

# PERUBAHAN HUTAN ALAM MENJADI HUTAN TANAMAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP SIKLUS HARA DAN AIR

*Conversion of Natural Forest to Plantation Forest and Its implication to  
Nutrient and Water Cycles*

**Yunita Lisnawati**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan  
Kampus Balitbang Kehutanan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610  
Telp. (0251) 8631238, Fax. (0251) 7520005

Naskah masuk : 8 Februari 2012 ; Naskah diterima : 30 Juli 2012

## **ABSTRACT**

*The difference between natural forest and plantation forest lies at crown closure, litter thickness and humus as well as their root system. Essentially, the undisturbed natural forest posses layered crown, thick humus and roots system from shalow to deep. In general plantation forest are established in monoculture and evenaged, so the crowns are unlayered, homogeous root form and depth as well as this humus and litter. Initially the establishment of industrial forest plantation (HTI) was aimed at rehabilitating critical and unproductive forest lands. Then the aim of HTI establishment shifted from just increasing forest productivity improvement of damaged forests to balancer of supply and demand imbalance of wood raw material for industries. The objective of this article is to review the impact of conversion from natural forest to plantation forest, in term of nutrient and water cycles, whether natural forest have basic function through protecting soil and water as well as facing the hazard if natural forest is converted to plantation forest.*

**Keyword : Conversion, natural forest, plantation forest, nutrient cycle, water cycle**

## **ABSTRAK**

Perbedaan hutan alam dengan hutan tanaman terletak pada penutupan tajuk, ketebalan serasah dan humus serta sistem perakarannya. Pada hakekatnya hutan alam yang belum terganggu memiliki tajuk berlapis, serasah dan humus yang tebal serta perakaran dari dangkal sampai dalam. Hutan tanaman umumnya ditanam secara monokultur dan seumur, maka tajuknya tidak berlapis, kedalaman dan bentuk perakaran yang seragam serta ketebalan serasah dan humus yang tipis. Pembangunan HTI pada awalnya ditujukan untuk merehabilitasi lahan-lahan hutan yang kritis dan tidak produktif. Tujuan pembangunan HTI kemudian bergeser dari sekedar untuk meningkatkan produktivitas hutan yang telah rusak menjadi penyeimbang ketimpangan *supply* dan *demand* bahan baku kayu untuk industri. Tulisan ini bertujuan untuk mengulas dampak perubahan hutan alam ke hutan tanaman ditinjau dari siklus hara dan air, apakah hutan alam menjalankan fungsi mendasar dengan melindungi tanah dan air serta menghadapi bahaya jika hutan alam digantikan oleh hutan tanaman.

**Kata kunci : Konversi, hutan alam, hutan tanaman, siklus hara, siklus air**

## **I. PENDAHULUAN**

Hutan alam memiliki tajuk berlapis, serasah dan humus yang tebal, perakaran yang bervariasi dari dangkal sampai dalam. Hal tersebut yang antara lain 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 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*).

Pada hakekatnya hutan alam yang belum terganggu akan memiliki neraca air yang lebih baik dibandingkan dengan hutan tanaman. Hal ini disebabkan karena infiltrasi curah hujan ke dalam tanah akan meningkat karena struktur tanah yang lebih baik, 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. Fakta yang dijumpai pada hutan alam yang masih bagus adalah fluktuasi debit sungai antara musim hujan dan musim kering sangat kecil.

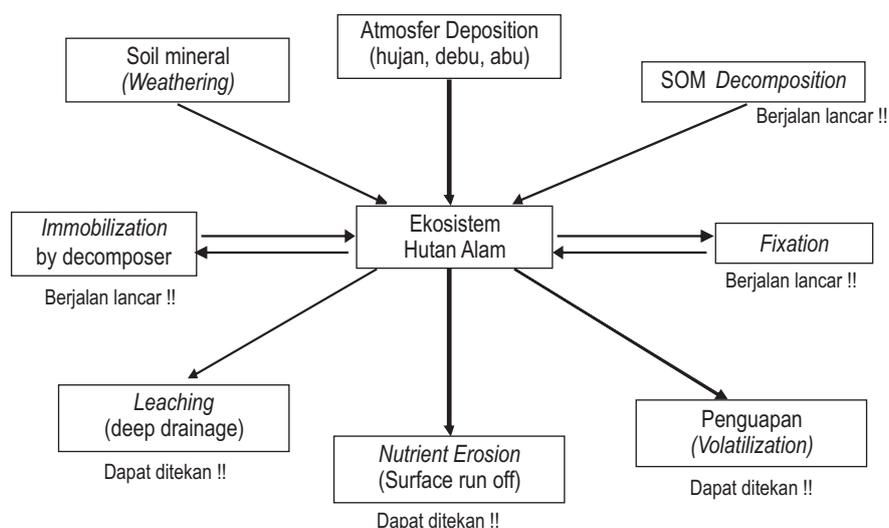
Gagasan pembangunan HTI pada awalnya ditujukan untuk merehabilitasi lahan-lahan hutan yang kritis dan tidak produktif. Tujuan pembangunan HTI kemudian bergeser dari sekedar untuk meningkatkan produktivitas hutan yang telah rusak menjadi penyeimbang ketimpangan *supply* dan *demand* bahan baku kayu untuk industri. Pembangunan HTI yang semula dikelola oleh BUMN kemudian digalakkan melalui PP No. 70 Tahun 1990 tentang HPHTI dengan melibatkan sektor-sektor swasta dalam bentuk unit-unit pengusahaan hutan tanaman industri (HPHTI) yang dibangun di kawasan Hutan Produksi Tetap dan “diprioritaskan” pada areal tidak berhutan, padang alang-alang atau pada areal hutan yang tidak produktif. Dalam kenyataannya sebagian besar HTI dibangun pada areal bekas HPH (*logged over area*) yang masih produktif (potensi kayu > 20 m<sup>3</sup>/ha), bahkan ada yang dibangun pada areal hutan primer (*virgin forest*).

