969 *dalam* Pritchett, 1979). Untuk melangsungkan proses metabolik yang diperlukan tanaman, air memerankan berbagai fungsi di dalam tanah. Sebagai pelarut dan sebagai media transfer unsur hara, sumber hidrogen, pengatur suhu tanah dan aerasi serta sebagai pengencer bahan beracun di dalam tanah (Pritchett, 1979).

Selanjutnya Pritchett (1979) menjelaskan bahwa tanah yang kaya akan mineral secara lengkap tanpa adanya air tidak akan produktif, sebaliknya tanah pasir yang miskinpun dapat mendukung produktivitas hutan secara layak jika disertai kadar air yang cukup. Oleh karena itu, pengetahuan tentang neraca air menjadi sangat penting dalam membangun hutan. Pengetahuan lain yang sangat terkait dengan kondisi neraca air adalah pengetahuan tentang daerah aliran sungai (DAS) dan siklus hidrologi.

Tulisan ini akan mengulas peranan hutan dalam pengaturan tata air. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan melihat neraca air dan berbagai aspek terkaitnya di hutan alam dan hutan tanaman yang didahului dengan sedikit uraian tentang DAS dan siklus hidrologi.

## DAERAH ALIRAN SUNGAI

Daerah aliran sungai (DAS), seperti dikemukakan Manan (1978), Direktur Jenderal Pertanian Tanaman Pangan (1981), dan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi (1978) *dalam* Sumitro (1981), merupakan suatu kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografis yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya, ke sungai utama yang bermuara ke danau atau lautan. Pemisah topografi adalah punggung bukit. Di bawah tanah juga terdapat pemisah bawah tanah berupa batuan. Berbagai istilah lain yang digunakan untuk DAS antara lain adalah *watershed*, *drainage basin* dan *catchments*.

Unsur-unsur utama di dalam suatu DAS adalah sumberdaya alam tanah, vegetasi (antara lain hutan) dan air serta manusia penghuninya (Sumitro, 1981). Oleh karena itu,

DAS selain merupakan wilayah tata air, DAS juga merupakan suatu ekosistem, karena di dalam suatu DAS terdapat berbagai unsur penyusun utama yang di satu pihak bertindak sebagai objek atau sasaran fisik alamiah, seperti sumberdaya alam tanah, vegetasi dan air. Sedangkan di lain pihak berperan sebagai subyek atau pelaku pendayagunaan unsur-unsur tersebut, yakni manusia. Antara unsur-unsur tersebut terjadi proses hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi.

Manajemen DAS ditujukan untuk memperbaiki, memelihara dan melindungi keadaan DAS agar dapat menghasilkan hasil air (*water yield*) untuk kepentingan pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan, dan masyarakat, yakni air minum, industri, irigasi, tenaga listrik, rekreasi, dan sebagainya (Manan, 1978). Oleh karena itu pengetahuan hidrologi (termasuk neraca air) dan pengaruh hutan akan sangat membantu pelaksanaan manajemen DAS.

