



Membangun kembali Aceh:

Belajar dari hasil penelitian dan program rehabilitasi Aceh pasca Tsunami



Editor:

Janudianto, Elok Mulyoutami, Lina Moeis, Reny Juita,
Abraham RA Pribadi, dan James M Roshetko

Membangun kembali Aceh: Belajar dari hasil penelitian dan program rehabilitasi Aceh pasca Tsunami

Kumpulan Hasil Penelitian, Pembelajaran dan
Rekomendasi untuk Kemajuan dan Rehabilitasi di
Aceh Barat dan Sekitarnya

Editor

*Janudianto, Elok Mulyoutami, Lina Moeis, Reny Juita,
Abraham RA Pribadi, dan James M. Roshetko*

World Agroforestry Centre (ICRAF)

Sitasi

2012. Membangun kembali Aceh: Belajar dari hasil penelitian dan program rehabilitasi Aceh pasca Tsunami. Kumpulan Hasil Penelitian, Pembelajaran dan Rekomendasi untuk Kemajuan dan Rehabilitasi di Aceh Barat dan Sekitarnya. In: Janudianto, Mulyoutami E, Moeis L, Juita R, Pribadi ARA, and Roshetko JM (eds.). Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office. 382p.

Buku ini dicetak dengan menggunakan dana dari proyek *Trees in Multi-use Landscapes in Southeast Asia* (TULSEA), yang di danai oleh *Federal Ministry of Economic Cooperation and Development* (BMZ) and *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ). Namun tanggung jawab mengenai isi naskah berada pada penulis.

Hak Cipta

The World Agroforestry Centre (ICRAF) mempunyai hak cipta untuk publikasi dan halaman webnya namun mendorong duplikasi, tanpa perubahan, dari materi yang bertujuan tidak ekonomi (non-komersial). Diperlukan kutipan yang tepat dalam semua hal. Informasi yang dimiliki oleh orang lain yang memerlukan izin harus ditandai. Informasi yang disediakan oleh ICRAF, berdasarkan pengetahuan yang terbaik, adalah benar namun kami tidak menjamin informasi tersebut dan kami juga tidak bertanggung jawab terhadap kesalahan yang ditimbulkan dari penggunaan informasi tersebut.

Link situs yang ICRAF sediakan memiliki kebijakan sendiri yang harus dihormati/dihargai. ICRAF menjaga database pengguna meskipun informasi ini tidak disebarluaskan dan hanya digunakan untuk mengukur kegunaan informasi tersebut. Tanpa pembatasan, silahkan menambah link ke situs kami www.worldagroforestry.org pada situs anda atau publikasi.

ISBN 978 979 3198 68 2

World Agroforestry Centre

ICRAF Asia Tenggara
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16115
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
Ph: +62 251 8625415
Fax: +62 251 8625416
Email: icraf-indonesia@cgiar.org
<http://www.worldagroforestry.org/sea>

Foto sampul: James M Roshetko, Laxman Joshi dan Charlie Pye-Smith

Disain & Tata Letak: Tikah Atikah dan Janudianto

2012

Daftar Isi

Kata Pengantar	vii
Overview: Refleksi Penelitian Agroforestri Pasca Tsunami Aceh (Ujjwal P Pradhan)	1
Bab 1. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan dengan Fokus pada Pepohonan dan Hutan Sebelum dan Pasca Tsunami di Aceh Barat	9
Perubahan Cadangan Karbon Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di Aceh Barat, Indonesia (Cheryl Batistel, Carsten Marohn, Fahmuddin Agus, Laxman Joshi, Joachim Sauerborn dan Georg Cadisch)	11
Akumulasi Karbon pada Sistem Agroforestri Karet di Lahan Gambut dan Mineral di Aceh Barat (Degi Harja, Janudianto, Laxman Joshi, Suyitno)	25
Pengelolaan Lahan Gambut (Fahmuddin Agus, I. GM. Subiksa dan Wahyunto)	37
Evaluasi Kesesuaian dan Rekomendasi Penggunaan Lahan untuk Pertanian Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh (Wahyunto dan Fahmuddin Agus)	59
Bab 2. Merubah Penghidupan dan Kesempatan Baru Pasca Tsunami di Aceh Barat	75
Merubah Penghidupan dan Kesempatan Baru Pasca Tsunami di Aceh dan Nias (Laxman Joshi)	77
Pelibatan Pengetahuan Lokal dalam Kesiapsiagaan Bencana (Elok Mulyoutami)	87
Pemberdayaan Petani Perempuan Korban Konflik Melalui Pengembangan Teknologi dan Akses Pasar (Abdul Wahab)	99

Bab 3. Peluang Pengembangan Pertanian, Peternakan, Tambak dan Agroforestri	119
Produksi Pertanian Aceh Barat Sebelum dan Sesudah Tsunami sebagai Pembelajaran untuk Ketahanan Pangan (T. Helmy P, T. Zainal Abidin dan T. Irwansyah)	121
Potensi dan Peluang Pengembangan Peternakan dalam Rekonstruksi Aceh Barat Pasca Tsunami (L. Hardi Prasetyo)	137
Potret Budi Daya Tambak di Aceh Pasca Tsunami 2004 – Kajian Sosial Ekonomi (Bagian Pertama) (Suseno Budidarsono)	147
Membangun Kembali Budi Daya Tambak di Aceh Pasca Tsunami 2004 – Kajian Sosial Ekonomi (Bagian Kedua) (Suseno Budidarsono)	173
Belajar dari Kawan: Cara Efektif untuk Menyebarluaskan Sistem Agroforestri Karet (Ratna Akiefnawati, Suyitno dan Janudianto)	191
Bab 4. Pohon dan Kesempatan Pembangunan Ekonomi Lokal	201
Potensi Budi Daya Kakao untuk Pembangunan Ekonomi Di Aceh Barat (A. Adi Prawoto dan Rudy Erwiyono)	203
Nilam (<i>Pogostemon</i> spp), Tanaman Alternatif untuk Kesejahteraan Petani Kabupaten Aceh Barat: Potensi dan Permasalahannya (Pratiknyo Purnomosidhi, James M. Roshetko, Ibnu Sa'adan, Bruce Bailey, Agustiar)	227
Sumber-sumber dan Permintaan untuk Plasma Nutfah Buah-buahan dari Petani Skala Kecil Pasca Tsunami dan Konflik di Aceh, Indonesia (Endri Martini, James M. Roshetko, Pratiknyo Purnomosidhi, Jusupta Tarigan, Nazar Idris, dan Teuku Zulfadhli)	243
Pembibitan Jenis Pepohonan pada Rehabilitasi Sistem Pertanian: Pembelajaran dari Program Nurseries Of Excellence (NOEL) di Provinsi Aceh, Indonesia (James M. Roshetko, Pratiknyo Purnomosidhi, Nazar Idris, dan Jusupta Tarigan)	255
Pemanfaatan Varietas Lokal dalam Meningkatkan Produksi Bibit Rambutan (Subekti Rahayu, James M. Roshetko, Khailal Mitras, Sabaruddin, dan Nurhayati)	271
Pemasaran Produk Tanaman Tahunan Utama di Aceh Barat dan Nias (Uhendi Haris dan Aulia Perdana)	281

Bab 5. Perencanaan Penggunaan Lahan (Inklusif, Integratif dan Terbuka)	291
Dinamika Penggunaan Lahan di Kabupaten Aceh Barat dan Hubungannya dengan Penghidupan Masyarakat Lokal di Kabupaten Aceh Barat (Andree Ekadinata)	293
Merencanakan Pembangunan Bersama Masyarakat: Sebuah Ilustrasi dari Perencanaan Pembangunan di Aceh Barat (Syahril dan Ratna Ekawati)	307
Keputusan Petani, Dinamika dan Keterkaitannya terhadap Perubahan Bentang Lahan (Dian Yusvita Intarini)	319
Menghubungkan Metode Perencanaan Konvensional dengan Perencanaan Partisipatif; Sebuah Proses Belajar Perencanaan Bersama Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat, Aceh (Feri Johana, Andree Ekadinata, Dewi Sonya)	331
Potensi Penggunaan Model FALLOW dalam Perencanaan Guna Lahan Pasca Tsunami di Arongan Lambalek, Wilayah Aceh Barat, Sumatera (Rachmat Mulia, Betha Lusiana, Janudianto, Feri Johana)	357
Hutan Rawa Tripa sebagai Habitat Orangutan Sumatera: Ancaman dan Peluang (Hesti L. Tata dan Subekti Rahayu)	373

Kata Pengantar

Gempa dan Tsunami Aceh 26 Desember 2004 mengakibatkan kerusakan infrastruktur, kehilangan sumber mata pencaharian, kehilangan tempat tinggal, bahkan menelan korban jiwa yang tidak sedikit jumlahnya di Aceh. Berbagai program bantuan, rehabilitasi infrastruktur, pertanian, peternakan dan pengembangan masyarakat, baik dari masyarakat dan lembaga di Indonesia maupun internasional berdatangan dalam rangka pemulihan kembali daerah Aceh.

World Agroforestry Centre (ICRAF) sebagai salah satu perwakilan dari lembaga *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR) ikut berperan dalam mendukung program rehabilitasi melalui program penelitian dan pengembangan kapasitas masyarakat di Aceh. Sepak terjang ICRAF tidak hanya dibawah kaki sendiri, namun juga melibatkan berbagai Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) Aceh, pemerintah daerah, penelitian akademis dari mahasiswa dan badan penelitian pemerintah, khususnya yang berkaitan dengan agroforestri dan kegiatan-kegiatan pengembangan kapasitas masyarakat yang telah dilakukan di Aceh pasca Tsunami.

Buku ini mencoba membahas dan merangkum berbagai kegiatan dalam upaya mengatasi permasalahan dan penyelesaiannya dalam upaya rehabilitasi lingkungan dan peningkatan penghidupan masyarakat miskin yang berbasis lahan di Aceh pasca Tsunami. Hasil-hasil penelitian dan kegiatan pengembangan masyarakat yang telah didokumentasikan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat Aceh khususnya, dan juga bagi masyarakat secara luas melalui pemerhati-pemerhati lingkungan dan lembaga atau dinas yang banyak berkiprah dengan masyarakat di wilayah rentan Tsunami.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laxman Joshi dan James M Roshetko yang menginisiasi dan mendorong diterbitkannya buku ini, Subekti Rahayu atas input yang berharga, dan Tikah Atikah/Sadewo yang mendisain tata letak buku. Tidak lupa kepada beberapa lembaga donor yang telah memberikan dukungan dana dan teknis terhadap berbagai program ICRAF di Aceh seperti European Community (EU), Common Fund for Commodities (CFC), Canadian International Development Agency (CIDA), United Nations Environment Programme (UNEP), German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development (BMZ), dan Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) melalui proyek TUL-SEA, PanEco Foundation, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Ujjwal P Pradhan

Refleksi Penelitian Agroforestri Pasca Tsunami Aceh

Ujjwal P Pradhan

26 Desember 2004 adalah hari yang tidak pernah dilupakan oleh sebagian besar masyarakat Indonesia, khususnya masyarakat di Provinsi Aceh dan Sumatera Utara. Gempa bumi berkekuatan 9,1 Skala Richter mengguncang sebagian besar Aceh, dengan diikuti menyusutnya laut di pantai barat Aceh yang kemudian membalik ke darat dengan kecepatan tinggi yang dikenal sebagai gelombang Tsunami.

Gempa dan Tsunami tersebut mengakibatkan kerusakan sangat besar berupa hancurnya infrastruktur di pesisir barat Aceh dan hilangnya mata pencaharian, bahkan menelan korban hingga mencapai 230.000 jiwa. Lebih dari satu juta masyarakat Aceh kehilangan tempat tinggal. Sekitar 37.000 ha sawah, termasuk 8.000 ha sawah irigasi dan 28.000 ha perkebunan rusak. Setengah dari area tambak kehilangan kapasitas produksinya, 7.300 ha diantaranya mengalami rusak berat dan tidak ada harapan lagi untuk dapat segera diperbaiki, 1.000 ha tambak terendam permanen karena terjadinya pergeseran garis pantai. Infrastruktur dan fasilitas utama untuk tambak, seperti 810 km (66,8%) saluran irigasi dan 193 unit (dari 223 unit) pembenihan ikan rusak berat.

Kendati kerusakannya sangat besar, namun masyarakat Aceh tetap bertahan untuk memulihkan kondisi yang rusak parah melalui bantuan dari masyarakat Indonesia maupun internasional. Pemulihan memang berjalan lambat, tetapi stabil, bahkan disertai dengan perjanjian damai untuk menyelesaikan konflik berkepanjangan di daerah ini. Peningkatan kemampuan organisasi lokal dan institusi non pemerintah dalam kemitraan dengan institusi masyarakat sipil lain yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia sendiri maupun melalui bantuan dunia telah memberikan dampak positif dalam pemulihan Aceh pasca Tsunami.

Fakta tentang Aceh

Provinsi Aceh yang terletak di bagian paling utara Pulau Sumatera dengan luas sekitar 61,36 km², pertama kali dihuni sekitar empat juta tahun yang lalu yaitu pada zaman Pleistosen. Sejak saat itu Aceh telah mengalami sejarah yang beragam dan menarik. Kedatangan pedagang India pada awal abad kedua, menjadikan wilayah

tersebut sebagai kawasan perdagangan internasional bagi berbagai negara seperti China, Persia dan Malaysia.

Masuknya Islam pada abad ke-13 menjadikan Aceh sebagai daerah Muslim konservatif dan dikenal sebagai “Serambi Mekah”. Daerah ini juga merupakan wilayah yang sangat menghargai kebebasan dan kemerdekaan. Hal ini dibuktikan oleh berbagai perlawanan untuk memperjuangkan kemerdekaan yang dilakukan oleh masyarakat Aceh terhadap Portugis dan Belanda. Pada tahun 1959, Aceh dinyatakan sebagai ‘wilayah khusus yang merdeka’, yaitu sebagai daerah istimewa atau provinsi yang memiliki otonomi. Daerah ini telah mampu mendesak pelaksanaan hukum Syariah. Munculnya kelompok kuat yang dikenal sebagai Gerakan Aceh Merdeka (GAM) yang berjuang untuk sebuah negara yang merdeka menyebabkan beberapa kali bentrok dengan militer Indonesia. Pertempuran sengitpun terus terjadi antara keduanya. Namun pasca Tsunami 26 Desember 2004, tepatnya pada tanggal 15 Agustus 2005 telah disepakati adanya perjanjian damai.

Provinsi Aceh yang secara geografis terletak antara 2° – 6° Lintang Utara dan 95° – 98° Bujur Timur dengan ketinggian antara 0 – 3.466 meter di atas permukaan laut. Hasil sensus 2010, penduduk Aceh berjumlah 4.486.570 jiwa, yang terdiri dari laki-laki 2.243.578 orang dan perempuan 2.242.992. Lahan potensial untuk pertanian dan perkebunan yang belum diberdayakan masih sangat luas. Ketersediaan lahan kering, marginal dan sawah terlantar mencapai 1.564.438 ha, luas lahan tegalan sebesar 983.389 ha, lahan pekarangan 240.594 ha, lahan tidur 340.455 ha, dan lahan sawah terlantar seluas 53.603 ha, sedangkan untuk perkebunan diperkirakan seluas 761.572 ha.

Luas kawasan hutan di Aceh, berdasarkan data dari Kementerian Kehutanan adalah 3.872.071,64 ha yang berupa hutan dataran rendah 2.202.300,18 ha; hutan dataran tinggi 1.143.549 ha; hutan pegunungan 214.715,70 ha; hutan mangrove 54.362,63 ha; dan hutan rawa 257.143,57 ha. (http://www.dephut.go.id/halaman/Peta%20Tematik/PL&Veg/VEG_97/LUAS/LUASACEH.GIF)

Refleksi Penelitian Agroforestri

Pengelolaan sumber daya alam yang berfokus pada pohon dan hutan sebelum dan sesudah Tsunami merupakan tema penelitian yang dilakukan di Aceh. Penelitian tidak hanya dilakukan pada lahan mineral tetapi juga pada lahan gambut yang mulai dialihgunakan. Salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan gambut di Aceh diubah menjadi perkebunan kelapa sawit mengemisikan sejumlah besar CO₂ dan juga sangat mempengaruhi ekosistem. Penggunaan lahan dengan cara dan perencanaan

yang lebih baik bagi ekosistem dan memberikan keuntungan masyarakat menjadi rekomendasi dari hasil penelitian di Aceh.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan lahan gambut harus dilakukan dengan cara yang bijaksana, tetapi tuntutan kebutuhan akan lahan yang sangat tinggi memicu pembukaan hutan di lahan gambut untuk ditanami padi dan jagung. Salah satu solusi dalam menghambat proses emisi pada lahan gambut adalah melalui pengelolaan air yang baik.

Penanaman karet secara berkelanjutan menjadi pilihan dalam pemulihan pengelolaan lahan pasca Tsunami. Namun demikian, penelitian mengenai jenis tanah sangat penting dalam mempengaruhi kualitas hasil panen tanaman karet.

Peningkatan salinitas air tanah pasca Tsunami merupakan permasalahan di lahan masyarakat karena beberapa jenis tanaman menjadi tidak sesuai. Hasil penelitian menemukan bahwa curah hujan yang tinggi dapat mencuci sebagian besar garam yang ada di lahan-lahan masyarakat, sehingga pada lahan-lahan tertentu masih bisa ditanami kembali kecuali dengan jenis tanaman yang rendah produktivitasnya.

Kejadian gempa dan Tsunami mengakibatkan sebagian masyarakat Aceh kehilangan sumber mata pencaharian, terutama yang berbasis pada sektor lahan. **Perubahan mata pencaharian atau peluang munculnya sumber mata pencaharian baru terjadi di Aceh Barat.** Beberapa penelitian tentang perubahan mata pencaharian, pelibatan pengetahuan lokal dalam menghadapi bencana dan pemberdayaan petani perempuan dilakukan di Aceh.

Salah satu hasil penelitian menunjukkan bahwa Tsunami telah membuka lembaran baru dalam pembangunan Aceh. Perjanjian perdamaian menjadi angin segar bagi perkembangan pembangunan. Konflik politik lebih memberikan dampak kemiskinan daripada dampak Tsunami di wilayah tersebut. Tsunami yang menyebabkan masalah lingkungan tidak bisa diselesaikan dalam jangka pendek, tetapi program konservasi yang memfokuskan pada penanaman pohon pilihan masyarakat akan dapat membantu menyediakan solusi ekonomi jangka panjang bagi masyarakat miskin di Aceh.

Sebelum Tsunami, masyarakat Aceh tentunya telah memiliki pengetahuan lokal dalam mengelola lahan. Oleh karena itu, penelitian untuk menggali kembali dan mengimplementasikan pengetahuan lokal pada masyarakat setempat untuk mengelola lahan pertanian mereka pasca Tsunami dilakukan di daerah ini. Hasil penelitian menyatakan bahwa masyarakat sebenarnya mengerti dan memahami jenis-jenis tanaman yang bisa digunakan sebagai penahan atau pemecah ombak, bahkan masyarakat juga telah memahami mengenai cara-cara memulihkan kembali

lahan pertanian yang tercampur dengan air laut dan berkadar garam tinggi. Mengairi sawah dan menguji dengan menanam tanaman semusim dilakukan oleh masyarakat berdasarkan pengetahuan lokal mereka.

Aktivitas ekonomi tidak hanya melibatkan kaum laki-laki, tetapi keterlibatan petani perempuan korban konflik menjadi isu menarik dalam penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani perempuan memiliki keterlibatan yang besar dalam kegiatan pertanian, mulai dari menentukan jenis tanaman, menanam, memanen hingga memasarkan hasilnya. Kegiatan pemberdayaan masyarakat khusus untuk meningkatkan pengetahuan perempuan dalam pengembangan teknologi pengeringan kopra/pinang dan pemasarannya telah dilakukan di Aceh dan telah menghasilkan enam kelompok swadaya masyarakat yang dikelola oleh perempuan, satu badan koordinasi kelompok swadaya masyarakat dan 31 dapur pengering kopra/pinang hemat energi. Lima kelompok diantaranya telah berhasil meningkatkan harga jual produksi mereka, dan juga telah meningkatkan posisi tawar mereka dengan pembeli.

Sejalan dengan pengelolaan sumber daya berbasis pohon dan pengelolaan lahan berbasis pada pengetahuan lokal, **agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang dapat ditawarkan di wilayah Aceh.** Agroforestri yang menghasilkan produk pertanian tahunan dan perkebunan seperti pohon buah-buahan dan karet sebagai penghasil getah menjadi sektor penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Produksi pertanian di Aceh Barat merupakan komponen penting sebagai basis kekuatan pendukung pembangunan di Aceh Barat. Lebih dari 70% penduduk menggantungkan hidupnya pada sektor ini. Pembangunan sektor pertanian justru lebih cepat pada saat pasca Tsunami bila dibandingkan sebelumnya.

Penelitian tidak hanya dilakukan pada sektor pertanian dan kehutanan, tetapi juga di sektor peternakan dan perikanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan ternak memiliki potensi yang baik di Aceh, sehingga keluarga bukan hanya sebagai konsumen tetapi dapat berperan sebagai produsen yang menjual produk mereka ke pasar di luar wilayah Aceh. Pada sektor perikanan, potensi tambak yang merupakan mata pencaharian tradisional dan sangat populer sebelum Tsunami menjadi isu penelitian karena kerusakan tambak pasca Tsunami tidak bisa dianggap sepele. Rehabilitasi tambak yang rusak dirasa sangat memberatkan bagi petani miskin di Aceh.

Pohon dan tanaman potensial lainnya merupakan peluang untuk pengembangan perekonomian di Aceh. Status dan potensi Aceh sebagai produser coklat membuka kesempatan bagi masyarakat untuk dapat mengembangkannya. Penelitian menunjukkan bahwa Aceh telah mampu memproduksi kakao, sehingga membuka

peluang untuk menjadi pemasok kakao seiring dengan meningkatnya permintaan dari negara lain seperti Jepang dan Australia. Penelitian ini juga didukung oleh potensi ketersediaan lahan yang tepat untuk tanaman kakao di Aceh, meskipun harus memerlukan survei tambahan. Panen kakao yang umumnya berbasis mingguan dapat terjadi sepanjang tahun, yang artinya berpotensi sebagai pendapatan yang bisa diandalkan bagi keluarga.

Selain kakao, tanaman nilam juga banyak ditanam oleh masyarakat Aceh. Namun, harga nilam yang tidak stabil, menyebabkan petani kadang beralih menanam semangka, sehingga ketersediaan produk nilam menjadi tidak stabil pula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usaha penanaman nilam perlu diperbaiki dengan menggunakan pupuk dan memperbaiki sistem irigasi.

Harga komoditas tanaman perkebunan pada tingkat petani di Aceh Barat seperti karet, kakao dan kelapa adalah rendah karena kualitas. Peningkatkan kualitas dan skema pemasaran secara bersamaan merupakan solusi yang direkomendasikan dari hasil penelitian. Demikian pula, pembangunan pabrik karet (*crumb rubber*) di wilayah Aceh Barat diharapkan dapat meningkatkan harga karet di tingkat petani.

Peningkatan kualitas dapat dilakukan melalui peningkatan sumber plasma nutfah dari bibit yang ditanam. Pembahasan mengenai peluang petani untuk dapat mengakses sumber plasma nutfah berkualitas juga disajikan dalam buku ini.

Dalam rangka membantu masyarakat untuk mendapatkan akses plasma nutfah yang baik, ICRAF melalui Program Nursery Of Excellence bersama dengan LSM lokal membangun pembibitan di masyarakat. Pelatihan untuk petani baik laki-laki maupun perempuan dan dilakukan mulai dari menanam hingga memanen. Pada akhir program, 56 pembibitan telah dibangun dan 5.542 orang telah dilatih. Keberhasilan program ini menjadi contoh untuk diimplementasikan di tempat lain di Indonesia.

Aceh dikenal sebagai penghasil rambutan yang berkualitas tinggi. Potensi varietas lokal untuk dikembangkan sebagai sumber bibit telah diteliti di Aceh. Diskusi mengenai upaya peningkatan efisiensi pasar difokuskan pada karet, kakao dan kelapa sebagai komoditas utama di wilayah pesisir Aceh dan Nias. Kebijakan pasar yang memungkinkan petani mengakses informasi harga pasar serta strategi pemasaran bersama (*collective marketing*) dapat meningkatkan efisiensi pasar bagi petani kecil. Tsunami Aceh tidak hanya menimbulkan kerusakan lingkungan tetapi juga menimbulkan dinamika penggunaan lahan. **Meningkatkan perencanaan penggunaan lahan (inklusif, terintegrasi dan informatif) dalam pemulihan Aceh**

merupakan tema dalam penelitian pasca Tsunami. Dinamika penggunaan lahan di Kabupaten Aceh Barat berhubungan erat dengan penghidupan masyarakat lokalnya dan terjadi pada sistem penggunaan lahan sebelum dan sesudah Tsunami. Dinamika perubahan lahan ini juga memiliki konsekuensi terhadap penghidupan masyarakat, serta pilihan yang ada bagi pengembangan Aceh Barat di masa datang.

Perencanaan pembangunan bersama dengan masyarakat sebaiknya dilakukan secara terintegrasi oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Aceh Barat dimulai dari tingkat desa sampai tingkat kabupaten. Perencanaan pembangunan ini sangat erat kaitannya dengan pemetaan yang dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan masyarakat. Hasil kegiatan menemukan bahwa masyarakat dapat menginventarisasi sumberdaya yang dimiliki di desanya, memiliki data desa, mampu mengusulkan rencana pembangunan berdasarkan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang mungkin muncul. Manfaat lain yang dirasakan oleh masyarakat adalah alternatif mekanisme untuk mengembangkan perencanaan partisipatif ke dalam perencanaan formal ditingkat kabupaten yang dimiliki oleh peserta kegiatan dari unsur pemerintah.

Keputusan-keputusan yang diambil oleh petani dalam mengelola lahan juga mempengaruhi perubahan bentang lahan. Keputusan-keputusan tersebut sangat tergantung pada ketersediaan lahan dan kondisi keuangan petani. Penerapan metoda *Forest, Agroforest, Low-value Or Waste (FALLOW)* sebagai alat bantu bagi para pengambil keputusan dalam hal strategi alih guna lahan dalam suatu lansekap, untuk memilih dan menyusun strategi pembangunan pertanian yang tepat, yang dapat memberikan efek positif baik dari segi ekonomis dan ekologis. Hasil dari skenario dengan menggunakan metode FALLOW adalah skenario pengembangan kebun rakyat berbasis karet tampak memberikan dampak yang positif dengan cara meningkatkan pendapatan masyarakat, sekaligus cadangan karbon yang ada.

Salah satu kawasan penting di Aceh adalah hutan rawa Tripa sebagai habitat orangutan, karena merupakan bagian dari Kawasan Ekosistem Leuser. Kawasan ini telah dialihfungsikan menjadi perkebunan kelapa sawit. Simulasi menggunakan metode FALLOW menunjukkan bahwa dengan sistem *business as usual*, tutupan lahan Tripa akan didominasi oleh kebun kelapa sawit, sehingga perekonomian masyarakat meningkat, tetapi laju emisi karbon juga meningkat secara drastis hingga 0,31 Mt CO₂e/tahun. Sebaliknya, skenario konservasi dan restorasi tidak memberikan keuntungan ekonomi bagi masyarakat, tetapi dapat menurunkan emisi karbon dan meningkatkan sekuestrasi mulai dari 0,34 sampai dengan 0,47 Mt CO₂e/tahun. Adapun imbal jasa karbon yang dapat diperoleh berkisar antara 5 - 14 USD/tCO₂e (Mulia dkk 2010).

Pembelajaran

Kehancuran akibat gempa dan Tsunami tahun 2004 masih terasa di Aceh setelah delapan tahun berlalu, sehingga pembangunan kembali pada berbagai sektor akan terus berlanjut. Agroforestri sebagai alternatif yang dapat memberikan manfaat secara ekologi dan ekonomi bagi masyarakat harus tetap melanjutkan perannya dalam menciptakan pembangunan yang berkelanjutan bagi masyarakat Aceh.

Indonesia yang merupakan salah satu negara rawan bencana, harus selalu siap untuk menghadapi kemungkinan-kemungkinan terburuk dengan meningkatkan ketahanan di berbagai sektor. Hasil-hasil penelitian dalam rangka pemulihan Aceh pasca Tsunami yang telah dirangkum dalam buku ini diharapkan dapat membantu pemerintah, instansi lokal dan LSM dalam mempersiapkan masyarakat apabila sewaktu-waktu terjadi bencana dan membantu masyarakat untuk bangkit kembali. Perumusan pertanyaan penelitian ini diharapkan dapat menjawab kebutuhan masyarakat yang terkena dampak bencana dan temuan penelitian yang tepat waktu dapat dilihat sebagai bagian yang terintegrasi dengan proses pemulihan dan pembangunan kembali.

BAB 1

Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan dengan Fokus pada Pepohonan dan Hutan Sebelum dan Pasca Tsunami di Aceh Barat

Perubahan Cadangan Karbon Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di Aceh Barat, Indonesia

*Cheryl Batistel¹, Carsten Marohn², Fahmuddin Agus³, Laxman Joshi^{4,5},
Joachim Sauerborn² dan Georg Cadisch²*

*¹Institute for Strategic Research and Development Studies, Visayas State University,
Baybay, Leyte, Philippine*

*²University of Hohenheim, Institute of Plant Production
and Agroecology in the Tropics and Subtropics, Germany*

³Indonesian Soil Research Institute, Indonesia

⁴World Agroforestry Centre (ICRAF)

⁵The International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD)

Pendahuluan

Emisi Gas Rumah Kaca (*Greenhouse Gas/GRK*) merupakan topik utama pada berbagai diskusi ilmiah sejak Earth Summit 1992 di Rio de Janeiro yang diselenggarakan karena banyaknya proyeksi tentang pemanasan global dan berbagai kemungkinan dampaknya terhadap bumi, khususnya pada daya radiasi dan penipisan ozon. GRK yang paling berlimpah adalah uap air, karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄), nitro oksida (N₂O), ozon dan chlorofluorocarbon (CFC). Dari GRK tersebut, CO₂ merupakan penyumbang terbesar yaitu sebesar 60% terhadap pemanasan global (Rastogi dkk 2002). Antara tahun 1970 dan 2004, emisi global GRK meningkat 70%, dan akan terus bertambah 25-90% di tahun 2030 (IPCC 2007) kecuali ada perubahan pengelolaan sumber daya dan tata guna lahan.

