

# STUDI PERUBAHAN TUTUPAN DAN PENGGUNAAN LAHAN BERDASARKAN SURVEI INDRAJA DAN SIG

Ida Bagus Putu Bhayunagiri

## 1. Pendahuluan

Perubahan tutupan lahan (*land cover*) dan penggunaan lahan (*land use*) merupakan bagian dari dinamika alam dan kehidupan manusia. Tutupan lahan dapat diartikan sebagai jenis hamparan obyek yang menutupi permukaan bumi (misal tumbuhan tanaman keras), sedangkan penggunaan lahan adalah jenis kegiatan yang berlangsung di permukaan bumi tersebut (misal perkebunan rakyat). Sepanjang sejarah bumi, perubahan tutupan dan penggunaan lahan, baik yang disebabkan oleh proses bertahap maupun oleh peristiwa besar, telah diakui sebagai suatu fenomena yang termasuk mendasar. Namun demikian, pengetahuan yang mendalam mengenai keterkaitan sebab akibat, besaran, serta sebaran spasial dari proses perubahan tutupan dan penggunaan lahan masih jauh dari memadai.

Kepluaan Indonesia sebagai salah satu dari ekosistem yang terkaya keragamannya di dunia tidak terlepas dari tekanan perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Masalah perubahan menjadi makin kritis karena pertambahan penduduk yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan ruang lahan yang akhirnya berpacu di dalam struktur dan sebaran perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang makin kompleks dan cepat. Jika di atas struktur perubahan yang kompleks dan cepat tadi kita tambahkan faktor pengaruhnya kepada kondisi lingkungan global, misal perubahan iklim, maka sangatlah jelas bahwa pemahaman dan pengetahuan yang mendasar mengenai mekanisme detail proses perubahan tutupan dan penggunaan lahan sangatlah diperlukan untuk segera dikuasai.

Di Indonesia, riset dan penelitian proses perubahan tutupan dan penggunaan lahan, khususnya dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (inderaja) dan Sistem Informasi Geografis (SIG), telah berkembang tertama sejak keterlibatan peneliti-peneliti Indonesia dalam program internasional geosfir-biosfir (*International Geosphere-Biosphere Program-IGBP*), serta dalam program internasional dimensi manusia (*International Human Dimension Program-IHDP*). Ke dua inisiatif program ini adalah bagian dari inisiatif kolaboratif internasional dalam kerjasama riset perubahan lingkungan global (*global change*).

Keterlibatan aktif peneliti Indonesia dalam terus menjalankan riset perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang selaras dengan inisiatif ini sangatlah diperlukan. Lebih-lebih karena pemahaman proses perubahan tersebut akan

sangat penting bagi kelangsungan pengelolaan sumberdaya alam yang berkelanjutan sekaligus juga dalam memitigasi dampak perubahan iklim global.

Pada Lokakarya berjudul “Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan di Indonesia dalam kerangka Studi IGBP-LUCC” pada tahun 1999, beberapa peneliti Indonesia yang aktif dalam program IGBP dan IHDP merekomendasikan agar berbagai peneliti dan lembaga penelitian yang berkepentingan dengan topik perubahan tutupan dan penggunaan lahan (dari sektor-sektor pertanian, kehutanan, lingkungan hidup dan pengembangan wilayah) dapat mengkonsolidasikan kegiatannya guna memperkuat basis pemahaman dan informasi proses dinamika lahan yang terjadi di Indonesia (Karsidi et al., 1999).

Makalah ini ditujukan untuk memberikan gambaran tentang lingkup ilmiah (*science domain*) dari topik perubahan tutupan dan penggunaan lahan sekaligus memetakan struktur pertanyaan ilmiah yang harus dijawab oleh kalangan akademik dan peneliti. Melalui penyajian pemikiran dasar mengenai struktur persoalan perubahan tutupan dan penggunaan lahan serta gambaran kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan selama ini diharapkan terbangun minat dari para akademisi untuk menekuni sekaligus membangun jaringan penelitian dalam bidang yang sangat penting ini.