Dari uraian di atas maka timbul pertanyaan apakah hutan alam menjalankan fungsi mendasar dengan melindungi tanah dan air serta menghadapi bahaya jika hutan alam digantikan oleh hutan tanaman.

## II. SIKLUS HARA PADA HUTAN ALAM

Siklus hara merupakan suatu proses suplai dan penyerapan dari senyawa kimia yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan metabolisme (Mengel *et al.*, 1987 dalam Ruhayat, 1993). Di dalam ekosistem, hubungan tanah, tanaman, hara dan air merupakan bagian yang paling dinamis. Tanaman menyerap hara dan air dari dalam tanah untuk dipergunakan dalam proses-proses metabolisme dalam tubuhnya. Sebaliknya tanaman memberikan masukan bahan organik melalui serasah yang tertimbun di permukaan tanah berupa daun dan ranting serta cabang yang rontok. Bagian akar tanaman memberikan masukan bahan organik melalui akar-akar dan tudung akar yang mati serta dari eksudasi akar.

Ekosistem hutan alam mempunyai siklus hara tertutup yaitu suatu sistem yang memiliki jumlah kehilangan hara lebih rendah dibandingkan dengan jumlah masukan hara yang diperoleh dari penguraian serasah atau dari serap ulang (*recycle*) hara pada lapisan tanah dalam. Menurut Suprijo (2010), komunikasi pribadi, bahwa skema mengenai siklus hara di hutan alam tercantum pada Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. Skema siklus hara pada hutan alam (*Nutrient cycling scheme in natural forest*)

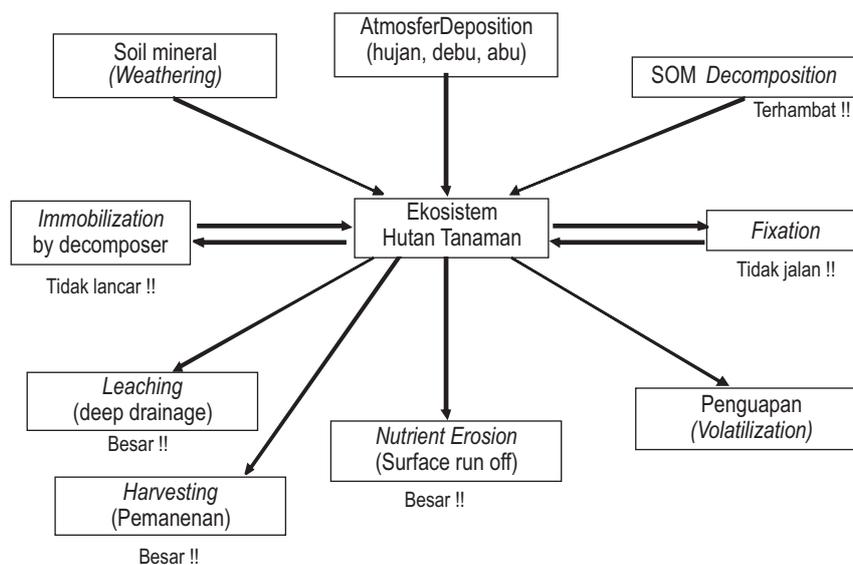
Pada ekosistem hutan alam, air hujan yang membawa banyak mineral dari udara akan tertahan oleh tajuk hutan dan berubah menjadi air lolosan (*throughfall*) dan aliran batang (*stemflow*) berpotensi besar sebagai input hara ke dalam tanah karena tidak mengalami *runoff* (erosi hara). Hara yang bersama air di dalam tanah tidak langsung mengalami pelindian (*leaching*) karena tertahan oleh serasah dan perakaran tanaman hutan dan diserap akan dapat kembali oleh perakaran tanaman.