Salah satu sumber utama emisi GRK bisa saja tanah gambut karena besarnya jumlah kandungan karbon dan nitrogen di dalamnya (Immirzi dkk 1992). Emisi CO₂ tanah gambut saat ini adalah sekitar 2.000 Mt/tahun yang disebabkan oleh degradasi lahan dan kebakaran hutan, yang terus bertambah dan akan terus bertambah, kecuali ada perubahan untuk sistem pengelolaan lahan dan perencanaan pembangunan tanah gambut. Lebih dari 90% emisi tanah gambut dunia berasal dari Indonesia, dan menempatkan negara ini pada posisi ketiga negara-negara penghasil CO₂ (Hooeijer dkk 2006).

Areal rawa dengan ketinggian air tanah dekat dengan permukaan yang berada di tanah Sumatera cukup luas. Luasnya sekitar 7,2 juta ha dengan cadangan karbon bawah tanah berjumlah 22.283 Mt atau sekitar 3.093 Mg C/ha (Wahyunto dkk 2003). Secara tradisional, kubah-kubah gambut di Sumatera ditanami "karet hutan" (*Hevea brasiliensis*) dengan gangguan minimal dan ekosistem mendekati alamiah yang biasanya berumur ratusan tahun. Di Aceh, pantai baratnya tertutup area seluas 170 ribu ha hutan rawa gambut pesisir (Agus dan Wahdini, tidak diterbitkan) yang telah menjadi sumber penghasilan masyarakat dengan biaya perawatan rendah dan dapat dipanen kapan saja. Namun, akhir-akhir ini terjadi kecenderungan baru, dimana area hutan ditebang, area rawa dikeringkan, dan diubah menjadi perkebunan kelapa sawit atau perkebunan lain yang didorong oleh beberapa faktor. Dua puluh tujuh persen (27%) konsesi perkebunan sawit di Indonesia, termasuk perkebunan yang telah dan akan beroperasi, berada di lahan gambut (Hooeijer dkk 2006). Perkebunan tersebut berkembang dengan cepat, terutama karena didorong tingginya permintaan minyak sawit sebagai bahan bakar nabati (*biofuel*) dari negara-negara maju. Terbatasnya sumber pendapatan alternatif pada masyarakat adalah satu faktor lain yang mendorong kerusakan berkelanjutan rawa-rawa pantai (Agus dan Wahdini, tidak diterbitkan). Ketika perluasan perkebunan kelapa sawit di Sumatera dan Kalimantan dilakukan dengan alasan-alasan yang sama, debat publik mengenai keberlangsungan dari tata guna lahan ini menguat. Menghitung perubahan cadangan karbon dapat menyumbangkan suatu dasar ilmiah yang kuat untuk debat ini.

Kajian ini dilakukan sejalan dengan proyek ReGrin (*Rebuilding Green Infrastructure with Trees People Want*/Pembangunan Kembali Infrastruktur Hijau dengan Tanaman yang Dikehendaki Masyarakat), yang didanai oleh program EU-ASIA PRO ECO II B, dan dilaksanakan oleh World Agroforestry Centre (ICRAF), Balai Penelitian Tanah Indonesia dan Balai Penelitian Tanaman Perkebunan dan Universitas Hohenheim. Kajian ini merupakan kombinasi antara penelitian dan pengembangan masyarakat dengan tujuan utama untuk mengembangkan pengelolaan zona pesisir termasuk tanaman perkebunan untuk menyediakan perlindungan lingkungan dan membantu masyarakat memenuhi target ekonomi dari pilihan penghidupannya. Sebagai dasar perencanaan, perubahan tata guna lahan, dipantau, dikaji dan diperkirakan berdasarkan beragam skenario. Hitungan kandungan karbon di tanah gambut pada berbagai tata guna lahan: kebun karet, lahan dalam masa bera, kebun kelapa sawit – dalam serial waktu buatan /*false time series*, dan perkiraan cadangan karbon (C) pada biomassa tumbuhan dari seri waktu tata guna lahan yang sama dengan menggunakan perhitungan lapangan, bisa memberikan gambaran jumlah CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer di area tersebut.

Materi dan Metode

Pendekatan “serial waktu buatan”/‘*false time series*’ untuk menghitung jumlah cadangan C di dalam tanah dari beragam sistem tata guna lahan digunakan dalam penelitian ini. Perubahan tata guna lahan yang umum di area ini adalah konversi hutan karet pada tanah gambut menjadi perkebunan kelapa sawit yang selalu melibatkan drainase, penebangan dan pembakaran dalam satu rangkaian proses (bera).

Tabel 1. Daftar desa dan sistem tata guna lahan yang berbeda dan lamanya (dalam tahun)

Desa	Lokasi tidak diberi drainase		Petak-plot yang diberi drainase		
	Karet	Bera	Karet	Bera	Kelapa Sawit
Cot Pluh	X (48)	X (48)	X (48)	X (18)	
Cot Lambise	X (36)		X (36)		
Alue Peunyareng	X (12)		X (49)	X (18)	
Leuhan			X (27)	X (10)	X (3 & 12)
Suak Raya			X (28)	X (2)	X (16)
Suak Puntong			X (51)	X (51)	
Kuala Baru			X (50)	X (3)	X (18)

Kajian ini dilakukan di Aceh Barat, Sumatera, Indonesia dan areal penelitiannya terletak di kabupaten Aceh Barat dan Nagan Raya. Dari kabupaten-kabupaten ini empat desa dengan berbagai tipe tata guna lahan yang berbeda diseleksi (Suak Raya, Suak Puntong, Leuhan dan Kuala Baru) (Tabel 1). Hal yang menjadi dasar seleksi untuk lokasi penelitian adalah keterwakilan jenis-jenis tata guna lahan: karet tidak diberi drainase, karet dengan drainase, lahan bera, perkebunan kelapa sawit. Untuk kelapa sawit apabila tersedia dicari perwakilan lokasi dengan tanaman muda hingga berumur sedang dan perkebunan sawit yang sudah tua. Tiga desa yang lain (Tabel 1) dengan hutan karet yang diberi atau tidak diberi drainase dan juga lahan bera dicari di kabupaten yang sama. Sistem tata guna lahan yang berbeda berdempetan atau sedikitnya dekat satu sama lain.

Penentuan Cadangan Karbon Tanah

Sampel yang dikumpulkan dari tiap titik sampling dianalisa secara fisik (kepadatan dan kematangan gambut) dan kimiawi (karbon). Pada setiap titik sub-sampling, permukaan air tanah diukur menggunakan tongkat meteran, dan ketebalan gambut diukur dari sekurangnya dua titik sampling di tiap petak. Semua sampel tanah yang dikumpulkan dari lapangan dianalisis untuk mengetahui kepadatan gambut (*bulk*

density/BD) dan total karbon organik (*total organic carbon*/TOC) di laboratorium. Kepadatan gambut dihitung menggunakan formula:

$$BD = \frac{\text{Massa tanah (g)}}{\text{Total volume (cm}^3\text{)}}$$

di mana: BD = Kepadatan gambut (*Bulk density*) (g/cm^3).

Karbon organik tanah (*Soil Organic Carbon*/SOC) ditentukan menggunakan metode *Loss on Ignition* (Schlichting, Blume dan Stahr 1995) yang dikalibrasi ke metode Walkley dan Black (ISRIC 1998) menggunakan persamaan linear berikut:

$$WB = (LoI/0,93) - 5,86$$

Di mana: WB = nilai karbon dari metode Walkley-Black; LoI = nilai karbon menggunakan metode LoI; 0,93= slope; 5.86 = intercept. SOM untuk tiap sampel dikomputasi menggunakan formula:

$$SOM(\%) = \frac{[(\text{Gross wt. } 105^{\circ}\text{C} - \text{Gross wt } 550^{\circ}\text{C}) / (\text{Gross wt } 105^{\circ}\text{C} - \text{Tare wt})] \times 100}{1.724}$$

dan Karbon Organik :

$$\text{Corg}(\%) = SOM(\%) / 1.724$$

Cadangan karbon dalam tiap titik sampel diperkirakan dengan menggunakan formula:

$$CS(\text{Mg/ha}) = BD \times C \times D \times A,$$

di mana: BD = Kepadatan gambut (*Bulk density*) (g/cm^3), C = Kandungan karbon organik (*Organic carbon content*)(%), D = Kedalaman gambut (*Peat depth*) (m), A = Area (ha)

Pengukuran Biomassa di Atas Permukaan Tanah

Pengukuran biomassa di atas tanah dilakukan pada sistem tata guna lahan yang berbeda-beda di dalam tiap petak berukuran 0,5 ha. Faktor rerata 0,5 dipakai untuk mengkonversi bahan kering biomassa menjadi karbon biomassa.

Dua sub petak 10 m x 10 m ditetapkan pada tiap petak 0,5 ha dari tiap sistem tata guna lahan. Lingkaran setinggi dada dan tinggi pohon dari semua pohon dengan diameter dasar di atas 5 cm dalam tiap sub petak diukur menggunakan pita meteran dan klinometer. Kemudian lingkaran pohon dikonversi menjadi diameter untuk mendapatkan diameter setinggi dada (dbh) menggunakan formula:

$$d = c/\pi, \text{ di mana, } d = \text{diameter; } c = \text{lingkar (circumference), } \pi = 3,1416.$$

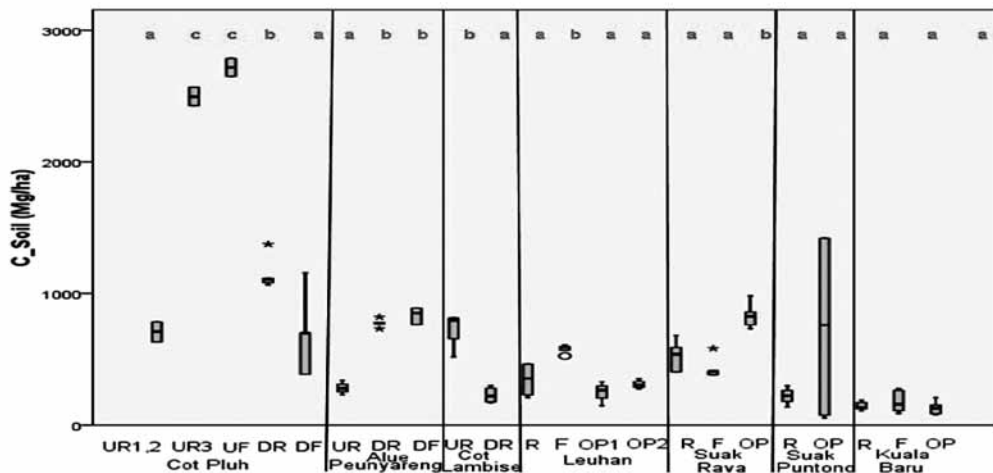
Untuk karet, total biomassa setiap pohon dihitung menggunakan persamaan empirik allometrik yang dikembangkan oleh ICRAF (Ketterings dkk 2001):

$$B = a \cdot dbh^b = 0,066 \cdot dbh^{2,62}, \text{ di mana: } a = \text{konstanta khusus - sebuah spesies empirik; } dbh = \text{diameter setinggi dada; } b = \text{konstanta khusus - sebuah spesies empirik.}$$

Untuk kelapa sawit, metode silinder digunakan untuk memperkirakan biomassa di atas tanah (*aboveground biomass/ABG*), di mana volume batang kelapa sawit dikali kepadatan $0,66 \text{ g/cm}^3$ (Lim dan Gan 2005). Rasio akar: cabang 0,33 (Gemer dan Sauerborn 2006) dipakai untuk memperkirakan biomassa bawah tanah (*belowground biomass/BGB*). Kemudian, total biomassa kelapa sawit setiap petaknya dikalkulasi dengan menambah AGB + BGB tiap pohon kelapa sawit di dalam sub petak 100 m^2 dikali kepadatan kebun dalam petak $8,5 \text{ m} \times 8,5 \text{ m}$.

Untuk lahan bera, dua sub petak 10 m x 10 m ditetapkan di dalam tiap petak tanah bera 0,5 ha. Semua tumbuhan di dalam tiap sub petak dikumpulkan dan ditimbang bersih. Sekitar 1 kg sub sampel diambil, dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam dan ditimbang untuk mendapatkan faktor konversi dalam menentukan berat kering.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS 16.0. Selisih rerata antara tiap sistem tata guna lahan diuji menggunakan test MannWhitney. Korelasi antar tiap parameter yang mempengaruhi cadangan karbon dari sistem tata guna lahan dianalisis menggunakan analisis korelasi Pearson.



Gambar 1. Cadangan karbon tanah dari 7 situs sampel pada berbagai tipe penggunaan lahan

Legenda: UR1,2= undrained rubber sampling points=titik-titik sampling karet yang tidak diberi drainase 1&2; UR3= undrained rubber sampling point= titik-titik sampling karet yang tidak diberi drainase 3; UF= undrained fallow= bera yang tidak diberi drainase; DR= drained rubber= karet yang diberi drainase; DF= drained fallow= lahan bera yang diberi drainase; R= rubber= Karet; F= fallow= bera ; OP= oil palm/kelapa sawit; OP1= oil palm/kelapa sawit (umur 3 th); OP2= oil palm/Kelapa sawit (umur 4 th)

Cadangan Karbon Tanah dan Biomassa Tanaman

Untuk menentukan jumlah cadangan karbon tanah pada tiap plot, selain kedalaman gambut diukur juga kepadatan gambut dan kandungan karbon organik. Sekitar 3 – 54% kandungan karbon tanah organik diobservasi dari semua sampel tanah. Hasil uji Mann-Whitney ($\alpha=0,05$) memperlihatkan perbedaan cadangan karbon tanah yang jelas antara petak yang dikeringkan (diberi drainase) dan yang tidak dikeringkan (tidak diberi drainase), dalam 2 dari 3 situs sampling (Gambar 1). Bukti penurunan signifikan cadangan karbon tanah dari konversi tata guna lahan tidak dapat diperoleh dari data ini. Namun, hasil-hasil pengamatan tersebut memperlihatkan bahwa jumlah karbon dalam tanah 5-10 kali lebih tinggi daripada besaran biomassa karbon.

Cadangan karbon tanah berkisar antara 54 hingga 2.787 Mg C/ha. Nilai terendah diamati pada petak bera Suak Puntong dengan kedalaman gambut kurang dari 20 cm. Nilai tertinggi berasal dari tanah bera tidak diberi drainase di Cot Pluh dengan kedalaman gambut 490 cm. Cadangan karbon tanah sangat bervariasi, tergantung

pada lokasi. Penghitungan cadangan karbon juga dilakukan oleh Agus dan Wahdini (tak diterbitkan) pada 2008 di kabupaten yang sama tapi pada hutan sekunder dan kelapa sawit. Nilai cadangan karbon tanah yang dilaporkan adalah antara 382-1.879 Mg/ha untuk kedalaman gambut 115 – 505 cm. Kandungan karbon di tanah tidak hanya bervariasi dengan ketebalan gambut tapi juga pada kepadatan karbon. Untuk kedua kajian, gambut terdalam bukanlah gambut dengan cadangan karbon tanah tertinggi. Ini mungkin akibat perbedaan materi gambut yang menghasilkan kandungan karbon berbeda.

Di antara semua faktor yang mempengaruhi cadangan karbon tanah, peran terpenting dimainkan oleh ketebalan gambut. Dua variabel, karbon tanah dan kedalaman gambut, mempunyai korelasi sangat positif yaitu 0,944 yang secara statistik signifikan pada $\alpha=0,01$ (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis regresi berkala menunjukkan faktor terpenting yang mempengaruhi total cadangan karbon pada sistem tata guna lahan

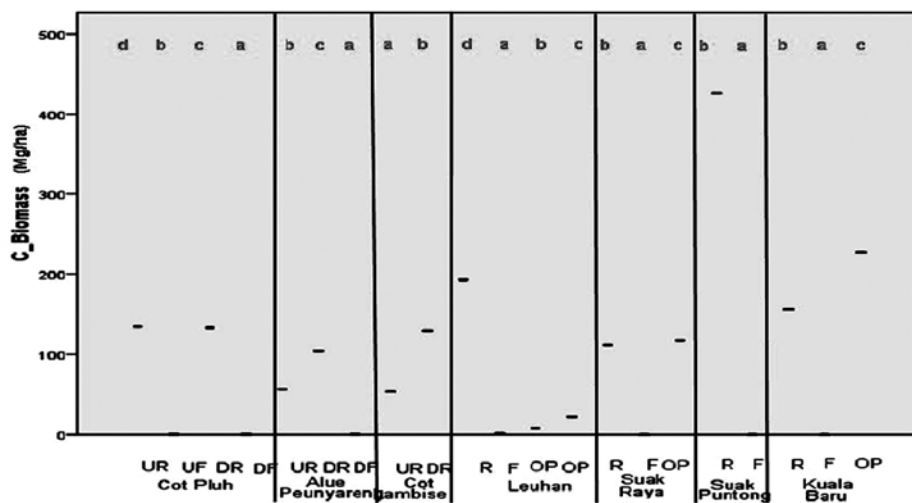
Model	R	\sqrt{R}	\sqrt{R} yang disesuaikan	Std. Error dari Perkiraan
C_Tanah	0,995 ^a	0,991	0,990	61,964
C_Tanah, C_Biomassa	1,000 ^b	1,000	1,000	0,0193

Cadangan Karbon pada Biomassa Tanaman

Gambar 2 memperlihatkan perbedaan signifikan pada biomassa karbon antara berbagai tipe tata guna lahan. Ini terjadi pada semua situs sampling. Karet mempunyai cadangan karbon lebih tinggi daripada kelapa sawit, kecuali di Suak Raya dan Kuala Baru. Ini didukung oleh Gambar 3 di mana grafik memperlihatkan karet mempunyai cadangan karbon tertinggi diikuti kelapa sawit. Tanpa melihat apakah petak-petak tersebut diberi drainase (dikeringkan) atau tidak, ladang bera mengandung jumlah karbon jauh lebih rendah dalam biomasanya. Semakin tinggi kepadatan tanaman karet berumur 28 tahun, semakin tinggi karbon dalam biomasanya.

Untuk kelapa sawit, hasil pengukuran total biomassa karbon berkisar antara 8-277 Mg/ha untuk kelapa sawit berumur 3-16 tahun. Biomassa karbon dari petak bera adalah antara 0,3 hingga 1 Mg C/ha. Seluruh kebun bera, bila tidak baru dibakar, ditumbuhi rerumputan. Hal ini menjelaskan rendahnya cadangan karbon dalam biomassa.

Perbedaan signifikan antara biomassa karbon dari semua tipe penggunaan lahan menyiratkan perbedaan jumlah biomassa yang diubah menjadi tanah. Jelas, karet



Gambar 2. Cadangan biomassa karbon dari 7 situs sampel pada berbagai tipe penggunaan lahan

mempunyai kandungan biomassa karbon lebih tinggi daripada tanah bera, terutama karena petak bera yang diteliti merupakan lahan rumput. Inilah alasan mengapa nilai tanah bera selalu mendekati nol, dengan maksimum cadangan karbon hanya 1 Mg/ha. Tebang dan bakar juga dipraktikkan di tiap petak bera, yang mengendalikan vegetasi untuk tumbuh dan menghasilkan biomassa lebih banyak.

Hasil dari korelasi Pearson (Tabel 3) memperlihatkan bahwa karbon pada biomassa tumbuhan tidak berpengaruh kuat pada total karbon pada sistem penggunaan lahan. Pada usia penggunaan lahan terakhirlah yang berpengaruh positif kuat terhadap biomassa karbon. Gambar 3 menunjukkan kenaikan biomassa karbon pada kelapa sawit dan karet sebagai sebuah fungsi umur.

Total Cadangan Karbon

Untuk menghitung total jumlah cadangan karbon pada keseluruhan sistem penggunaan lahan, cadangan karbon tanah dan cadangan biomassa karbon ditambahkan. Hasil uji Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) tidak menunjukkan bukti jelas adanya perbedaan signifikan pada cadangan total karbon di keseluruhan sistem pengolahan lahan antara petak kering dan tak kering. Selain itu, penurunan signifikan pada cadangan karbon dari rangkaian karet-bera-kelapa sawit tidak terlihat dari data yang diperoleh.

Tabel 3. Analisis korelasi Pearson antara berbagai faktor yang mempengaruhi total cadangan karbon pada suatu sistem tata guna lahan

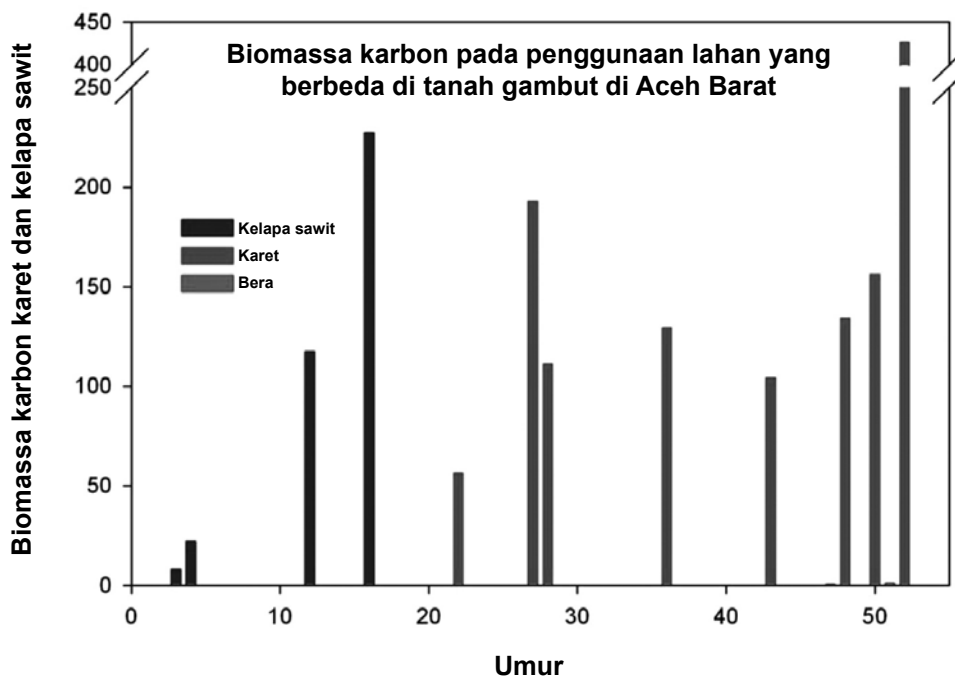
	C_Tanah	C_Total	Kedalaman gambut	Tahun drainase	Umur tata guna lahan terakhir	G_Air	Tipe tata guna lahan	Kedalam drainase
C_Biomassa	-0,218*	-0,054	-0,255*	0,228*	0,447**	0,278*	-0,275**	-0,016
C_Tanah		0,986**	0,944**	-0,406**	0,379**	-0,429**	-0,082	-0,293**
C_Total			0,922**	-0,377**	0,464**	-0,402**	-0,131	-0,303**
Kedalaman_gambut				-0,411**	0,296**	-0,327**	-0,087	-0,160
Tahun_drainase					0,018	0,080	0,130	0,682**
Umur tata guna lahan terakhir						-0,391**	-0,636**	-0,335**
G_Air							0,302*	0,354**
Tipe tata guna lahan								0,306**

Catatan: ** signifikan pada $\alpha = 0,01$, * signifikan pada $\alpha = 0,05$

Analisis regresi bertahap mengungkapkan cadangan karbon tanah dan karbon pada biomassa merupakan dua faktor utama yang mempengaruhi cadangan total karbon pada keseluruhan sistem penggunaan lahan (Tabel 2). Dengan C_tanah sendiri, diperoleh sebuah $R^2 = 0,991$. Di sisi lain, berdasarkan korelasi Pearson, kedalaman gambut dan umur tata guna lahan terakhir mempunyai pengaruh terkuat pada cadangan total karbon (Tabel 3). Kedalaman gambut berpengaruh sangat positif ($0,922^{**}$) dengan total karbon. Ini berarti ketika ketebalan gambut bertambah terdapat kemungkinan sangat kuat bagi total karbon bertambah. Hal yang sama terjadi pada hubungan antara total karbon dan umur tata guna lahan terakhir. Korelasi antara kedua variabel ini adalah $0,464$ yang sangat signifikan pada $\alpha = 0,01$. Karena itu, total karbon merupakan sebuah fungsi bagi karbon tanah, biomassa karbon, kedalaman gambut dan umur tata guna lahan terakhir.

Pembahasan

Sebagai akibat kenaikan konversi tata guna lahan di Indonesia, dari hutan karet ke kelapa sawit, sulit menemukan sebuah area tata guna lahan yang berbeda, yang diberi drainase dan tidak diberi drainase yang berdekatan. Di Aceh Barat, walaupun ada kedua sistem tata guna lahan tersebut, dipisahkan jarak paling sedikit 500 m. Di dalam area kajian, hampir semua lahan gambut telah diberi drainase. Pengeringan



Gambar 3. Karbon biomassa karet dan kelapa sawit pada berbagai umur setelah tanam

biasanya dimulai sebelum atau selama masa penebangan dan pembersihan hutan. Tipe konversi tata guna lahan ini (karet-bera-kelapa sawit) yang disertai dengan drainase telah dipraktekkan sejak sekitar pertengahan abad lalu.

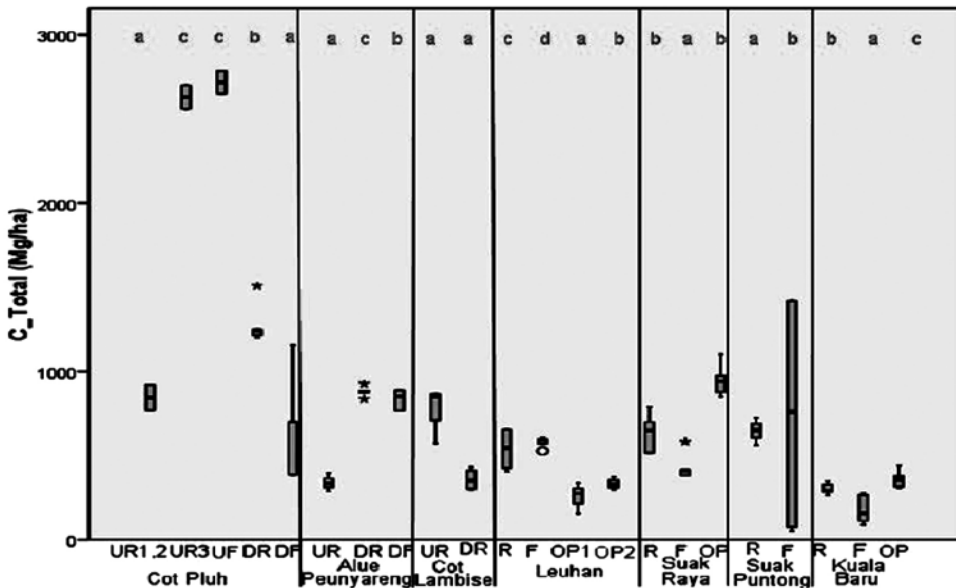
Kedalaman gambut sangat bervariasi yang sangat mungkin disebabkan oleh tidak ratanya dasar kubah gambut akibat proses pertumbuhan kubah gambut. Tidak meratanya permukaan gambut juga dapat menjadi penyebab variasi tersebut. Sebagaimana dijumpai di lapangan, lapisan tanah mineral kadang-kadang terbentuk di antara lapisan gambut akibat tumpukan tanah liat yang terbawa banjir. Kemungkinan pengambilan sampel di area ini dapat menimbulkan tingginya variasi ketinggian gambut di dalam petak.

Biomassa karbon karet hutan berkisar antara 104 hingga 193 Mg C/ha, kecuali untuk Suak Puntong yang mempunyai nilai sangat tinggi yakni mencapai 426 Mg C/ha. Variasi pada biomassa karbon adalah akibat perbedaan umur dan heterogenitas distribusi ruang pepohonan. Nilai biomassa karbon yang sangat tinggi di Suak Puntong kemungkinan disebabkan oleh tingginya kepadatan tanaman.

Tanah gambut menyimpan karbon dalam jumlah besar. Tingginya C tanah di lahan yang tidak diberi drainase di Cot Pluh dan Cot Lambise lebih disebabkan oleh

kedalaman gambut yang menunjukkan pengaruh paling kuat terhadap cadangan C tanah. Apabila diasumsikan bahwa awalnya kedua petak tersebut mempunyai kedalaman gambut yang sama, penurunan cadangan karbon tanah pada petak dengan drainase dan tanpa drainase kemungkinan disebabkan oleh pengeringan yang menurunkan permukaan air tanah. Pengeringan berperan penting bagi simpanan C tanah. Dampak pengeringan tergantung pada kedalaman dan umur drainase. Semakin dalam dan semakin tua usia drainase, semakin banyak air terbuang dari sistem tersebut. Hal inilah yang mempercepat dekomposisi gambut.

Cadangan karbon dalam biomassa tidak berpengaruh kuat terhadap total cadangan karbon sebuah sistem tata guna lahan. Ini karena sangat sedikit kandungan karbonnya dibandingkan karbon tanah yang 4-10 kali lipat lebih tinggi dari karbon biomassa. Namun, di wilayah dengan lapisan tanah organik yang sangat dangkal seperti di Kuala Baru, karbon biomassa berperan sangat penting terhadap total cadangan karbon dari keseluruhan sistem tata guna lahan. Penambahan karbon biomassa menyebabkan penambahan pada total karbon yang bisa diamati.



