

Perubahan Tutupan Hutan Mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara Periode 1977-2006

Onrizal

Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

ABSTRACT

Land-cover change of mangrove forests at eastern coast of North Sumatra in Period 1977 to 2006. Mangrove is one of the world's threatened major tropical environments. Nevertheless, activities that contribute to this depletion continue. The main objectives of this research were to analyze the land cover change of mangrove forests in eastern coastal of North Sumatra based on previous inventory in period 1977 to 2006 and to acquire the factors of mangrove disturbance in the areas. In fact, mangrove forest areas in eastern coastal of North Sumatra decreased 59.68% from 103,425 ha in 1977 to 41,700 ha in year 2006. Expansion of aquaculture ponds and extraction of timber and fuel wood were most important factors of mangrove forest degradation in the areas. Therefore, we need to rehabilitate the degraded mangrove forests in the area both massively and systematically, and to prevent the remaining mangrove forests from destruction activities.

Keywords: mangroves, land-cover change, North Sumatra

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Hutan mangrove di dunia mencapai luas sekitar 16.530.000 ha yang tersebar di Asia 7.441.000 ha, Afrika 3.258.000 ha dan Amerika 5.831.000 ha (FAO 1994), sedangkan di Indonesia dilaporkan seluas 3.735.250 ha (Ditjen INTAG1993). Dengan demikian, luas hutan mangrove Indonesia hampir 50% dari luas mangrove Asia dan hampir 25% dari luas hutan mangrove dunia.

Hutan mangrove sebagai salah satu lahan basah di daerah tropis dengan akses yang mudah serta kegunaan komponen biodiversitas dan lahan yang tinggi telah menjadikan sumberdaya tersebut sebagai sumberdaya tropis yang

terancam kelestariannya (Valiela *et al.* 2001; Onrizal 2005) dan menjadi salah satu pusat dari isu lingkungan global. Konversi hutan mangrove terus meningkat untuk dijadikan lahan pertanian atau tambak ikan/udang, sehingga menyebabkan penurunan produktivitas ekosistem tersebut (Dave 2006, Primavera 2005). Dalam kurun waktu 25 tahun, hutan mangrove dunia hilang sebesar 35% (Valiela *et al.* 2001) dan hutan mangrove Indonesia yang rusak mencapai 57,6% (Ditjen RLPS 2001).

Meskipun hutan mangrove terus terancam kelestariannya, namun berbagai aktivitas penyebab kerusakan hutan mangrove terus terjadi dan adakalanya dalam skala dan intensitas yang terus meningkat. Data luas dan perubahan luas hutan mangrove menjadi salah satu topik

penting sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan sumberdaya secara lestari. Namun banyak terdapat kesimpangsiuran data, sehingga seringkali sulit dijadikan dasar dalam perencanaan. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan kajian yang secara khusus menganalisis perubahan penggunaan lahan hutan mangrove, baik dari hutan primer ke hutan sekunder, maupun dari hutan mangrove ke bentuk penggunaan lahan selain hutan mangrove di pantai timur Sumatera Utara berdasarkan hasil inventarisasi mangrove yang telah dilakukan serta faktor penyebabnya.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan utama penelitian ini berupa hasil inventarisasi hutan mangrove di pesisir Sumatera Utara. Berdasarkan hasil penelusuran, terdapat 4 (empat) hasil inventarisasi mangrove di wilayah kajian dengan metode pendekatan yang sepadan, yakni tahun 1977 (Bakosurtanal 1977 *dalam* ITTO & Ditjen RLPS 2005), 1988/1989 (ODA & Dirjen Perikanan 1993), 1997 (Ditjen RRL 1997), dan 2006 (BP DAS Asahan Barumun 2006; BP DAS Wampu Sei Ular 2006). Keempat hasil inventarisasi tersebut dipilih karena metode inventarisasi yang digunakan hampir sama, yakni menggunakan data penginderaan jauh sebagai data dasar, sehingga bisa dibandingkan. Hasil inventarisasi dan peta yang dihasilkan dalam kajian tersebut kemudian ditumpangtindihkan untuk mengetahui perubahan tutupan hutan mangrove, khususnya di pesisir timur Sumatera Utara untuk kurun waktu 1977-2006.