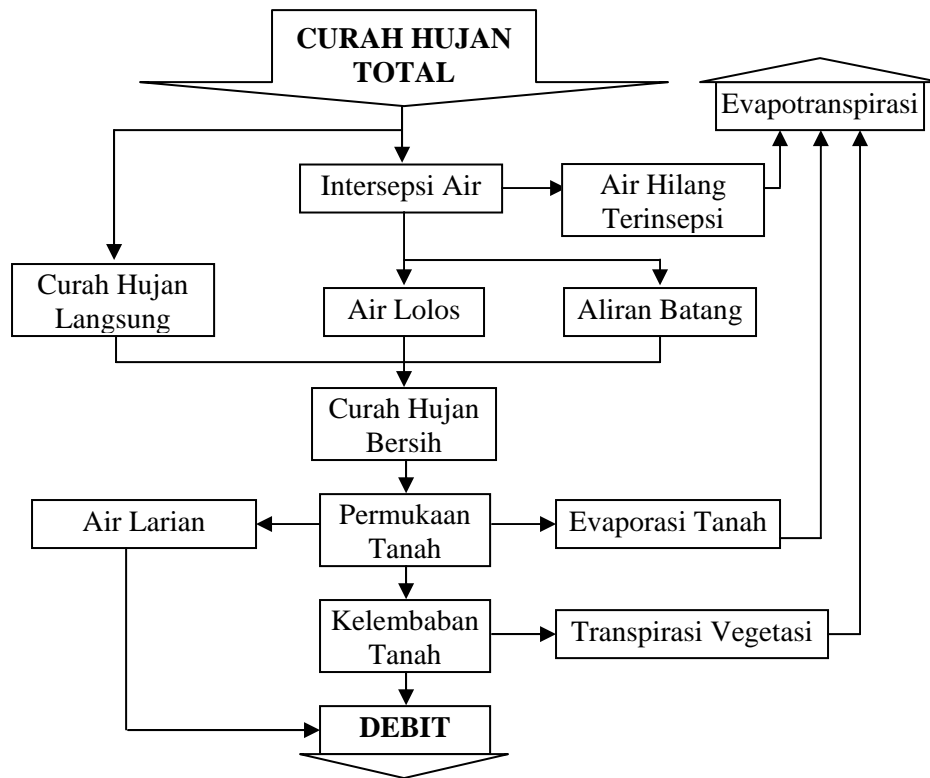
## SIKLUS HIDROLOGI

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang air dalam segala bentuknya, baik di atas, di dalam, maupun pada permukaan tanah. Masalah yang dibahas meliputi distribusi, sirkulasi, sifat-sifat kimiawi dan sifat fisik serta reaksi dari alam lingkungan yang mati maupun yang hidup terhadap air (Manan, 1976). Sedangkan hidrologi hutan adalah cabang ilmu hidrologi yang mempelajari pengaruh hutan dan vegetasi semacamnya terhadap siklus air, termasuk didalamnya adalah efeknya terhadap erosi, kualitas air, dan iklim mikro.

Siklus hidrologi di bagian hulu sungai, terjadi baik di atas permukaan maupun di bawah permukaan tanah, di samping itu, pergerakan air terjadi pada kondisi jenuh dan kondisi tak jenuh, sehingga dengan demikian pergerakan air lebih banyak di pengaruhi oleh panjang dan kelas lereng.

Selama berlangsungnya siklus hidrologi, yakni sepanjang air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang terus menerus bersirkulasi, penguapan, presipitasi, dan pengaliran ke luar. Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut, sungai atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi, tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dimana sebagian akan menguap (*intersepsi*) dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan menuju ke permukaan tanah (*troughfall* dan *steamflow*).

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekukan-lekukan permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah rendah, masuk ke sungai, dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba di laut. Dalam perjalannya ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah sebelum menjadi air bawah tanah keluar kembali segera ke sungai sebagai aliran bawah permukaan (*interflow*), tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air bawah tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke sungai sebagai aliran air bawah tanah (*groundwater flow*). Secara skematis siklus hidrologi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir siklus hidrologi (sumber Asdak, 1995)

### NERACA AIR SUATU DAS

Volume dan gerakan air sudah menjadi sifatnya adalah lebih mudah untuk mengukur dan mengevaluasinya apabila dikaitkan dengan fase cair. Mulai dari lembah atau sub-DAS yang kecil di pegunungan hingga menjadi sebuah DAS raksasa seperti Batang Hari di Sumatera, Kapuas di Kalimantan, terjadi proses berdasarkan input dan output air, yang sekaligus juga input dan output tanah/ sedimen yang dikandung air hujan maupun aliran sungai. Curah hujan yang jatuh dalam sebuah DAS, setelah diuapkan, sisanya akan mengalir ke sungai, biasa disebut hasil air (*water yield*). Neraca air sebuah DAS yang berhutan dapat digambarkan dengan persamaan matematika sebagai berikut (Hawlett dan Nutter, 1969 dalam Manan, 1978):

$$Pg = (T + Ic + If + Es + w) + Q + \Delta S \pm L + U$$

Dimana:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| Pg = curah hujan kasar                          | T = transpirasi               |
| Ic = intersepsi tajuk                           | If = intersepsi lantai hutan  |
| Et = evapotranspirasi total                     | Q = aliran sungai             |
| $\Delta S$ = perubahan kadar air tanah          | U = aliran sungai bawah tanah |
| Es + w = evaporasi dari permukaan tanah dan air | Rs = aliran permukaan         |
| $\pm L$ = kebocoran ke dalam dan keluar DAS     | Ri = aliran bawah permukaan   |
| Rg = aliran air bumi (aliran dasar)             |                               |