Gambar 4. Total cadangan karbon dari 7 situs sampel pada berbagai tipe penggunaan lahan

Legenda: UR1,2= *undrained rubber sampling points*= titik-titik sampling karet yang tidak diberi drainase 1 & 2; UR3= *undrained rubber sampling point*= titik-titik sampling karet yang tidak diberi drainase 3; UF= *undrained fallow*= bera yang tidak diberi drainase; DR= *drained rubber*= karet yang diberi drainase; DF= *drained fallow*= lahan bera yang diberi drainase; R= *rubber*= Karet; F= *fallow*= bera ; OP= *oil palm/ kelapa sawit*; OP1= *oil palm/kelapa sawit (umur 3 th)*; OP2= *oil palm/Kelapa sawit (umur 4 th)*

Penutup

Konversi tata guna lahan terutama dari karet ke kelapa sawit melibatkan kegiatan yang berdampak negatif pada ekosistem. Kegiatan-kegiatan tersebut mencakup pengeringan rawa gambut, pembukaan hutan dan pembakaran biomassa, dan akan membawa pada pemanasan global karena percepatan emisi CO₂. Namun demikian kajian yang dilakukan ini hanya terpusat pada pengkajian cadangan C dari tanah gambut. Metan dan nitro oksida yang juga terbentuk dari C tanah, yang merupakan gas-gas rumah kaca yang lebih efisien, tidak dipertimbangkan di dalam kajian ini. Penelitian yang terpusat pada metan serta nitro oksida harus dilaksanakan.

Untuk menghindari berbagai efek negatif ini, tanah gambut di Aceh harus dikelola secara hati-hati. Pengelolaan tata guna lahan harus diubah dan diterapkan. Perencanaan tata guna lahan harus diubah untuk mengurangi dampak seperti di atas. Sebagai contoh, pembangunan perkebunan kelapa sawit di rawa gambut yang telah dipraktekkan di kawasan ini harus dihentikan. Seharusnya, tipe penggunaan lahan ini diterapkan di area bukan gambut. Salah satu pilihan dapat berupa pembangunan drainase dangkal untuk perkebunan kelapa sawit dan tanaman pertanian lainnya. Sebagaimana diamati di lapangan, kanal-kanal drainase tersier di perkebunan kelapa sawit bahkan mencapai kedalaman hingga 2 m. Untuk mengurangi dampak merugikan dari drainase, kedalaman ini bisa dikurangi. Opsi lain dapat berupa perubahan sistem budi daya. Di semua situs sampling, karet dan kelapa sawit ditanam dengan pola monokultur. Untuk meningkatkan keragaman hayati perkebunan ini, bisa diterapkan pola tanaman sela atau tumpang sari. Keanekaan hayati ini tidak hanya berdampak positif terhadap ekologi tapi juga membantu ekonomi petani Aceh. Namun demikian, pemilihan spesies tanaman yang akan dipadukan di perkebunan kelapa sawit atau karet harus dipilih secara berhati-hati mengingat rendahnya kandungan nutrisi tanah gambut.

Daftar Pustaka

- Agus F dan Wahdini W. Assessment of carbon stock of peatland at Tripa, Nagan Raya District, Naggroe Aceh Darussalam Province of Indonesia. Indonesian Centre for Agricultural Land Resources Research and Development. (*laporan tak diterbitkan*).
- Germer J dan Sauerborn J. 2006. Estimation of the impact of oil palm plantation establishment on greenhouse gas balance. *Environ Dev Sustain.* 10 (6), 697-716.

- Hooijer A, Silvius M, Wösten H dan Page S. 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics Report Q3943.
- Immirzi P, Maltby E, dan Clymo RS. 1992. The global status of peatlands and their role in carbon cycling. Report No.11. The Wetland Ecosystem Ecosystems Research Group. University of Exeter, UK.
- IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
- ISRIC. 1998. A Soils and Terrain Digital Database for Latin and Central America and the Caribbean (SOTERLAC). <http://www.isric.nl>.
- Ketterings QM, Coe R, van Noordwijk M, Ambagau Y dan Palm CA. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management* 146, 199-209.
- Lim SC dan Gan KS. 2005. Characteristics and utilization of oil palm stem. *Forest Research Institute* 35, 1-9.
- Rastogi M, Singh S dan Pathak H. 2002. Emissions of carbon dioxide from soil. *Current Science* 82 (5), 510-517.
- Schlichting E, Blume HP dan Stahr K. 1995. *Bodenkundliches Praktikum*. 2nd ed. Blackwell, Berlin, Germany.
- Wahyunto, Ritung S dan Subagjo H. 2003. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Sumatera. Wetland International-Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada (WHC).

Akumulasi Karbon pada Sistem Agroforestri Karet di Lahan Gambut dan Mineral di Aceh Barat

Deqi Harja¹, Janudianto¹, Laxman Joshi^{1,2}, Suyitno¹

¹World Agroforestry Centre (ICRAF)

²The International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD)

Pendahuluan

Peralihan lahan gambut dipercaya menyebabkan emisi karbon dalam jumlah tertentu (Agus dan Subiksa 2008, Agus dkk 2011, Maswar 2010). Walaupun Minkkinen dan Laine (1998) berpendapat bahwa penurunan permukaan gambut (*subsiden*) setelah diberi drainase lebih karena perubahan struktur fisik akibat pengeringan, sementara oksidasi lahan gambut menjadi tidak lebih penting. Hal ini mungkin dapat dipahami jika terjadi pada daerah *temperate*, namun pada daerah tropis oksidasi lahan gambut akibat pengeringan ternyata cukup tinggi (Maswar 2010). Pada perkebunan karet, contohnya, diperkirakan terdapat emisi sebesar 18 t CO₂/ha/tahun ketika lahan tersebut di drainase (Agus dan Subiksa 2008). Dan bahkan dapat mencapai hingga lebih dari 50 t CO₂/ha/tahun dengan drainase yang lebih tinggi (pada perkebunan kelapa sawit dan lainnya). Hasil ini cukup jauh jika dibandingkan dengan Hargreaves dkk (2003) yang menunjukkan bahwa dekomposisi lahan gambut di Scotland hanya sekitar 1 ton C/ha/tahun atau setara dengan emisi 3,7 t CO₂/ha/tahun.

Konversi lahan gambut menjadi perkebunan dengan cadangan karbon yang lebih tinggi hingga saat ini belum mampu melampaui laju emisi karbon akibat dekomposisi gambut itu sendiri. Dengan asumsi rotasi 25 tahun, perkebunan sawit masih menyisakan emisi sekitar 50 t CO₂/ha/tahun dan perkebunan karet 15 t CO₂/ha/tahun walaupun dikonversi dari jenis tutupan lahan belukar (Agus dan Subiksa 2008). Sehingga pemanfaatan lahan gambut dalam hal ini hampir akan selalu menyebabkan emisi berlebih dan menjadi konsekuensi yang harus ditanggung pada kebijakan pengunaan lahan.

Agroforestri karet di Aceh Barat, Provinsi Aceh, pada saat ini memanfaatkan baik lahan mineral maupun lahan gambut. Pemanfaatan lahan gambut untuk

perkebunan dalam hal ini tak dapat dihindari karena belum adanya kebijakan untuk membatasinya. Namun dari kegiatan masyarakat setempat dengan pemanfaatannya sebagai agroforest karet, minimal kita dapat melihat sejauh mana efektifitas jenis perkebunan ini pada lahan gambut dibandingkan pada lahan mineral. Dalam hal ini dilakukan penelitian dengan melakukan pengamatan pertumbuhan pohon karet dengan tujuan: (1) Melihat performa karet unggul pada agroforestri karet di dua jenis tanah yang berbeda, tanah mineral dan gambut, dan (2) Mengukur dinamika karbon tersimpan pada sistem agroforestri karet di lahan gambut dan mineral.

Metode

Serangkaian percobaan lapangan penanaman karet unggul dilakukan dengan melibatkan petani sebagai salah satu komponen dalam penelitian ini. Sebanyak 24 buah kebun percobaan dengan luas sekitar 0,5 ha dibangun di 20 desa pada delapan kecamatan di Kabupaten Aceh Barat (lihat Tabel 1). Kebun percobaan ini umumnya terletak di daerah yang strategis, mudah dijangkau, berada dekat dengan jalan sehingga mudah terlihat oleh masyarakat umum. ICRAF memberikan dukungan teknis dan sarana pertanian meliputi bibit karet unggul, pupuk dan obat-obatan yang diperlukan petani.

Kegiatan pengamatan pertumbuhan karet dan tanaman sela dilakukan sejak akhir tahun 2007, pada saat kebun percobaan pertama kali dibangun. Pengamatan pertumbuhan tanaman karet di semua demo plot dilakukan secara berkala setiap tiga bulan sekali sejak ditanam. Faktor-faktor yang diamati dalam pengamatan meliputi:

- diameter dan lingkaran batang
- tinggi tanaman
- status serangan hama dan penyakit

Tabel 1. Daftar petani kebun percobaan agroforestri karet di Aceh Barat, Aceh

Desa	Petani	Jenis klon karet	Jarak tanam	Jenis tanaman lainnya	Luas area (Ha)	Jenis tanah	Lingkungan sekitar
Alue Raya	M. Yatin Amin	IRR 118	normal	nilam dan palawija	0,4	mineral	kebun buah-buahan
Blang Brandang	Mustapa	PB 260	normal	palawija	0,5	mineral	kebun karet tua
Cot Darat	Ismail Muaz	PB 260	ganda	durian, salak, dan nilam	0,4	mineral	kebun palawija
Cot Lada	Abdurahman	PB 260	ganda	durian, duku, jeruk manis, dan palawija	0,5	mineral	kebun palawija
Cot Lada	Muslim	PB 330	ganda	durian dan rambutan	0,5	mineral	kebun palawija
Deah	Yusup	PB 260	ganda	duku, mangga, rambutan	0,5	gambut	kebun karet tua
Kubu	A.Raof P	IRR 118	ganda	durian, duku, Jati, dan palawija	0,5	mineral	kebun palawija
Lapang	Zakariya	PB 260	normal	nanas, mangga, petai, dan rambutan	0,5	gambut	kebun palawija
Leubok	Sudarmi	PB 330	normal	palawija dan nilam	0,4	mineral	perumahan dan sawah
Lhok Guci	T. Ubit	PB 260	ganda	duku, durian, sawo, dan palawija	0,5	mineral	kebun palawija
Pasi Janeng	Yusrawati	PB 330	ganda	duku, nilam, langsung, cokelat, dan nilam	0,4	mineral	kebun kopi, coklat dan karet
Payalumpat	Said Ismail	IRR 118	ganda	nilam dan nilam	0,5	gambut	kebun karet tua
Penia	Umi Hanisah	PB 260	ganda	duku, nilam, sawo, kopi	0,4	gambut	kebun karet tua
Peunaga Cut Ujung	Baharudin	PB 260	ganda	duku, durian, dan petai	0,5	gambut	hutan dan kebun karet
Peunaga Cut Ujung	Mardian	PB 260	normal	cokelat, kopi, pisang, mahoni, nilam dan palawija	0,5	mineral	kebun karet dan palawija
Ranto Panjang	Ratna K	IRR 118	ganda	durian, duku, cokelat, petai, dan palawija	0,4	mineral	kebun palawija
Rimba Langge	Ruslan	PB 260	normal	palawija dan nilam	0,5	mineral	sawah
Semara	Lanta	PB 260	ganda	rambutan, durian, jeruk manis dan palawija	0,5	mineral	semak dan kebun karet
Semara	Ali Burhan	PB 260	normal	palawija dan nilam	0,5	mineral	semak dan kebun karet
Seunebok Tengoh	Yufnan	PB 260	normal	palawija	0,5	mineral	semak dan lahan kosong

Seunebok Tengoh	Dahlan	PB 260	normal	nilam	0,5	mineral	semak dan lahan kosong
Suak Nie	Nurdin	PB 330	ganda	kedondong, sawo dan palawija	0,4	mineral	kebun karet tua
Suak Pangkat	Zainal Idris	PB 260	ganda	durian, rambutan, sawo, nilam, dan palawija	0,5	mineral	perumahan dan kebun palawija
Ule Blang	T. Abdurahman	PB 330	ganda	durian, duku, dan palawija	0,4	mineral	sawah, kebun palawija

Catatan:

Jarak tanam karet normal menggunakan 3m x 6m, sedangkan jarak tanam ganda menggunakan 2,5m x 6m x 10m

Jenis karet yang ditanam merupakan klon karet unggul seperti PB260, PB330, dan IRR118. Jarak tanam yang diterapkan adalah jarak tanam normal (3 m x 6 m) dan jarak tanam ganda (2,5 m x 6 m x 10 m). Selain karet, petani juga menanam beberapa jenis pohon dan buah-buahan yang mereka butuhkan seperti duku, durian, rambutan, jati, mangga, cokelat, mahoni, nilam serta tanaman hortikultur lainnya ke dalam kebun karetnya.

Kebun percobaan ini menerapkan jenis dan dosis pemupukan yang sama. Pemupukan dasar menggunakan SP36 sebanyak 150 g/pohon/tahun yang diberikan hanya pada tahun pertama saja dalam satu kali aplikasi. Kemudian ditambah dengan Urea sebanyak 200 g/pohon/tahun yang diberikan dalam empat kali aplikasi pemupukan. Urea terus diberikan hingga tahun kedua setelah tanam.

Tiap-tiap petani berbeda dalam menjalankan manajemen pengelolaan kebun. Pengelolaan kebun yang dimaksud adalah, sebagai contoh, melakukan pemupukan tiap tiga bulan sekali yang didahului dengan pembersihan barisan tanam. Dimana petani lain ada yang hanya melakukan pembersihan pada masing-masing individu tanaman karet.

Manajemen petani yang berbeda-beda ini dapat menjadi penyebab perbedaan performa karet. Sehingga petani kemudian dikelompokkan menurut tingkat kerajinan atau keaktifannya: sangat baik dan cukup. Status ini ditetapkan pada masa awal pertumbuhan karet yang merupakan masa pemeliharaan intensif.

Disamping perbedaan manajemen pengelolaan kebun tersebut, dilihat pula status kondisi plot-plot yang dimiliki oleh petani-petani yang bersangkutan. Status-status kebun tersebut dikategorikan menurut kondisinya sebagai berikut:

- Sangat baik : kondisi kebun pada tahun pertama sangat baik dan terawat, dan survival karet tinggi (>90%).
- Baik : kondisi kebun pada tahun pertama baik dan terawat, survival karet tinggi (70-90%)
- Cukup : kondisi kebun cukup baik dan terawat, survival karet sedang (50-70%)
- Kurang : kondisi kebun tidak terawat, bersemak tinggi dan survival karet sangat rendah (<50%) atau bahkan karet mati semua.

Karena manajemen pengelolaan kebun dan status kebun berbanding lurus maka tingkat manajemen pengelolaan kebun dikelompokkan menjadi hanya dua kelompok yaitu manajemen yang baik dan cukup. status kebun A dan B dimasukkan kedalam kelompok manajemen yang “baik” dan status C dan D dimasukkan kedalam kelompok manajemen “cukup”.

Perhitungan biomasa dan karbon dihitung menggunakan persamaan allometrik dari Chave dkk (2005) dengan memasukan parameter diameter dan tinggi untuk jenis iklim humid tropika.

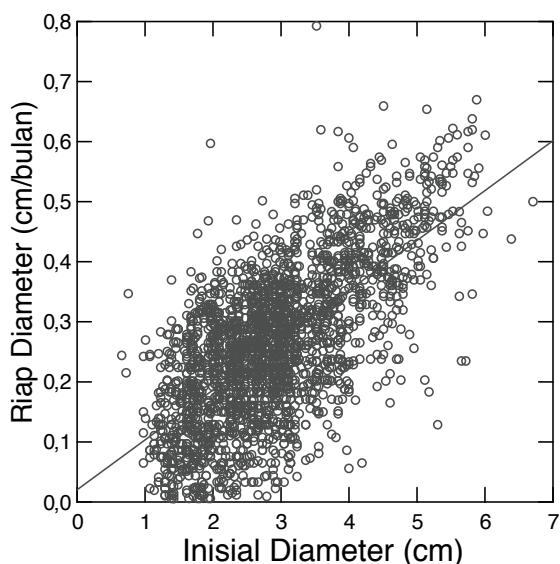
Lokasi penelitian adalah Kabupaten Aceh Barat, terletak di wilayah pantai bagian Barat Provinsi Aceh, pada posisi 04°06' - 04°47' Lintang Utara dan 95°52' - 96°30' bujur Timur. Suhu udara dan curah hujan rata-rata per bulan mencapai 26°C dan 300,3 mm (BPS Aceh Barat 2008).

Hasil

Secara umum pertumbuhan karet memperlihatkan hubungan yang sebanding dengan besar kecilnya inisial diameter pohon (Gambar 1). Namun beberapa faktor memperlihatkan pengaruh yang cukup signifikan pada variasi pertumbuhan tersebut.

Dari jumlah data sebanyak 2.294, dilakukan *Analysis of Co-variance* (ANCOVA) terhadap faktor Tanah dan faktor Manajemen. Tanah terdiri dari dua tipe yaitu mineral dan gambut, dan manajemen dibagi menjadi dua tipe yaitu ‘baik’ dan ‘cukup’. Diameter inisial dijadikan sebagai covariance pada analisa ini.

Hasil ANCOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan dari faktor Tanah dan Manajemen terhadap pertumbuhan karet ($R^2 = 0,472$). Tabel 2 menunjukkan pengaruh dari masing-masing faktor dari hasil ANCOVA. Dari nilai *Sum of Square*, faktor Manajemen menunjukkan pengaruh yang lebih besar terhadap besarnya variasi



Gambar 1. Plot riap diameter per perbulan untuk semua pohon karet umur 1-2 tahun berdasarkan ukuran diameter inisial. Secara umum pertumbuhan diameter berbanding linier dengan besarnya diameter inisial untuk pohon dengan diameter kurang dari 7 cm.

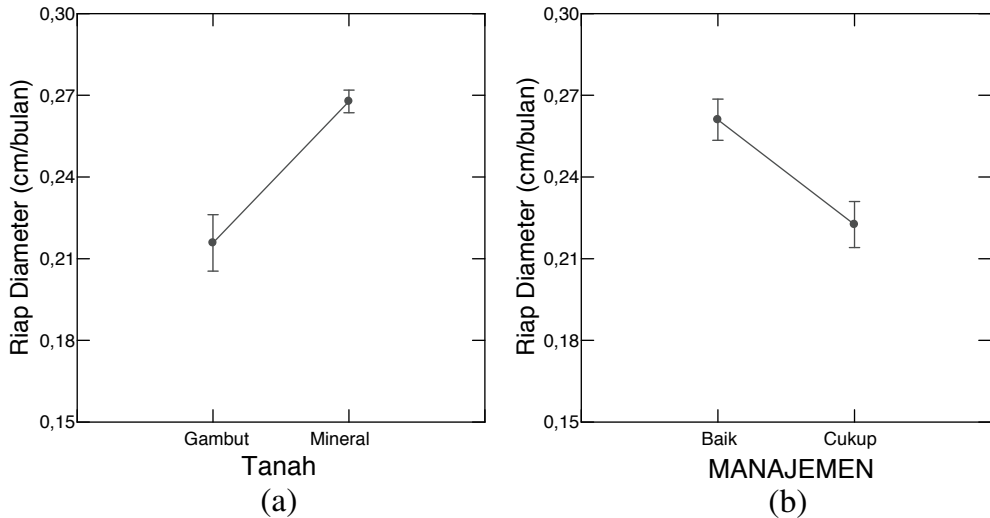
pertumbuhan pada karet dibandingkan dengan faktor Tanah. Faktor Manajemen menjadi berkurang pengaruhnya jika dikombinasikan dengan faktor Tanah, yang menunjukkan bahwa faktor Manajemen dan faktor Tanah kemungkinan tidak saling mendukung.

Tabel 2. Hasil ANCOVA dari pertumbuhan karet terhadap faktor Tanah dan Manajemen

Faktor	Sum of Square	Df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Tanah	0,714	1	0,714	84,026	0,000
Manajemen	0,372	1	0,372	43,795	0,000
Tanah*Manajemen	0,477	1	0,477	56,106	0,000
Diameter	13,369	1	13,369	1.573,715	0,000
Error	19,445	2,289	0,008		

Pengaruh Jenis Tanah dan perbedaan Manajemen ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai *Least Square Means* menunjukkan bahwa pertumbuhan karet pada tanah mineral, yang memang cenderung lebih subur, menghasilkan pertumbuhan rata-rata sekitar

25% lebih tinggi dibanding pada tanah gambut (Gambar 2a). Namun tanpa melihat jenis tanahnya, dengan manajemen yang baik dapat dilihat pula bahwa performa karet sekitar 25% lebih tinggi dibandingkan pengelolaan yang kurang baik (Gambar 2b).

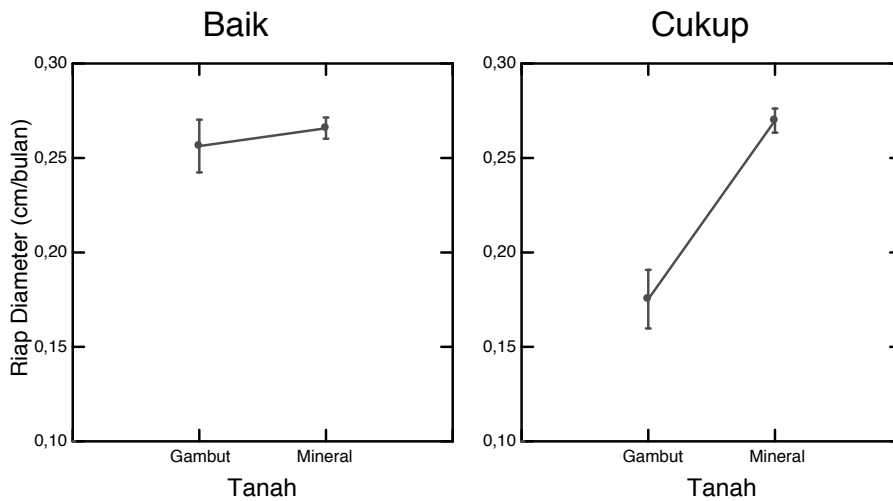


Gambar 2. *Least Squares Means* untuk kategori tanah ‘Gambut’ dan ‘Mineral’ pada riap diameter (a) dan untuk kategori manajemen ‘Baik’ dan ‘Cukup’ (b). Tanah mineral menunjukkan rata-rata riap yang lebih tinggi dibandingkan tanah gambut (a). Dan sesuai dengan yang diharapkan, manajemen yang baik menghasilkan riap diameter yang lebih tinggi (b).

Selanjutnya jika melihat nilai *Least Square Means* pada kombinasi antara Manajemen dan Tanah (Gambar 3), dapat dilihat bahwa diantara keduanya tidak saling mendukung. Dengan manajemen pengelolaan yang baik pertumbuhan karet pada tanah gambut dapat menyamai performa karet pada tanah mineral. Namun pada tanah mineral, walaupun manajemennya kurang begitu baik, pertumbuhan karet masih tetap menunjukkan performa yang lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanah gambut (Gambar 3).

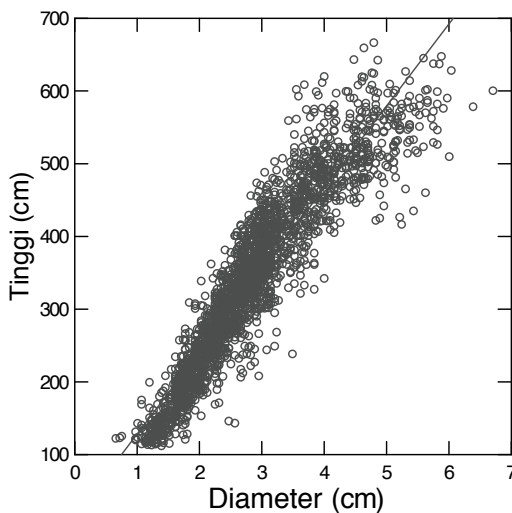
Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan karet pada tanah gambut, yang cenderung kurang subur, memang lebih rendah dibandingkan pada tanah mineral. Namun dengan pengelolaan yang baik maka performanya dapat meningkat menyamai hasil yang didapatkan pada tanah mineral.

Hubungan diameter dan tinggi tidak menunjukkan variasi yang tinggi pada awal-awal pertumbuhan (Gambar 4). Hubungan *allometric* antara diameter tinggi cukup



Gambar 3. *Least Squares Means* untuk kategori tanah ‘Gambut’ dan ‘Mineral’ dikombinasikan dengan tipe manajemen. Tanah mineral menunjukkan rataan riap yang lebih tinggi dibanding tanah gambut pada kondisi manajemen yang cukup dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kondisi manajemen yang baik.

penting untuk melihat potensi kompetisi karet terhadap pohon dan tanaman lain, terutama pada sistem agroforestri. Hubungan ini dapat dipakai sebagai acuan untuk mengetahui berapa lama kebun karet masih dapat disisipi dengan tanaman penyela sebelum karet tersebut terlalu kompetitif karena bertambah tinggi dan menaungi yang lain.



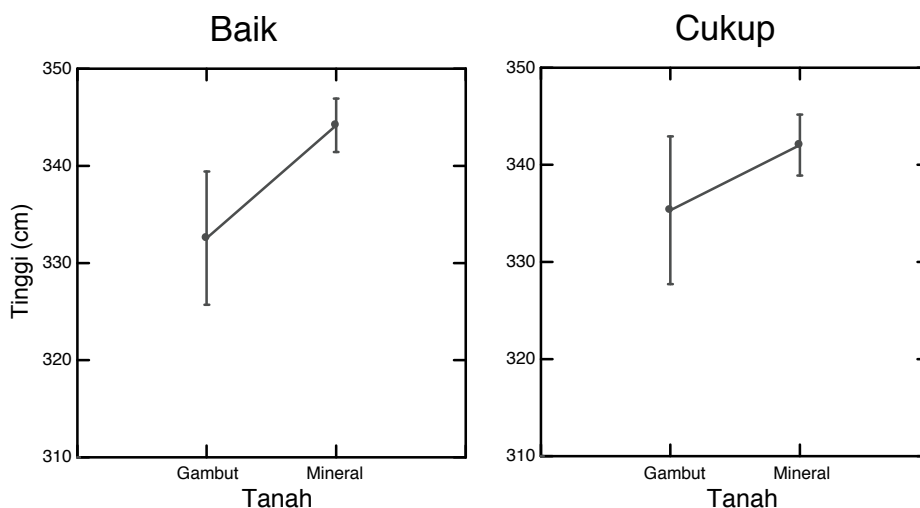
Gambar 4. Diameter tanaman karet berkorelasi positif dengan tingginya, dan menunjukkan tidak terlalu banyak variasi pada perbedaan tanah dan manajemen.

Hasil ANCOVA menunjukkan pengaruh tanah yang cukup signifikan ($P < 0,01$) pada hubungan diameter-tinggi, dan tidak ada pengaruh dari tipe manajemen dalam hal ini (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil ANCOVA dari hubungan diameter-tinggi karet terhadap faktor Tanah dan Manajemen ($R^2=0,862$)

Faktor	Sum of Square	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Tanah	22.603,056	1	22.603,056	10,744	0,001
Manajemen	25,716	1	25,716	0,012	0,912
Tanah*Manajemen	1.626,311	1	1.626,311	0,773	0,379
Diameter	26.363.896,982	1	26.363.896,982	12.531,212	0,000
Error	4.815.731,944	2.289	2.103,858		

Tinggi tanaman karet pada tanah mineral menunjukkan rata-rata rasio lebih tinggi dibandingkan pada tanah gambut (Gambar 5).



Gambar 5. *Least Squares Means* untuk hubungan diameter-tinggi pada kategori tanah 'Gambut' dan 'Mineral' dikombinasikan dengan tipe manajemen. Tinggi tanaman karet pada tanah mineral menunjukkan rata-rata rasio yang lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanah gambut.

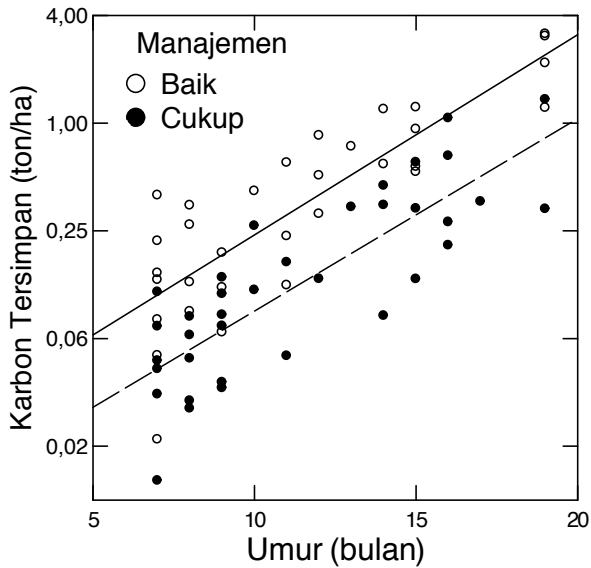
Dengan manajemen pengelolaan kebun yang baik maka dapat dihasilkan performa pertumbuhan karet yang tinggi, baik pada tanah gambut maupun mineral. Namun pada tanah mineral pertumbuhan tinggi karet menunjukkan performa yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa akumulasi biomasa lebih banyak terjadi pada tanah mineral dibandingkan pada tanah gambut, terlepas dari manajemen pengelolaan kebun yang diterapkan. Namun biomasa tersebut lebih banyak dialokasikan untuk pertumbuhan tinggi pohon.

Perubahan dinamika biomasa yang dikonversi menjadi karbon yang tersimpan pada plot karet ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil ANCOVA dari hubungan umur dan stok karbon dapat dilihat pada Tabel 4 ($R^2=0,758$). Analisa karbon yang tersimpan dari 68 data menunjukkan pengaruh yang cukup tinggi dari tipe Manajemen ($P<0,001$). Dan jenis tanah tidak terlalu berpengaruh pada dinamika karbon tersimpan. Hal ini mungkin disebabkan karena data untuk memisahkan kategori ini (gambut 5 plot dan mineral 20 plot) tidak cukup banyak.

Tabel 4. Hasil ANCOVA dari hubungan umur-karbon tersimpan terhadap faktor Tanah dan Manajemen ($R^2=0,758$)

Faktor	Sum of Square	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Tanah	0,002	1	0,002	0,004	0,948
Manajemen	13,720	1	13,720	32,739	0,000
Tanah*Manajemen	1,304	1	1,304	3,112	0,083
Umur	64,982	1	64,982	155,068	0,000
Error	26,401	63	0,419		

Karbon tersimpan menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi pada plot yang dikelola dengan baik (Gambar 6). Hingga umur 1,5 tahun, karbon tersimpan pada plot yang dikelola dengan baik bisa mencapai 3 t/ha, tiga kali lebih banyak dibandingkan jika tidak dikelola dengan baik.