Spesifikasi metode dan cakupan wilayah kajian yang digunakan untuk tutupan hutan mangrove dalam empat pengukuran berbeda dalam kurun waktu 1977-2006 adalah sebagai berikut:

a. 1977 oleh Bakosurtanal (1977) *dalam* ITTO & Ditjen RLPS (2005) menggunakan Peta Landuse Wilayah Pantai Timur Sumatera Utara

b. 1993 oleh ODA & Dirjen Perikanan (1993) menggunakan Peta RePProT tahun 1988 dan sejumlah seri peta tanah BPPP tahun 1990 untuk pesisir timur Sumatera Utara

c. 1977 oleh Ditjen RRL (1997) menggunakan Peta Citra Landsat TM tahun 1997 dan Peta Landsystem. untuk pesisir timur Sumatera Utara

d. 2006 oleh dua instansi, yaitu BP DAS Asahan Barumun (2006) untuk pesisir Asahan dan Labuhan Batundan dan BP DAS Wampu Sei Ular (2006) untuk pesisir timur Langkat, Deli Serdang. Kegiatan inventarisasi tahun 2006 ini menggunakan Peta Citra Landsat TM tahun 2005 atau 2006 dan Peta Landsystem.

Hasil tumpang tindih peta landsat TM dan Peta Landsystem oleh Dirjen RRL (1997) menunjukkan bahwa hutan mangrove di Sumatera terdapat di 2 (dua) sistem lahan, yakni KJP (kajapah) dan PTG (puting), namun hasil tumpang tindih Peta Landsat TM dan Peta Landsystem oleh BP DAS Asahan Barumun (2006) dan BP DAS Wampu Sei Ular (2006) menunjukkan bahwa hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara selain terdapat pada dua sistem lahan tersebut, juga dijumpai pada sistem lahan KHY (kahayan). Namun agar bisa dibanding-

kan, perubahan penutupan lahan antara 1997 dan 2006, hanya menggunakan luasan hutan mangrove pada sistem lahan KJP dan PTG. Penggunaan kedua sistem lahan tersebut (KJP dan PTG) tersebut juga sebanding dengan sebaran hutan mangrove hasil inventarisasi tahun 1977 oleh Bakosurtanal (1977) dalam ITTO & Ditjen RLPS (2005) dan tahun 1988/1989 oleh ODA & Dirjen Perikanan (1993).

Selanjutnya pengecekan lapangan terhadap hasil tumpang tindih peta-peta hasil inventarisasi untuk validasi pada setiap perwakilan penutupan lahan. Hasil validasi tersebut juga untuk mengetahui penyebab kerusakan atau perubahan tutupan hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara.

HASIL

Perubahan Penggunaan Lahan Hutan Mangrove

Hasil interpretasi Peta *Landuse* Wilayah Pantai Timur Sumatera Utara menunjukkan pada tahun 1977 terdapat sekitar 103,415 ha hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara. Sebagian besar (89.093 ha atau 86,2%) hutan mangrove tersebut berupa hutan mangrove primer dan sisanya (14.322 ha atau 13,8%) sebagai hutan mangrove sekunder. Berdasarkan administrasi pemerintahan, sebagian besar hutan mangrove tersebut terdapat di Kabupaten Langkat dengan luas sebesar 45.909 ha (44,4%), kemudian diikuti oleh Kabupaten Deli Serdang (21.051 ha atau 20,4%), Kabupaten Asahan (18.785 ha atau 18,2%) dan paling kecil luasannya

pada Kabupaten Labuhan Batu (17.670 ha atau 17,1%) (Tabel 1).