Apabila dianggap tidak ada kebocoran (L) dan aliran sungai bawah tanah (U), maka persamaan neraca air sebuah DAS dapat disederhanakan sebagai berikut (Manan, 1978 dan Ward 1975 dalam Bruijnzeel, 1982):

$$Pg = Et + Q + \Delta S$$

Aliran atau debit sungai, berdasarkan hasil berbagai penelitian (Hibber, 1967 dalam Manan, 1978, Pudjiharta dan Fauzi, 1981, Bruijnzeel, 1982, dan Mulyana, 2000), sangat dipengaruhi oleh berbagai tindakan manajemen hutan, seperti penebangan, penjarangan, pembersihan lantai hutan, dan reboisasi, karena akan langsung memanipulasi faktor evapotranspirasi total (Et).

## NERACA AIR DI KAWASAN HUTAN DAN NON-HUTAN

Pada bagian ini akan diuraikan neraca air di hutan alam dan hutan tanaman serta pada lahan non hutan (pertanian) dengan menggunakan data sekunder hasil penelitian Bruijnzeel (1982) di Jawa Tengah, dan Mulyana (2000) di Jawa Barat, serta beberapa pustaka lain yang terkait.

### A. Gambaran Lokasi Penelitian

#### A.1. Penelitian Bruijnzeel

Penelitian Bruijnzeel (1982) dilakukan di daerah hulu DAS Kali Mondoh, sejak November 1976 sampai Februari 1978. Daerah hulu DAS Kali Mondoh terletak di Gunung Serayu Selatan, sebelah selatan kota Banjarnegara dan berdekatan dengan Watubelah dengan ketinggian 508-714 m dpl. Petak contoh untuk melihat aspek hidrologi dilakukan pada kawasan tegakan hutan tanaman *Agathis lorantifolia* umur 40 tahun dengan tumbuhan bawah yang didominasi oleh *Eupatorium* sp. dengan luas sekitar 18,74 ha.

#### A.2. Penelitian Mulyana

Mulyana (2000) melakukan penelitian sejak Juli 1997 sampai Juli 1998 di bagian hulu DAS Ciwulan dengan ketinggian 1.150 – 1.883 m dpl yang merupakan kawasan RPH Tenjowaringin, BKPH Singaparna, KPH Tasikmalaya, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Pada lokasi penelitian, secara garis besar terdapat dua bentuk penutupan lahan, yaitu pertanian (sub DAS Cikuwung) dan hutan (sub DAS Cibangban) yang secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penyebaran penutupan lahan di hulu DAS Ciwulan, Jawa Barat

Jenis Penutupan Lahan	Luas	
	Ha	(%)
<i>Sub DAS Cikuwung (Pertanian)</i>		
Tumpang sari tahun tanam 93/94	57,4	91,5
Tumpang sari tahun tanam 95/96	2,7	4,3
Tanaman pinus tahun tanam 1963	2,6	4,2
Jumlah	63,7	100
<i>Sub DAS Cibangban (Hutan)</i>		
Hutan alam	36,8	31,1
Hutan pinus tahun tanam 1963	17,6	14,8
Hutan pinus tahun tanam 1986	38	30,6
Hutan pinus tahun tanam 95/96	13,4	11,3
Hutan pinus tahun tanam 1997	14,5	12,2
Jumlah	118,3	100

Sumber: Mulyana, 2000

## B. Neraca Air

Besarnya curah hujan, evapotranspirasi, debit dan kadar air tanah akan sangat mempengaruhi neraca air suatu DAS.