Input hara juga terjadi melalui serasah hutan (yang tebal dan beragam) yang didukung dengan aktivitas mikroba dekomposer yang tumbuh optimal karena kondisi klimatologi yang sesuai. Tingginya biodiversitas (terutama flora) memberikan pilihan makanan (dalam proses rantai makanan) bagi komponen heterotrof termasuk dekomposer untuk lebih aktif dalam mendekomposisi bahan organik menjadi mineral anorganik ke dalam tanah. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan proses degradasi bahan organik adalah ketersediaan makanan yang cukup bagi dekomposer dalam rantai makanannya (Odum, 1971). Kurangnya intensitas cahaya matahari yang sampai ke lantai hutan juga akan mendukung percepatan proses dekomposisi serasah.

Hutan alam mempunyai strategi yang unik untuk mengatasi kemiskinan hara dalam tanah, dan bila ditelaah hara sebenarnya tidak tersimpan di dalam tanah melainkan di dalam batang tumbuhan yang masih hidup. Dalam sebuah ekosistem hutan, makhluk hidup yang terdapat di dalamnya merupakan gudang makanan, bila mati akan segera mengalami dekomposisi dan melepaskan hasilnya ke dalam tanah. Di daerah tropik yang lembab dan panas, dekomposisi berjalan sangat cepat dan bila dibarengi dengan curah hujan yang tinggi maka hasil dekomposisi akan cepat hilang di bawa air tanah ke tempat lain, sehingga akan terjadi kebocoran ekosistem. Kesuburan akan hilang sementara cadangan dalam tanah tidak ada, akan tetapi pada lapisan atas tanah tersebar rapat akar halus pohon-pohon yang dengan cepat menyerap hara makanan dalam larutan air tanah. Penyerapan tersebut dibantu oleh jamur yang bersimbiosis dengan pohon dan membentuk mikoriza dalam akar. Tidak jarang akar bulu dan miselium menembus langsung pada daun-daun mati yang sedang mengalami dekomposisi, sehingga hara yang dilepas oleh proses dekomposisi dengan cepat diserap dan dikembalikan ke dalam batang pohon untuk disintesis menjadi bahan yang lebih kompleks dan membentuk batang pohon itu lagi yang disebut siklus hara tertutup.

### **Pengaruh Pergantian Hutan Alam menjadi Hutan Tanaman terhadap Siklus Hara**

Pengkonversian hutan alam menjadi hutan tanaman menyebabkan banyaknya kehilangan hara dari ekosistem melalui berbagai cara yaitu pemanenan kayu setelah tebang habis, volatisasi sebagian hara pada saat pembakaran bahan organik, dan penghanyutan dan pencucian mineral abu hasil pembakaran. Kehilangan hara dimungkinkan terus terjadi melalui permukaan dan erosi serta pencucian selama tanah masih belum tertutup oleh tajuk. Disamping itu *input* hara melalui serasah mengalami proses yang lebih lama. Dengan demikian tingkat kehilangan hara akibat pengkonversian hutan alam menjadi hutan tanaman akan mengakibatkan tanah menjadi kurus dan kurang subur. Menurut Suprijo (2010), komunikasi pribadi, bahwa gambaran skema siklus hara pada hutan tanaman tercantum pada Gambar 2.



Gambar (Figure) 2. Skema siklus hara pada hutan tanaman (*Water cycling scheme in plantation forest*)

Pada ekosistem hutan tanaman, siklus hara yang ada terganggu terutama akibat proses dekomposisi yang terhambat. Secara umum tidak terjadi efisiensi hara akibat tingginya proses erosi hara dan pelindian hara, sehingga ketersediaan hara yang dibutuhkan tanaman menjadi kurang.

Air hujan yang jatuh melalui air lolosan (*throughfall*) dan aliran batang (*stemflow*) tidak dapat dikelola secara alami dengan baik karena tidak terdapat komposisi tumbuhan bawah dan serasah yang mampu mengendalikan erosi dan limpasan permukaan. Akibatnya, potensi kehilangan hara akibat erosi cukup besar. Hara yang bersama air di dalam tanah juga akan mudah mengalami pelindian (*leaching*) karena tidak ditahan melalui serasah dan perakaran yang berstrata dari hutan tanaman.

Jenis serasah pada hutan tanaman biasanya sedikit dan susah untuk didekomposisikan, ditambah jumlah biota/dekomposer yang sedikit akan memberikan pasokan hara yang sedikit ke dalam tanah. Bahan organik tanah akan menurun serta *bulk density* akan meningkat akibat pembangunan hutan tanaman dari kondisi awal hutan alam. Kondisi tersebut juga akan mempengaruhi penurunan kinerja mikroba dekomposer dalam proses dekomposisi. Selain itu, proses pemanenan tanaman akibat adanya sistem silvikultur yang diterapkan pada ekosistem hutan tanaman memberikan kontribusi yang besar terhadap hilangnya hara dari ekosistem hutan.

Berikut adalah beberapa hasil penelitian dari pengaruh pergantian hutan alam menjadi hutan tanaman terhadap haranya. Lundgren (1978) telah meneliti pengaruh penanaman *Pinus patula* secara monokultur pada ketinggian 1.800 m dpl di Tanzania terhadap siklus hara dan sifat-sifat fisik tanahnya. Setelah lima belas tahun kemudian bahan organik mengalami pengurangan dan terjadi peningkatan penumpukan serasah. Disamping itu juga terjadi pengurangan jumlah potasium melalui batang-batang yang dipanen sebesar kurang lebih 700 kg/ha. Jumlah tersebut adalah pada lokasi kering dan dingin di mana pelepasan dan erosi diperkirakan lebih kecil dibandingkan pada hutan tanaman dataran rendah.