Luas hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara dalam 4 kali pengukuran berbeda (1977, 1988/1989, 1997 dan 2006) terus menurun. Jika dibandingkan dengan hutan mangrove tahun 1977, pada tahun 1988/1989, 1997, dan 2006 hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara secara berturut-turut terus berkurang, yakni sebesar 14,01% (tersisa menjadi 88.931 ha), 48,56% (tersisa menjadi 53.198 ha) dan 59,68% (hanya tersisa 41.700 ha) dari luas awal sebesar 103.415 ha pada tahun 1977. Sebaliknya penggunaan lahan selain hutan mangrove yang pada tahun 1977 tidak dijumpai, kecuali tambak sebesar (308 ha), pada tiga pengukuran berikutnya terus meningkat, yakni 16.469 ha pada tahun 1988/1998, 50.247 ha pada tahun 1997, dan 61.746 pada tahun 2006 (Gambar 1). Penggunaan lahan hutan mangrove menjadi selain hutan mangrove adalah konversi untuk areal pertambakan, perkebunan, permukiman dan areal pertanian lainnya. Selain itu, areal hutan mangrove juga berkurang akibat abrasi yang diawali oleh rusaknya tegakan hutan mangrove akibat konversi dan penebangan dalam skala yang besar. Perubahan penggunaan lahan dan dampak budidaya udang tambak di pesisir timur Sumatera Utara antara tahun 1977 dan 1988/1989 disajikan pada Tabel 2.

Penyebab Perubahan Penggunaan Lahan Hutan Mangrove

Perubahan luas hutan mangrove primer menjadi hutan mangrove sekunder terutama disebabkan oleh aktivitas

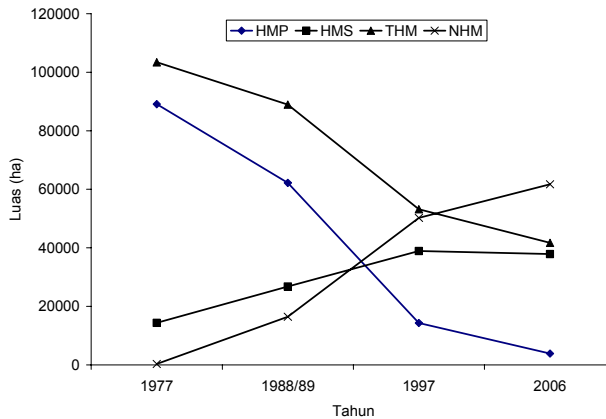
Tabel 1. Perubahan penggunaan lahan hutan mangrove dari tahun 1977 s.d. tahun 2006 di pesisir timur Sumatera Utara

Kabupaten	Tipe Penggunaan Lahan	Luas (ha) pada Tahun				% Perubahan Luas*		
		1977 ^a	1988/1989 ^b	1997 ^c	2006 ^{d,e}	1988/1989	1997	2006
Langkat	HM Primer	42.208	36.175	10.000	2.711	(14,29)	(76,31)	(93,58)
	HM	3.701	4.314	25.300	17.916	16,56	583,60	384,08
	Sekunder							
	Tot. HM	45.909	40.489	35.300	20.627	(11,81)	(23,11)	(55,07)
Deli Serdang (+ Serdang Bedagai)	Non-HM	-	5.450	10.639	25.313	11,87	23,17	55,14
	HM Primer	17.897	11.116	387	1.125	(37,89)	(97,84)	(93,71)
	HM	3.154	7.249	11.010	15.392	129,84	249,08	388,02
	Sekunder							
Asahan	Tot. HM	21.051	18.365	11.397	16.517	(12,76)	(45,86)	(21,54)
	Non-HM	308	2.686	9.654	4.534	12,76	45,86	21,54
	HM Primer	15.563	7.633	3.904	-	(50,95)	(74,92)	(100,00)
	HM	3.222	5.070	898	2.305	57,36	(72,14)	(28,46)
Labuhan Batu	Sekunder							
	Tot. HM	18.785	12.703	4.801	2.305	(32,38)	(74,44)	(87,73)
	Non-HM	-	6.082	13.984	16.480	32,38	74,44	87,73
	HM Primer	13.425	7.274	-	-	(45,82)	(100,00)	(100,00)
Total	HM	4.245	10.100	1.700	2.251	137,93	(59,95)	(46,98)
	Sekunder							
	Tot. HM	17.670	17.374	1.700	2.251	(1,68)	(90,38)	(87,26)
	Non-HM	-	2.251	15.970	15.419	12,74	90,38	87,26
Total	HM Primer	89.093	62.198	14.290	3.836	(30,19)	(83,96)	(95,69)
	HM	14.322	26.733	38.908	37.864	86,66	171,66	164,37
	Sekunder							
	Tot. HM	103.415	88.931	53.198	41.700	(14,01)	(48,56)	(59,68)
Total	Non-HM	308	16.469	50.247	61.746	15,92	48,59	59,71