Makalah ini dimulai dengan uraian mengenai dinamika perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Indonesia dalam kerangka pengelolaan sumberdaya alam. Selanjutnya disajikan struktur pertanyaan ilmiah dalam topik tersebut, diikuti dengan gambaran umum mengenai agenda riset yang telah digulirkan, kegiatan yang telah dilaksanakan, serta hasil-hasil pendahuluan yang telah diperoleh. Pada akhirnya makalah ini bertujuan untuk menggambarkan peluang riset aplikasi inderaja dan SIG untuk studi perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang masih terbuka luas dan menuntut kontribusi aktif dari para peneliti dan akademisi Indonesia.

## **2. Kondisi Pemahaman Dinamika Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan di Indonesia**

Pengukuran besaran/angka perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Indonesia masih jauh dari proses pelaporan statistik nasional yang rutin apalagi melembaga. Secara umum garis besar urutan proses perubahan mudah dibayangkan dan dimengerti jika kita melihat pada evolusi proses permukiman di lahan-lahan yang tadinya tak berpenghuni. Permukiman yang umumnya menjadi pendorong awal dari proses perubahan tutupan dan penggunaan lahan umumnya bermula dari dataran rendah dan dataran pesisir yang relatif mudah menjangkau sumber air yang dibutuhkan untuk kegiatan pertanian (Silalahi and Suweken, 1999).

Sejak kebijakan pembangunan yang mengutamakan pertumbuhan ekonomi diterapkan mulai tahun 1970-an, cara padang tradisional ini mengalami anomali yang cukup besar. Perubahan yang makin cepat dan tersebar secara lebih luas dengan pola yang berbeda dengan yang yang sebelumnya dipahami telah membuat para pengelola sumberdaya alam dan aktivis lingkungan menjadi tergugah untuk tidak sekedar melihat statistik perubahan lahan, tapi lebih berusaha mencari tahu penyebab dan pendorong dari proses perubahan yang semakin tak terkendali ini. Analisa yang dituangkan dalam *State of the Forest: Indonesia* tahun 2002 menduga bahwa sejak tahun 1996, angka perubahan pada tutupan hutan telah mencapai rata-rata 2 juta hektar per tahun (FWI/FGW, 2002).

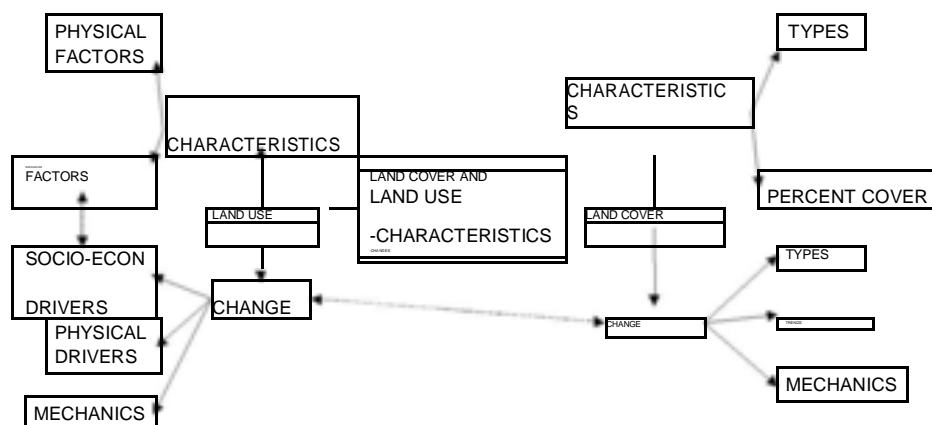
Tidaklah terlalu sulit untuk mengkaitkan terjadinya suatu perubahan dengan kemungkinan faktor penyebabnya. Banyak studi yang mempelajari sebab akibat perubahan tutupan dan penggunaan lahan, khususnya dalam pengelolaan sumberdaya hutan, telah mengidentifikasi faktor pendorong langsung (*direct driving forces*) seperti penebangan hutan dan pembukaan lahan perkebunan (Schweithelm, 1999; Vayda, 1999), maupun pendorong tidak langsung seperti kelemahan dalam sistem pengaturan penguasaan dan penarikan rente (*rent capture*) (Brown, 1999). Namun demikian, upaya mengembangkan suatu sistem statistik perubahan yang obyektif dan kredibel menjadi tidak mudah karena kebanyakan lembaga pengelolaan sumberdaya alam hanya mengumpulkan data untuk kepentingan khusus instansinya saja. Dilain pihak, berbagai lembaga lingkungan dan swadaya masyarakat juga menghasilkan angka-angka perubahan dengan perspektif yang seringkali sangat berbeda jika dibandingkan dengan yang digunakan oleh para pengelola sumberdaya alam tadi. Lebih rumit lagi, banyak lembaga pembangunan, khususnya yang bergerak dalam bidang pembiayaan, menggunakan berbagai angka yang berbeda tersebut secara bergantian untuk keperluan analisa dan perencanaan pembiayaan proyek dan investasi. Kondisi ini seringkali menjadikan angka-angka perubahan tutupan dan penggunaan lahan sebagai komoditi informasi yang bernuansa kepentingan.