Gambar 6. Hubungan umur dan karbon tersimpan pada plot karet. Untuk diperhatikan, X axis menggunakan skala log. Manajemen yang baik menghasilkan karbon tersimpan yang lebih tinggi

Rata-rata penyerapan karbon per tahun pada agroforestri karet dengan manajemen yang baik berarti sekitar 2 t/ha/tahun atau sekitar 7 t CO₂/ha/tahun penyerapan emisi. Ini masih jauh dibawah laju emisi dari dekomposisi gambut sekitar 18 t CO₂/ha/tahun pada perkebunan karet (Agus dan Subiksa 2008). Atau bahkan hanya sekitar 2,5 t CO₂/ha/tahun jika pengelolaannya kurang baik.

Penutup

Lahan gambut termasuk lahan yang kurang subur (Agus dan Subiksa 2008). Hal ini sejalan dengan hasil yang diperlihatkan disini dimana pada lahan gambut pertumbuhan karet 25% lebih rendah dibandingkan pada lahan mineral. Namun dengan manajemen pengelolaan baik ditunjukan bahwa performa karet pada lahan gambut dapat menyamai performa karet pada lahan mineral. Hal ini menunjukan bahwa lahan gambut dapat digunakan sebagai lahan pertanian dan perkebunan, namun harus dengan perlakuan khusus sehingga dapat menghasilkan performa yang sama pada lahan mineral.

Jika dilihat dari pertumbuhan dan allometrik tinggi individual pohon, maka penyerapan biomasa terjadi lebih banyak pada karet di lahan mineral. Namun

biomasa tersebut lebih banyak dialokasikan pada tinggi pohon. Manajemen yang baik menunjukkan pertumbuhan diameter yang baik pada lahan gambut, namun pohonnya cenderung lebih pendek dibandingkan dengan pada tanah mineral.

Manajemen pengelolaan kebun yang baik terlihat lebih berpengaruh daripada perbedaan jenis tanah pada performa agroforestri karet. Peningkatan performa 25% pada riap pertumbuhan karet menghasilkan karbon tersimpan tiga kali lipat lebih banyak pada plot yang dikelola dengan baik. Namun rata-rata penyerapan karbon sebanyak 2 t/ha/tahun atau sekitar 7 t CO₂/ha/tahun penyerapan emisi, masih dibawah rata-rata emisi karbon dari dekomposisi gambut untuk lahan perkebunan karet (Agus dan Subiksa 2008).

Daftar Pustaka

- Agus F, Hairiah K, Mulyani A. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon Tanah Gambut. Petunjuk Praktis. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), Bogor, Indonesia. 58 p.
- Agus F, Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre, Bogor. 36p.
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Folster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, Ogawa H, Puig H, Riera B, Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87–99.
- Maswar. 2010. Kajian Cadangan Karbon Pada Lahan Gambut Tropika Yang Didrainase Untuk Tanaman Tahunan. Disertasi Doktor, Program Studi Ilmu Tanah, Institut Pertanian Bogor.
- Minkinen K, Laine J. 1998. Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. *Can. J. For. Res* 28: 1267-1275.
- Hargreaves KJ, Milne R, Cannell MGR. 2003. Carbon balance of afforested peatland in Scotland. *Forestry*, Vol. 76, No. 3: 299-317.

Pengelolaan Lahan Gambut

Fahmuddin Agus¹, I. GM. Subiksa¹ dan Wahyunto²

¹Balai Penelitian Tanah, Bogor

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor

Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan akan sumberdaya lahan, sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan produk pertanian, menyebabkan perluasan lahan pertanian terjadi tidak hanya pada lahan yang sesuai, tetapi juga pada lahan yang dulunya dianggap sebagai lahan marjinal ataupun lahan sisa (*wasteland*). Lahan gambut adalah salah satu contoh lahan marjinal yang dewasa ini dijadikan tumpuan perluasan lahan pertanian. Di Provinsi Riau, misalnya, sekitar 57% (1.831.193 ha) hutan gambut sudah hilang dalam 25 tahun terakhir antara tahun 1982 dan 2007 (WWF 2008). Konversi serupa juga bisa terjadi di Provinsi Aceh pada lahan gambutnya seluas 0,27 juta ha karena situasi keamanan dalam beberapa tahun terakhir ini lebih baik sehingga lebih kondusif untuk berbisnis

Tingginya konversi hutan gambut menjadi lahan pertanian menimbulkan kekhawatiran di kalangan aktifis lingkungan. Ini disebabkan karena lahan gambut merupakan penyimpan karbon (C) yang sangat besar. Setiap satu meter ketebalan tanah gambut menyimpan sekitar 300 sampai lebih dari 700 t C/ha (Agus dan Subiksa 2008). Dalam keadaan hutan alami, lahan gambut berfungsi sebagai penambat (*sequester*) karbon sehingga berkontribusi dalam mengurangi gas rumah kaca di atmosfer, walaupun proses penambatan berjalan sangat pelan hanya setinggi 0 – 3 mm gambut per tahun (Parish dkk 2007) atau setara dengan penambatan 0 - 5,4 t CO₂/ha/tahun (Agus 2009). Apabila hutan gambut ditebang dan diberi drainase, maka karbon yang tersimpan dalam gambut mudah teroksidasi menjadi gas CO₂ (salah satu Gas Rumah Kaca atau GRK terpenting). Selain itu apabila hutan gambut dibuka, dengan mudah akan mengalami penurunan permukaan (*subsiden*). Oleh karena itu diperlukan kehati-hatian dan perencanaan yang matang apabila akan mengkonversi hutan gambut.

Selain sebagai penyimpan karbon, ekosistem lahan gambut sangat penting dalam sistem hidrologi kawasan hilir suatu DAS karena gambut mampu menyerap air sampai 13 kali lipat dari bobotnya. Dengan demikian lahan gambut berfungsi sebagai

penyangga (*buffer*) air. Artinya, pada musim hujan lahan gambut menyimpan air dalam jumlah besar dan pada musim kemarau air yang disimpan tersebut dilepas secara perlahan-lahan.

Bab ini menguraikan tentang sifat gambut, penggunaannya untuk pertanian, serta pengelolaannya untuk mengurangi emisi GRK dan mengoptimalkan tingkat manfaatnya. Uraian yang berkenaan dengan pengelolaan lahan gambut, tidak spesifik untuk keadaan Aceh tapi berlaku untuk lahan gambut sejenis, terutama lahan gambut di pantai barat Sumatera.

Definisi, Pembentukan dan Sifat Gambut

Definisi

Lahan gambut adalah lahan yang memiliki lapisan tanah kaya bahan organik (C-organik >18%) (USDA 2010). Secara umum dalam klasifikasi tanah, tanah gambut dikenal sebagai Organosol atau Histosols. Tanah ini memiliki lapisan bahan organik dengan berat jenis (BD) dalam keadaan lembab <0,1 g/cm³ dengan tebal >60 cm atau lapisan organik dengan BD >0,1 g/cm³ dengan tebal >40 cm (Soil Survey Staff 2003).

Bahan organik penyusun tanah gambut terbentuk dari sisa-sisa tanaman yang belum melapuk sempurna karena kondisi jenuh air. Oleh karenanya lahan gambut banyak dijumpai di daerah rawa belakang (*back swamp*) atau daerah cekungan yang drainasenya buruk.

Pembentukan

Pembentukan gambut diduga terjadi antara 10.000-5.000 tahun yang lalu (pada periode Holosin) dan gambut di Indonesia terjadi antara 6.800 - 4.200 tahun yang lalu (Andriess 1994). Proses pembentukan gambut dimulai dari adanya cekungan atau danau dangkal yang secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah dari pinggirnya. Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan yang kemudian menjadi lapisan transisi antara lapisan gambut dengan substratum (lapisan di bawahnya) berupa tanah mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang lebih tengah dari danau dangkal ini dan secara bertahap membentuk lapisan-lapisan gambut sehingga danau tersebut menjadi penuh.

Bagian gambut yang tumbuh mengisi danau dangkal tersebut disebut dengan gambut topogen karena proses pembentukannya ditentukan oleh topografi berupa cekungan yang menciptakan keadaan jenuh air. Gambut topogen biasanya relatif subur karena

adanya pengkayaan tanah mineral, misalnya jika ada banjir besar. Tanaman tertentu tumbuh subur di atas gambut topogen dan pelapukannya menambah tebal gambut tersebut yang lama kelamaan membentuk kubah (*dome*) gambut yang permukaannya cembung. Gambut yang tumbuh di atas gambut topogen dikenal dengan gambut ombrogen, karena pembentukannya ditentukan oleh air hujan. Gambut ombrogen lebih rendah kesuburannya dibandingkan dengan gambut topogen karena hampir tidak ada pengkayaan mineral. Pada umumnya, semakin tipis tanah gambut maka semakin tinggi kesuburannya dan sebaliknya semakin tebal gambut, terutama pada bagian kubah, maka semakin rendah kesuburannya, terutama bila lapisan bawah dari gambut tersebut terdiri dari pasir kwarsa.

Jenis

Gambut dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangan, pembentukan, ketebalan dan kesuburannya. Berdasarkan tingkat kematangannya, gambut dibedakan menjadi:

1. Gambut saprik (matang) adalah gambut yang sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam, dan bila diremas dengan tangan, kandungan seratnya yang tertinggal di telapak tangan <15%.
2. Gambut hemik (setengah matang) adalah gambut setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas bahan seratnya 15 - 75%.
3. Gambut fibrik (mentah) adalah gambut yang belum melapuk, bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas >75% seratnya masih tersisa.

Berdasarkan tingkat kesuburannya, gambut dibedakan menjadi:

1. Gambut eutrofik adalah gambut yang relatif subur yang kaya akan bahan mineral dan basa-basa serta unsur hara lainnya. Gambut yang relatif subur biasanya adalah gambut yang tipis dan dipengaruhi oleh sedimen sungai atau laut.
2. Mesotrofik adalah gambut yang agak subur karena memiliki kandungan mineral dan basa-basa sedang.
3. Gambut oligotrofik adalah gambut yang tidak subur karena miskin mineral dan basa-basa. Bagian kubah gambut dan gambut tebal yang jauh dari pengaruh lumpur sungai biasanya tergolong gambut oligotrofik.
4. Gambut di Indonesia sebagian besar tergolong gambut mesotrofik dan oligotrofik (Radjagukguk 1997). Gambut eutrofik di Indonesia hanya sedikit dan umumnya tersebar di daerah pantai dan di sepanjang jalur aliran sungai. Tingkat kesuburan

gambut ditentukan oleh kandungan bahan mineral dan basa-basa, bahan substratum/dasar gambut dan ketebalan lapisan gambut. Gambut di Sumatera relatif lebih subur dibandingkan dengan gambut di Kalimantan.

Berdasarkan lingkungan pembentukannya, gambut dibedakan atas:

1. Gambut ombrogen yaitu gambut yang terbentuk pada lingkungan yang hanya dipengaruhi oleh air hujan.
2. Gambut topogen yaitu gambut yang terbentuk di lingkungan yang mendapat pengayaan air pasang. Dengan demikian gambut topogen akan lebih kaya mineral dan lebih subur dibandingkan dengan gambut ombrogen.

Berdasarkan kedalamannya gambut dibedakan menjadi:

1. Gambut dangkal (50 – 100 cm).
2. Gambut sedang (100 – 200 cm).
3. Gambut dalam (200 – 300 cm).
4. Gambut sangat dalam (>300 cm).

Berdasarkan proses dan lokasi pembentukannya, gambut dibagi menjadi:

1. Gambut pantai, adalah gambut yang terbentuk dekat pantai laut dan mendapat pengayaan mineral dari air laut.
2. Gambut pedalaman, adalah gambut yang terbentuk di daerah yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut tetapi hanya oleh air hujan.
3. Gambut transisi, adalah gambut yang terbentuk di antara kedua wilayah tersebut, yang secara tidak langsung dipengaruhi oleh air pasang laut.

Sifat Fisik

Sifat fisik gambut yang penting dalam pemanfaatannya untuk pertanian meliputi kadar air, kerapatan lindak tanah (*bulk density*/BD), daya menahan beban (*bearing capacity*), penurunan permukaan (*subsiden*), dan sifat mengering tidak balik (*irreversible drying*).

Kadar air tanah gambut berkisar antara 100 – 1.300% dari berat keringnya (Mutalib dkk 1991). Artinya bahwa gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya. Kadar air yang tinggi menyebabkan BD menjadi rendah, gambut menjadi lembek dan daya menahan bebannya rendah (Nugroho dkk 1997, Widjaja-Adhi 1997). BD



Gambar 1. Akar tanaman yang menggantung di atas permukaan tanah merupakan bukti adanya *subsiden* gambut

tanah gambut lapisan atas bervariasi antara 0,1 sampai 0,2 g cm⁻³ tergantung pada tingkat dekomposisinya. Gambut dengan tingkat kematangan fibrik mempunyai BD lebih rendah dari 0,1 g/cm³, tapi gambut pantai dan gambut di jalur aliran sungai bisa mempunyai BD > 0,2 g/cm³ (Tie dan Lim 1991) karena adanya pengaruh tanah mineral.

Volume gambut akan menyusut bila lahan gambut diberi drainase, sehingga terjadi penurunan permukaan tanah (*subsiden*). Selain karena penyusutan volume, *subsiden* juga terjadi karena adanya proses dekomposisi dan erosi. Dalam 2 tahun pertama setelah lahan gambut diberi drainase, laju *subsiden* bisa mencapai 50 cm. Pada tahun berikutnya laju *subsiden* sekitar 2 – 6 cm/tahun tergantung kematangan gambut dan kedalaman saluran drainase. Adanya *subsiden* bisa dilihat dari akar tanaman yang menggantung (Gambar 1).

Rendahnya BD gambut menyebabkan daya menahan atau menyangga beban (*bearing capacity*) menjadi sangat rendah. Hal ini menyulitkan beroperasinya peralatan mekanis karena tanahnya yang empuk. Gambut juga tidak bisa menahan pokok tanaman tahunan untuk berdiri tegak. Tanaman perkebunan seperti karet, kelapa sawit atau kelapa seringkali doyong atau bahkan roboh.

Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik (*irreversible drying*). Gambut yang telah mengering, dengan kadar air <100% (berdasarkan berat kering), tidak bisa menyerap air kembali kalau dibasahi. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering yang mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam keadaan kering (Widjaja-Adhi 1988). Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu atau arang terbakar. Gambut yang terbakar juga sulit dipadamkan dan apinya bisa merambat di bawah permukaan sehingga kebakaran lahan bisa meluas tidak terkendali.

Sifat Kimia

Karakteristik kimia lahan gambut di Indonesia sangat ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Kandungan mineral gambut di Indonesia umumnya kurang dari 5% dan sisanya adalah bahan organik. Fraksi organik terdiri dari senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20% dan sebagian besar lainnya adalah senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, protein, dan senyawa lainnya.

Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3-5. Gambut oligotropik, seperti banyak ditemukan di Kalimantan, mempunyai kandungan kation basa seperti Ca, Mg, K, dan Na sangat rendah terutama bila gambutnya tebal. Semakin tebal gambut, basa-basa yang dikandungnya semakin rendah dan reaksi tanah menjadi semakin masam (Driessen dan Suhardjo 1976). Kapasitas Tukar Kation (KTK) gambut tergolong tinggi, namun Kejenuhan Basa (KB) sangat rendah (<10%) (Suhardjo dan Widjaja-Adhi 1976).

Muatan negatif (yang menentukan KTK) pada tanah gambut seluruhnya adalah muatan tergantung pH (*pH dependent charge*). KTK akan naik bila pH gambut ditingkatkan dan sebaliknya. Oleh karenanya penetapan KTK menggunakan pengekstrak amonium acetat pH 7 akan menghasilkan nilai KTK yang tinggi, sedangkan penetapan KTK dengan pengekstrak amonium klorida (pada pH aktual) akan menghasilkan nilai yang lebih rendah. KTK tinggi menunjukkan kapasitas jerapan (*sorption capacity*) gambut tinggi, namun kekuatan jerapan (*sorption power*) lemah, sehingga kation-kation K, Ca, Mg dan Na yang tidak membentuk ikatan koordinasi akan mudah tercuci.

Secara alamiah lahan gambut memiliki tingkat kesuburan rendah karena kandungan unsur haranya rendah dan mengandung beragam asam-asam organik yang sebagian bersifat racun bagi tanaman. Namun asam-asam tersebut merupakan bagian aktif dari tanah yang menentukan kemampuan gambut untuk menahan unsur hara. Karakteristik dari asam-asam organik ini akan menentukan sifat kimia gambut. Untuk mengurangi pengaruh buruk asam-asam organik yang beracun dapat dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan yang banyak mengandung kation polivalen seperti Fe, Al, Cu dan Zn. Kation-kation tersebut membentuk ikatan koordinasi dengan ligan organik membentuk senyawa kompleks/khelat (Sabiham dkk 1997, Saragih 1996).

Tanah gambut juga mengandung unsur mikro yang sangat rendah dan diikat cukup kuat (khelat) oleh bahan organik sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Kondisi reduksi yang kuat pada gambut menyebabkan unsur mikro direduksi ke bentuk

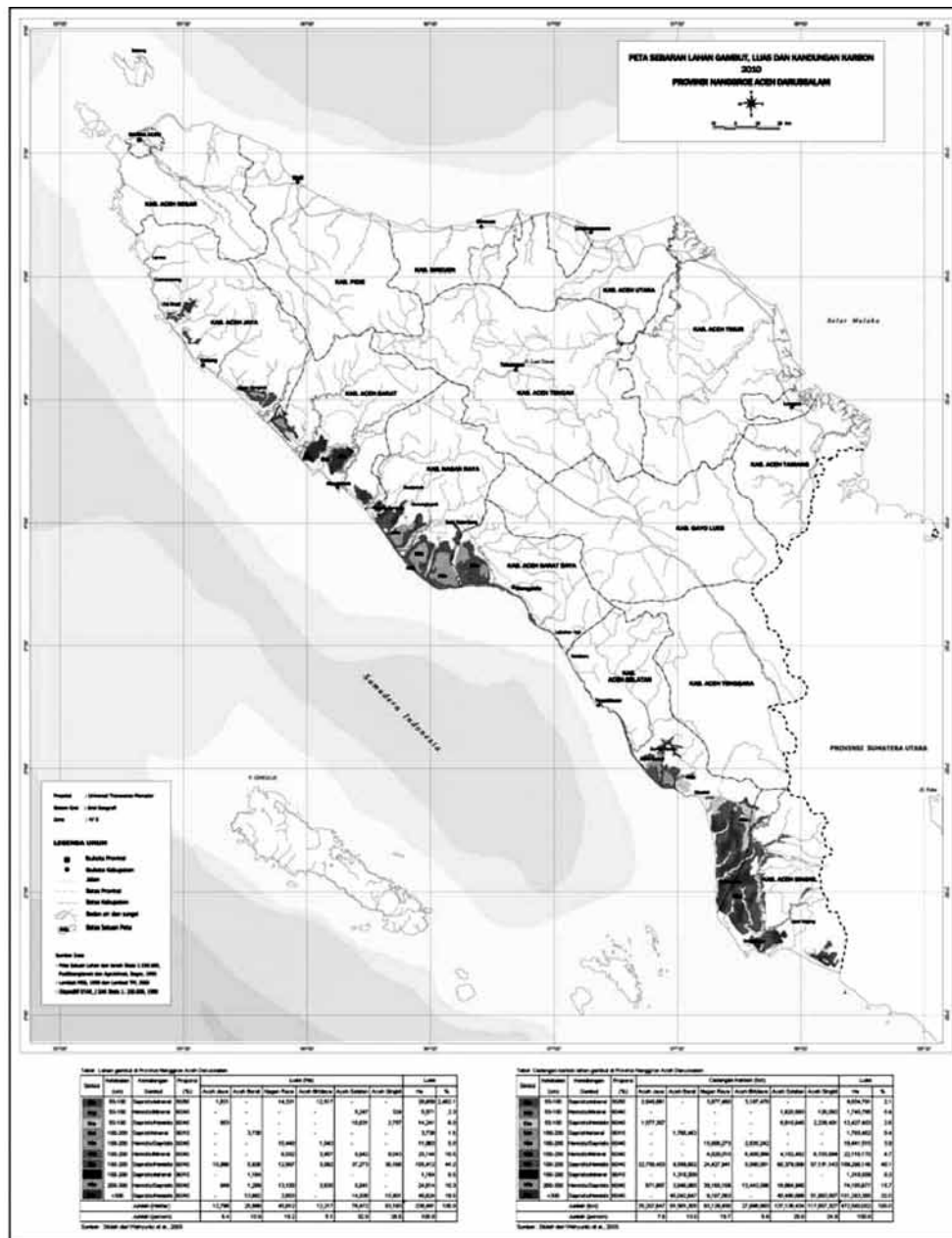
yang tidak dapat diserap tanaman. Kandungan unsur mikro pada tanah gambut dapat ditingkatkan dengan menambahkan tanah mineral atau menambahkan pupuk mikro.

Gambut di Indonesia (dan di daerah tropis lainnya) mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan gambut yang berada di daerah beriklim sedang, karena terbentuk dari pohon-pohonan (Driessen dan Suhardjo 1976). Lignin yang mengalami proses degradasi dalam keadaan anaerob akan terurai menjadi senyawa humat dan asam-asam fenolat (Kononova 1968). Asam-asam fenolat dan derivatnya bersifat fitotoksik (meracuni tanaman) dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Driessen 1978, Stevenson 1994, Rachim 1995). Asam fenolat merusak sel akar tanaman, sehingga asam-asam amino dan bahan lain mengalir keluar dari sel, menghambat pertumbuhan akar dan serapan hara sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, daun mengalami klorosis (menguning) dan pada akhirnya tanaman akan mati. Turunan asam fenolat yang bersifat fitotoksik antara lain adalah asam ferulat, siringat, p-hidroksibenzoat, vanilat, p-kumarat, sinapat, suksinat, propionat, butirat, dan tartrat (Dr. Wiwik Hartatik dan Dr. Diah Setyorini, komunikasi pribadi 2008).

Sebaran Lahan Gambut di Provinsi Aceh

Di Provinsi Aceh, lahan gambut didominasi oleh gambut saprik dan hemik dengan luas total 267.150 ha dan tersebar di 6 kabupaten (Tabel 1). Bila diurutkan dari kabupaten dengan lahan gambut terluas, maka berturut-turut: Aceh Selatan (29,4%), Aceh Singkil (23,7%), Nagan Raya (22,5%), Aceh Barat (9,7%), Aceh Barat Daya (9,3%) dan Aceh Jaya (5,5%).

Berdasarkan ketebalannya, lahan gambut di Provinsi Aceh dapat dikelompokkan menjadi gambut dangkal (tebal <100 cm) sekitar 18,1%, gambut sedang (tebal 100 - <200 cm) sekitar 55,4%, gambut dalam (200-300 cm) sekitar 9,2% dan gambut sangat dalam (>300 cm) sekitar 17,5%. Penyebaran lahan gambut Provinsi Aceh disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Sebaran Gambut di Provinsi Aceh

Tabel 1. Lahan gambut di Provinsi Aceh

No.	Simbol	Ketebalan (cm)	Kematangan Gambut	Proporsi (%)	Luas (ha)				Jumlah (ha)	Jumlah (%)		
					Aceh Jaya	Aceh Barat	Nagan Raya	Aceh Barat Daya			Aceh Selatan	Aceh Singkil
1	H1b	50-100	Hemists/Mineral	60/40	-	-	-	-	5.247	324	5.571	2,1
2	S1a	50-100	Saprists/Hemists	60/40	853	-	-	-	10.631	2.757	14.241	5,3
3	S0a	50-100	Saprists/mineral	50/50	1.821	-	14.321	12.517	-	-	28.659	10,7
4	S1d	100-200	Saprists/Mineral	90/10	-	3.738	-	-	-	-	3.738	1,4
5	H2a	100-200	Hemists/Saprists	60/40	-	-	10.440	1.543	-	-	11.983	4,5
6	H2b	100-200	Hemists/Mineral	60/40	-	-	6.502	3.957	5.642	9.043	25.144	9,4
7	S2a	100-200	Saprists/Hemists	60/40	10.996	5.926	12.967	3.082	37.273	35.168	105.412	39,5
8	S2d	100-200	Saprists/Mineral	90/10	-	1.164	-	-	-	-	1.164	0,4
9	H3a	200-300	Hemists/Saprists	60/40	949	1.289	13.100	3.635	5.641	-	24.614	9,2
10	S3a	>300	Saprists/Hemists	60/40	-	13.882	2.803	-	14.038	15.901	46.624	17,5
			Jumlah (ha)		14.619	25.999	60.133	24.734	78.472	63.193	267.150	100,0
			Jumlah (persen)		5,5	9,7	22,5	9,3	29,4	23,7	100,0	.

Sumber: diolah dari Wahyunto dkk 2005

Simpanan carbon (*carbon stock*) gambut dapat dihitung dengan rumus :

$$SC = BD \times A \times D \times C$$

Dimana: SC = Simpanan karbon (ton), BD = kerapatan lindak tanah dalam $t\ m^{-3}$, A= luas tanah gambut dalam m^2 , D= ketebalan gambut (m) dan C = kadar karbon organik dalam satuan t C per ton gambut kering. Nilai BD dan kandungan C-organik merupakan nilai rata-rata hasil analisis contoh tanah gambut pada setiap jenis/tingkat kematangan tanah gambut. Bulk Density (BD) tanah gambut di Aceh adalah: Fibrik = 0,10 – 0,12 gr/cc; Hemik = 0,12 – 0,22 gr/cc dan Saprik = 0,22-0,27 gr/cc. Kandungan C-organik adalah: Fibrik = 32,5 – 41,3%; Hemik = 40,2-49,6% dan Saprik = 38,9 – 63,8% (Wahyunto dkk 2005).

Cadangan karbon (C) pada lahan gambut seluas 267.150 ha di Aceh terhitung sebesar 482,5 juta ton (Tabel 2). Besarnya cadangan karbon pada lahan gambut tidak hanya ditentukan oleh luas gambut, tetapi juga tergantung tingkat kematangan (*degree of decomposition*) dan ketebalan gambutnya. Umumnya semakin tebal dan matang gambutnya (*high decomposed*) cadangan karbonnya semakin tinggi.

Potensi dan Pengelolaan Lahan Gambut

Potensi dan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Tanaman Semusim

Lahan gambut yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman pangan adalah gambut tipis (<100 cm) karena memiliki tingkat kesuburan relatif lebih tinggi dan memiliki resiko lingkungan lebih rendah dibandingkan gambut dalam. Lahan gambut dengan kedalaman 1,4 - 2 m tergolong sesuai marjinal (kelas kesesuaian S3) untuk berbagai jenis tanaman pangan semusim. Faktor pembatas utama adalah kondisi media perakaran dan unsur hara yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Tanaman pangan yang mampu beradaptasi antara lain padi, jagung, kedelai, ubi kayu, kacang panjang dan berbagai jenis sayuran lainnya (BB Litbang SDLP 2008).

Budi daya tanaman pangan di lahan gambut harus menerapkan teknologi pengelolaan air, yang disesuaikan dengan karakteristik gambut dan jenis tanaman. Pembuatan saluran drainase mikro sedalam 10-50 cm diperlukan untuk pertumbuhan berbagai jenis tanaman pangan pada lahan gambut. Tanaman padi sawah pada lahan gambut hanya memerlukan parit sedalam 10-30 cm. Fungsi drainase adalah untuk membuang kelebihan air, menciptakan keadaan tidak jenuh untuk pernapasan akar tanaman, dan untuk mencuci sebagian asam-asam organik. Semakin pendek interval/jarak antar parit drainase maka hasil tanaman semakin tinggi. Namun perlu diingat bahwa walaupun drainase penting untuk pertumbuhan tanaman, semakin dalam saluran drainase dibuat akan semakin cepat laju *subsiden* dan dekomposisi gambut.

Tabel 2. Cadangan karbon pada lahan gambut di Provinsi Aceh

No.	Sim-bol	Ketebalan (cm)	Kematan-gambut	Pro porsi (%)	Aceh Jaya	Aceh Barat	Nagan Raya	Aceh Baratdaya	Aceh Selatan	Aceh Singkil	Jumlah (ton)	Juml (%)
1	H1b	50-100	Hemists/Mineral	60/40	-	-	-	-	1.620.693	120.092	1.740.785	0,4
2	S1a	50-100	Saprists/Hemists	60/40	1.577.357	-	-	-	8.610.645	2.239.401	12.427.403	2,6
3	S0a	50-100	Saprists/mineral	50/50	2.949.861	-	3.877.460	3.107.470	-	-	9.934.791	2,1
4	S1d	100-200	Hemists/Saprists	90/10	-	1.760.462	-	-	-	-	1.760.462	0,4
5	H2a	100-200	Hemists/Saprists	60/40	-	-	15.606.273	2.835.242	-	-	18.441.515	3,8
6	H2b	100-200	Hemists/Mineral	60/40	-	-	4.820.010	6.409.994	4.182.482	6.703.684	22.116.170	4,6
7	S2a	100-200	Saprists/Hemists	60/40	32.758.403	9.599.602	24.427.941	5.000.051	60.379.006	57.131.143	189.296.146	39,2
8	S2d	100-200	Saprists/Mineral	90/10	-	1.318.509	-	-	-	-	1.318.509	0,3
9	H3a	200-300	Hemists/Saprists	60/40	871.887	3.840.085	39.165.169	13.443.596	16.864.940	-	74.185.677	15,4
10	S3a	>300	Saprists/Hemists	60/40	-	45.042.647	9.107.063	-	45.480.668	51.663.007	151.293.385	31,4
		Jumlah (ton)			38.157.508	61.561.305	97.003.916	30.796.353	137.138.434	117.857.327	482.514.843	100,0
		Jumlah (persen)			7,9	12,8	20,1	6,4	28,4	24,4	100,0	.

Sumber: diolah dari Wahyunto dkk 2005

Untuk meningkatkan kesuburan gambut diperlukan upaya ameliorasi. Kapur, tanah mineral, pupuk kandang dan abu sisa pembakaran dapat diberikan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan pH dan basa-basa tanah (Subiksa dkk 1997, Mario 2002, Salampak 1999, Tabel 3). Tidak seperti tanah mineral, pH tanah gambut cukup ditingkatkan sampai 5 karena gambut tidak memiliki potensi Al yang beracun. Peningkatan pH sampai tidak lebih dari 5 dapat memperlambat laju dekomposisi gambut. Pengaruh buruk asam-asam organik beracun juga dapat dikurangi dengan menambahkan bahan-bahan amelioran yang banyak mengandung kation polivalen seperti terak baja, tanah mineral laterit atau lumpur sungai (Salampak 1999, Sabiham dkk 1997). Pemberian tanah mineral berkadar besi tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Mario 2002, Salampak 1999, Suastika 2004, Subiksa dkk 1997).