Keterangan: HM = hutan mangrove; Tot. HM = total hutan mangrove; Non-HM = penggunaan lahan selain hutan mangrove pada lahan yang sebelumnya berupa hutan mangrove. * = dibandingkan dengan tahun 1977, angka dalam tanda kurung menunjukkan luas tipe lahan tersebut berkurang dibandingkan dengan tahun 1977.

Pustaka: ^a = Bakosurtanal (1977) dalam ITTO & Ditjen RLPS (2005), ^b = ODA & Dirjen Perikanan (1993), ^c = Ditjen RRL (1997) [*Catatan:* Data luasan mangrove untuk Kab. Asahan mencakup landsystem KJP dan PTG, dan untuk Kab. Labuhan Batu mencakup landsystem KJP], ^d = BP DAS Wampu Sei Ular (2006) [*Catatan:* Kegiatan ini mencakup Kab. Langkat, Kab. Deli Serdang, dan Kab. Serdang Bedagai. Dalam perhitungan, data Kab. Serdang Bedagai digabung dengan data Kab. Deli Serdang sebagai kabupaten induk. Dalam kajian ini mencakup 3 landsystem, yakni KJP, PTG dan KHY, namun karena penghitungan luas penggunaan lahan mangrove tidak dipisah, maka luasan pada tahun 2006 mencakup ketiga landsystem tersebut], ^e = BP DAS Asahan Barumon, (2006) [*Catatan:* Data luasan mangrove untuk Kab. Asahan mencakup landsystem KJP dan PTG, dan untuk Kab. Labuhan Batu mencakup landsystem KJP. Pada kegiatan inventarisasi ini, hutan mangrove juga dijumpai pada landsystem KHY dengan luasan tutupan mangrove sebesar 19.366,1 ha dari 87.837,1 ha luas total landsystem KHY di Kab. Asahan dan 4.485,4 ha dari 119.909,5 ha luas total landsystem KHY di Kab. Labuhan Batu, namun tidak dimasukkan dalam perhitungan ini, karena luasan pada landsystem KHY tersebut tidak termasuk pada perhitungan luasan mangrove pada inventarisasi mangrove pada tahun-tahun sebelumnya].

Perubahan Tutupan Hutan Mangrove



Gambar 1. Perubahan tutupan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara. Luas total hutan mangrove (THM), hutan mangrove primer (HMP) terus menurun dalam kurun waktu 1977/2006. Sebaliknya luas hutan mangrove sekunder (HMS) dan areal non hutan mangrove (NHM) karena konversi hutan mangrove terus bertambah dalam kurun waktu yang sama.