### B.1. Penelitian Bruijnzeel

Hasil pengukuran dan perhitungan neraca air di DAS Kali Mondoh sejak 1 Desember 1976 sampai 1 Februari 1978 yang terdiri atas curah hujan (P), debit sungai (Q), perubahan kandungan air tanah/*change in soil moisture storage* ( $\Delta S$ ), perubahan kandungan air bawah tanah/*change in groundwater moisture storage* ( $\Delta G$ ), evapotranspirasi aktual perhitungan (EaP), Evaporasi daerah terbuka/*open-water evaporation* (Eo) dan evapotranspirasi aktual (Ea) secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Neraca Air di DAS Kali Mondoh

Bulan	P (mm)	Q (mm)	$\Delta S + \Delta G$ (mm)	EaP (mm)	Eo (mm)	Ea (0,8 Eo) (mm)
Desember 1976	539,2	454,5	+ 72	77,5	120,0	96,0
Januari 1977	460,3	364,6	- 72	102,9	123,4	98,7
Februari	444,1	415,7	+ 91,3	46,3	100,3	80,2
Maret	463,2	354,0	+ 91,3	46,3	117,2	93,4
April	705,2	698,5	- 75,5	82,2	117,3	93,8
Mei	146,3	183,5	- 138,5	101,3	108,8	87,0
Juni	455,9	323,1	+ 123,4	9,4	99,6	79,7
Juli	12,9	109,4	- 176,3	79,8	103,2	82,6
Agustus	2,5	27,3	- 169,8	145,0	110,7	88,6
September	8,8	9,7	- 103,3	102,4	116,4	93,1
Oktober	38,7	4,3	- 70,9	105,3	135,2	105,3
November	303,6	10,4	+ 217,8	75,4	108,6	75,4
Desember	535,9	91,8	+ 173,5	271,8	103,5	82,8
Januari 1978	551,3	413,3	- 12,3	150,3	107,9	86,3
Total	4667,9	3460,1	- 9,2	1217	1572,1	1242,9

Sumber: Bruijnzeel (1982)

Berdasarkan data pada Tabel 2 di atas terlihat bahwa pada bulan Mei, Juli, Agustus, dan September 1977 debit sungai lebih besar dari curah hujan, sehingga debit

air sebagian besar dari aliran air bawah tanah yang disimpan sebelumnya oleh hutan yang ada di atasnya. Fakta ini menunjukkan bahwa hutan berperan sebagai pengatur tata air, dimana sebagian curah hujan yang jatuh di atasnya akan disimpan sebagai air tanah dan akan dikeluarkan saat musim kemarau disamping dimanfaatkan sendiri oleh tumbuhan hutan dalam metabolismenya.

Demikian juga dengan hanya evapotranspirasi aktual pada bulan Juli sampai bulan September 1977 lebih besar dari curah hujan yang terjadi, sehingga evapotranspirasi tersebut sebagian besar berasal dari air tanah yang disimpannya. Fakta ini semakin menguatkan bahwa hutan berperan sebagai pengatur tata air. Namun demikian, berapa besar air yang bisa disimpan dan berapa laju aliran permukaan (*run off*) yang bisa dikurangi oleh hutan di atasnya belum bisa ditunjukkan oleh data di atas.

## B.2. Penelitian Mulyana

Besarnya evapotranspirasi potensial (Eto) di lokasi penelitian oleh Mulyana (2000) diduga dengan menggunakan metode Trontwhaite (1957), sehingga diketahui evapotranspirasi potensial di lokasi penelitian adalah 1.400 mm/th, seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Evapotranspirasi potensial di hulu DAS Ciwulan

Bulan	Curah Hujan (mm)	Eto (mm)
Januari	321,6	115,4
Pebruari	342,6	72,4
Maret	604,7	121,1
April	439,6	135,8
Mei	270,7	130,8
Juni	212,1	104,8
Juli	206,8	121,0
Agustus	233,4	121,5
September	94,6	126,6
Oktober	299,6	116,9
November	498,1	110,9
Desember	171,3	122,6
Tahunan	3.695,1	1.400
Rata-rata (mm/bulan)	263,9	100,0