Tabel 3. Dosis anjuran dan manfaat pemberian amelioran pada tanah gambut

Jenis amelioran	Dosis (t/ha/tahun)	Manfaat
Kapur	1 – 2	Meningkatkan basa-basa dan pH tanah
Pupuk kandang	5 – 10	Memperkaya unsur hara makro/mikro
Terak baja	2 – 5	Mengurangi fitotoksik asam organik, meningkatkan efisiensi pupuk P
Tanah mineral	10 – 20	Mengurangi fitotoksik asam organik, meningkatkan kadar hara makro dan mikro, besi dan Al yang dikandungnya membentuk kelat dengan asam organik sederhana sehingga dekomposisi gambut diperlambat.
Abu	10 – 20	Meningkatkan basa-basa, dan pH tanah
Lumpur sungai	10 – 20	Mengurangi fitotoksik asam organik, meningkatkan basa-basa, unsur hara

Keterangan: Beberapa amelioran dapat menggantikan fungsi amelioran lainnya. Misalnya, dengan pemberian kapur, pemberian abu dapat dikurangi dan sebaliknya.

Jenis pupuk yang diperlukan adalah yang mengandung N, P, K, Ca dan Mg. Walaupun KTK gambut tinggi, daya pegangnya rendah terhadap kation yang dapat dipertukarkan sehingga pemupukan harus dilakukan beberapa kali (*split application*) dengan dosis rendah agar hara tidak banyak tercuci. Penggunaan pupuk yang tersedianya lambat seperti fosfat alam akan lebih baik dibandingkan dengan SP36, karena akan lebih efisien, harganya murah dan dapat meningkatkan pH tanah (Subiksa dkk 1991). Penambahan kation polivalen seperti Fe dan Al akan menciptakan tapak jerapan bagi ion fosfat sehingga bisa mengurangi kehilangan hara P melalui pencucian (Rachim 1995).

Tanah gambut juga kahat (kekurangan) unsur mikro karena dikhelat (diikat) oleh bahan organik (Rachim 1995). Oleh karenanya diperlukan pemupukan unsur mikro seperti terusi (sumber Cu), magnesium sulfat dan seng sulfat masing-masing 15 kg/

ha/tahun, mangan sulfat 7 kg/ha/tahun, sodium molibdat dan borax masing-masing 0,5 kg/ha/tahun. Kekurangan unsur mikro dapat menyebabkan kehampaan pada tanaman padi, tongkol kosong pada jagung atau polong hampa pada kacang tanah.

Karena keterbatasan akses dan kemampuan untuk mendapatkan pupuk dan bahan amelioran, maka petani biasanya membakar serasah tanaman dan sebagian lapisan gambut kering sebelum bertanam. Praktek ini dapat ditemukan di kalangan petani yang menanam sayuran dan tanaman pangan secara tradisional. Dengan cara ini petani mendapatkan amelioran berupa abu yang dapat memperbaiki produktivitas gambut. Namun abu hasil pembakaran mudah hanyut dan efektivitasnya terhadap peningkatan kesuburan tanah tidak berlangsung lama. Lagi pula cara ini bisa memicu kebakaran hutan dan lahan secara lebih luas, mempercepat *subsiden*, meningkatkan emisi CO₂ dan mendatangkan asap yang mengganggu kesehatan serta mempengaruhi lalu lintas.

Untuk menghindari kebakaran, maka pembakaran serasah harus dilakukan secara terkendali di satu tempat khusus berupa lubang yang dilapisi dengan tanah mineral sehingga api tidak sampai membakar gambut. Cara ini diterapkan dengan baik di lahan gambut di Pontianak, Kalimantan Barat. Bila pembakaran serasah harus dilakukan langsung di lapangan, maka harus dipastikan bahwa gambut di bawahnya jenuh air supaya gambutnya tidak ikut terbakar.

Dalam jangka panjang pembakaran serasah dan gambut perlu dicegah untuk menjaga keberlangsungan pertanian di lahan gambut. Untuk itu diperlukan bimbingan cara bertani tanpa bakar dan pemberian bantuan amelioran serta pupuk bagi petani.

Potensi dan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Tanaman Tahunan

Lahan gambut dengan ketebalan antara 1,4-2,0 m tergolong sesuai marjinal (kelas kesesuaian S3) untuk beberapa tanaman tahunan seperti karet dan kelapa sawit, sedangkan gambut yang tipis termasuk agak sesuai (kelas kesesuaian S2). Gambut dengan ketebalan 2-3 m tidak sesuai untuk tanaman tahunan kecuali jika ada sisipan/pengkayaan lapisan tanah atau lumpur mineral (Djainudin dkk 2003). Gambut yang relatif tipis (<100 cm) dan subur juga dapat ditanami dengan tanaman kopi dan kakao dengan saluran drainase sedalam 30-50 cm. Gambut dengan ketebalan >3m diperuntukkan sebagai kawasan konservasi sesuai dengan Keputusan Presiden No. 32/1990 dan Permentan 14/2009. Hal ini disebabkan kondisi lingkungan lahan gambut dalam yang rapuh (*fragile*) apabila dikonversi menjadi lahan pertanian.

Reklamasi gambut untuk pertanian tanaman tahunan memerlukan jaringan drainase makro yang dapat mengendalikan tata air dalam satu wilayah dan drainase mikro untuk mengendalikan tata air di tingkat lahan. Sistem drainase yang tepat dan

benar sangat diperlukan pada lahan gambut, baik untuk tanaman pangan maupun perkebunan. Sistem drainase yang tidak tepat akan mempercepat kerusakan lahan gambut. Salah satu komponen penting dalam pengaturan tata air lahan gambut adalah bangunan pengendali berupa pintu air di setiap saluran. Pintu air berfungsi untuk mengatur muka air tanah supaya tidak terlalu dangkal dan tidak terlalu dalam.

Tanaman tahunan memerlukan saluran drainase dengan kedalaman berbeda-beda. Tanaman karet memerlukan saluran drainase mikro sekitar 20 cm, tanaman kelapa sedalam 30-50 cm, sedangkan tanaman kelapa sawit memerlukan saluran drainase sedalam 50-80 cm. Semakin dalam saluran drainase semakin cepat terjadi penurunan permukaan (*subsiden*) dan dekomposisi gambut sehingga ketebalan gambut akan cepat berkurang dan daya saingnya terhadap air menjadi menurun.

Jika lahan gambut digunakan untuk perkebunan sagu atau nipah, pembuatan saluran drainase tidak diperlukan karena kedua jenis tanaman ini merupakan tanaman rawa yang toleran terhadap genangan. Sagu dapat menjadi alternatif sumber karbohidrat selain beras. Tanaman nipah menghasilkan nira, bahan baku gula dengan rendemen tinggi dan kualitas yang tidak kalah dibandingkan gula aren.

Unsur hara utama yang perlu ditambahkan untuk berbagai tanaman tahunan di lahan gambut terutama adalah unsur P dan K. Tanpa unsur tersebut pertumbuhan tanaman sangat merana dan hasil tanaman yang diperoleh sangat rendah. Sedangkan unsur hara lainnya seperti N dibutuhkan dalam jumlah yang relatif rendah karena bisa tersedia dari proses dekomposisi gambut.

Aspek Lingkungan Lahan Gambut

Lahan gambut hanya meliputi 3% dari luas daratan di seluruh dunia, namun menyimpan 550 Gigaton C atau setara dengan 30% karbon tanah, 75% dari seluruh karbon atmosfer, setara dengan seluruh karbon yang dikandung biomassa (massa total makhluk hidup) daratan dan setara dengan dua kali simpanan karbon hutan di seluruh dunia (Joosten 2007). Lahan gambut menyimpan karbon pada biomassa tanaman, serasah di bawah hutan gambut, lapisan gambut dan lapisan tanah mineral di bawah gambut (*substratum*). Dari berbagai simpanan tersebut, lapisan gambut dan biomassa tanaman menyimpan karbon dalam jumlah tertinggi.

Lahan gambut menyimpan karbon yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral. Di daerah tropis karbon yang disimpan tanah dan tanaman pada lahan gambut bisa lebih dari 10 kali karbon yang disimpan oleh tanah dan tanaman pada tanah mineral (Tabel 4). Karbon yang tersimpan pada lahan gambut relatif stabil (bertahan sebagai karbon bahan organik tanah dan jaringan tanaman) bila lahan gambut berada dalam keadaan hutan alam. Kehilangan karbon dalam jumlah

relatif kecil terjadi dalam bentuk CH₄. Apabila hutan gambut dibuka dan diberi drainase untuk berbagai keperluan, maka karbon yang disimpannya akan mudah teremisikan dalam bentuk CO₂; gas rumah kaca utama. Besar kecilnya emisi ditentukan oleh kedalaman drainase, pemupukan dan suhu lingkungan.

Tabel 4. Kandungan karbon di atas permukaan tanah (dalam biomassa tanaman) dan di bawah permukaan tanah pada hutan gambut dan hutan tanah mineral (t/ha).

Komponen	Hutan gambut (tC/ha)	Hutan primer tanah mineral (tC/ha)
Atas permukaan tanah	150-200	200-350
Bawah permukaan tanah	300-7.000	30-300

Konversi hutan dan pengelolaan lahan gambut, terutama yang berhubungan dengan drainase dan pembakaran, merubah fungsi lahan gambut dari penambat karbon menjadi sumber emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Lahan hutan yang terganggu (yang kayunya baru ditebang secara selektif) dan terpengaruh drainase, emisinya meningkat tajam, bahkan bisa lebih tinggi dibandingkan emisi dari lahan pertanian yang juga diberi drainase. Hal ini disebabkan oleh banyaknya bahan organik segar yang mudah terdekomposisi pada hutan terganggu.

Bentuk intervensi manusia yang sangat mempengaruhi fungsi lingkungan lahan gambut adalah penebangan hutan gambut, pembakaran hutan gambut dan drainase untuk berbagai tujuan; baik untuk pertanian, kehutanan (hutan tanaman industri), maupun untuk pemukiman. Pembakaran atau kebakaran gambut tidak saja mempercepat emisi dari jaringan tanaman, tapi juga bisa mengakibatkan terbakarnya lapisan tanah gambut. Agus dkk (2009) menguraikan proses emisi dan metode penghitungan emisi dari lahan gambut dan lahan mineral.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi penyusutan luasan gambut di beberapa tempat di Indonesia. Di kawasan Delta Pulau Petak pada tahun 1952 masih tercatat sekitar 51.360 ha lahan gambut. Pada tahun 1972 kawasan gambut di daerah tersebut menyusut menjadi 26.400 ha dan selanjutnya pada tahun 1992 menyusut lagi menjadi 9.600 ha (Sarwani dan Widjaja-Adhi 1994). Hal ini menunjukkan bahwa laju kerusakan gambut berjalan sangat cepat. Selain hilangnya fungsi hidrologis lahan gambut, bila tanah mineral di bawah lapisan gambut mengandung pirit, ada bahaya sulfat masam yang disebabkan teroksidasinya pirit. Lahan sulfat masam mempunyai pH sangat rendah (<3) merupakan lahan yang tidak bisa ditanami dan menjadi sumber pencemaran lingkungan perairan di daerah sekitarnya.

Untuk mengendalikan kerusakan lingkungan, diperlukan konservasi kawasan gambut. Widjaja-Adhi (1997) menyarankan agar wilayah ekosistem lahan gambut dibagi menjadi 2 kawasan yaitu: kawasan non-budi daya dan kawasan budi daya. Kawasan non-budi daya terdiri dari (a) jalur hijau sepanjang pantai dan tanggul sungai dan (b) areal tampung hujan yang luasnya minimal 1/3 dari seluruh kawasan.

Kawasan yang dijadikan sebagai areal tampung hujan adalah bagian kubah gambut (*peat dome*) sehingga harus menjadi kawasan konservasi. Kubah gambut berfungsi sebagai penyimpan air (*resevoir*) yang bisa mensuplai air bagi wilayah di sekitarnya, terutama pada musim kemarau, baik untuk air minum maupun usaha tani. Pada musim hujan kawasan ini berfungsi sebagai penampung air sehingga mengurangi risiko banjir bagi wilayah di sekitarnya. Hal ini dimungkinkan karena gambut memiliki daya memegang air sangat besar yaitu sampai 13 kali bobot keringnya.

Apabila dikelola dengan baik dan benar lahan gambut bisa mendatangkan keuntungan ekonomi dan sekaligus mempertahankan karbon yang tersimpan serta memelihara keanekaragaman hayati. Pemanfaatan lahan gambut dengan merubah ekosistemnya tidak menjamin keuntungan ekonomi, bahkan seringkali mendatangkan kerugian bagi masyarakat, seperti yang terjadi pada lahan bekas Pembukaan Lahan Gambut (PLG) di Kalimantan Selatan.

Untuk konservasi lahan gambut diperlukan keseimbangan antara pemanfaatan dan perlindungan dengan menempuh langkah berikut:

Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut

Hutan dan lahan gambut dapat terbakar karena kesengajaan atau ketidaksengajaan. Faktor pemicu parahnya kebakaran hutan dan lahan gambut adalah musim kemarau yang ekstrim (misalnya pada tahun-tahun El-Nino) dan/atau penggalian drainase lahan gambut secara berlebihan. Api dapat dicegah melalui perbaikan sistem pengelolaan air (meninggikan muka air tanah), peningkatan kewaspadaan terhadap api serta pengendalian api apabila terjadi kebakaran.

Sistem pertanian tradisional di beberapa lahan gambut, memakai praktek pembakaran sebagai salah satu cara untuk menyuburkan tanah. Praktek tersebut dilakukan karena petani tidak mempunyai sarana untuk mendapatkan pupuk dan/atau amelioran untuk meningkatkan kesuburan tanah. Dengan adanya kendala tersebut, petani perlu dibantu untuk menerapkan sistem alternatif yang tidak melibatkan pembakaran gambut.

Penanaman Kembali dengan Tanaman Penambat Karbon Tinggi (Tanaman Pohon-Pohonan) di Lahan Gambut

Tanaman pohon-pohonan menyumbangkan karbon lebih tinggi dibandingkan tanaman semusim. Penambatan karbon mendekati nol pada sistem padi dan sekitar 9 t CO₂/ha/tahun untuk tanaman sagu, karet atau kelapa sawit. Kelapa sawit memerlukan drainase yang relatif dalam sehingga netto (*net*) penambatan karbon oleh tanaman ini untuk di lahan gambut biasanya negatif. Penambatan oleh tanaman jauh lebih rendah dibandingkan dengan emisi yang dikarenakan terdekomposisinya gambut. Dengan demikian, gabungan dari tanaman yang menambat CO₂ dalam jumlah banyak serta yang toleran dengan drainase dangkal atau tanpa drainase, seperti sagu dan karet, merupakan pilihan utama dalam konservasi lahan gambut (terutama kubah gambut yang produktivitasnya rendah).

Pengaturan Tinggi Muka Air Tanah di Lahan Gambut

Penggunaan lahan yang memerlukan drainase dangkal seperti perkebunan karet, sagu, atau sawah dapat mengurangi jumlah emisi dibandingkan dengan sistem yang memerlukan drainase dalam. Selain itu lahan yang sudah terlanjur diberi drainase, apalagi belukar atau padang rumput yang terlantar, perlu dinaikkan kembali muka air tanahnya, misalnya dengan membuat pintu air sehingga proses dekomposisi aerob dapat dikurangi.

Memanfaatkan Lahan Gambut Berupa Semak Belukar yang Terlantar

Sebagian lahan gambut yang sudah diambil hasil kayunya ditinggal sebagai lahan yang terlantar yang ditutupi paku resam atau semak belukar. Lahan terlantar ini perlu diprioritaskan untuk perluasan areal pertanian.

Pemberian Insentif pada Konservasi Gambut

Lahan gambut dulunya dianggap sebagai lahan sisa (*wasteland*). Dengan perbaikan pengelolaan lahan, lahan gambut bisa menjadi lahan yang sangat produktif. Tanaman yang umum ditanami pada lahan gambut adalah kelapa sawit, karet sayur-sayuran dan buah-buahan. Ini berarti bila lahan gambut dikonservasi ada biaya yang disebut *opportunity cost* (hilangnya kesempatan untuk mendapatkan keuntungan) yang ditanggung oleh pemilik lahan. Mengkonservasi gambut merupakan pemberian jasa publik (berupa pengurangan emisi, pemeliharaan fungsi hidrologi dan keanekaragaman hayati), namun saat ini *opportunity cost* ditanggung secara pribadi oleh pemilik lahan.

Pada lahan gambut yang sesuai untuk perkebunan kelapa sawit, petani berpeluang untuk mendapatkan keuntungan bersih (*net present value/ NPV*) antara Rp. 216.000,- hingga Rp. 2.076.000,-/ha/tahun pada tingkat suku bunga 15% dengan kisaran harga minyak sawit mentah (*crude palm oil/CPO*) antara Rp. 6.000,- hingga Rp. 10.000,-/kg. Bila lahan dipertahankan sebagai hutan gambut sehingga karbon yang disimpannya dapat dipertahankan, pemilik lahan kehilangan peluang untuk mendapatkan keuntungan (*opportunity cost*) senilai Rp. 216.000,- hingga Rp. 2.076.000,-/ha/tahun (Herman dkk 2009). Dengan demikian tidak adil apabila pemilik lahan yang mengkonservasi gambut tidak mendapatkan kompensasi untuk mengganti kerugiannya.

Kompensasi tersebut dapat diberikan melalui mekanisme perdagangan karbon atau melalui mekanisme insentif lokal dan nasional.

Mekanisme Perdagangan Karbon di bawah PBB

Forum Perserikatan Bangsa-bangsa untuk Penanggulangan Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change/UNFCCC*) tengah merumuskan mekanisme imbalan untuk jasa konservasi karbon melalui mekanisme yang disebut dengan REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation and Degradation*) atau pengurangan emisi dari konversi hutan (deforestasi) dan degradasi hutan. Apabila tercapai kesempatan di kalangan negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) maka REDD+ diharapkan akan menjadi kelanjutan dari Kyoto Protocol yang masa berlakunya akan berakhir pada tahun 2012. Selain REDD+, kelihatannya mekanisme seperti AR-CDM (Penghijauan dan penghutanan kembali sebagai Mekanisme Pembangunan Bersih/*Aforestation Reforestation – Clean Development Mechanism*) akan tetap penting sehingga mekanisme pembayaran jasa karbon akan merupakan gabungan dari mekanisme REDD+ dan AR-CDM.

Mekanisme REDD+ ataupun AR-CDM merupakan perjanjian jangka panjang dengan banyak persyaratan. Perjanjian yang dibuat oleh pemerintah dan masyarakat dalam skim REDD+ pada saat ini harus dipatuhi oleh pemerintah dan masyarakat yang akan datang selama masa berlakunya perjanjian tersebut. REDD+ juga mensyaratkan tidak terjadinya kebocoran (*leakage*) yaitu meningkatnya konversi lahan pada tempat lain akibat pembatasan pembukaan lahan pada suatu tempat. Jika perjanjian dilakukan pada suatu kabupaten, harus ada jaminan bahwa di kabupaten lain tidak terjadi peningkatan konversi lahan di atas tingkat referensi (*Reference Emission Level/REL*). Apabila ada pelanggaran terhadap isi perjanjian, maka pelanggar dikenakan sanksi sesuai dengan yang ditetapkan dalam perjanjian. Dengan demikian diperlukan kehati-hatian sebelum pemerintah dan masyarakat mengikat diri dalam perjanjian karbon. Jika pemerintah dan masyarakat yang ada sekarang tidak yakin bahwa

pemerintah dan masyarakat yang akan datang bisa mentaati perjanjian, sebaiknya tidak terburu-buru mengikat diri dalam perjanjian ini.

Mekanisme Insentif Bilateral dan Unilateral

Kerusakan hutan dan lahan gambut sebenarnya bukan semata-mata masalah internasional, tetapi juga merupakan masalah yang sangat berpengaruh di tingkat nasional, regional dan lokal. Pada keadaan tertentu dua negara bisa membuat perjanjian untuk mencapai suatu tujuan penurunan emisi.

Pemerintah Indonesia mencanangkan untuk mengurangi emisi secara unilateral sampai 26% dari tingkat *business as usual* (BAU) pada tahun 2020 (dalam hal ini BAU dijadikan sebagai REL). Bahkan apabila didukung pendanaan yang cukup dari luar negeri, target penurunan emisi Indonesia meningkat menjadi 41% dari tingkat BAU pada tahun 2020. *Letter of Intent* (LOI) antara Indonesia dengan Norwegia merupakan contoh mekanisme bilateral untuk mengurangi emisi.

Daftar Pustaka

- Agus F, Runtunuwu E, June T, Susanti E, Komara H, Syahbuddin H, Las I dan van Noordwijk M. 2009. Carbon budget in land use transitions to plantation. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 29(4): 119–126.
- Agus F dan Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan (Peatland: Potential for Agriculture and the Environmental Aspects). Booklet. Balai Penelitian Tanah (Indonesian Soil Research Institute) dan World Agroforestry Centre (ICRAF) SE Asia, Bogor, Indonesia.
- Agus F. 2009. Cadangan karbon, emisi gas rumah kaca dan konservasi lahan gambut. *Prosiding Seminar Dies Natalis Universitas Brawidjaya ke 46, 31 Januari 2009, Malang.*
- Andriess JP. 1994. Constraints and opportunities for alternative use options of tropical peat land. In Aminuddin BY (Ed.). *Tropical Peat; Proceedings of International Symposium on Tropical Peatland, 6-10 May 1991, Kuching, Sarawak, Malaysia.*
- BB Litbang SDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2008. Laporan Tahunan 2008, Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

- Djaenudin D, Marwan H, Subagio H dan Hidayat A. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Driessen PM. 1978. Peat soils. pp: 763-779. In: IRRI. Soil and Rice. IRRI. Los Banos. Philippines.
- Driessen PM, dan Suhardjo H. 1976. On the defective grain formation of sawah rice on peat. Soil Res. Inst. Bull. 3: 20 – 44.
- Herman et al dan Agus F. 2009. Analisis finansial dan opportunity cost emisi CO₂ dari perkebunan kelapa sawit. Laporan Tahunan 2008, Konsorsium Litbang Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Joosten H. 2007. Peatland and carbon. pp. 99-117 In. Parish, F., Siri, A., Chapman, D., Joosten H., Minayeva, T., dan Silvius M (eds.) Assessment on Peatland, Biodiversity and Climate Change. Global Environmental Centre, Kuala Lumpur dan Wetland International, Wageningen.
- Kononova MM. 1968. Transformation of organic matter and their relation to soil fertility. Sov. Soil. Sci. 8:1047-1056.
- Mario MD. 2002. Peningkatan Produktivitas dan Stabilitas Tanah Gambut dengan Pemberian Tanah Mineral yang Diperkaya oleh Bahan Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Mutalib AAa, Lim JS, Wong MH dan Koonvai L. 1991. Characterization, distribution and utilization of peat in Malaysia. Proc. International Symposium on Tropical Peatland. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- Nugroho K, Gianinazzi G dan Widjaja-Adhi IPG. 1997. Soil hydraulic properties of Indonesian peat. In: Rieley dan Page (Eds.). pp. 147-156 In Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Parish F, Sirin A, Charman D, Joosten H, Minayeva T, Silvius M, dan Stringer L (Eds.). 2007. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur dan Wetlands International, Wageningen.
- Rachim A. 1995. Penggunaan Kation-kation Polivalen dalam Kaitannya dengan Ketersediaan Fosfat untuk Meningkatkan Produksi Jagung pada Tanah Gambut. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Radjagukguk B. 1997. Peat soil of Indonesia: Location, classification, and problems for sustainability. In: Rieley dan Page (Eds.). pp. 45-54. Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Sabiham S, Prasetyo TB dan Dohong S. 1997. Phenolic acid in Indonesian peat. In: Rieley dan Page (Eds.). pp. 289-292. Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saragih ES. 1996. Pengendalian Asam-Asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada Tanah Gambut Jambi, Sumatera. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sarwani M dan Widjaja Adhi IPG. 1994. Penyusutan lahan gambut dan dampaknya terhadap produktivitas lahan pertanian di sekitarnya. Kasus Delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional 25 Tahun Pemanfaatan Lahan Gambut dan Pengembangan Kawasan Pasang Surut. Jakarta, 14-15 Desember 1994.
- Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy. 9th Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.
- Stevenson FJ. 1994. Humus Chemistry. Genesis, Composition, and Reactions. John Wiley and Sons. Inc. New York. 443 p.
- Suastika IW. 2004. Efektivitas Amelioran Tanah Mineral Berpirit yang Telah Diturunkan Kadar Sulfatnya pada Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Subiksa IGM, Nugroho K, Sholeh dan Widjaja Adhi IPG. 1997. The effect of ameliorants on the chemical properties and productivity of peat soil. In: Rieley dan Page (Eds). Pp:321-326. Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands. Samara Publishing Limited, UK.
- Suhardjo H dan Widjaja-Adhi IPG. 1976. Chemical characteristics of the upper 30 cm of peat soils from Riau. ATA 106. Bull. 3: 74-92. Soil Res. Inst. Bogor.
- Tie YL dan Lim JS. 1991. Characteristics and classification of organic soils in Malaysia. Proc. International Symposium on Tropical Peatland. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.

- Wahyunto, Ritung S, Suparto dan Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Wetland International Indonesian Programme. Jalan Ahmad Yani 53 Bogor. Indonesia.
- Widjaja-Adhi IPG. 1988. Physical and chemical characteristic of peat soil of Indonesia. *Ind. Agric. Res. Dev. J.* 10:59-64.
- Widjaja-Adhi IPG. 1997. Developing tropical peatlands for agriculture. In: Rieley JO dan Page SE (Eds.). pp. 45-54. Biodiversity and sustainability of tropical peat and peatland. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance and Sustainability of Tropical Peat and Peatlands, Palangka Raya, Central Kalimantan 4-8 September 1999. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- WWF. 2008. Deforestation, forest degradation, biodiversity loss and CO2 emission in Riau, Sumatera, Indonesia: one Indonesian province's forest and peat soil carbon loss, over a quarter century and it's plans for the future. WWF Indonesia Technical Rep.

Evaluasi Kesesuaian dan Rekomendasi Penggunaan Lahan untuk Pertanian Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh

Wahyunto dan Fahmuddin Agus

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor

Pendahuluan

Dalam sistem pertanian tradisional, petani cenderung memilih jenis tanaman yang cocok, dan pada tahap selanjutnya memutuskan apakah akan tetap memelihara tanaman tersebut atau menggantinya dengan tanaman yang lebih sesuai dan lebih menguntungkan. Tenaga ahli di bidang evaluasi lahan, berdasarkan penelitian bertahun-tahun mengkorelasikan pertumbuhan tanaman dengan faktor iklim dan sifat-sifat tanah untuk pewilayahan kesesuaian tanaman berdasarkan basis data tanah dan iklim. Berdasarkan basis data yang terpercaya dan pengetahuan tentang kesesuaian lahan seseorang dapat memilah lahan berdasarkan tanaman yang sesuai atau memilih daerah di mana tanaman tertentu sesuai untuk dikembangkan (Wahyunto dkk 2008).

Informasi kesesuaian lahan untuk berbagai pilihan tanaman pangan dan tanaman tahunan sangat diperlukan bagi pemerintah daerah Kabupaten Aceh Barat. Data dan informasi ini baik berupa data tabular maupun peta dapat menjadi masukan dalam perencanaan penggunaan lahan tingkat kabupaten serta memberikan pilihan keragaman tanaman dalam tata guna lahan. Untuk tujuan evaluasi kesesuaian lahan, lahan gambut atau sering disebut “kubah gambut” dibedakan antara gambut tebal (≥ 3 m) yang tidak direkomendasikan untuk pertanian dan gambut dengan ketebalan < 3 m yang pada umumnya sesuai marginal untuk pertanian, karena adanya resiko lingkungan bila dialihfungsikan dari hutan (Agus dan Subiksa 2008). Penilaian dan evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman pertanian (pangan dan tahunan) pada tulisan ini, mengacu pada buku Ritung dkk (2007) yang menguraikan tentang pendekatan dan metode evaluasi lahan dan tidak hanya terpusat untuk tanaman tahunan, tetapi juga tanaman semusim.

Rekomendasi penggunaan lahan, memberikan berbagai pilihan jenis tanaman pada setiap satuan peta tanah (SPT atau *SMU/Soil Map Unit*) berdasarkan karakteristik

tanah dan iklimnya. Rekomendasi mencakup wilayah yang telah digunakan untuk berbagai tanaman dan juga lahan terlantar yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi sistem pertanian yang produktif. Dalam penerapannya, dari pilihan tanaman yang disarankan perlu dipilih lagi agar sesuai dengan kebutuhan pasar, status lahan, dan arah perencanaan pembangunan pertanian di daerah tersebut. Tulisan ini membahas tentang kesesuaian lahan Kabupaten Aceh Barat untuk Pertanian.

Keadaan Umum Kabupaten Aceh Barat

Menurut Oldeman dkk (1979) wilayah kabupaten Aceh Barat termasuk ke dalam zona A (dengan bulan basah >9 bulan dan tanpa bulan kering) dan zona B (dengan bulan basah 7-9 bulan dan kurang dari dua bulan kering). Secara umum semakin kearah pantai barat curah hujannya semakin tinggi. Di sekitar Kota Meulaboh, curah hujan bulanan rata-rata mencapai >200 mm dengan puncak musim hujan terjadi pada bulan April dan Oktober. Zona B menempati wilayah antara pantai barat yang basah dan dataran sebelah timurnya serta sebagian besar lereng Bukit Barisan. Curah hujan bulanan, dan jumlah hari hujan berdasarkan pencatatan Stasiun Meteorologi Bandar Udara Cut Nyak Dien, Kabupaten Nagan Raya disajikan pada Tabel 1. Fluktuasi suhu udara rata-rata bulanan dalam setahun kecil. Perbedaan suhu antara bulan terpanas (sekitar Mei dan Nopember-Desember) dan bulan terdingin (Januari dan Juni) kurang dari 2°C. Variasi suhu udara umumnya berkaitan dengan ketinggian tempat dari permukaan laut.