penebangan, baik untuk industri kayu arang maupun kayu bakar dan perancah. Perubahan dari hutan mangrove primer dan sekunder menjadi areal non hutan mangrove diakibatkan oleh konversi, terutama pembukaan areal untuk pertambakan dan pertanian. Areal tambak pada tahun 1977 hanya terdapat di Kabupaten Deli Serdang seluas 308 ha (Tabel 2), namun pada tahun 1988/1989, areal tambak menyebar dan bertambah pada daerah lain di pesisir timur Sumatera Utara, yakni sebesar 10.333 ha atau bertambah seluas 10.025 ha dalam kurun waktu 12 tahun. Areal tambak pada tahun 1988/1989 terluas terdapat di Kabupaten Deli Serdang (4.786 ha atau 46,32%), kemudian diikuti Kabupaten Langkat (4.462 ha atau 43,18%), Kabupaten Asahan (1.053 ha atau 10,19%) dan sisanya di Kabupaten Labuhan Batu (hanya 32 ha atau 0,31%).

Hasil inventarisasi BP DAS Wampu Sei Ular (2006) menunjukkan areal tambak di Kabupaten Langkat meningkat menjadi 7.397,47 ha, di Kabupaten Deli Serdang menjadi 4.842,95 ha. Areal mangrove di Kabupaten Asahan dan Labuhan Batu pada tahun 2006 juga meningkat dibandingkan tahun 1988/1989, yakni secara berturut-turut menjadi 1.106,50 ha dan 2.555,00 ha (BP DAS Asahan Barumon 2006). Dengan demikian, areal tambak di pesisir timur Sumatera Utara pada tahun 2006 mencapai 15.901,92 ha atau dalam kurun waktu 1988/1989 sampai 2006 areal tambak bertambah seluas 5.568,92 ha dalam kurun waktu 17 tahun. Luas tambak tahun 2006 ini tidak termasuk areal yang tambak yang berada di sistem lahan KHY yang mencapai 9.189,50 ha karena pada inventarisasi tahun-tahun sebelumnya tidak dihitung.

Tabel 2. Perubahan penggunaan lahan dan dampak budidaya udang tambak di pesisir timur Sumatera Utara antara tahun 1977 dan 1988/1989

Dampak terhadap tutupan hutan mangrove/penggunaan lahan antara tahun 1977 dan 1988/1989	Langkat	Deli Serdang	Asahan	Labuhan Batu	Total
Hutan sekunder di lahan bekas hutan primer	1.127	1.060	2.879	4.461	9.527
Hutan sekunder di bekas lahan garapan	1.262	3.097	1.098	2.363	7.820
Hutan gundul di bekas hutan primer	72	112	249	106	539
Hutan gundul di bekas hutan sekunder	5	43	0	22	70
Tambak yang sudah ada tahun 1977	0	308	0	0	308
Tambak udang yang berlokasi di bekas hutan primer	2.394	3.078	808	14	6.294
Tambak udang yang berlokasi di bekas hutan sekunder	835	696	108	18	1.657
Tambak udang yang berlokasi di bekas lahan garapan	1.233	1.012	137	0	2.382
Luas total perubahan dari hutan primer dan hutan belukar sekunder	3.229	3.774	916	32	7.951
Luas garapan yang berlokasi di bekas hutan primer	1.104	1.184	3.505	1.218	7.011
Luas garapan yang berlokasi di bekas hutan sekunder	1.281	403	2.444	913	5.041
Areal hutan primer dalam luasan < 50 ha	1.261	1.329	477	328	3.395
Areal hutan sekunder dalam luasan < 50 ha	315	1.080	423	16	1.834

PEMBAHASAN

Secara umum di pesisir timur Sumatera Utara, pengurangan luasan hutan mangrove primer maupun pengurangan areal hutan mangrove menjadi areal selain hutan mangrove terus terjadi. Hilangnya hutan mangrove di Kabupaten Langkat menyumbang kontribusi terbesar berkurangnya hutan mangrove di Sumatera Utara dalam kurun waktu 1977 s.d. 2006, yakni sebesar 25.313 ha (41,0%), kemudian diikuti oleh Kabupaten Asahan sebesar 16.480 ha (26,7%) 25,0% dan Kabupaten Labuhan Batu sebesar 15.419 ha serta yang paling kecil pada Kabupaten Deli Serdang sebesar 4.534 ha (7,3%).