Bagi dunia ilmu pengetahuan, persoalan di atas memberikan tantangan yang nyata bahkan untuk sekedar menghitung dan menghasilkan angka perubahan yang konsisten dan obyektif. Kondisi ini justru seharusnya membuka peluang bagi para peneliti dan akademisi untuk menghasilkan set angka statistik ketiga yang lebih obyektif dan independen yang didasari oleh suatu argumen ilmiah yang kuat dan transparan. Disinilah peran peneliti dan akademisi sangat diperlukan, khususnya dalam membuat rencana dan alur ilmiah (*science plan and roadmap*) untuk mengisi kekosongan pengetahuan dan informasi yang obyektif dan kredibel tentang perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan tadi.

### 3. Pertanyaan Dasar dalam Sudi Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan

Untuk dapat mengartikulasikan pertanyaan ilmiah mendasar dalam bidang perubahan tutupan dan penggunaan lahan, pada gambar 1 disajikan struktur dari aspek-aspek dasar proses perubahan karakter tutupan dan penggunaan lahan. Dengan menggunakan kacamata pengelola tataguna lahan, aspek dari tutupan dan penggunaan lahan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu: 1) dari sisi karakteristik-nya, dan 2) dari sisi perubahan atau dinamika-nya. Karakteristik diartikan sebagai komponen dan sifat yang mencirikan kelas tutupan atau penggunaan, sedangkan dinamika diartikan sebagai sifat perubahan dalam kurun waktu tertentu.

Sampai pada tahap irisan persoalan seperti di atas, hubungan sebab akibat antara penggunaan dan tutupan seharusnya telah dapat mulai dimengerti. Lebih lanjut, nampak lebih jelas pula perbedaan manfaat antara pengetahuan tentang tutupan lahan dan pengetahuan tentang penggunaan lahan. Pengetahuan tentang tutupan lahan berguna dalam memahami karakter dasar dan dinamika permukaan bumi, termasuk untuk menjelaskan pengaruh suatu tutupan lahan terhadap fenomena lain yang terjadi di muka bumi. Sedangkan pengetahuan tentang karakter dan dinamika penggunaan lahan berguna untuk memahami pengaruh kegiatan penggunaan oleh manusia dalam kaitan hubungan sebab akibat antara karakter fisik lahan dan nilai sosial ekonominya. Jadi akan sangat wajar jika disimpulkan bahwa perubahan pada penggunaan lahan sebagian besar dapat dikaitkan dengan faktor penyebab dan pendorong (*driving forces*) dari perubahan tersebut yaitu kegiatan manusia.



Gambar 1. Struktur dai aspek perubahan tutupan dan penggunaan lahan

Atas dasar identifikasi struktur masalah di atas, sederet pertanyaan ilmiah mendasar mulai dapat kita ungkapkan untuk menentukan arah penelitian dalam bidang perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Beberapa pertanyaan tersebut adalah:

- Karakter apa saja yang tercakup dalam tutupan lahan? Berapa besar dan di mana?
- Bagaimana tutupan lahan berubah? Seberapa cepat dan bagaimana kejadiannya?
- Karakter apa saja yang tercakup dalam penggunaan lahan? Dan mengapa?
- Bagaimana penggunaan lahan berubah? Apa penyebabnya? Bagaimana kejadiannya?