Jumlah curah hujan dan penyebarannya serta suhu udara rata-rata tahunan merupakan faktor iklim yang penting dalam evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman pangan, perkebunan dan kehutanan. Umumnya pada fase pertumbuhan vegetatif, tanaman memerlukan air lebih banyak dibandingkan masa pembungaan dan pemasakan biji/buah. Sebagai contoh, untuk tanaman mangga, diperlukan beberapa bulan kering (curah hujan bulanan <100 mm) yang berurutan untuk fase pembungaan, pembentukan dan pematangan buah. Bulan basah didefinisikan sebagai bulan dengan curah hujan rata-rata bulanan ≥ 200 mm, dan bulan kering mempunyai rata-rata curah hujan bulanan ≤ 200 mm (Oldeman dkk 1979). Dalam satu musim tanam untuk padi sawah tadah hujan, paling tidak diperlukan bulan basah selama 2 bulan berturut-turut, untuk jagung dan kacang tanah diperlukan curah hujan rata-rata bulanan antara 100-200 mm dan idealnya dengan distribusi yang merata. Tanaman semusim lahan kering lainnya seperti kacang hijau dan kacang tunggak toleran terhadap keadaan lebih kering.

Tabel 1. Jumlah curah hujan dan hari hujan di Kabupaten Aceh Barat, 2005-2006

Bulan	Curah Hujan (mm)		Hari Hujan	
	2005	2006	2005	2006
Januari	-*	295	-	14
Februari	-	135	-	17
Maret	-	351	-	13
April	358	401	20	17
Mei	240	171	15	14
Juni	297	181	16	13
Juli	290	94	14	12
Agustus	246	179	17	11
September	265	464	12	19
Oktober	398	473	23	20
November	486	405	24	24
Desember	283	548	31	21
Jumlah	2.866	3.702	172	195
Rata-rata	318	308	19	16

Sumber: Kantor Statistik Kabupaten Aceh Barat, 2006, berdasarkan pengamatan di Stasiun Meteorologi dan Geofisika Bandar Udara Cut Nyak Dhien.

*Catatan : - = tidak ada data

Dalam sistem Taksonomi Tanah, tanah-tanah dipilah dalam berbagai tingkatan klasifikasi (kategori), dari kategori tinggi dengan generalisasi paling umum sampai kategori rendah dengan generalisasi sifat tanah yang sangat detil, urutan kategorinya adalah ordo, sub-ordo, group, subgroup, famili dan seri tanah (Soil Survey Staff 1975 dan 1999).

Berdasarkan sistem klasifikasi tersebut, di daerah tropis lembab (*tropic humid*) di Indonesia terdapat 10 ordo tanah, yaitu (1)Histosols, (2)Entisols, (3)Inceptisols, (4)Vertisols, (5)Andisols, (6)Alfisols, (7)Mollisols, (8)Ultisols, (9)Oxisols, dan (10) Spodosols atau menurut sistem klasifikasi tanah nasional (Dudal Soepraptohardjo 1961) setara dengan tanah-tanah gambut atau Organosol, Regosol, Aluvial, Grumusol, Andosol, Mediteran, Podsolik dan Laterik . Dari 10 ordo tanah yang ditemukan penyebarannya di Indonesia, 5 ordo yaitu Entisols, Inceptisols, Histosols, Ultisols dan Mollisols atau setara dengan tanah gambut/ Organosol, Regosol, Aluvial, Podsolik dan Mediteran, didapatkan di kabupaten Aceh Barat.

Entisols di Aceh Barat kecuali pasir pantai resen umumnya berada dalam kondisi jenuh air (mempunyai daya dukung/*bearing capacity* yang rendah). Inceptisols terbentuk dalam kondisi lingkungan yang lebih kering dengan kedalaman air tanah (*ground water*) sekitar 40 cm atau lebih dalam, yang memungkinkan berlangsungnya proses pelapukan (oksidasi dan perkembangan struktur tanah).

Histosols, adalah tanah yang terbentuk dari endapan bahan organik dalam kondisi jenuh air dan berada di daerah cekungan, dan bisa menciptakan ketebalan gambut yang berkisar antara 0,5 – 3 m, ditengah kubahnya ada yang mencapai ketebalan lebih dari 3 m bahkan di beberapa tempat ada yang mencapai 9 m. Tingkat kematangan gambut mulai dari mentah (serat-serat tumbuhan masih tampak – Fibrik), sedang (sebagian serat-serat telah melapuk – Hemik), dan matang (serat-serat sudah sangat sedikit – Saprik).

Inceptisols, terdapat di wilayah datar sampai berombak yang posisinya berada di belakang dataran aluvial atau kubah gambut, berkembang dari bahan aluvium dan marin muda (*recent sediment*). Ultisols terdapat di wilayah bergelombang, perbukitan dan pegunungan yang berkembang dari bahan batuliat dan batupasir yang sebagian lapisan bawahnya berupa bahan endapan marin purba yang mengalami pengangkatan (*uplifted*). Lebih dari 60% daerah ini merupakan kawasan lindung.

Didaerah bergunung yang berasal dari bahan volkan tua, terdapat tanah-tanah Ultisols berasosiasi dengan tanah Inceptisols yang bersolum dangkal dan berbatu (*lithic group*). Tanah Mollisols terdapat pada daerah-daerah perbukitan kapur, yang dicirikan oleh solum tanah yang dangkal <25 cm dan banyak singkapan batuan kapur.

Penggunaan lahan didaerah marin sekitar pantai dan dataran sekitar jalur aliran sungai umumnya ditumbuhi semak dan belukar, beberapa tempat digunakan untuk permukiman dan pekarangan, kebun campuran termasuk kebun karet dan kelapa sawit. Kubah gambut didominasi oleh hutan dan belukar rawa gambut, di beberapa tempat telah dibuka untuk perkebunan kelapa sawit dan karet. Daerah dataran dan pelebahan, didominasi hutan rawa dan sebagian digunakan untuk persawahan. Di bagian lereng bawah daerah perbukitan, sebagian besar digunakan untuk pertanian lahan kering dan kebun campuran, juga perkebunan (kelapa sawit dan karet), sedangkan lereng bagian tengah dan atas umumnya masih berupa hutan. Hampir sebagian besar daerah pegunungan masih berupa hutan alami.

Penggunaan lahan, jenis-jenis tanah utama dan karakteristiknya di Kabupaten Aceh Barat disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Penggunaan lahan di Kabupaten Aceh Barat

Tipe penggunaan lahan	Luas (ha)
Sawah	41.538
Irigasi teknis	1.391
Irigasi semi teknis	10.380
Irigasi tradisional	6.199
Tadah hujan	22.363
Sawah lebak	1.205
Lahan kering	251.258
Permukiman & Pekarangan	9.710
Tegalan Tanaman Pangan	36.727
Ladang	28.850
Rawa	43.340
Lahan terlantar tidak diusahakan	36.673
Kebun Campuran	21.058
Hutan, semak-belukar dan Perkebunan	74.900
JUMLAH	292.796

Sumber: Kantor Badan Pusat Statistik, Provinsi Aceh (2003).

Tabel 3. Grup fisiografi, jenis-jenis tanah dominan dan sifat-sifat utama tanah, dan penggunaan lahan di Kabupaten Aceh Barat (diolah dari Peta Satuan Lahan dan Tanah lembar 0519 – Takengon, Darul Sukma dkk 1990)

Grup Fisiografi	Sub-grup	Tanah	Kedalaman, kemasaman, tekstur tanah	Penggunaan lahan
Alluvial (endapan halus dan kasar/	Dataran aluvial (peralihan ke marin)	Hydraquents, Endoaquepts, Endoaquents	Dalam-sangat dalam, agak masam, halus	Sawah, tambak, rawa-rawa
	Dataran banjir	Endoaquepts, Endoaquents, Fluventic Eutrudepts	Dalam-sangat dalam, agak masam- netral, agak kasar-halus	Sawah, semak, belukar
	Teras sungai	Dystrudepts, Fluventic Eutrudepts, Endoaquepts	Dalam-sangat dalam, masam- netral, agak halus-halus	Sawah, pemukiman, tegalan
	Rawa belakang sungai	Endoaquepts, Endoaquents	Sangat dalam, masam, halus	Hutan, semak, belukar

Marine (bahan halus dan kasar)	Beting pantai dan rawa belakang pantai	Udipsamments Hydraquents	Dalam-sangat dalam, netral, agak kasar- bergambut	Kebun kelapa, permukiman, sawah, semak, belukar
	Dataran pasang surut	Hydraquents Sulfaquents Endoaquepts Fluvaquents	Sangat dalam, netral, agak kasar - halus	Semak, belukar, hutan rawa
	Dataran estuari	Fluvaquents, Halaquepts,	Sangat dalam, netral, agak kasar- halus	Hutan manggrove, hutan rawa
	Dataran pantai	Udi Psamments Endoaquepts, Eutrudepts	Sangat dalam, netral, agak kasar-agak halus	Tambak, permukiman, sawah, semak, belukar
	Teras marin	Dystrudepts, Eutrudepts Endoaquepts	Dalam-sangat dalam, masam-netral, agak halus	Tegalan, kebun campuran
Kubah Gambut (Bahan organik)	Kubah gambut oligotrofik air tawar	Haplosaprists Haplohemists	Tanah gambut, tebal 0,5 - >6 m, tingkat kematangan: saprists, hemists, fibrists	Hutan rawa, belukar rawa, karet rakyat, kebun kelapa sawit, sayuran
Tectonic (bahan halus dan kasar)	Dataran berombak- bergelombang, tertoreh	Hapludults Endoaquepts	Dalam-sangat dalam, masam, halus	Hutan, karet rakyat, kebun sawit, belukar, kebun campuran
	Dataran bergelombang dan perbukitan, tertoreh, lereng 15-40%	Hapludults Dystrudepts Endoaquepts	Dalam-agak dalam, agak masam-netral, agak kasar-halus	Semak- belukar, hutan tanaman industri, tegalan
	Pegunungan tertoreh, lereng >40%	Hapludults Dystrudepts	Agak dalam, masam-netral, halus-kasar	Hutan lindung, agroforestri
Karstic (batu kapur)	Berbukit- bergunung, lereng >60%	Eutrudepts Haprendolls Batuan kukuh	Dangkal, netral-basis, halus-berbatu	Hutan lindung
Volcanic/ Dyke (Vokanic intermedier)	Berbukit –bergunung lereng >60%	Dystrudepts Batuan kukuh	Dangkal-agak dalam, masam-netral, halus- berbatu	Hutan Lindung

Metode Pendekatan Evaluasi Lahan

Kegiatan dan proses evaluasi lahan dilakukan melalui tahap-tahap : (1) analisis citra satelit dan pengolahan data pendukung untuk identifikasi karakteristik lahan, (2) survei dan pengamatan lapang, serta pengambilan contoh tanah perwakilan, (3) analisis contoh tanah untuk mengetahui sifat kimia dan kesuburan tanah, (4) kompilasi informasi persyaratan tumbuh tanaman pertanian, pengolahan data karakteristik tanah, lingkungan, sifat kimia dan kesuburan tanah serta penyesuaian (*matching*) antara karakteristik lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman, dan (5) pemilihan (*screening*) alternatif tanaman yang sesuai untuk menyusun rekomendasi penggunaan lahan. Syarat tumbuh tanaman untuk berbagai tanaman komoditas pertanian mengacu pada bahan pustaka yang ada seperti Djaenudin dkk 2003. Penyesuaian antara karakteristik lahan pada setiap satuan peta (*mapping unit*) dengan persyaratan tumbuh tanaman dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer, yaitu menggunakan paket program *Automated Land Evaluation System* – ALES (Rossiter dan van Wambeke 1997 dan 1995). Kriteria dan indikator yang digunakan untuk evaluasi kesesuaian lahan disajikan pada Tabel 4. Evaluasi dengan bantuan perangkat lunak komputer akan memberikan hasil yang sangat cepat walaupun banyak tanaman yang dievaluasi, serta dapat menghindari subyektivitas.

Evaluasi kesesuaian lahan ditentukan berdasarkan faktor pembatas terberat seperti disajikan pada Tabel 5. Misalnya, jika suatu lahan pH-nya sangat rendah dan termasuk dalam kelas Sesuai marginal (S3), walaupun karakteristik lahan lainnya termasuk kelas Sangat sesuai (S1), dan Cukup sesuai (S2), kesesuaian lahan tersebut akan termasuk kelas S3, walaupun masalah pH rendah sebetulnya masih relatif mudah diatasi. Dengan pengelolaan lahan, potensi kesesuaian lahan (*potential land suitability*) kelas sesuai marginal (S3) dapat ditingkatkan menjadi kelas cukup sesuai (S2) bahkan kelas sangat sesuai (S1). Penggunaan lahan yang direkomendasikan akan didasarkan pada kesesuaian lahan potensial.

Penyaringan dari sejumlah alternatif (*screening*) penggunaan lahan diperlukan untuk mencocokkan tanaman yang sesuai dengan prioritas rencana pembangunan wilayah kabupaten dan penggunaan lahan yang berlaku saat ini. Tanaman semusim yang direkomendasikan adalah tanaman yang dinilai sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2), sedangkan untuk tanaman tahunan yang dinilai sesuai termasuk tanaman sesuai marginal (S3) karena lebih tingginya daya lentur serta pentingnya peran tanaman tahunan untuk perlindungan kawasan pantai.

Tabel 4. Kriteria dan indikator yang digunakan untuk evaluasi kesesuaian lahan (Djaenudin dkk 2003).

Kriteria	Indikator
Temperatur/ suhu udara (tc)	Temperatur rata-rata
Ketersediaan air (wa)	Curah hujan (mm), kelembaban (%), jumlah bulan kering
Ketersediaan oksigen (oa)	Drainase
Keadaan media perakaran (rc)	Tekstur, bahan kasar, kedalaman tanah
Gambut	Ketebalan (cm), kedalaman sisipan bahan mineral, kematangan, ketebalan
Retensi hara (nr)	KTK liat (cmol+/kg), kejenuhan basa (%), pH _{H2O} , C Organik (%)
Toksistas (xc)	Salinitas (dS/m)
Sodisitas (xn)	Alkalinitas, ESP (%)
Bahaya sulfidik (xs)	Kedalaman sulfidik (cm)
Bahaya erosi (eh)	Lereng (%), erosi
Bahaya Banjir (fh)	Genangan
Penyiapan Lahan (lp)	Batuan di permukaan/ Singkapan Batuan (%)

Tabel 5. Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman pisang

Karakteristik Lahan	Klas Kesesuaian Lahan		
	Nilai	Klas Kesesuaian Lahan Aktual	Klas Kesesuaian Lahan Potensial
Temperature (tc)		S2	S2
Temperature rata-rata (°C)	28,8	S2	S2
Ketersediaan air (wa)		S2	S2
Curah hujan (mm)	3 109	S2	S2
Jumlah Bulan Kering (bulan)	0	S1	S1
Ketersediaan Oksigen (oa)		S1	S1
Drainase	Baik	S1	S1
Kondisi Perakaran (rc)		S1	S1
Tekstur	S1/C	S1	S1
Bahan kasar (%)	0	S1	S1
Kedalaman tanah (cm)	> 100	S1	S1
Gambut :		S1	S1
Kedalaman (cm)	0	S1	S1
Ketebalan (cm) lapisan mineral sisipan (jika ada)			
Kematangan gambut			

Retensi hara (nr)		S3	S2
KTK liat (cmol/kg)	>16	S1	S1
KejenuhanBasa (%)	< 50	S2	S1
pH H ₂ O	4,5	S3	S2
Bahan Organik C (%)	1,1	S1	S1
Toksistas (xc)		S1	S1
Salinitas (dS/m)	< 0,5	S1	S1
Sodisitas (xn)			
Alkalinitas/ESP (%)	-		
Bahan Sulfidik (xs)			
Kedalaman Sulfidik (cm)			
Bahaya erosi (eh)		S1	S1
Lereng (%)	3-8	S1	S1
Bahaya erosi			
Bahaya Banjir (fh)		S1	S1
Genangan	F0	S1	S1
Penyiapan lahan (lp)		S1	S1
Batuan di permukaan tanah (%)	0	S1	S1
Batuan induk/ kukuh (%)	0	S1	S1
Klas kesesuaian lahan		S3	S2

Rekomendasi Penggunaan Lahan

Tanaman Pertanian

Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman tahunan dilakukan untuk komoditas tanaman: kelapa sawit, coklat, kopi, karet, kelapa, rambutan, mangga, manggis, durian, pisang, jeruk, nenas, nilam, pepaya, cengkeh dan duku. Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman semusim telah dilakukan untuk tanaman: padi sawah, padi gogo, jagung, buncis, sawi, semangka, talas, kacang panjang, kacang tanah, cabai, terong, ubi jalar dan ubi kayu.

Kabupaten Aceh Barat dipetakan menjadi 57 satuan peta tanah (SPT), dimana setiap satuan peta mempunyai potensi dan kendala/faktor pembatas untuk budi daya pertanian (peta tanah disajikan dalam Gambar 1). Faktor pembatas utama yang digunakan dalam evaluasi kesesuaian lahan adalah: nr = *nutrition retention*/ kandungan hara tanah (hara rendah/kesuburan rendah); eh = *erosion hazzard*/

bahaya erosi (lereng); oa = *oxygen availability*/ketersediaan oksigen (drainase tanah); rc = *root condition*/kondisi perakaran (sub-soil berpasir); fh = *flood hazzard*/bahaya banjir (genangan air); ps = *peat soil*/tanah bergambut, dan wa = *water availability*/ketersediaan air (dipengaruhi oleh curah hujan tahunan). Hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk setiap satuan peta tanah (SPT/SMU = *soil mapping unit*), adalah seperti berikut ini:

SPT 1, Beting pasir resen, tidak sesuai (*Not Suitable-N*) untuk tanaman pertanian. Pembatas utama adalah tanah berpasir lepas, merupakan akumulasi dari timbunan pasir dampak bencana Tsunami.

SPT 2, 3, 4, dan 5 (komplek beting pantai resen dan rawa belakang pantai di daerah marin), sesuai marginal (*Marginally suitable-S3*) untuk cokelat, kelapa, kopi, semangka dan nilam. Faktor pembatas utama diantaranya adalah kandungan hara/kesuburan rendah, lapisan tanah bawah (*sub-soil*) berpasir, dan berair payau.

SPT 6 dan 8 (komplek beting pantai dan rawa belakang pantai resen dengan drainase terhambat, lahan ini tidak sesuai (N) untuk tanaman tahunan, tetapi cukup sesuai (*moderately suitable-S2*) untuk padi sawah. Faktor pembatas berupa luapan/genangan air pasang, kandungan hara rendah dan sub-soil berpasir

SPT 9 dan 10 (komplek beting pantai dan rawa belakang pantai sub-resen), sesuai marginal-S3 untuk tanaman cokelat, kelapa, kopi, karet, kelapa sawit, duku, rambutan, durian, mangga, jeruk dan semangka. Faktor pembatas utama diantaranya adalah kandungan hara/ kesuburan rendah dan sub-soil berpasir.

SPT 7 dan 14 (beting pantai dan rawa belakang pantai sub-resen tertutup lapisan gambut dangkal), sesuai marginal-S3 untuk karet, kelapa sawit dan padi. Faktor pembatas berupa: genangan air, kandungan hara rendah dan sub-soil berpasir.

SPT 13 (beting pantai sub resen), unit lahan ini cukup sesuai dan sesuai marginal (S2 dan S3) untuk tanaman kelapa, kopi, coklat, duku, mangga, manggis, rambutan, pisang, semangka, jagung dan kacang tanah. Faktor pembatas berupa kandungan hara rendah dan sub-soil berpasir.

SPT 15 (gambut tipis, ketebalan: 0,5-1,0 m), unit lahan ini sesuai marginal (S3) untuk tanaman karet, kelapa sawit, kelapa, sawi, terong, kacang panjang dan semangka. Faktor pembatas berupa genangan air, kandungan hara rendah dan tanah bergambut.

SPT 16 dan 17 (gambut agak tebal, ketebalan gambut :1-3 m), lahan ini sesuai marginal untuk karet, kelapa sawit dan kelapa. Faktor pembatasnya berupa genangan air dan kandungan hara rendah

SPT 18 (gambut tebal, ketebalan gambut >3 m), lahan ini tidak sesuai untuk pertanian, karena bila ekosistem lahan rawa gambut terganggu, kualitas lingkungan akan menurun drastis, disarankan untuk tetap dihutankan.

SPT 19 (tanggul sungai-*levee*), unit lahan ini cukup sesuai dan sesuai marginal (S2 dan S3) untuk tanaman cokelat, kopi, duku, durian, manggis, dan rambutan. Faktor pembatas berupa kandungan hara rendah dan luapan banjir.

SPT 11, 12, 20, 21, 22 dan 23 (rawa belakang pantai, pelembahan sungai, endapan aluvio-marin yang didominasi oleh tanah-tanah jenuh air (*aquept and aquents*), lahan ini cukup sesuai (S2) untuk padi sawah. Faktor pembatas utama berupa kandungan hara/ kesuburan tanah rendah.

SPT 24 dan 28 (dataran aluvial dan dataran tektonik berombak), kedua unit lahan ini cukup sesuai (S2) dan sesuai marginal (S3) untuk karet, kelapa sawit dan padi sawah. Faktor pembatas berupa kandungan hara rendah, drainase agak terhambat.

SPT 25, 26, 27, 29 dan 51 (dataran tektonik bergelombang dan graben), unit lahan ini sesuai marginal (S3) untuk tanaman karet, kelapa sawit, coklat, cengkeh dan pisang. Faktor pembatas berupa kandungan hara rendah dan bahaya erosi.

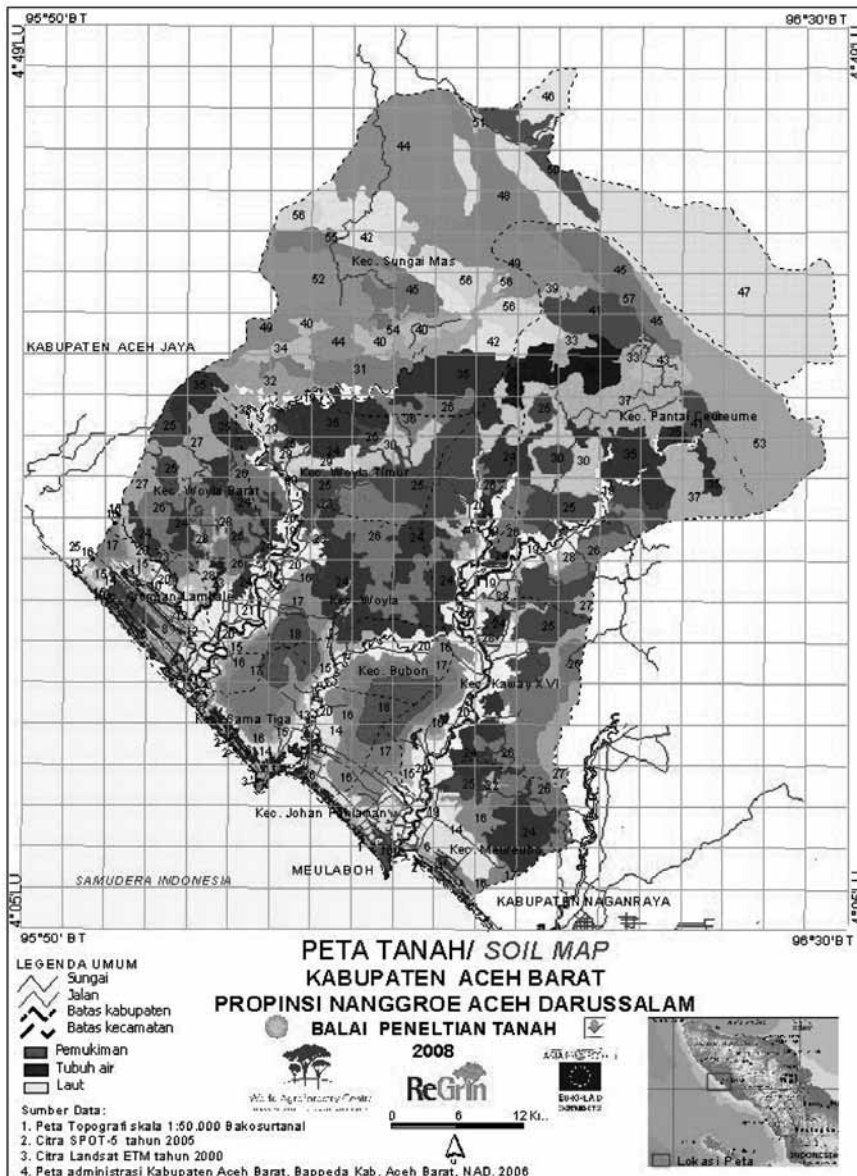
SPT 31, 32 dan 33 (grup perbukitan tektonik), sesuai marginal untuk karet, rambutan, mangga, coklat, cengkeh, duku, durian, jeruk, manggis, nenas dan pisang. Faktor pembatas berupa bahaya erosi dan kandungan hara rendah.

SPT 30, 34, 35, 36, 37, dan 38 (grup perbukitan tektonik, telah mengalami erosi berat, dengan lereng 30-50%), sesuai marginal untuk sistem hutan tanaman industri-agroforestri (beberapa tanaman yang bisa dikembangkan antara lain: karet, kopi, cokelat, mangga, rambutan dan durian. Faktor pembatas berupa bahaya erosi dan kandungan hara rendah.

SPT 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56 dan 57 (Pegunungan tektonik dengan lereng >40%, bahan volkan dan batu kapur /karst). Lahan ini tidak sesuai untuk pengembangan pertanian, sebaiknya tetap dihutankan, untuk menjaga ekosistem di kawasannya.

Hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk beberapa komoditas tanaman pertanian menunjukkan hampir semua lahan termasuk dalam kelas sesuai marginal (S3) kecuali beberapa unit lahan yang cukup sesuai (S2). Pasir lepas sepanjang garis pantai tidak sesuai untuk tanaman pertanian (semusim dan tahunan). Gambut dalam >3 m disarankan untuk tetap di konservasi dan dihutankan. Perbukitan dan pegunungan tektonik dengan lereng >40% tidak disarankan untuk pengembangan pertanian, karena dapat menimbulkan bahaya erosi dan mengganggu ekosistem di kawasannya.

Arahan penggunaan lahan untuk berbagai macam tanaman tahunan, padi sawah dan tanaman semusim lainnya disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 2 (Peta Rekomendasi Penggunaan Lahan).

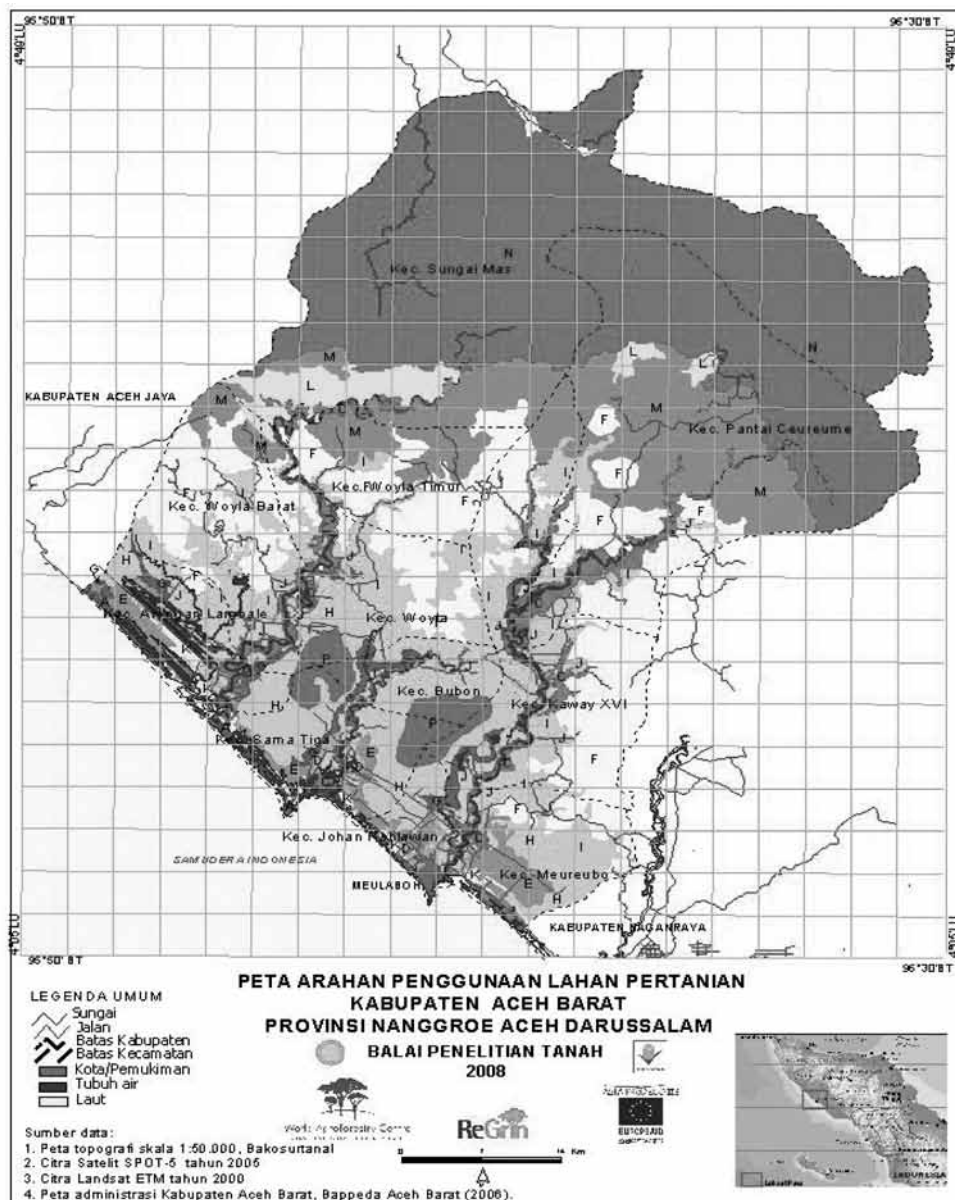


Gambar 1. Peta Tanah (Soil Map) Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh

Tabel 6. Rekomendasi penggunaan lahan untuk tanaman pertanian di kabupaten Aceh Barat

Simbol	SPT* (Satuan Peta Tanah)	Faktor pembatas	Rekomendasi jenis tanaman	Luas (ha)
A	2,3,4,5	Hara rendah, sub-soil berpasir, air payau	Cokelat, kelapa, kopi, semangka, dan nilam	2 343
B	9,10	Hara rendah, sub-soil berpasir (air tawar)	Kelapa, cokelat, kopi, kelapa sawit, durian, mangga, jeruk, rambutan, duku, dan semangka	1 144
C	19	Genangan air, hara rendah	Kelapa, cokelat, kopi, mangga, jeruk, duku, durian, manggis, dan rambutan	12 108
D	13	Hara rendah, sub-soil berpasir	Kelapa, coklat, kopi, duku, mangga, manggis, rambutan, pisang, semangka, jagung, dan kacang tanah	1 441
E	7,14	Genangan air, tanah bergambut, hara rendah, sub-soil berpasir	Karet, kelapa sawit, dan padi sawah	5 938
F	25, 26, 27; 29, 51	Hara rendah, bahaya erosi	Karet, kelapa sawit, coklat, cengkeh, dan pisang	49 232
G	15	Genangan air, hara rendah, gambut tipis (<1m)	Karet, kelapa sawit, kelapa, sawi, terong, kacang panjang, dan semangka	2 980
H	16;17	Genangan air, hara rendah, gambut agak tebal (1- 3m)	Karet, kelapa sawit, dan kelapa	16 474
I	24, 28	Hara rendah, drainase terhambat	Karet, dan kelapa sawit	23 964
J	11,12,20, 21, 22, 23	Hara rendah	Padi sawah	14 401
K	6,8	Genangan air, hara rendah	Padi sawah	2 354
L	31, 32, 33	Hara rendah, bahaya erosi	Cengkeh, duku, durian, jeruk, cokelat, karet, rambutan, kelapa, kopi, mangga, manggis dan nilam	6 246
M	30,34,35,36, 37, 38	Bahaya erosi, hara rendah	Agroforestri (karet, kopi, mangga, rambutan, dan durian)	32 707
N	39,40,41,42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57	Bahaya erosi, hara rendah	Kawasan hutan lindung	115 822
O	1	Pasir lepas (timbunan Tsunami)	Tidak sesuai untuk pertanian	88
P	18	Drainase terhambat, gambut tebal (>3m)	Tidak sesuai untuk pertanian, dihutankan untuk pengamanan lingkungan	5 554
Jumlah				292 796

*SPT = Satuan peta tanah/SMU (sebarannya dapat dilihat pada Gambar 1).