Berbagai kegiatan rehabilitasi mangrove secara umum belum mampu

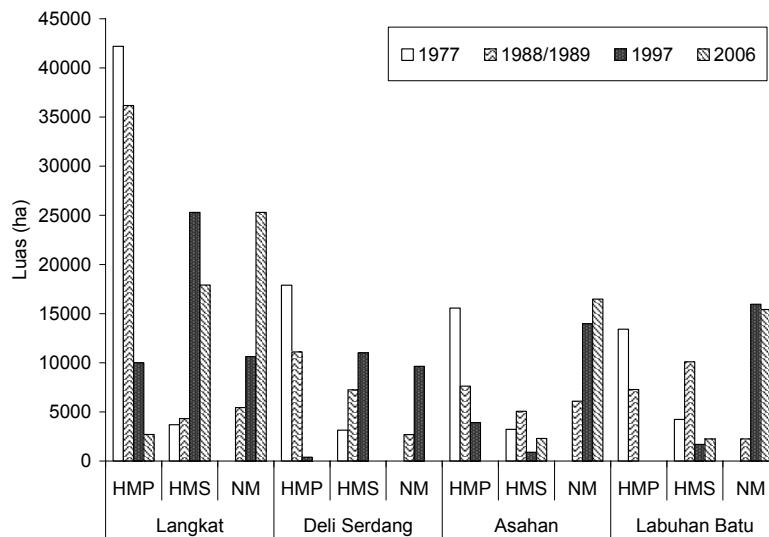
mengurangi laju kerusakan hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara. Pada pesisir Kabupaten Labuhan Batu seluruh hutan mangrove primer tidak dijumpai lagi sejak tahun 1997 dari luas awal tahun 1977 sebesar 13.423 ha. Kondisi hilangnya hutan mangrove primer juga terjadi di Kabupaten Asahan, yakni dari luasan sebesar 15.563 ha pada tahun 1997 dan hilang seluruhnya pada tahun 2006 (Gambar 2) berubah menjadi hutan mangrove sekunder atau areal selain mangrove.

Dalam skala kecil, kegiatan rehabilitasi hutan mangrove atau suksesi alami mampu mengurangi areal non hutan mangrove menjadi hutan mangrove. Dalam periode 1997-2006 di Labuhan Batu pada sistem lahan yang sama terjadi penambahan areal hutan

mangrove sebesar 551 ha yang diduga disebabkan oleh kegiatan rehabilitasi maupun suksesi alami. Hutan mangrove di Deli Serdang dalam kurun waktu yang sama juga bertambah sebesar 5.120 ha, namun hal ini kemungkinan besar berasal dari tambahan hutan mangrove dari sistem KHY sebesar 5.693 ha yang tidak diperhitungkan pada inventarisasi tahun 1997. Oleh karena itu, patut diduga luasan hutan mangrove pada landsystem KJP dan PTG jauh berkurang dibandingkan hasil pengukuran tahun 1997, yakni hanya menjadi 5.757,58 ha pada tahun 2006 dari luas sebelumnya sebesar 11.397 ha pada tahun 1997.

Menurunnya kualitas dan kuantitas hutan mangrove telah mengakibatkan dampak yang sangat mengawatirkan,

seperti abrasi yang meningkat, penurunan tangkapan perikanan pantai, intrusi air laut yang semakin jauh ke arah darat, malaria dan lainnya. Bahkan di pantai timur Sumatera Utara, kerusakan mangrove di pulau Tapak Kuda, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat mengakibatkan pulau tersebut sekarang sudah hilang/tenggelam (Onrizal & Kusmana 2008). Kerusakan hutan mangrove di pantai timur Sumatera Utara berdampak pada penurunan volume dan keragaman jenis ikan yang ditangkap (65,7% jenis ikan menjadi langka/sulit didapat, dan 27,5% jenis ikan menjadi hilang/tidak pernah lagi tertangkap) serta penurunan pendapatan nelayan sebesar 40,5% (Onrizal *et al.* 2009). Konversi hutan mangrove di pantai