Sumber: Mulyana, 2002

Berdasarkan perbandingan antara evapotranspirasi potensial dengan curah hujan, ternyata di bulan September terjadi defisit air, artinya evapotranspirasi aktual lebih kecil dibandingkan dengan evapotranspirasi potensial. Berdasarkan hasil perhitungan Mulyana (2000), pada Sub-DAS Cikuwung (pertanian) diketahui bahwa pada bulan ke-13 sampai bulan ke 22 terjadi pengurangan cadangan air tanah sebesar 1.864 mm. Selama 34 bulan pengamatan atau akibat tebangan menyebabkan terjadinya pengurangan cadangan air tanah rata-rata 53,2 mm/bulan atau setara dengan 638,4 mm/th di Sub-DAS tersebut berkurang akibat menurunnya pasokan air ke dalam tanah. Data neraca air rata-rata selama 34 bulan pengamatan Mulyana (2000) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Neraca air rata-rata bulanan di hulu DAS Ciwulan (dalam mm/bulan)

Komponen	Sub DAS Cikuwung (non hutan)	Sub DAS Cibangban (hutan)	Selisih
Curah Hujan	269,1	269,1	0
Kelembaban tanah awal	434,4	434,4	0
Kelembaban tanah total	722,6	703,5	19,1
ET potensial	112,9	112,9	0
ET aktual	78,2	109,0	(30,8)
Kelembaban tersisa	644,4	594,5	49,9
Kelembaban akhir	446,7	448,9	(2,2)
Perubahan cadangan air tanah	(53,2)	(18,3)	(34,9)
Debit sungai	197,7	145,7	52

Pengurangan pasokan air ke dalam tanah diimbangi dengan terjadinya kenaikan aliran permukaan di Sub DAS non hutan sebesar 52 mm/bulan atau setara dengan 624 mm/th, kenaikan ini akibat naiknya koefisien aliran (*runoff coeficient*) pada saat terjadi hujan sehingga potensial menimbulkan penurunan kualitas air dan erosi, sehingga dengan demikian tebangan hutan mengakibatkan terjadinya kenaikan aliran permukaan sebesar 624 mm/th, akan tetapi di sisi lain akibat tebangan hutan menyebabkan terjadinya penurunan pasokan air tanah sebesar 638,4 mm/th atau setara dengan 53,2 mm/bulan, padahal evapotraspirasi aktual yang terjadi pada sub DAS non hutan (78,2 mm/bulan) lebih kecil dibandingkan dengan sub DAS hutan (109,mm/bulan). Fakta di atas membuktikan bahwa walaupun evapotraspirasi DAS non-hutan kecil tetapi kumulatif air yang dapat disimpan oleh DAS berhutan jauh lebih banyak dibandingkan dengan DAS tidak berhutan, sehingga data ini membuktikan hutan sangat berperan dalam mengatur tata air.

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air oleh Mulyana (2000) diketahui bahwa kebutuhan air untuk evapotraspirasi hutan *P. merkusii* di hulu DAS Ciwulan adalah setara dengan 109 mm/bulan atau setara dengan 1.308 mm/th atau 3,5 mm/hari. Sementara kebutuhan air untuk evapotraspirasi Sub DAS non-hutan (pertanian) adalah sebesar 660 mm/tahun atau 1,8 mm/hari, sehingga akibat penanaman *P. merkusii* terjadi kenaikan konsumsi air sebesar 650 mm/th yang digunakan untuk evapotraspirasi. Sehingga dengan demikian, tegakan hutan *P. merkusii* mengkonsumsi air lebih banyak, akan tetapi tingkat konsumsi ini diimbangi dengan kemampuan meresapkan air yang besar sehingga total simpanan air tanah meningkat, dengan perbedaan DAS non-hutan dan DAS berhutan sebesar 34,9 mm/bulan.