Gambar 2. Peta Rekomendasi (Arahan) Penggunaan Lahan Pertanian Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh

Kawasan Lindung

Kawasan yang direkomendasikan untuk dijadikan kawasan lindung, tidak dibuka sebagai kawasan budi daya (dikonservasi) adalah: wilayah yang berlereng curam dan kubah gambut dalam. Kawasan yang berlereng >40% merupakan lahan yang peka terhadap erosi dan sangat riskan untuk budi daya pertanian secara intensif. Gambut tebal lebih dari 3 m, juga sangat riskan bila dimanfaatkan untuk pertanian karena dapat mempercepat proses dekomposisi dan konsolidasi lahan bila lahan diberi drainase. Lapisan gambut ini akan cepat hilang dalam beberapa dekade, terutama bila penggunaan lahannya memerlukan drainase yang dalam.

Keputusan Presiden No. 32/1990 mengatur pemanfaatan lahan gambut dengan ketebalan 3 m atau lebih, agar tetap dipertahankan sebagai hutan rawa gambut untuk menjaga kestabilan ekosistem di kawasannya. Kawasan yang direkomendasikan untuk pengamanan lingkungan disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 1.

Penutup

Berdasarkan beberapa pilihan tanaman yang direkomendasikan, para pemangku kepentingan atau petani setempat dapat menentukan pilihan komoditas tanaman terbaik yang akan dikembangkan dengan mempertimbangkan kebutuhan pasar setempat dan ketersediaan infrastruktur. Untuk memutuskan pilihan sistem pertanian (monokultur atau tumpang sari), serta prioritas komoditas tanaman yang memiliki prospek ekonomi untuk dikembangkan dapat berkonsultasi dan meminta saran kepada Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Dinas Perkebunan setempat.

Untuk lahan yang saat ini telah digunakan/dimanfaatkan, terutama untuk tanaman tahunan atau padi sawah, disarankan agar lahan tersebut untuk tetap digunakan seperti semula, kecuali bila pertumbuhan tanamannya tidak subur dan produktivitasnya rendah. Lahan tersebut disarankan dijadikan wilayah intensifikasi untuk ditingkatkan produktivitasnya. Pada kawasan lahan tidur/terlantar terutama yang berupa rerumputan dan semak-belukar disarankan untuk dimanfaatkan untuk mengembangkan beberapa komoditas tanaman pertanian. Perluasan lahan pertanian ditekankan pada pemanfaatan lahan tidur/terlantar yang berupa rerumputan, semak-belukar daripada membuka hutan alami atau hutan rawa gambut. Hutan alami dan hutan gambut difungsikan sebagai pengamanan lingkungan strategis baik secara lokal, nasional maupun global.

Daftar Pustaka

- Agus F, Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2006. Aceh Barat Dalam Angka tahun 2006. Badan Pusat Statistik- Kabupaten Aceh Barat. Jalan Sisingamangaraja No.2 Meulaboh.
- Darul Sukma WP, Verhagen A, Dai J, Buurman P, Balsem T dan Suratman. 1990. Explanatory Booklet of the Land Unit and Soil Map of The Takengon Sheet (0520), Scale 1:250,000, Sumatera. Soil Database Management, Centre For Soil and Agroclimate Research. Bogor.
- Djaenudin D, Marwan H, Subagjo H, dan Hidayat A. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Oldeman LR, Las I, dan Darwis SN. 1979. An agroclimatic map of Sumatera, Contributions of Central Research Institute for Agriculture, Bogor 52 (1979): 35
- Ritung S, Wahyunto, Agus F dan Hidayat H. 2007. Guidelines for Land Suitability Evaluation. With a case Map of Aceh Barat District. Indonesian Soil Research Institute dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.
- Rossiter DG dan Van Wambeke AR. 1995. ALES (Automated Land Evaluation System) Version 4.5 User's Manual. SCAS Teaching Series No. T93-2 Revision 5. Cornell University, Departement of Soil, Crop and Atmospheric Science, Ithaca, New York.
- Rossiter DG dan Van Wambeke AR. 1997. Automated Land Evaluation System. ALES Version 4.5d. SCAS Teaching Series No. T93-2 Revision 5. Cornell University, Departement of Soil, Crop and Atmospheric Science, SCS, Ithaca, New York.
- Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil taxonomy. 9th Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Blackbur, Virginia.
- Wahyunto, Ritung S, Agus F dan Wahdini W. 2008. Pilihan Tanaman pertanian untuk Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Naggroe Aceh Darussalam. Balai Penelitian Tanah. Bogor.

BAB 2

Merubah Penghidupan dan Kesempatan Baru Pasca Tsunami di Aceh Barat

Merubah Penghidupan dan Kesempatan Baru Pasca Tsunami di Aceh dan Nias

Laxman Joshi

World Agroforestry Centre (ICRAF)¹

Pendahuluan

Gempa bumi yang disusul dengan terpaan gelombang Tsunami telah menyebabkan kerusakan luar biasa pada kehidupan masyarakat dan harta bendanya di sekitar kawasan pantai di Aceh dan Sumatera Utara di Indonesia, Malaysia, Sri Lanka, Thailand, India dan Maladewa. Lebih dari 300 ribu orang meninggal dan banyak yang mengungsi. Ketinggian gelombang Tsunami yang dilaporkan mencapai 30 m. Di antara negara-negara yang terkena bencana, Indonesia adalah yang terparah, sekitar 170 ribu orang meninggal (termasuk mereka yang hilang) di sepanjang kawasan pantai (1.000 km garis pantai, dengan luas 12 ribu km²) di Aceh dan pulau-pulau di sekitarnya, dan sekitar 600 ribu orang mengungsi. Kerusakan infrastruktur dan perniagaan menyebabkan 600 ribu – 800 ribu orang kehilangan pekerjaan, atau sekitar 20% dari total angkatan kerja di Aceh.

Aceh tetap menjadi salah satu dari provinsi termiskin di Indonesia walau sumber daya alamnya berlimpah. Sesungguhnya, kekayaan sumber daya terkait erat dengan konflik yang menimpa Aceh selama lebih dari tiga dekade yang telah membunuh lebih-kurang 15 ribu orang dan menyebabkan 35 orang mengungsi. Di banyak kawasan pedesaan, infrastruktur mengalami kerusakan berat dan diperparah lagi dengan kurangnya keamanan dan akses untuk pembangunan. Kenyataan ini menyebabkan perekonomian tidak berkembang, bahkan negatif, tingkat layanan publik yang rendah dan angka kemiskinan tertinggi di Indonesia. Tingginya angka Pendapatan Domestik Bruto (PDB) per kapita di Aceh, utamanya berkat kontribusi cadangan gas dan minyak di pantai timur Aceh, tapi tidak menyentuh golongan kelas

1 Meski saat ini Laxman Joshi bekerja untuk *International Centre for Integrated Mountain Development* (ICI-MOD), namun lebih dari satu dekade pernah bekerja bersama ICRAF dan memimpin projek REGRIN yang berbasis di Aceh Barat, dan CFC dimana Aceh Barat merupakan salah satu situs penelitian, selain Jambi dan Kalimantan Barat.

bawah. Gempa bumi dan Tsunami yang terjadi pada 2004 menambah parah derita provinsi yang selama ini telah bergulat dengan bencana dan kerusakan berskala besar.

Tidak lama setelah gempa bumi dan Tsunami Desember 2004, bantuan keuangan dalam jumlah besar mengalir dari badan-badan pembangunan internasional dan pemerintahan negara lain yang digunakan untuk proyek-proyek besar rekonstruksi, rehabilitasi dan pembangunan ekonomi. Kawasan pantai yang relatif kecil, yang terkena dampak langsung Tsunami tetap menjadi perhatian utama, sebagian besar proyek-proyek yang ada. Namun demikian, aktivitas-aktivitas tanggap darurat dan pemulihan pasca Tsunami serta 'ledakan' pembangunan fisik, telah menimbulkan masalah besar bagi hutan dan sumber daya alam lain di kawasan pantai dan pedalaman.

Ditinjau dari perspektif Tsunami dan kemiskinan di Aceh, terdapat dua kelompok masyarakat yang berbeda namun saling bersinggungan (Bank Dunia 2008). Kelompok pertama adalah penduduk kawasan pantai yang secara langsung atau tak langsung terkena dampak gelombang Tsunami. Harta benda, anggota keluarga, mata pencaharian mereka rusak atau hancur. Kelompok kedua adalah "kaum miskin terstruktur" yang terdiri dari penduduk pedalaman dan para korban pertikaian politik berkepanjangan. Sebagian besar dari kelompok pertama masih memiliki kemampuan produktif, seperti pendidikan, sedangkan hanya sebagian kecil kelompok "miskin terstruktur" yang menikmati pendidikan. Dengan adanya infrastruktur yang lebih baik, sumber pendapatan beragam, pemusatan dukungan dan bantuan eksternal, kelompok pertama mampu pulih relatif cepat. Sedangkan, sebagian besar "kelompok miskin terstruktur" tetap terabaikan dalam program-program "bantuan Tsunami".

Sebelum Tsunami, perekonomian pedesaan di Aceh dan Nias sudah tergantung pada tanaman perkebunan seperti karet, kakao, kelapa. Meskipun dukungan pembangunan pasca Tsunami lebih terpusat pada bantuan tanggap darurat dan pemulihan jangka pendek, adanya pembangunan sektor tanaman perkebunan, melalui pengusungan teknologi tepat-guna, pemasaran dan dukungan kelembagaan lainnya dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi dan pemulihan kehidupan serta lingkungan di Aceh dan Nias.

Kemiskinan dan Tanaman Perkebunan

Kemiskinan adalah gejala pedesaan yang meluas (Tabel 1). Bila mencermati angka kemiskinan di Aceh, tampak perbedaan angka kemiskinan antara penduduk yang tinggal di kawasan perkotaan dan mereka yang tinggal di pedesaan. Kebanyakan

kawasan perkotaan terdapat di sepanjang pantai, sedangkan kawasan pedesaan berada di pedalaman dan dataran tinggi. Kembali terlihat di tabel ini, angka kemiskinan jauh lebih tinggi di Aceh dibandingkan angka rata-rata kemiskinan di seluruh negeri.

Tabel 1. Persentase angka kemiskinan di Aceh dan Indonesia, 2004 hingga 2006

Tahun	2004 (%)	2005 (%)	2006 (%)
Aceh Provinsi	28,4	32,6	26,5
Kota	17,6	20,4	14,7
Desa	32,6	36,2	30,1
Indonesia	16,7	16,0	17,8

Sumber: World Bank 2008

Sebelum peristiwa Tsunami, sumber utama pendapatan rumah tangga di kawasan pantai di Kabupaten Aceh Barat meliputi perikanan, pertanian sawah, tanaman perkebunan, kebun pekarangan (kebun campuran), buruh kasar dan perdagangan (Tabel 2). Tanaman perkebunan seperti karet, kelapa dan kakao memberikan kontribusi 45 persen dari pendapatan di kecamatan-kecamatan. Di Kecamatan Johan Pahlawan, ibukota Kabupaten Meulaboh, buruh kasar lebih dominan. Tsunami mengacaukan tatanan ini, program pembangunan fisik dan bantuan memberikan peluang lain. Enam bulan setelah Tsunami, buruh kasar dan perdagangan menjadi lebih penting daripada sebelumnya (Tabel 3), sedangkan arti penting pertanian sawah dan tanaman perkebunan telah berkurang. Penyebab utamanya adalah peralihan pekerjaan dari aktivitas bercocok tanam ke pekerjaan konstruksi (utamanya pembuatan bangunan dan jalan), dan karena kerusakan sawah dan ladang.

Tabel 2. Aktivitas-aktivitas pendukung perekonomian lokal di empat kecamatan pantai di Aceh Barat (pra-Tsunami).

Kecamatan	Perikanan	Sawah	Ladang	Tanaman Keras	Kebun	Buruh	Perdagangan
Arongan Lambalek	5	30	45	5	3	10	2
Samatiga	7	35	40	8	2	3	5
Johan Pahlawan	8	12	15	5	2	40	18
Meureubo	10	30	40	5	2	8	5

Tabel 3. Perubahan mata pencaharian di Aceh Barat enam bulan setelah Tsunami (nilai negatif bermakna penurunan positif bermakna kenaikan)

Kecamatan	Perikanan	Sawah	Ladang	Tanaman Keras	Kebun	Buruh	Perdagangan
Arongan Lambalek	5	-28	-35	-2	2	35	23
Samatiga	3	-33	5	-5	3	17	10
Johan Pahlawan	6	-11	-10	-2	0	20	-3
Meureubo	-5	-28	3	5	3	17	5
Rata-rata	2,3	-25	-9,3	-1	2	22,3	8,8

Sebuah penelitian dilakukan pada bulan Juni – Agustus 2007 di kawasan pantai dan perbukitan di tiga lokasi: Aceh Timur dengan sejarah konflik yang kuat, Aceh Barat dengan sejarah konflik sedang, dan Nias yang relatif damai. Data primer dan informasi sekunder dikumpulkan melalui wawancara per rumah tangga, penilaian kelompok dan konsultasi dengan ahli dari desa-desa sampel, baik di kawasan pantai maupun pedalaman. Data deforestasi dianalisa, dan dibuat perbandingan yang terkait: strategi mata pencaharian, pendapatan dari pemanfaatan tanah, kerusakan lingkungan antara kawasan pantai dan pedalaman setelah Desember 2004.

Sekitar 54% penduduk kabupaten tinggal di pedalaman dan hampir 94% dari mereka mengandalkan mata pencaharian pada pertanian dibandingkan jumlah 55% di kawasan pantai. Pada masyarakat pedesaan di perbukitan Aceh dan Nias, pertanian adalah hidup keseharian. Di pedalaman, rata-rata 76% dari total pendapatan bersumber dari aktivitas pertanian dan 21% dari aktivitas non-tani. Dalam sektor pertanian, tanaman perkebunan merupakan sumber pendapatan utama menyediakan 78% dari pendapatan. Dibandingkan dengan masyarakat pantai, masyarakat perbukitan lebih bergantung pada tanaman perkebunan dan sumber daya hutan karena peluang untuk bekerja di luar sektor non-pertanian lebih sedikit (Tabel 4). Masyarakat di kawasan pedalaman jauh lebih miskin dibandingkan masyarakat yang hidup di kawasan pantai.

Di antara tanaman-tanaman perkebunan, karet, kakao dan kelapa adalah yang paling banyak ditanam di Aceh dan Nias (Tabel 5). Karet memberikan sumbangan terbesar bagi pendapatan rumah tangga di kawasan pantai dan pedalaman Aceh Barat dan Nias. Kakao lebih dominan di Pidie, sedangkan kelapa yang dijumpai di hampir semua kawasan, hanya berpengaruh besar terhadap pendapatan rumah tangga di kawasan pantai di Kabupaten Pidie. Pinang juga penting di pedalaman Pidie, tetapi

Tabel 4. Kontribusi berbagai sumber kepada pendapatan rumah tangga (%) di kawasan pantai dan pedalaman di Aceh dan Nias

Sumber	Kawasan Pantai			Kawasan Pedalaman		
	Aceh Barat	Pidie	Nias	Aceh Barat	Pidie	Nias
Pertanian	87,0	56,3	75,9	79,6	64,3	79,0
Tanaman pangan	4,1	0,3	20,8	8,7	25,4	
Tanaman budi daya	59,5	0,7	32,7	62,1	36,0	77,8
Perikanan	1,0	54,6	8,3			
Peternakan	22,4	0,8	14,2	8,9	2,8	1,2
Non-pertanian	12,2	41,7	13,4	18,4	35,6	14,5
Lain-lain	0,8	2,0	10,8	2,0	0,1	6,5
Upah	0,8	2,0	1,3	2,0	0,1	
Program bantuan	0,1		9,5			6,5
Angka kemiskinan	0,4	0,4	0,7	0,5	0,7	0,7

Sumber: Budidarsono dkk 2007.

kurang berarti di kawasan lain. Kopi dan kelapa sawit juga ditanam oleh para petani dalam skala kecil.

Tabel 5. Kepentingan relatif (*relative importance*) dari tanaman perkebunan, didasarkan pendapatan keseluruhan dari rumah tangga sampel

	Daerah Pantai		Daerah Pedalaman			
	Aceh Barat N=31	Pidie N=29	Nias N=35	Aceh Barat N=32	Pidie N=31	Nias N=34
Karet	97,8	-	85,5	43,2	-	93,3
Kakao	0,9	54,5	-	44,2	44,8	6,7
Kelapa	1,3	45,5	14,5	0,3	2,3	
Pinang	-	-	-	8,9	41,1	-
Kopi	-	-	-	2,4	11,7	-
Kelapa sawit	-	-	-	1,1	-	-

Sumber: Budidarsono dkk 2007.

Survey yang dilaksanakan pada 2007 di tiga lokasi di Aceh dan Nias juga menghasilkan sebuah daftar “spesies tanaman yang diinginkan masyarakat” (Tabel 6). Tanaman perkebunan, terutama karet dan kakao, adalah yang paling disukai, kecuali di Pidie. Spesies Pandanus yang digunakan untuk bahan kerajinan lebih disukai oleh masyarakat pantai di Pidie. Tanaman tahunan hanya penting di kawasan pantai di Aceh Barat. Penemuan itu tidak mengejutkan dan sejalan dengan kontribusi tanaman tersebut terhadap sumber pendapatan keseluruhan (Tabel 6).

Tabel 6. Spesies tanaman yang diinginkan masyarakat (% responden)

	Kawasan pantai			Kawasan pedalaman		
	Aceh Barat	Pidie	Nias	Aceh Barat	Pidie	Nias
Tanaman perkebunan	61,3	52	66,7	93,8	90	65,7
Karet	45,2		57,6	59,4		51,4
Kakao	6,5		9,1	31,3	77,4	14,3
Kelapa	6,5	13,8				
Kelapa sawit	3,2			3,1	3,2	
Pinang					9,7	
Pandanus		37,9				
Pohon kayu	3,2	3,4	24,2			34,3
Tanaman buah		6,9			3,2	
Tanaman semusim	22,6	3,4		3,1	6,5	
Tidak berminat	12,9	34,5	9,1	3,1		

Sumber: Budidarsono dkk 2007

Meskipun tanaman budi daya merupakan bagian penting bagi rumah tangga dan perekonomian setempat, sektor ini kurang berkembang di berbagai lini. Tanaman-tanaman utama seperti karet, kakao, kelapa, dan tanaman buah-buahan di Aceh dan Nias sangat kekurangan plasma nutfah. Dukungan penting seperti: pasokan material tanam, perawatan tanaman, pengetahuan teknis, infrastruktur pasar, dan akses jalan masih sangat buruk di berbagai daerah di Aceh dan Nias. Meskipun karet merupakan tanaman yang dominan (dan juga merupakan tanaman pilihan petani), prospek produksi kayu dari tanaman karet belum mendapat perhatian yang semestinya. Patut dicatat, industri kayu karet, terutama digunakan untuk furnitur, telah menjadi sumber kayu penting di Thailand dan Malaysia, tapi tidak terlalu berkembang di Indonesia.

Agroforestri Karet Alam

Di antara tanaman-tanaman perkebunan tersebut, karet (*Hevea brasiliensis*) mempunyai potensi tertinggi dalam hal kontribusinya terhadap mata pencaharian dan perekonomian di Aceh dan Nias. Minat menanam karet di antara petani kecil meningkat. Namun demikian, potensi dan minat tersebut masih terkendala oleh kurangnya bibit tanaman bermutu tinggi, pengetahuan teknis, pemrosesan dan fasilitas pemasaran.

ICRAF dan para mitranya telah membuat kemajuan penting dalam pengembangan dan penyebarluasan pengetahuan mengenai sistem agroforestri berbasis karet yang sudah dikembangkan. Kebun pembibitan untuk bibit-bibit tanaman bermutu tinggi telah dibangun. Pelatihan dan plot demonstrasi dari agroforestri karet sudah didirikan di Aceh Barat. Agroforestri yang terdiri dari karet dicampur dengan tanaman bernilai ekonomis tinggi seperti nilam dan tanaman buah-buahan bisa sangat menguntungkan. Praktek di kebun dan plot-plot pengamatan observasi dapat memberikan informasi penting mengenai fakta-fakta ketika petani mengadopsi atau beradaptasi dengan teknologi baru. Para petani seyogyanya mempunyai keleluasaan untuk beradaptasi dengan teknologi baru, disesuaikan dengan kebutuhan dan sumber daya yang tersedia (untuk pengendalian gulma, penyiapan, pemberian pupuk, tumpang-sari).

Manfaat plasma nutfah klon karet yang sudah dikembangkan terbukti dari data produktivitas lateks di Kalimantan Barat dan Jambi. Bahkan pada pengelolaan tingkat menengah, para petani berpotensi memperoleh lateks tiga kali lebih banyak dibandingkan hasil yang diperoleh dari benih karet yang tidak diseleksi (Wibawa dkk 2005). Pada kebun percontohan, pohon karet mencapai ukuran layak sadap setelah mencapai usia tanam 4,5 hingga 8,5 tahun. Dan tingkat pertumbuhan pohon ditentukan oleh intensitas perawatan. Data panen lateks dari kebun percontohan *Rubber Agroforestry System* (RAS) dapat dibandingkan dengan perkebunan monokultur. Produktivitas karet monokultur intensif dapat mencapai 70% atau lebih melalui perkebunan kecil RAS yang dikelola dengan baik. Para petani di sekitar kebun percontohan mulai mengadopsi pendekatan RAS sebagai sebuah alternatif untuk karet monokultur intensif dan karet hutan ekstensif. Pendekatan RAS terpadu yang mengawinkan teknologi baru (klon karet) dengan praktek tradisional dari agroforestri karet terbukti berhasil di berbagai pelosok di Indonesia. Teknologi yang sama punya potensi yang sangat besar untuk diterapkan di Aceh dan Nias.

Aktivitas Pasca Tsunami dan Sumber Daya Alam

Selama tahap 'ledakan pembangunan fisik' (masa tiga tahun pasca Tsunami), tingginya permintaan bahan pembangunan (pasir, batu, kayu dan bata) telah menambah aktivitas penebangan kayu dan penambangan pasir/batu di seluruh Aceh dan Nias. Pekerjaan rekonstruksi, terutama di kawasan pantai Aceh diperkirakan telah menghabiskan 850 ribu meter kubik kayu dari penebangan ilegal (hampir 50% dari total kayu yang digunakan). Tiap tahun, diperkirakan, penebangan ilegal menghancurkan hutan hujan seluas 20.769 ha di Aceh. Pada umumnya, aktivitas penebangan ilegal terjadi di kawasan pedalaman yang relatif tidak tersentuh selama konflik bertahun-tahun. Kerusakan hutan meningkat tajam setelah gempa bumi dan Tsunami. Harga beras menjadi dua kali lipat setelah Tsunami, yang menyebabkan kenaikan pembukaan lahan untuk persawahan. Pembersihan lahan gambut untuk pemukiman dan kebun kelapa sawit juga menjadi tambahan masalah lingkungan hidup.

Kesimpulan

Aceh dan Nias tengah mengalami transformasi pesat. Meskipun pada masa lampau didera oleh isolasi politik, konflik dan terabaikan, peristiwa Tsunami dan gempa bumi pada Desember 2004 telah membuka babak baru dalam pembangunan ekonomi di Aceh dan Nias. Pemulihan tidak hanya mengembalikan pada kondisi pra-Tsunami. Konteks politik, peluang ekonomi dan kebutuhan masyarakat daerah membuka jalan bagi percepatan pembangunan di Aceh dan Nias. Seyogyanya rencana-rencana pembangunan harus bergerak di luar fokus 'pasca Tsunami', tetapi lebih mengarah kepada kemakmuran ekonomi dan peluang-peluang yang muncul. Patut dicatat bahwa konflik politik yang berkepanjangan di Aceh lebih berdampak pada kemiskinan daripada peristiwa Tsunami Desember 2004.

Di banyak area pedesaan, hutan dan sumber daya alam lain yang memberikan perlindungan bagi lingkungan juga dimanfaatkan oleh masyarakat setempat guna memenuhi kebutuhan ekonomi mereka. Penelitian di Aceh dan Nias jelas memperlihatkan bahwa banyak masalah lingkungan dalam konteks pasca bencana, tidak dapat dipecahkan melalui tindakan jangka pendek, tetapi diatasi melalui program-program berorientasi pelestarian. Sebuah pendekatan terpadu dan seimbang, serta terpusat pada tanaman yang diminati masyarakat (bernilai ekonomi) dan sistem berbasis pepohonan (*tree-based system*), diyakini merupakan kunci keberhasilan pembangunan ekonomi dan pemulihan lingkungan di Aceh dan Nias.

Teknologi untuk meningkatkan produktivitas tanaman perkebunan seperti karet dan kakao telah tersedia dan harus didorong melalui pengembangan keterampilan dan pembangunan kapasitas yang memadai. Dengan menggunakan bibit yang bermutu, tanaman yang sesuai dan pengelolaan lahan yang tepat, proses panen dan pasca panen yang tepat, disertai jaringan pasar yang baik, pembangunan infrastruktur akan mengarahkan transformasi pola budi daya tanaman perkebunan dan pembangunan ekonomi di Aceh dan Nias. Peluang bagi budi daya tanaman perkebunan untuk mata pencaharian dan pengembangan lingkungan harus menjadi bagian integral dari rencana tata guna lahan dan pembangunan ekonomi.

Daftar Pustaka

- Budidarsono S, Wulan YC, Budi, Joshi L dan Hendratno S. 2007. Livelihoods and Forest Resources in Aceh and Nias for a Sustainable Forest Resource Management and Economic Progress. ICRAF Working Paper 55. World Agroforestry Centre, Bogor, Indonesia: 39 pp.
- World Bank. 2008. Aceh Poverty Assessment 2008 -. The Impact of the Conflict, the Tsunami and Reconstruction on Poverty in Aceh. World Bank, Jakarta: 75 pp.
- Wibawa G, Hendratno S dan van Noordwijk M. 2005. Permanent smallholder rubber agroforestry systems in Sumatra, Indonesia. In: Palm C, Vosti SA, Sanchez PA, Ericksen PJ and Juo A, eds. Slash and Burn: The search for alternatives. . New York, USA. Columbia University Press. P. 222-232

Pelibatan Pengetahuan Lokal dalam Kesiapsiagaan Bencana

Elok Mulyoutami

World Agroforestry Centre (ICRAF)

Pendahuluan

Sebagai masyarakat agraris, masyarakat Aceh dituntut untuk dapat memahami kondisi fisik wilayahnya demi mengolah lahan mereka sebagai sumber penghidupan. Mereka memiliki pengetahuan tentang bagaimana harus mengolah lahannya dengan mengupayakan sawah, kebun karet, dan kebun buah-buahan yang telah diwariskan dari generasi ke generasi. Namun, perubahan struktur tanah dan kondisi fisik lainnya yang terjadi pasca Tsunami Desember 2004, menjadi stimulan bagi petani setempat untuk meningkatkan pengetahuan mereka dalam mengolah lahan. Tanah yang semula mereka gunakan untuk sawah, menjadi tidak layak diolah karena salinitas atau kandungan garamnya yang semakin meningkat. Karena itu, mereka perlu mengembangkan strategi dan pola adaptasi baru mengenai bagaimana mereka harus mengolah lahan yang ada.

Tulisan ini mencoba menggali beberapa respon spontan dari petani Aceh yang lahannya terkena dampak Tsunami dalam mengembangkan khasanah pengetahuan dan keahlian mereka mengolah lahan yang merupakan harta terpenting yang masih tertinggal.

Pengetahuan Lokal dan Pengelolaan Sumber Daya Alam

Pengelolaan sumber daya alam terpadu yang seringkali digaungkan dalam program pembangunan menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dengan melibatkan berbagai pihak yang terlibat. Dengan demikian, perangkat pengetahuan yang dimiliki masyarakat sebagai aktornya menjadi hal yang penting karena menjadi basis pengelolaan yang mudah diimplementasikan oleh masyarakat.