Hall (1977) menyebutkan bahwa perubahan dari hutan alam menjadi hutan tanaman pada tanah yang mempunyai kapasitas pertukaran kation tinggi dengan manajemen yang efisien tidak akan menyebabkan kehilangan unsur-unsur hara secara signifikan selama periode transisi.

Penelitian untuk melihat kehilangan hara akibat konversi lahan alang-alang menjadi hutan tanaman telah dilakukan oleh Yunita (2006). Penelitian dilakukan pada tegakan *E. Grandis* terhadap kondisi hara tanah yang ditentukan dengan membandingkan kondisi hara tanah dari lahan bertegakan *E. Grandis* umur 3 tahun dan 9 (sembilan) tahun dengan lahan alang-alang yang setara dengan kondisi lahan awal sebelum penanaman jenis ini dan dengan lahan bekas tebangan. Dengan jalan menetapkan nilai  $\Delta$  unsur hara, maka dapat dilihat apakah terjadi perubahan hara tanah atau tidak akibat penanaman jenis *E. Grandis*. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Perbandingan Kondisi Hara Tanah Keempat Lokasi Penelitian (*Comparison of soil nutrient condition of four research locations*)

Unsur Hara (Nutrient Element)	Alang-Alang ( <i>Imperata cylindrica</i> )		<i>E. Grandis</i> (3 tahun /years)		<i>E. grandis</i> (9 tahun/years)		Lahan Bekas Tebangan ( <i>Logged Over Areas</i> )	
	(0-25) cm	(25-50) cm	(0-25) cm	(25-50) cm	(0-25) cm	(25-50) cm	(0-25) cm	(25-50) cm
PH (H <sub>2</sub> O)	5,4	5,3	5,3	5,2	5,0	4,9	5,2	5,2
C-org (%)	14,6	1,92	2,35	2,05	2,49	1,89	2,41	1,72
N <sub>total</sub> (%)	0,4	0,2	0,19	0,17	0,21	0,17	0,22	0,14
P <sub>tersedia</sub> (ppm)	8,56	4,02	24,1	17,2	22,7	16,3	19,8	17,4
K (me/100g)	1,67	1,09	0,84	0,76	0,83	0,72	0,97	0,74
Ca (me/100g)	8,97	0,09	8,72	10,26	10,24	9,43	12,34	10,24
Mg (me/100g)	1,26	0,14	10,24	6,42	12,34	10,24	8,24	6,33

Sumber : Yunita (2006)

Tabel (Table) 2. Perbandingan Kondisi Hara Tanah Keempat Lokasi Penelitian (*Comparison of soil nutrient condition of four research location*)

Unsur Hara (Nutrient Element)	▲ 1		▲ 2		▲ 3		▲ 4		▲ 5	
	0-25 cm	25-50 cm								
PH (H <sub>2</sub> O)	-1	-1	-0,4	-0,4	+0,1	0	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1
C-org (%)	-12,3	+0,13	-12,11	-0,03	-0,06	+0,33	+0,08	+0,17	+12,19	+0,2
N <sub>total</sub> (%)	-0,21	-0,03	-0,19	-0,03	-0,03	+0,03	-0,01	+0,03	+0,18	+0,06
Ptersedia (ppm)	+15,54	+13,18	+14,14	+12,28	+4,3	-0,2	+2,9	-1,1	-11,24	-13,38
K (me/100g)	-0,83	-0,33	-0,84	-0,37	-0,13	+0,02	-0,14	-0,02	+0,7	+0,35
Ca (me/100g)	-0,25	+10,17	+1,27	+9,34	-3,62	+0,02	-2,1	-0,81	-3,37	-10,15
Mg (me/100g)	+8,98	+6,28	+11,08	+10,1	+2,00	+0,09	+4,1	++3,91	-6,98	-6,19

Keterangan :  
 ▲ 1 : Lahan bertegakan *E. Grandis* umur 3 tahun dibandingkan dengan lahan alang-alang  
 ▲ 2 : Lahan bertegakan *E. Grandis* umur 9 tahun dibandingkan dengan lahan alang-alang  
 ▲ 3 : Lahan bertegakan *E. Grandis* umur 3 tahun dibandingkan dengan lahan bekas tebangan  
 ▲ 4 : Lahan bertegakan *E. Grandis* umur 9 tahun dibandingkan dengan lahan bekas tebangan  
 ▲ 5 : Lahan alang-alang dibandingkan dengan lahan bekas tebangan