Analisis perubahan penutupan lahan terhadap laju infiltrasi menunjukkan bahwa semakin tua umur tegakan hutan, semakin besar kemampuan hutan untuk meresapkan air ke dalam tanah, bahkan total air yang mampu dimasukkan ke dalam tanah pada tegakan *P. merkusii* berumur 34 tahun lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan tegakan umur 10 tahun. Hal ini membuktikan bahwa tegakan hutan sangat baik dalam meresapkan air ke dalam tanah. Kemampuan tanah menginfiltrasikan curah hujan pada tegakan tua disebabkan karena pada tegakan *P. merkusii* tua banyak dijumpai tumbuhan bawah, serasah, dan kandungan bahan organik yang menutupi lantai hutan, sehingga dapat memperbaiki struktur tanah yang memungkinkan air hujan masuk ke dalam tanah (Mulyana, 2000). Hal ini serupa dengan hasil yang dijumpai oleh Pudjiharta dan Fauzi

(1981) dimana aliran permukaan pada tegakan *P. merkusii*, *Altingia excelsa*, *Maesopsis eminii* beserta tumbuhan bawah dan serasahnya hanya sekitar  $0 - 0,04 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{bln}^{-1}$  dan erosi tidak terjadi. Ketika tumbuhan bawah dan serasah dari tegakan yang sama dihilangkan, maka aliran permukaan meningkat mencapai  $6,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{bln}^{-1}$ .

### C. Bagaimana Neraca Air di Hutan Alam?

Hutan alam memiliki tajuk berlapis, serasah dan humus yang tebal, perakaran yang bervariasi dari dangkal sampai dalam. Hal tersebut yang antara lain yang membedakan hutan alam dengan hutan tanaman, dimana hutan tanaman umumnya ditanam secara monokultur dan seumur, maka tajuknya tidak berlapis (hanya satu lapis atau tidak ada stratum tajuk), kedalaman dan bentuk perakaran yang seragam, serta ketebalan serasah dan humus yang lebih tipis. Apalagi praktek pembukaan lahan (*land clearing*) dalam pembangunan hutan tanaman di daerah tropis yang biasanya menggunakan metode tebang dan bakar (*slash-and-burn*), sehingga pada beberapa waktu di awal pembangunannya tidak memiliki serasah dan tumbuhan penutup lahan (*cover crop*).

Pembukaan lahan dengan *slash-and-burn* menyebabkan rusaknya sifat fisik dan kimia tanah yang diindikasikan oleh kerapatan limbak (*bulk density*) tanah tinggi ( $1,30 \text{ Mg m}^{-3}$ ), apalagi jika dilakukan dengan mekanis, stabilitas agregat tanah rendah (100), dan kapasitas tukar kation (KTK) rendah ( $11,5 \text{ cmol.kg}^{-1}$ ) (Rachman *et al.*, 1997). Kondisi ini menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan erosi pada satu sisi, dan menurunkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah pada sisi yang lain.

Berdasarkan karakter demikian, penulis berhipotesis bahwa hutan alam yang belum terganggu akan memiliki neraca air yang lebih baik dibandingkan dengan hutan tanaman, apalagi dari kawasan tidak berhutan. Hal ini sangat memungkinkan karena infiltrasi curah hujan ke dalam tanah akan meningkat karena struktur tanah yang semakin baik, karena perakarannya yang bervariasi mulai dangkal sampai dalam, tajuk berlapis yang akan sangat mengurangi daya hancur butiran hujan sehingga laju erosi akan dapat diminimalisir. Demikian juga halnya dengan keberadaan tumbuhan bawah dan serasah serta humus yang akan semakin memperbesar kemampuan hutan alam dalam menahan air. Oleh karena itu, kandungan air tanah pada hutan alam akan besar dan akan dikeluarkan secara perlahan-lahan pada musim kemarau.

Fakta yang sering kita jumpai adalah pada hutan alam yang masih bagus, fluktuasi debit sungai antara musim hujan dan musim kering sangat kecil, demikian juga dengan tingkat kualitas air yang dihasilkan adalah baik. Seperti yang penulis alami dan amati pada DAS Batanghari, misalnya, dimana sebelum hutan alam di hulu DAS tersebut dieksploitasi untuk diambil kayunya, maka debit sungai antara musim hujan dan musim kering tidak berbeda nyata, demikian juga dengan kualitas air di dua musim tersebut hampir sama. Namun semenjak hutan di DAS tersebut dieksploitasi awal tahun 1980, maka ketika musim hujan akan diikuti oleh banjir besar dan pada musim kemarau debit sungai jauh berkurang. Demikian juga dengan kualitas air, dimana pada musim hujan, air sungai yang mengalir berwarna coklat kehitaman karena mengandung banyak partikel pasir, tanah, dan partikel lainnya.