Disamping pertanyaan-pertanyaan mendasar di atas, pertanyaan yang lebih jauh dapat juga diungkapkan, seperti:

- Apa dampak langsung dari perubahan penggunaan dan tutupan terhadap kehidupan masyarakat?
- Apa pengaruh perubahan tutupan dan penggunaan lahan pada proses perubahan lingkungan (*global change*) secara umum?
- Apakah proses perubahan dapat dikembalikan ke keadaan semula?

Pada akhirnya, pertanyaan praktis berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya alampun dapat diungkapkan, misalnya (Tomich, et al., 1999):

- Siapa yang peduli terhadap perubahan tadi? Bagaimana pengaruhnya terhadap manusia? Apakah pengaruhnya besar?
- Kalaupun semua jawabannya adalah “ya”, siapa yang peduli? Apakah ada kebijakan publik yang dapat ditempuh untuk mengatasinya?
- Upaya apa yang dapat dilakukan? Akan berhasilkah upaya itu?

Untuk menjawab berbagai pertanyaan yang makin lama makin rimut namun praktis di atas diperlukanlah suatu upaya oleh para ilmuwan untuk secara sistematis melakukan riset bagi pencarian pengetahuan yang lebih lengkap tentang fenomena perubahan tutupan dan penggunaan lahan tersebut.

#### **4. Agenda Riset yang Telah Digulirkan**

Agenda riset dalam bidang studi dinamika penggunaan dan tutupan lahan telah bergulir baik pada tingkat global, tingkat regional, maupun tingkat lokal. Dalam garis besar, agenda riset dalam berbagai tingkat tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 4.1. Agenda Global

Pada tingkat global, agenda utama riset dinamika penggunaan dan tutupan lahan dimotori oleh komponen *Land Use and Land Cover Change (LUCC)* sebagai bagian dari *International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)*. Program yang merupakan inisiatif bersama antara berbagai organisasi ilmiah internasional ini telah memiliki suatu rencana ilmiah (*science plan*) yang menggambarkan secara umum fokus-fokus riset LUCC yang perlu dikembangkan oleh para peneliti internasional. Disamping LUCC, ada pula inisiatif yang lebih lebih mengkhususkan pada upaya observasi dinamika tutupan lahan yaitu *Global Observation of Forest Cover/Global Observation of Land Dynamics (GOFC/GOLD)*. Inisiatif yang pada mulanya dimotori oleh berbagai lembaga antariksa dari beberapa negara maju seperti Amerika Serikat, Canada, Perancis, dan Italia ini telah merintis suatu upaya untuk menjadikan proses pemantauan dinamika lahan, melalui upaya observasi sistematis menggunakan citra satelit.

#### 4.2. Agenda Regional

Pada tingkat regional Asia Tenggara, riset dinamika tutupan dan penggunaan lahan telah dimulai sejak awal tahun 1990-an. Para peneliti Indonesia telah aktif terlibat dalam upaya harmonisasi metoda analisa perubahan tutupan dan penggunaan lahan menggunakan citra satelit melalui beberapa kegiatan lokakarya dan perbandingan studi kasus analisa proses dinamika lahan di negara-negara Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand dan kemudian Kamboja, Laos dan Vietnam. Saat ini, para peneliti regional Asia Tenggara yang terus aktif melakukan kegiatan riset bersama ini telah membentuk suatu jaringan penelitian yang bernama *Southeast Asia Regional Research and Information Network (SEARRIN)*. Jaringan ini masih terus aktif bekerjasama termasuk dalam mendorong implementasi inisiatif global semacam GOFC/GOLD untuk wilayah Asia Tenggara.

#### 4.3. Agenda Nasional

Di Indonesia, riset mengenai perubahan tutupan dan penggunaan lahan telah menarik minat banyak peneliti dari berbagai lembaga penelitian seperti BPPT, LAPAN, BAKOSURTANAL dan BPN, maupun dari perguruan tinggi seperti IPB dan UI serta dari beberapa lembaga riset swadaya masyarakat. Walaupun riset yang dilakukan masih belum sistematis dalam membentuk suatu kerangka ilmiah yang utuh, namun para peneliti Indonesia yang bergerak dalam bidang riset dinamika tutupan dan penggunaan lahan ini telah selalu menjadi bagian dari jaringan IGBP. Upaya penyusunan suatu rencana ilmiah (*science plan*) telah dirintis oleh para peneliti Indonesia yang aktif terlibat dalam

SEARRIN. Namun implementasinya masih membutuhkan keterlibatan dari lebih banyak lagi peneliti yang berminat menekuni bidang ilmiah ini.