Masyarakat lokal memiliki kemampuan untuk mengembangkan suatu strategi yang berkaitan dengan bagaimana ia mengelola sumber daya yang dia miliki (Berkes dkk 2000, Warren dkk 1998). Kemampuan tersebut terwujud dalam sistem pengetahuan

yang diwarisi baik secara turun temurun maupun yang baru mereka dapatkan dari pengaruh luar, mengenai perubahan lingkungan alam serta berbagai pertanda dan dampak dari perubahan itu yang kemudian melembaga dalam institusi lokal serta tradisi kehidupan mereka sehari-hari. Sistem pengetahuan tersebut merupakan suatu bentuk modal sosial atau modal budaya yang perlu diperhatikan benar dalam upaya pembangunan masyarakat dan dalam hal ini dalam upaya pemulihan masyarakat dalam menghadapi kondisi pasca Tsunami (Dekens 2007a, 2007b).

Menggali pengetahuan lokal

Upaya menggali pengetahuan lokal ini dilakukan selama 10 hari, satu tahun setengah setelah kejadian Tsunami. Dengan mengadopsi pendekatan yang dikembangkan oleh Walker dan Sinclair (1998) yaitu “Sistem berbasis pengetahuan”, serangkaian kegiatan wawancara dilakukan terhadap 12 narasumber kunci dan dilakukan beberapa diskusi kelompok. Informasi yang digali adalah pengetahuan akan kejadian Tsunami, kerusakan fisik yang diamati, serta langkah-langkah yang diambil untuk mengatasi bencana (strategi bertahan). Narasumber dipilih secara acak yang dianggap paling memiliki pengetahuan tentang lahan dan tanaman. Metoda bola salju diterapkan dengan menentukan kriteria pemilihan narasumber yaitu yang berprofesi sebagai petani sebelum Tsunami, dan masih melakukan aktivitas pertanian pasca Tsunami. Tiga rangkaian diskusi kelompok dilakukan untuk memperdalam studi serta triangulasi hasil yang diperoleh dalam wawancara individu.

Persepsi masyarakat terhadap kerusakan yang terjadi

Manusia, melalui panca inderanya, memiliki kemampuan untuk mengamati dan menganalisa kondisi lingkungan dan perubahan yang terjadi pada lingkungannya (Berkes dkk 2000, Warren dkk 1998). Dalam kejadian bencana alam dimana perubahan yang terjadi cukup dramatis, manusia juga mengembangkan upaya antisipasi bencana dan pada masa kritis hanya bergantung pada dirinya sendiri serta lingkungan yang ada untuk bertahan (Bankoff 2004). Upaya memahami pengetahuan masyarakat yang sebagian terbentuk dari respon alami terhadap bencana akan memberikan gambaran hubungan sebab akibat atas kerusakan fisik yang terjadi di lingkungan mereka.

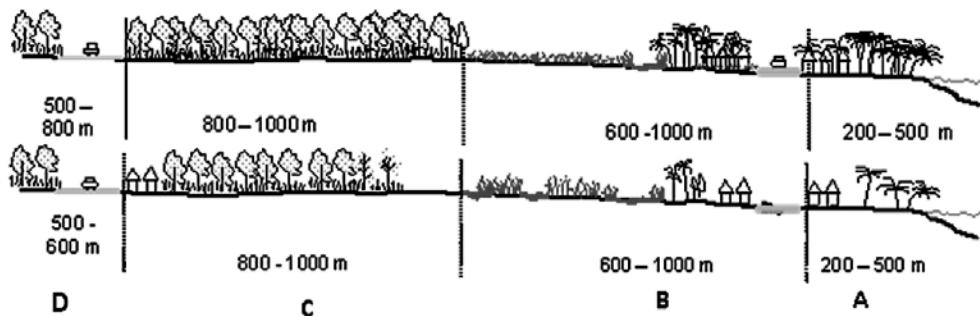
Perubahan Penggunaan Lahan

Untuk memahami pengetahuan petani mengenai kerusakan akibat Tsunami yang terjadi, pola penggunaan lahan dalam satu transek diidentifikasi. Transek yang

diamati meliputi transek dimana pola penggunaan lahan yang ada merupakan representasi dari kondisi yang umum di wilayah ini. Ilustrasi pola penggunaan lahan ini diperoleh di daerah Kecamatan Samatiga di Desa Lhok Bubon yang berada di pesisir, sampai ke arah tengah yaitu desa Gampong Tengah, Peucok Lung, Aloe Raya dan Cot Selamat.

Empat zonasi ditentukan berdasarkan sistem penggunaan lahan dari bibir pantai hingga 3 km ke arah daratan (Gambar 1). Zona A yang merupakan wilayah bibir pantai, memiliki tanaman kelapa yang cukup dominan. Zona B meliputi areal pemukiman, pekarangan dan pertanian pangan. Di lahan pekarangan sekitar pemukiman, ditanam buah-buahan seperti rambutan, durian, kakao, semangka dan labu air. Sekitar 800 m ke arah daratan terdapat areal pesawahan dan tanaman pangan lainnya. Di zona ini pula terdapat areal yang digunakan untuk tambak, bakau serta nipah dan rumbia. Lebih ke dalam lagi, di Zona C, terdapat kebun karet masyarakat yang umumnya menggunakan bibit lokal. Zona D merupakan areal pemukiman masyarakat dan didefinisikan sebagai zona terjauh yang dijangkau air laut pada saat Tsunami.

Dari kesaksian masyarakat Aceh yang selamat, mereka menyatakan bahwa ada tiga gelombang besar yang menyapu, dan lokasi dimana kondisi tanah berubah adalah lokasi dimana ombak-ombak tersebut pecah (yaitu : Zona C dan/atau Zona B). Di lokasi tersebut, tanah seakan-akan terangkat oleh pecahan ombak, dan berpindah ke lokasi lain saat air ombak tersebut mengalir kembali ke laut. Lahan sawah yang berjarak sekitar 800 – 1.000 m dari laut dan terhempas oleh pecahan ombak berubah menjadi laguna yang berair asin. Tanah sawah yang terangkat ini terbawa oleh air laut ke arah dalam, dan kemudian menumpuk di daerah dimana air laut berakhir (Zona D). Sementara itu laguna dimanfaatkan masyarakat setempat menjadi sumber beragam jenis ikan dan udang. Beberapa spesies ikan laut seperti jenis-jenis kakap terutama kakap merah banyak ditemukan di laguna ini.



Gambar 1. Penggunaan lahan sebelum dan kerusakan lahan setelah Tsunami

Tabel 1. Penggunaan lahan, perubahan dan kerusakan akibat Tsunami, serta jenis tanaman

Kerusakan	Zona D: Kerusakan 20%	Zona C: Kerusakan 40%	Zona B: Kerusakan 60%	Zona A: Kerusakan 90%
Tinggi air laut	0.5 – 2 m	2 – 5 m	5 – 15 m	15 – 25 m
Perubahan pasca Tsunami	Tanah Tsunami	20% pohon karet hilang, 30% pohon karet belum berproduksi	Sawah menjadi laguna, danau atau rawa Pendangkalan lahan sawah dan sungai	
Penggunaan lahan saat penelitian	Pemukiman (relokasi) Pekarangan Lahan pangan Kebun karet	Pemukiman (relokasi) Pekarangan Kebun karet	Pemukiman Pekarangan Kebun kelapa (80% tersisa) Tambak/Kolam	Pemukiman Kebun kelapa (40 % selamat)
Jenis tanaman	Semusim: cabai, jagung, kacang panjang, singkong. Tahunan: karet, mangga, kueni, sawo, pepaya, kakao	Semusim: cabai, jagung, kacang panjang, singkong, semangka. Tahunan: karet, pinang, mangga, kueni, semangka, pepaya dan kakao	Semusim: cabai, semangka Tahunan: mangga, kueni, pinang, kelapa Tanaman lain: Nipah, Waru, Rumput-rumputan, Bakau (daerah riparian)	Tahunan: Kelapa, Bakau (baru ditanam), Waru (baru ditanam), Cemara laut (baru ditanam)

Masih di Zona B dan/atau C, ada bagian dimana lubang-lubang semakin dalam, sementara di areal lain dimana air ombak mengalir pelan, tanah yang terbawa air laut tersebut mengendap dan berakumulasi sehingga semakin menambah tinggi tanah. Beberapa lahan padi dan rawa mendangkal (naik sekitar 2 m) karena sedimentasi pasir dan tanah serta puing-puing (Gambar 1a dan 1b).



Gambar 1a. Rawa terbentuk akibat pecahan ombak Tsunami di belakang kebun karet, asal lahan adalah sawah.



Gambar 1b. Sawah yang mengalami pendangkalan karena timbunan tanah dan puing, kandungan garamnya tinggi.

Hal menarik yang berhasil didokumentasikan oleh masyarakat adalah lokasi serumpun pohon nipah yang bergeser hingga sekitar setengah kilometer lebih jauh ke pedalaman dan tidak berubah. Pohon tersebut masih tumbuh dengan baik. Seorang narasumber menjelaskan, pecahan ombak Tsunami seolah mengangkat pohon tersebut berikut tanah di sekitarnya dan memindahkannya ke tempat lain seiring dengan aliran ombak. Narasumber tersebut lebih lanjut menggambarkan seolah-olah tanaman nipah itu dikeruk oleh tangan dan dipindahkan ke tempat lain.

Pohon kelapa yang tersisa di wilayah ini sekitar 40% dari jumlah sebelumnya. Sebagian narasumber juga menyatakan bibir pantai bergeser 100 hingga 200 m ke arah daratan (Zona A).

Masyarakat lokal menyatakan bahwa perubahan fisik lahan yang terjadi tidak hanya di pesisir pantai saja, namun juga di pesisir sungai. Banjir sungai akibat dorongan ombak Tsunami terjadi di areal riparian. Meski daerah itu terletak jauh dari pantai, namun karena berada di pesisir sungai maka terkena imbas air laut. Sebagai dampaknya, beberapa tanaman pionir yang sejatinya tumbuh di pesisir laut bisa ditemukan di daerah riparian sungai.

Tanah Tsunami

Konsep baru yang muncul pasca Tsunami adalah ‘tanah Tsunami’ yang dipahami masyarakat sebagai bagian lahan yang tertutup tanah yang terbawa oleh air laut ke daratan. Bagi sebagian besar petani, tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Sebagian berpendapat bahwa tanah ini berasal dari tanah sawah yang terhempas ke daerah lain akibat pecahnya gelombang laut dan ikut mengalir bersama aliran ombak tersebut ke daratan, dan menumpuk di daerah dimana air laut berakhir. Tanah tersebut sangat gembur, bahkan sebagian masyarakat masih berupaya memanfaatkan tanah Tsunami ini untuk menanam jenis tanaman semusim. Menurut beberapa petani yang ditemui, struktur tanah Tsunami gembur dan berwarna hitam dan memiliki kandungan zat organik yang cukup tinggi.

Salinitas dan toleransi tanah

Petani di Aceh memahami dengan cukup baik kondisi tanah yang terimbas air laut dan menyebutkan bahwa tanah tersebut memiliki tingkat salinitas tertentu yang membuat beberapa jenis tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik. Berdasarkan pengamatan petani yang dilakukan satu setengah tahun setelah Tsunami, beberapa jenis tanaman ditemukan memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap garam, salah

satunya adalah karet. Kakao dinilai sangat rentan terhadap garam, karena banyak tanaman kakao yang mati karena terendam oleh air laut.

Pohon kelapa diyakini oleh petani di pesisir merupakan tanaman yang mempunyai toleransi cukup tinggi terhadap garam sehingga banyak ditanam di pesisir pantai yang memiliki tingkat salinitas tinggi. Hal ini selaras dengan pernyataan ahli tanah dan agroklimat (Djaenudin dkk 2000) yang menyatakan bahwa kelapa cocok ditanam di daerah yang memiliki tingkat salinitas maximum 12mS/cm (*micro siemens per sentimeter*). Selain itu, perannya dalam mengurangi dampak terjangan ombak Tsunami terbukti cukup efektif.

Pohon rambutan, manggis dan durian sangat rentan terhadap garam. Dari hasil pengamatan masyarakat lokal, beberapa hari setelah Tsunami pohon-pohon tersebut masih bertahan, tapi tidak lama kemudian daunnya menguning dan mulai berguguran, hingga akhirnya mati. Pohon mangga diamati lebih mampu bertahan, setelah lebih kurang 2 – 4 bulan daunnya menguning dan berguguran, namun kembali menghijau dan bahkan beberapa pohon masih bisa berbunga.

Tabel 2. Persepsi petani terhadap jenis tanaman dan toleransi terhadap salinitas tanah

Jenis pohon	Toleransi terhadap salinitas tanah	Waktu untuk berbunga kembali	Kemungkinan tumbuh di tanah Tsunami
Mangga (<i>Mangifera sp</i>)	*	8 – 15 bulan	**
Kweni (<i>Mangifera odorata</i>)	*	Tidak ada data	**
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	-	-	Tidak ada pengalaman
Kakao (<i>Theobroma cacao</i>)	-	-	*
Durian (<i>Durio zibethinus</i>)	-	-	*
Sawo (<i>Manilkara kauki</i>)	-	-	*
Manggis (<i>Garcinia mangostana</i>)			
Jambu Botol (<i>Psidium guava</i>)	*	8 – 15 bulan	*
Sukun (<i>Artocarpus communis</i>)	**	12 – 15 bulan	**
Pinang (<i>Areca catechu</i>)			
Petai (<i>Parkia speciosa</i>)	-	-	*
Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>)	***	4 – 9 bulan	***
Rumbia (<i>Metroxylon sagu</i>)	***	-	***
Nipah (<i>Nypa fruticans</i>)	***	-	***
Kelapa sawit (<i>Elaeis sp</i>)	**	Tidak ada data	***

Padi dan Tanaman Semusim

Pasca Tsunami, sejumlah tanaman semusim yang ditanam menurun hasilnya, bahkan beberapa tidak dapat tumbuh dengan baik. Cabai dan singkong memiliki resistensi yang cukup kuat terhadap kandungan garam di tanah. Jenis lainnya, meski mereka mampu tumbuh dengan baik namun tidak memberikan hasil maksimal baik secara kualitas maupun kuantitas.

Semangka, labu air dan pepaya merupakan beberapa jenis tanaman semusim yang tumbuh alami setelah tiga bulan pasca Tsunami. Mereka menyebutnya sebagai “semangka Tsunami”, “labu Tsunami” dan “pepaya Tsunami”, dan ketika dikonsumsi ketiga buah ini memiliki rasa yang asin. Beberapa narasumber menjelaskan bahwa hal ini mungkin disebabkan karena lahan sawah yang subur berpindah ke lokasi lahan mereka dan beberapa benih dalam tanah yang terbawa tersebut tumbuh. Hingga artikel ini ditulis, masyarakat setempat sudah sangat jarang menemukan lagi jenis semangka, pepaya dan labu yang rasanya asin. Mungkin hal ini disebabkan karena salinitas tanah yang semakin berkurang.

Tabel 3. Kondisi pertumbuhan tanaman pangan sebelum dan sesudah Tsunami berdasarkan pengamatan petani

Tanaman	Sebelum Tsunami	3 bulan setelah	Setahun setelah
Kacang tanah	Tumbuh baik	Tidak tumbuh	Tumbuh dan menghasilkan namun kualitasnya rendah
Jagung	Tumbuh baik	Tidak tumbuh	Berbuah, hasilnya berkurang
Cabai	Tumbuh baik	Sebagian berbuah	Tumbuh dan berbuah
Timun	Tumbuh baik	Tidak tumbuh	Tumbuh dan berbuah
Terong	Tumbuh baik	Tidak tumbuh	Tumbuh dan berbuah

Peran ‘Pohon’ untuk Meminimalisir Dampak Bencana

Beberapa ahli telah mengkaji efektifitas hutan sebagai benteng alami yang dapat mereduksi dampak terjangan ombak Tsunami ke daratan (Danielsen dan Sorensen 2005, Laso dkk 2007, Marohn dkk 2007). Hal yang sama juga diyakini oleh masyarakat setempat. Seorang perempuan yang tinggal dua kilometer dari tepi laut menyatakan bahwa tempat tinggalnya habis dihantam ombak karena tidak ada tanaman berkayu yang tumbuh di antara rumah dan laut. Ia menyatakan bahwa rumah tetangganya yang berada di balik kebun karet tidak begitu rusak, karena hantaman ombak Tsunami sudah tereduksi oleh barisan pohon tersebut. Meski demikian, perempuan tersebut menyatakan bahwa pohon karet yang tersisa saat ini kurang lebih hanya tinggal 60%, karena pohon-pohon tersebut terangkat oleh kekuatan ombak Tsunami.

Jenis tanaman seperti Cemara laut (*Casuaria equisetifolia*), Ketapang (*Terminalia catapa*), Kelapa (*Cocos nucifera*), Angsana (*Pterocarpus indicus*), Pandan (*Pandanus tectorrius*) and Waru laut (*Hibiscus tiliaceus*) memiliki fungsi yang baik sebagai pemecah ombak maupun sebagai pemecah angin (*wind breaker*) di daerah pesisir. Masyarakat menyebutkan bahwa jenis-jenis tersebut memiliki nilai proteksi lingkungan yang tinggi akan tetapi nilai ekonomisnya rendah.

Upaya penanaman telah dilakukan oleh beberapa organisasi, lembaga dan institusi yang peduli dengan pemulihan daerah ini. Akan tetapi, tanaman yang ditanam tersebut rusak akibat abrasi air laut. Dari pengamatan ini, seorang petani yang diwawancarai menyatakan bahwa sebaiknya ada tanggul yang dibuat untuk menahan air pasang yang datang terutama pada malam hari. Beliau menyatakan bahwa tanggul dibangun sekitar 100 m dari tepi pantai, dan tanaman pantai bisa ditanam sekitar 200 m dari tepi pantai. Jenis-jenis tanaman seperti tersebut di atas, apabila tumbuh dengan populasi yang padat mampu berperan sebagai penahan angin.

Sebagian masyarakat merasakan bahwa pasca Tsunami, tiupan angin cukup kuat dan mengganggu aktivitas pertanian mereka, karena jumlah pohon di tepi pantai semakin sedikit.

Peran pohon ini juga dinilai penting di daerah riparian, karena Tsunami yang terjadi di muara sungai, membuat arus sungai menjadi kuat dan luapannya terjadi di pesisir sungai. Daerah yang mempunyai tanaman riparian cukup padat memiliki tingkat kerusakan yang lebih rendah daripada di daerah yang lebih terbuka.

Strategi Memulihkan Lahan

Untuk melihat upaya masyarakat bertahan dan beradaptasi pada kondisi pasca Tsunami perlu dilihat dari beberapa periode. Periode pertama (tiga bulan pertama pasca Tsunami), merupakan periode darurat (*emergency*) dimana prioritas kegiatan masyarakat adalah untuk memenuhi sumber pangan dan papan dalam jangka pendek. Sebagian besar masih menggantungkan diri dari bantuan luar.

Periode kedua (tiga bulan hingga setahun setelah Tsunami), merupakan fase dimana masyarakat sudah mulai membangun tempat tinggalnya, dan sebagian sudah mulai melakukan aktivitas pertanian di lahan yang bisa diolah. Beberapa dari mereka mencoba menanam beberapa jenis tanaman pangan semusim untuk melihat apakah tanaman tersebut masih bisa menghasilkan atau tidak. Namun, sangat sedikit petani yang berhasil, mereka harus terlebih dulu menghilangkan kadar garam di lahan mereka sebelum padi ditanam. Untuk mengurangi kandungan garam, sebagian

masyarakat mencoba mengairi lahan sawahnya kemudian dibuang airnya, lalu diairi kembali. Karena kekurangan dana dan tenaga, tidak banyak petani yang mau mengolah lahannya pada fase ini. Di akhir fase kedua ini, yaitu kira-kira hampir satu tahun setelah Tsunami, beberapa petani karet sudah berani menyadap pohon karetnya yang masih bertahan. Namun demikian, mereka melaporkan bahwa hasil getah yang diperoleh sangat sedikit.

Periode ketiga (lebih dari setahun setelah Tsunami), merupakan fase yang ditandai dengan kegiatan rehabilitasi lahan. Masyarakat petani mulai kembali ke aktifitas utama mereka yaitu bertani. Ternyata, curah hujan yang cukup tinggi dan intensitasnya yang sering telah membantu mengurangi kadar garam secara alami. Petanipun mulai mengolah lahan sawahnya. Akan tetapi, kesuburan tanah sawah akibat tanah permukaan (*top soil*) yang tergerus air laut juga sangat berkurang sehingga kebutuhan pupuk menjadi lebih tinggi. Beberapa petani sudah mulai melakukan penanaman pohon buah-buahan dan pohon kayu. Pohon mangga merupakan jenis yang cukup banyak ditanam mengingat pohon ini cukup mampu bertahan di lahan yang terkontaminasi garam.

Peran eksternal

Pihak eksternal baik pemerintah, badan rehabilitasi pasca Tsunami, serta LSM lokal dan internasional cukup banyak berperan dalam upaya rehabilitasi. Berbagai program mereka laksanakan dalam upaya untuk membangun kembali areal yang terkena dampak Tsunami.

Upaya pembersihan lahan pasca bencana baik yang spontan dilakukan masyarakat, maupun melalui program yang didukung oleh beberapa LSM dan lembaga pemerintah, menentukan terjadinya perubahan fisik lahan dan tanah. Misalnya, masyarakat membuang tanah Tsunami dan puing-puing ke lokasi-lokasi tertentu tanpa mengetahui bahwa tanah tersebut sebetulnya berasal dari tanah sawah yang memiliki kesuburan tinggi dan bisa dimanfaatkan untuk produksi pertanian.

Peran eksternal ini juga turut menentukan strategi pengelolaan lahan yang kemudian dipilih oleh petani. Melalui program pengembangan pertanian, petani sawah diberi pemahaman dan pelatihan mengenai jenis padi yang sesuai pada lahan dengan salinitas tinggi, pupuk yang seimbang, dan upaya pengelolaan lahan yang baik untuk mengurangi kadar garam. Beberapa kegiatan pengembangan kapasitas petani juga dilakukan untuk meningkatkan produksi beberapa tanaman perkebunan seperti kakao, karet, kelapa hibrida, dll.

Pengetahuan Masyarakat dan Kesiapsiagaan Menghadapi Bencana

Dua hal penting yang menjadi pembahasan dalam tulisan ini adalah: (i) pengetahuan lokal bersifat dinamis dan senantiasa berkembang sejalan dengan perubahan fisik lahan (Dekens 2007a). Pengalaman manusia dalam merespon perubahan fisik lingkungan yang menjadi penopang kehidupan mereka, telah mendorong masyarakat untuk berinovasi mengembangkan strategi yang kelak menjadi modal pengetahuan mereka. Faktor yang berpengaruh dalam hal ini selain kemampuan pengamatan manusia sebagai subyek pengetahuan, juga dipengaruhi oleh introduksi pengetahuan dari pihak luar yang sangat berperan dalam program pembangunan dan rehabilitasi lahan (Dekens 2007b).

Perkembangan pengetahuan-pengetahuan lokal masyarakat dalam merespon kejadian pasca bencana merupakan masukan yang berharga dalam upaya pemulihan daerah, bilamana terjadi bencana yang serupa di kemudian hari (Dekens 2007a, 2007b). Fungsi pohon untuk mereduksi dampak Tsunami sekaligus sebagai pemecah angin laut serta jenis-jenis pohon yang dipilih juga dapat dimasukkan dalam upaya mitigasi di daerah yang rawan bencana. Beberapa indikator kerusakan lahan pasca Tsunami dan faktor yang paling menentukan kerusakan sebagaimana dipahami oleh masyarakat lokal dari pengamatan mereka dapat dimanfaatkan dalam tahap awal rehabilitasi lahan. Hal ini mendorong diskusi yang lebih dalam tentang hal penting kedua yang dibahas dalam tulisan ini yaitu (ii) pelibatan pengetahuan lokal dalam pengelolaan bencana.

Sebagaimana dengan jenis pengetahuan lainnya, pengetahuan lokal memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda tergantung dari konteks, geografis dan waktu yang berbeda (Bankoff 2004). Masyarakat memiliki cara sendiri untuk mendefinisikan kondisi mereka, definisi ini bervariasi tergantung kepekaan masyarakat pada kerentanan dan ancaman yang mereka hadapi (Hilhorst 2004). Upaya menciptakan masyarakat sadar bencana perlu berawal dari definisi bencana yang dipahami oleh masyarakat itu sendiri.

Sebagai suatu respon yang bersifat adaptif terhadap perubahan baik internal maupun eksternal, sistem pengetahuan lokal bilamana dikombinasikan dengan pemahaman dalam konteks yang lebih luas dalam pembangunan berkelanjutan dapat bernilai penting untuk mengurangi dampak bencana. Sistem pengetahuan ini tidak hanya merupakan hal-hal yang diketahui oleh manusia, namun juga apa yang mereka terapkan dan mereka yakini yaitu kepercayaan, nilai, persepsi dan pandangan umum. Karena itu melalui kombinasi dari praktek lokal serta pengembangan pengetahuan yang ilmiah dapat diilustrasikan upaya adaptasi terhadap bencana yang tepat dengan kebutuhan lokal dan dapat menjadi contoh yang baik untuk wilayah lain.

Pengetahuan ini berkembang tidak hanya secara horizontal diantara komunitas dan interaksinya dengan eksternal namun juga secara vertikal dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Pengetahuan lokal yang berasal dari kemampuan manusia untuk mengamati perubahan lingkungan mereka sendiri (Warren dkk 1995), serta berasal dari strategi adaptasi mereka sendiri menjadi lebih mudah diadopsi oleh masyarakat yang bersangkutan (Berkes dkk 2000). Kemampuan masyarakat untuk mempersiapkan diri terhadap bencana harus lebih dipahami dalam konteks yang lebih luas dalam kaitannya dengan pengamanan sumber penghidupan dan prinsip keberlanjutan serta membangun daya lenting masyarakat dalam menghadapi krisis di masa yang lebih panjang.

Upaya mengurangi efek bencana seringkali hanya bersifat dari atas ke bawah (*topdown*) dan menempatkan masyarakat sebagai pihak korban yang tidak berdaya. Melalui pelibatan pengetahuan lokal dalam perencanaan kesiapsiagaan bencana, masyarakat diposisikan lebih aktif dan mampu keluar dari tekanan musibah yang mereka hadapi. Kolaborasi dan integrasi pengetahuan lokal dan ilmiah kiranya diperlukan untuk membangun komunikasi dasar demi terbangunnya program perencanaan (Mercer dkk 2010). Bila pengetahuan lokal menjadi dasar dari mekanisme kesiapsiagaan bencana yang sesuai dengan prioritas masyarakat, dan memperhitungkan aspek fisik, sosial-budaya masyarakat, serta menempatkan masyarakat sebagai aktor perubahan, maka pengetahuan ilmiah akan membantu menguatkan beberapa argumentasi ilmiah dari pengetahuan masyarakat, membangun prakiraan akan hal-hal penting yang tidak hanya akan bersandar dari pengamatan saja, tapi juga pada aspek pembangunan atau perubahan lain.

Daftar Pustaka

- Bankoff G. 2004. The Historical Geography of Disaster: Vulnerability and Local Knowledge in Western Discourse. In Bankoff G, Frerks G, Hilhorst D. *Mapping vulnerability: disasters, development, and people*. Earthscan, 2004 - Nature - Page 25 - 36. http://books.google.co.id/books?id=uGBYX4wVMkkC&dq=%22local+knowledge%22,+cope,+disaster,&hl=en&source=gbs_navlinks_s. Diakses pada 2010-11-01 16:14:42.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251 - 1262.
- Dekens J. 2007a. Local Knowledge for Disaster Preparedness: a Literature Review. Kathmandu: ICIMOD (84p.).

- Dekens J. 2007b. *Herders of Chitral: the Lost Messengers? Local Knowledge on Disaster Preparedness in Chitral District, Pakistan*. Kathmandu: ICIMOD. www.disasterpreparedness.icimod.org.
- Djaenudin D, Henrisman M, Subagyo, Mulyani A, Suharta N. 2000. Kriteria kesesuaian lahan untuk beberapa komoditas pertanian. Versi 2. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. p 264.
- Hilhorst D. 2004. Complexity and Diversity: Unlocking Social Domains of Disaster Response. In Bankoff G, Frerks G, Hilhorst D. *Mapping vulnerability: disasters, development, and people*. Earthscan, 2004 - Nature - Page 52 – 66. http://books.google.co.id/books?id=uGBYX4wVMkkC&dq=%22local+knowledge%22,+cope,+disaster,&hl=en&source=gbs_navlinks_s. Diakses pada 2010-11-01 , 16:14:42.
- Laso JC, Marohn C, Dercon G, Dewi S, Ekadinata A, Joshi L, Van Noordwijk M, Cadisch G. 2007. *Assessment of Physical Mitigation Provided by Tree Crops In The 2004 Tsunami Event In West Aceh-Indonesia*. Paper Presented on Deutscher Tropentag 2007. Danielsen F, Sorensen MK. 2005. The Asian Tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science* 310(5748): 643
- Marohn C, Distel A, Laso J, Yusvita D, Dercon G, Dewi S, Lusiana B, Joshi L, Agus F, Meyer U, Van Noordwijk M, Cadisch G. 2007. *Assessing short and long term time dimensions of the Tsunami impact on the green infrastructure in Aceh, Indonesia: A challenge to data collection and methodological Approaches*. Paper Presented on Conference on International Agricultural Research for Development October 9-11, 2007 University Of Kassel-Witzenhausen and University Of Göttingen.
- Mercer J, Kelman I, Taranis L, dan Suchet-Pearson S. 2010. Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Disasters* 34, no. 1: 214–239.
- Pomeroy RS, Ratner BD, Hall SJ, Pimoljinda J, Vivekanandan V. 2006. Coping with disaster: Rehabilitating coastal livelihoods and communities. *Marine Policy* 30: 786–793.
- Walker D, Sinclair FL. 1998. Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems. Part 2: Formal representation. *Agricultural Systems*, 56(3): 365-386.
- Warren DM, Slikkerveer LJ, Brokensha D. 1995. *The cultural dimension of development: indigenous knowledge systems*. Intermediate Technology Publications, London.