Dari Tabel 2 dapat dilihat adanya penurunan hara pada lahan bertegakan *E. grandis* baik umur 3 (tiga) tahun maupun 9 (sembilan) tahun. Hal ini dapat dilihat dari sebagian nilai ▲ unsur hara negatif, sehingga perlu perhatian khusus. Penanaman jenis cepat tumbuh seperti *E. grandis* sampai umur 3 tahun menyebabkan terjadinya penurunan hara yaitu N, K, Ca masing-masing sebesar 52,5% N, 49,7% K, dan 2,8% Ca pada lapisan atas dan sebesar 15% N dan 30% K pada lapisan bawah. Perbedaan unsur hara tersebut merupakan indikasi terangkutnya sejumlah unsur hara dari lahan untuk tanaman untuk pertumbuhannya dan oleh faktor lainnya. Sedangkan pada tegakan umur 9 tahun menyebabkan terjadinya penurunan hara N dan K masing-masing sebesar 47,5% N dan 50,3% K pada lapisan atas dan pada lapisan bawah terjadi penurunan sebesar 15% N dan 33,9% K.

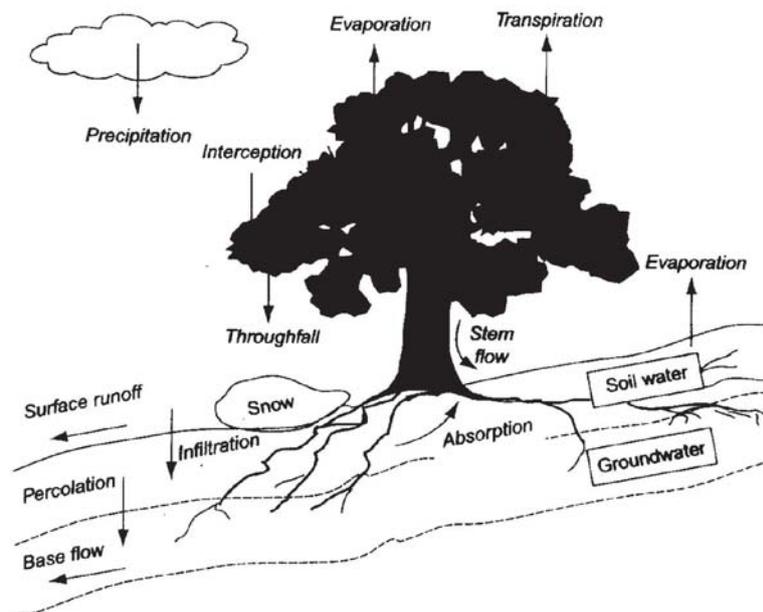
### III. PERANAN HUTAN TERHADAP TATA AIR

Hutan mempunyai fungsi diantaranya adalah sebagai pengatur tata air. Berdasarkan UU No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, pada pasal 18 diisyaratkan bahwa hutan salah satunya diharapkan dapat berfungsi menjaga lingkungan. Salah satu unsur lingkungan yang dimaksud di atas adalah hutan sebagai pengatur kondisi tata air. Tata air adalah suatu kondisi yang menggambarkan tentang proses (siklus) hidrologi secara normal di alam. Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer. Air yang ada di alam ini tidak statis, tetapi selalu mengalami perputaran sehingga dalam jangka panjang air yang tersedia di alam selalu mengalami perpindahan. Menurut Suparmoko (1997) secara garis besar, proses aliran siklus hidrologi meliputi :

- a. Air dari permukaan laut menguap, yang disebut “evaporasi”,
- b. Air dari tumbuh-tumbuhan juga menguap, yang disebut “transpirasi”,
- c. Peralihan secara horisontal dari uap air/udara,
- d. Presipitasi (hujan),
- e. *Runoff*, air langsung mengalir ke laut.

Dalam memenuhi fungsi hidro-orologis, hutan beserta komponen vegetasi stratanya merupakan sistem pengatus dan berfungsi efektif dalam melindungi permukaan tanah dari energi kinetis hujan, serta menyimpan dan menahan kelebihan hujan agar tetap berada di tanah lapisan permukaan, mengendalikan laju limpasan permukaan (*runoff*), maupun melindungi tanah dari bahaya erosi (Soerjono, 1987).

Waring dan Running (1998) menggambarkan siklus hidrologi yang merupakan proses perolehan air dari curahan (air hujan) berupa pengisian sumber air infiltrasi, lengas tanah, perkolasi, air tanah dan pasokan air ke mata air, kemudian menjadi aliran (sungai). Proses lainnya adalah kehilangan air berupa pencegatan air hujan oleh tajuk vegetasi/hutan atau disebut intersepsi penguapan (evaporasi dan transpirasi/evapotranspirasi) serta air yang tertambat sementara pada cekungan-cekungan permukaan (penggenangan) atau tambatan permukaan (Gambar 3).