## **5. Aplikasi Inderaja dan SIG yang Sedang Dikembangkan**

Sebagai bagian dari kegiatan peneliti Indonesia dalam jaringan SEARRIN, beberapa aplikasi Inderaja dan SIG yang telah disepakati menjadi agenda riset bersama di tingkat regional Asia Tenggara telah mulai dikembangkan di Indonesia. Dalam garis besar ada tiga kegiatan utama yang telah dirintis yaitu:

- a. Adaptasi teknik pengolahan citra satelit dengan teknik *fractional cover analysis*,
- b. Pemodelan proses perubahan lahan dengan membangun model transformasi lahan (*Land Transformation Model-LTM*), dan
- c. Pengembangan simpul layanan dan arsip data citra satelit LANDSAT untuk keperluan penelitian.

Pada saat ini ketiga jenis kegiatan di atas pada dasarnya masih dilakukan secara terbatas dengan pola studi kasus. Daerah yang telah diteliti selama beberapa tahun untuk mengetahui urutan proses perubahan dari data satelit yang direkam dari beberapa kurun waktu yang berbeda antara lain adalah: 1) wilayah DAS Citarum, 2) wilayah DAS Batanghari, dan 3) Kalimantan Timur. Daerah-daerah studi kasus ini digunakan sebagai wilayah uji coba untuk analisa *fractional cover* dan LTM (khususnya Kalimantan Timur). Sedangkan kegiatan layanan dan arsip data LANDSAT cakupannya adalah untuk seluruh wilayah Indonesia.

## **6. Hasil yang Telah Dicapai**

Secara umum, berbagai kegiatan riset dinamika tutupan dan penggunaan lahan yang telah dilakukan sejauh ini telah membuahkan beberapa hasil yang cukup signifikan. Pemantauan terus menerus melalui pengumpulan data multi-temporal di daerah-daerah studi di atas terus dilakukan guna membangun basis data yang lengkap untuk keperluan analisa jangka panjang. Untuk daerah studi DAS Citarum, survey lapangan yang cukup rinci telah dilakukan dan didokumentasikan untuk periode 1996 s/d 2000. Sedangkan untuk daerah studi Kalimantan Timur, survey di wilayah Kabupaten Berau untuk keperluan analisa *fractional cover* telah dilakukan pada tahun 2001. Hasil-hasil dari kajian di daerah-daerah studi tersebut terus menerus dikumpulkan dan dipublikasikan melalui website

Sintesis pendahuluan dari riset yang telah dilakukan selama ini menunjukkan bahwa urutan proses perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Indonesia secara umum telah cukup dimengerti. Untuk wilayah Pulau Jawa, perubahan terjadi terutama karena kegiatan urbanisasi (perubahan menjadi kawasan hunian

dan urban) karena penambahan penduduk dan pergeseran dari kegiatan pertanian menjadi kegiatan industri. Sedangkan untuk wilayah-wilayah seperti Sumatera dan Kalimantan, perubahan banyak didominasi oleh kegiatan penebangan hutan, baik untuk industri perkayuan, maupun untuk perubahan peruntukan lahan bagi perkebunan besar dan pertanian serta perladangan berpindah. Walaupun garis besar perubahan ini tampak sederhana, dalam kenyataannya, setiap daerah studi yang dikaji para peneliti LUCC Indonesia menunjukkan karakter proses dan dinamika perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang berbeda-beda. Jika dianalisa lebih mendalam, maka akan dijumpai pula adanya keunikan faktor pendorong perubahan ( *driving forces*) di masing-masing daerah. Keunikan dan kompleksitas *driving forces* inilah yang akan sangat penting untuk dapat dimodelkan dalam *Land Transformation Model (LTM)*.