Untuk mengetahui besaran secara kuantitatif perlu dilakukan pengujian, sehingga akan didapatkan data yang akurat dan diketahuinya secara baik berapa kemampuan hutan alam dalam mengatur tata air, termasuk neraca air.

## PENUTUP

Penebangan hutan di DAS Ciwulan berdampak pada pengurangan air tanah rata-rata  $53,2 \text{ mm.bln}^{-1}$  dan kenaikan aliran permukaan sebesar  $624 \text{ mm.th}^{-1}$ . Kemampuan meresapkan air pada DAS berhutan (tegakan *P. merkusii*) lebih besar dari DAS non-hutan (pertanian), yakni sebesar  $34,9 \text{ mm.bln}^{-1}$ . Penghilangan tumbuhan bawah dan serasah di bawah tegakan *P. merkusii*, *A. excelsa*, dan *M. eminii* meningkatkan aliran permukaan mencapai  $6,7 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{bln}^{-1}$ .

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hutan berperan penting dalam pengaturan tata air. Neraca air suatu kawasan akan sangat dipengaruhi oleh berbagai tindakan manajemen hutan, seperti penebangan, penjarangan, pembersihan lantai hutan, dan penanaman. Oleh karena itu, keberadaan hutan dalam luasan yang cukup dan kondisi yang baik di suatu kawasan penting untuk dipertahankan, sehingga bencana kekeringan dan banjir dapat dihindari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Bruijnzeel, L.A. 1982. Hydrologizal and biogeochemical aspects of man-made forests in South-Central Java, Indonesia. Nuffic Project ITC/GUA/VU.
- Direktur Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 1981. Pembangunan pertanian tanaman pangan dalam hubungannya dengan pengelolaan DAS secara terpadu. Proceedings Lokakarya Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai, Jakarta, 26-27 Mei 1981. p 135-151.
- Manan, S. 1976. Pengaruh hutan dan manajemen daerah aliran sungai. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Manan, S. 1978. Kaidah dan pengertian dasar manajemen daerah aliran sungai. Dalam Manan, S. 1998. Hutan rimbawan dan masyarakat. Penerbit IPB Press, Bogor.
- Mulyana, N. 2000. Pengaruh hutan pinus (*P. merkusii*) terhadap karakteristik hidrologi di sub daerah aliran sungai Ciwulan Hulu KPH Tasikmalaya Perum Perhutani Unit III Jawa Barat (Kajian menggunakan Model POWERSIM-PINUS Ver. 3.1). Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pritchett, W.L. 1979. Properties and management of forest soils.
- Pudjiharta, Ag. dan A. Fauzi. 1981. Beberapa indikator fisik untuk menentukan kebijaksanaan pendahuluan dalam pengelolaan DAS. Proceedings Lokakarya Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai, Jakarta, 26-27 Mei 1981. p 383-398
- Rachman, A., H. Subagjo, S. Sukmana, Hariyogyo, B. kartiwa, A. Muti, dan U. Sutrisno. 1997. Soil and agroclimatic characterization for determining alternatives to slash-and-burn. In: Van Norrdwijk, M., T.P. Tomich, D.P. Garrity, dan A.M. Fagi (Ed.). Alternatives to slash-and-burn research in Indonesia. Workshop

proceedings, 6-9 June 1995, Bogor, Indonesia. ASB-Indonesia Report No. 6.  
ASB-Indonesia and ICRAF-S.E. Asia, Bogor, Indonesia.p. 3 – 19.

Sumitro, A. 1981. Pengembangan daerah aliran sungai. Prosiding Lokakarya  
Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai, Jakarta, 26-27 Mei 1981. p 256-271