Gambar (Figure) 3. Siklus hidrologi (*Hydrological cycle*) (Waring and Running, 1998)

Intersepsi adalah banyaknya air hujan yang tertangkap oleh tajuk tanaman dan kemudian diuapkan lagi ke atmosfer melalui evaporasi dan atau sublimasi. Adanya intersepsi akan mengurangi bagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah oleh air lolos dan aliran batang. Intersepsi air hujan oleh tajuk adalah bagian air hujan yang tercegat/tertahan atau tertampung oleh permukaan tanaman atau pohon, selanjutnya air tersebut akan hilang menguap. Karena itu air intersepsi termasuk komponen air hilang. Jumlah air hujan yang terintersepsi oleh tanaman bervariasi tergantung tipe daun tanaman, bentuk tajuk, kecepatan angin, radiasi/penyinaran matahari, suhu dan kelembaban udara. Intersepsi juga merupakan bagian proses dari perjalanan air di dalam siklus hidrologi pada suatu bentang lahan bertanaman.

Komponen yang mempengaruhi besarnya intersepsi air hujan oleh tanaman ada dua macam, yaitu aliran batang (*stemflow*) dan curahan/lolosan tajuk (*throughfall*). Aliran batang atau *stemflow* (*Sf*) merupakan proses dimana air hujan secara langsung dilewatkan oleh batang dan cabang tanaman ke bawah/tanah. Air berasal dari *stemflow* ini akan meningkatkan kandungan air tanah. Banyaknya air yang menjadi *stemflow* dipengaruhi oleh bentuk batang dan daun tanaman serta bentuk/arsitektur percabangan dari tanaman. Secara umum, tanaman daun lebar mampu menghasilkan *stemflow* lebih banyak dibanding tanaman daun jarum (konifer) (Chanpaga and Watchirajutipong, 2000).

*Throughfall* menjelaskan proses dari air hujan yang jatuh menerobos tajuk tanaman. Proses ini dipengaruhi berbagai faktor, antara lain kerapatan batang dan daun tanaman, jenis hujan, intensitas hujan dan lama kejadian hujan. Jumlah air yang menjadi *throughfall* bervariasi tergantung jenis vegetasi tanaman (Chanpaga and Watchirajutipong, 2000)

Jumlah air yang terintersepsi oleh vegetasi hujan tergantung oleh tipe/jenis hutan serta lama dan intensitas kejadian hujan. Namun demikian, rata-rata besarnya intersepsi tanaman hutan berkisar antara 10 sampai 30 % (Bruijnzeel, 1997; Witthawatchutikul and Suksawang, 2000; Klinge, *et al.*, 2001).

Dilain pihak adanya evapotranspirasi akan mengurangi persediaan air baik dari dalam tanah, permukaan tanah maupun permukaan tajuk. Laju transpirasi yang besar akan mempercepat laju pengambilan air dari dalam tanah (*up take*) oleh tanaman. Evapotranspirasi mempunyai arti penting dalam hidrologi, proses cuaca dan dalam perencanaan persediaan/kebutuhan air. Karena itu, sumber kelembaban tanah dan sumber air tanah sangat penting bagi tumbuhan/pohon. Kondisi kelembaban tanah yang rendah akan mempengaruhi evapotranspirasi.

Tata air disebut normal apabila proses-proses tersebut berjalan normal, yaitu adanya perolehan air/pengisian sumber air dan adanya kehilangan sehingga proses hidrologi tersebut berlangsung secara alami.

### **Pengaruh Pergantian Hutan Alam menjadi Hutan Tanaman terhadap Siklus Air**

Pada hutan (tanaman) curah hujan yang jatuh sebagian tertahan pada tajuk yang kemudian diuapkan, tetapi sebagian mencapai permukaan tanah sebagai aliran batang (*stemflow*) dan air lolos (*throughfall*). Sebelum mencapai permukaan tanah air lolos tersebut tertahan oleh tumbuhan bawah dan serasah. Air yang mencapai permukaan tanah sebagian masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lagi mengalir di atas permukaan tanah sebagai limpasan (*surface run-off*). Air yang masuk ke dalam tanah sebagian tersimpan dalam bumi, sebagian mengalir ke permukaan tanah sebagai mata air, sebagian menguap melalui permukaan tanah (evaporasi), dan sebagian lainnya diserap oleh tanaman yang kemudian diuapkan melalui pernafasan (transpirasi). Nilai setiap komponen proses aliran air, mulai dari air hujan jatuh pada tajuk sampai dengan aliran air di sungai bersifat dinamis tergantung kondisi tanaman pokok hutan serta komunitas vegetasi yang terbangun pada setiap fase pertumbuhannya, kondisi tanah, topografi, curah hujan, dan anasir cuaca lainnya (Asdak, 1995).

Pada hutan tanaman komunitas vegetasi yang terbentuk bersifat dinamis tergantung dari sistem silvikultur (pengelolaan) yang diterapkan mulai dari penyiapan lahan sampai dengan penebangan. Disamping itu juga tergantung dari kondisi vegetasi sebelumnya. Kondisi dinamika komunitas vegetasi akan berpengaruh terhadap tingkat kerusakan tanah oleh erosi, terutama pada kondisi pasca tebang dimana tanah lebih terbuka dari penutupan vegetasi (Asdak, 1995).