## **7. Peluang Riset Lebih Lanjut**

Peluang untuk terlibat dan menekuni riset dalam bidang dinamika tutupan dan penggunaan lahan masih sangat terbuka luas. Jumlah peneliti Indonesia yang terus menekuni bidang ini masih sangat kecil relatif terhadap besarnya wilayah Indonesia dan kompleksnya proses perubahan maupun pendorong yang berpengaruh. Untuk itulah perlu dibangun suatu pola kolaborasi antar peneliti melalui keterlibatan aktif dalam jaringan kerjasama riset tutupan dan penggunaan lahan Indonesia (Indonesia LUCC). Para peneliti dan dosen dapat secara bersama-sama menyusun program riset dengan menambah jumlah daerah studi, khususnya yang mudah terjangkau oleh perguruan tinggi yang berlokasi di daerah. Metoda analisa yang sama, khususnya *fractional cover*, dapat diterapkan di setiap daerah studi, walaupun metoda-metoda lain dapat tetap dikembangkan. Penggunaan metoda yang sama perlu dilakukan untuk menghasilkan cakupan nasional yang konsisten guna pemantauan rutin dan analisa tingkat regional dan global.

Dengan telah tersedianya data arsip LANDSAT di BIOTROP, kendala tersedianya data sudah tidak ada lagi. Setiap perguruan tinggi atau lembaga penelitian yang ikut berkolaborasi dapat memperoleh data tersebut,



mengolahnya (termasuk dengan melakukan pengecekan lapangan), lalu mengirimkan hasil analisisnya kepada portal layanan dan arsip data untuk menjadi bagian dari mosaik cakupan nasional. Jika upaya ini dapat berjalan secara serempak, sesungguhnya kalangan ilmuwan dan akademika dapat secara rutin menghasilkan hasil analisa tutupan dan penggunaan lahan yang baru (misal setiap 2 tahun). Upaya seperti ini akan dapat menghasilkan suatu sumber informasi tentang besaran dan sebaran proses dinamika tutupan dan penggunaan lahan yang lebih obyektif, akurat dan mutakhir karena dikerjakan oleh suatu jaringan ilmiah yang kredibel. Keuntungan lain yang dapat diperoleh adalah selalu tersedianya data dan topik penelitian untuk keperluan tugas akhir maupun untuk bahan mengajar. Melalui makalah ini penulis mengundang segenap peserta pelatihan untuk secara aktif menggarap peluang ini, termasuk untuk keperluan penelitian para mahasiswanya.

## 8. Daftar Pustaka

- Brown, D.W. 1999. *Addicted to Rent: Corporate and Spatial Distribution of Forest Resources In Indonesia; Implications for Forest Sustainability and Government Policy*. Indonesia-UK Tropical Forest Management Program (ITFMP), 92p.
- Forest Watch Indonesia/Global Forest Watch, 2002. *The State of the Forest: Indonesia*. Forest Watch Indonesia and Washington DC: Global Forest Watch. 104p.
- Murdiyarso, D. and A. Karsidi. 1999. Rumusan Hasil Lokakarya. in *Prosiding Lokakarya Perubahan Tutupan Lahan dan Penggunaan Tanah di Indonesia dalam kaitannya dengan Studi LUCC-IGBP*, Jakarta 25 Juni 1999. A. Karsidi, H. Sanjaya, L. Gandharum (eds). Direktorat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam-BPPT. pp. 133-135.
- Schweithelm, J. 1999. *The Fire This Time: An Overview of Indonesia's Forest Fire in 1997/1998*. WWF Indonesia Forest Fire Project, 45p.
- Silalahi, S.B. and P. Suweken. 1999. Tingkat Perkembangan Penggunaan Tanah in *Prosiding Lokakarya Perubahan Tutupan Lahan dan Penggunaan Tanah di Indonesia dalam kaitannya dengan Studi LUCC-IGBP*, Jakarta 25 Juni 1999. A. Karsidi, H. Sanjaya, L. Gandharum (eds). Direktorat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam-BPPT. pp. 43-71.
- Tomich, T.P., H.A. Francisco, K. Chomitz, A.M. Izac, D. Murdiyarso, B. Ratner, D.E. Thomas, M. van Noordwijk. 1999. Asking the Right Questions: Policy Analysis and Environmental Services at Different Scales. in *Research Abstracts and Key Policy Questions, Environmental*

*Services and Land Use Change*. T.P. Tomich, D.E. Thomas, M. van Noordwijk (eds.). International Centre for Research in Agroforestry. pp. 9.