Dari berbagai hasil penelitian telah diketahui aspek hidrologi dari beberapa jenis yang banyak dikembangkan untuk hutan tanaman seperti terlihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel (Table) 3. Aspek hidrologi beberapa jenis hutan tanaman (*Hydrological aspects of some plantation forest species*)

No	Jenis ( <i>Species</i> )	Aspek Hidrologi ( <i>Hydrological aspects</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Sumber ( <i>Reference</i> )
1.	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Air lolos	88,26 %	Pujiharta, 2001
		Stem flow	3,73 %	
		Intersepsi	8,01	
2.	<i>E. deglupta</i>	Kebutuhan air	1.473 mm/tahun (46,99% dari curah hujan) dan 52,95% meresap ke dalam tanah, sisanya menjadi aliran.	Pudjiharta, 1992
		Evapotranspirasi	1.642 mm per tahun dengan curah hujan rata-rata per tahun 3.136 mm	

Tabel (Table) 3. Lanjutan (Continued)

No	Jenis ( <i>Species</i> )	Aspek Hidrologi ( <i>Hydrological aspects</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Sumber ( <i>Reference</i> )
3.	<i>E. trianta</i>	Kebutuhan air	1.673 mm/tahun (53,35% dari curah hujan) dan 46,55% meresap ke dalam tanah, sisanya menjadi aliran.	
		Evapotranspirasi	1.673 mm/tahun dengan curah hujan rata-rata per tahun 3.136 mm.	
4.	<i>E. alba</i>	Kebutuhan air	1.642 mm/tahun (52,38% dari curah hujan) dan 47,54% meresap ke dalam tanah, sisanya menjadi aliran.	
		Evapotranspirasi	1.473 mm/tahun, curah hujan rata-rata per tahun 3.136 mm.	
5.	<i>Tectona grandis</i>	Intersepsi	Pada lahan jati teresan tanpa tanaman tumpang sari di bawahnya intersepsi sebesar 6,3%, sedangkan dengan tumpangsari di bawahnya terjadi intersepsi sebesar 5,4%.	Sukresno <i>dkk.</i> , 2002
		Transpirasi	Laju maksimum 1,78 g/j/g daun segar Laju minimum sebesar 0,92 g/j/g daun segar.	Pudjiharta, 2003
6.	<i>Pinus merkusii</i> umur 10 tahun	Intersepsi	Pada curah hujan 1.794 mm, terjadi intersepsi sebesar 269 mm (15%)	Pudjiharta dan Salata, 1989
		Air lolos	Pada curah hujan 1.794 mm, terjadi air lolos 924 mm (51,5%)	Pudjiharta dan Salata, 1989
		Aliran Batang	Pada curah hujan 1.794 mm, terjadi aliran batang 601 mm (33,5%).	
	<i>Pinus merkusii</i> umur 20 tahun	Intersepsi	Pada curah hujan 1.794 mm, 550,8 mm (30,7%)	

Tabel (Table) 3. Lanjutan (Continued)

No	Jenis ( <i>Species</i> )	Aspek Hidrologi ( <i>Hydrological aspects</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Sumber ( <i>Reference</i> )
		Air lolos	Pada curah hujan 1.794 mm, 832,4 (46,4%)	
		Aliran Batang	Pada curah hujan 1.794 mm, 410,8 (22,8%)	
	<i>Pinus merkusii</i> umur 30 tahun	Intersepsi	Pada curah hujan 277 mm, terjadi intersepsi 77,9 mm (28,2)	Umar, 1981
		Air lolos	Pada curah hujan 277 mm, terjadi air lolos 198,1 (71,6%)	
		Aliran Batang	Pada curah hujan 277 mm, terjadi aliran batang 0,5 mm (0,02%).	
	<i>Pinus merkusii</i> secara umum	Intersepsi	15,7%	Omo Rusdiana dkk., 2002
		Evapotranspirasi	1.308 mm/tahun dengan curah hujan rata-rata 3.695 mm/tahun dan evapotranspirasi potensial 1,44 mm/tahun	Arifjaya dkk., 2002
			64,55% per tahun dari curah hujan 3.136 mm/tahun	Pudjiharta, 1986
		Transpirasi	Laju transpirasi maksimum : 0,78 g/j/g daun segar	Pudjiharta, 2003
	Laju transpirasi minimum : 0,51 g/j/g daun segar			
7.	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Evapotranspirasi	Pada umur 1 - 2 tahun selama 24 bulan terjadi evapotranspirasi sebesar 79 - 99% dari curah hujan 174 - 443 mm	Pudjiharta, 1997
		Kebutuhan air	89,5% dari curah hujan 3489 mm	
		Transpirasi	Laju transpirasi maksimum 2,01 g/j/g Daun segar	Pudjiharta, 2003
Laju transpirasi minimum 1,63 g/j/g daun segar				

Tabel (Table) 3. Lanjutan (Continued)

No	Jenis ( <i>Species</i> )	Aspek Hidrologi ( <i>Hydrological aspects</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Sumber ( <i>Reference</i> )
8.	<i>Agathis</i> sp.	Intersepsi	14,7%	Omo Rusdiana <i>dkk.</i> , 2002
		Evapotranspirasi	1.200 – 1.300 mm/tahun	
		Transpirasi	Laju transpirasi maksimum, 0,33 g/j/g daun segar	Pudjiharta, 2003
Laju transpirasi minimum, 0,16 g/j/g daun segar				
9.	<i>Schima noronhae</i>	Intersepsi	13,7%	Omo Rusdiana <i>dkk.</i> , 2002
		Evapotranspirasi	1.200 – 1.250 mm/tahun	
		Transpirasi	Laju transpirasi maksimum, 0,55 g/j/g daun segar	Pudjiharta, 2003
Laju transpirasi minimum, 0,40 g/j/g daun segar				
10.	<i>Gmelina</i> sp.	Evapotranspirasi	Pada umur 1 – 2 tahun selama 24 bulan hādala sebesar 85 – 9% Dari curah hujan 174 – 443 mm	Pudjiharta, 1997
		Kebutuhan air	92,5% per tahun dari curah hujan 3.489 mm per tahun	
No	Jenis ( <i>Species</i> )	Aspek Hidrologi ( <i>Hydrological aspects</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Sumber ( <i>Reference</i> )
11.	<i>Peronema canescens</i>	Evapotranspirasi	2.455 mm atau 90% dari curah hujan 3489 mm	Pudjiharta, 2003
		Kebutuhan air	Pada umur 1 – 2 tahun selama 24 bulan adalah sebesar 61–85% dari curah hujan 174 – 443 mm, sedangkan kebutuhan rata-rata setahun sebesar 70,39% dari curah hujan 3.489 mm.	

#### IV. KESIMPULAN

Siklus air dan siklus hara mempunyai hubungan yang erat dalam menciptakan keseimbangan ekosistem hutan. Kondisi ekosistem hutan yang baik kedua siklus tersebut berjalan alami dan normal, sehingga mampu menciptakan keseimbangan yang baik terhadap ekosistem. Siklus hara yang cenderung tertutup didukung siklus air yang tidak terganggu dapat menciptakan efisiensi pemakaian hara dan memberikan saldo hara yang positif terhadap ekosistem. Sebaliknya, pada ekosistem hutan yang terganggu seperti pada hutan tanaman, kondisi kedua siklus tersebut tidak seimbang akibat perubahan yang terjadi pada atribut struktural dan fungsional dalam ekosistem hutan. Pada ekosistem hutan tanaman, banyak terjadi kehilangan hara akibat pelindian dan erosi hara sehingga memberikan saldo hara negatif dalam ekosistem.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bruijnzeel, L.A. 1990. *Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review*. Faculty of Earth Science. Free University. Amsterdam. The Netherlands.
- Chanpaga, U., and T. Watchirajutipong. 2000. *Interception, throughfall and stemflow of mixed deciduous with teak forest*. Accessed on 21 August 2000. [http://www.forest.go.th/Research/English/Research\\_Project/environment.htm](http://www.forest.go.th/Research/English/Research_Project/environment.htm).
- Hall, John. 1977. *Forest Types in Nigeria : an Analysis of Pre-Exploitation Forest Numeration Data*. Journal of Ecology, 65, 187-199.
- Klinge, R., J. Schmidt, and H. Folster. 2001. *Simulation of Water Drainage of a Rain Forest and Forest Conversion Plots Using a Soil Water Model*. Journal of Hydrology 246:82-95.
- Lisnawati, Y. 2006. Kajian Dampak Pembangunan Hutan Tanaman terhadap Kesuburan dan Tata Air. Prosiding Sintesa Hasil-Hasil Penelitian Hutan Tanaman 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Lundgren, B. 1978. *Soil Conditions and Nutrient Cycling Under Natural and Plantation Forests in Tanzania Highlands*. Reports in Forest Ecology and Forest Soils.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology, Third Edition*. Saunders Company. Ltd. Tokyo. Japan. P:8-36.
- Ruhyat, D. 1993. Dinamika Unsur Hara dalam Pengusahaan Hutan Alam dan Hutan Tanaman; Siklus Biogeokimia Hutan. Rimba Indonesia. Vol XVIII no : 1-2.
- Sagala, P. 1994. Mengelola Lahan Kehutanan Indonesia. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Soerjono, R. 1987. Peranserta Hutan dalam Menambah Air dalam Pengelolaan DAS. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor.
- Suparmoko. 1997. Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan. BPFE. Yogyakarta.
- Suprijo, H. 2010. Sifat-sifat Tanah Hutan. Komunikasi pribadi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Undang-Undang No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan.
- Waring, R.H., and S.W. Running. 1998. *Forest Ecosystems : Analysis at Multiple Scales*. Academic press. New York.
- Withawatchutikul, P., and S. Suksawang. 2000. *Rainfall Intercepted in Logged-Over Dry Evergreen Forest at Huay Ma Fuang, Rayong Province*. Accessed on 21 August 2000. [http://www.forest.go.th/Research/English/Research\\_Project/environment.htm](http://www.forest.go.th/Research/English/Research_Project/environment.htm).