Gambar 2. Perubahan penutupan hutan mangrove pada setiap kabupaten di pesisir timur Sumatera Utara berdasarkan hasil pengukuran pada empat tahun berbeda (1977, 1988/1989, 1997, dan 2006). HMP= hutan mangrove primer, MHS = hutan mangrove sekunder, NM= non hutan mangrove

Napabalano, Sulawesi Tenggara menyebabkan berkurangnya secara nyata kelimpahan kepiting bakau (*Scylla serrata*) (Amala 2004).

Walters *et al.* (2008) menyatakan bahwa hutan mangrove di sepanjang pesisir pantai dan sungai secara umum menyediakan habitat bagi berbagai jenis ikan. Hamilton & Snedaker (1984) melaporkan 80% jenis biota laut komersial diduga sangat tergantung pada kawasan mangrove di kawasan Florida, USA. Demikian juga halnya dengan 67% jenis hasil tangkapan perikanan komersial di bagian timur Australia. Selanjutnya, hampir 100% udang dan 49% ikan demersal yang ditangkap pada kawasan Selat Malaka bergantung pada kawasan mangrove (Macintosh 1982). Oleh karena itu, kerusakan hutan mangrove di Sumatera Utara secara khusus dan umumnya di seluruh dunia harus segera dihentikan, kemudian diikuti dengan upaya segera untuk merehabilitasi hutan mangrove yang rusak dan dilakukan secara masif dengan pelibatan aktif seluruh para pihak terkait serta mencegah berbagai aktivitas pengrusakan terhadap hutan mangrove yang masih tersisa. Dengan demikian, diharapkan hutan mangrove kembali pulih sehingga mampu mengembalikan berbagai fungsinya, baik fungsi ekologi, maupun fungsi sosial-ekonomi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara dalam kurun waktu 1977, 1988/1989, 1997 dan 2006 kondisinya terus menurun. Hutan

mangrove di wilayah tersebut pada tahun 2006 hanya tersisa sebesar 41.700 ha dari luas awal pada tahun 1977 sebesar 103.415 ha atau hilang sebesar 59,68% selama 29 tahun. Penyebab utama perubahan luas dan kerusakan hutan mangrove tersebut adalah penebangan hutan mangrove secara berlebihan dan konversi untuk lahan tambak, perkebunan dan pertanian.

Penurunan luas dan kerusakan hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara telah menyebabkan (a) meningkatnya abrasi pantai sampai hilangnya Pulau Tapak Kuda, (b) menurunnya keanekaragaman dan volume hasil tangkap nelayan pesisir dan (c) pada akhirnya menurunkan pendapatan nelayan secara khusus dan umumnya bagi masyarakat pesisir pantai. Pada sisi lain, upaya rehabilitasi mangrove dalam kurun waktu bersamaan belum mampu mengurangi laju kerusakan hutan mangrove. Oleh karena itu, upaya masif yang terencana dan sistematis serta pelibatan secara aktif seluruh pihak terkait untuk rehabilitasi hutan mangrove yang rusak. Pada saat bersamaan penting dilakukan upaya pencegahan berbagai aktivitas yang merusak hutan mangrove yang masih ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Pengelolaan Hutan Mangrove II yang berkedudukan di Medan atas bantuan pustaka hasil inventarisasi mangrove di pesisir timur Sumatera Utara tahun 2006 untuk

wilayah BP DAS Wampu Sei Ular. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada BP DAS Asahan Barumon atas kerjasamanya dalam inventarisasi hutan mangrove tahun 2006 pada wilayah kerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amala, WAL. 2004. Hubungan konversi hutan mangrove dengan kemelimpahan kepiting bakau (*Scylla serrata*) di pantai Napabalano Sulawesi Tenggara. [Tesis] Program Pascasarjana. UGM Yogyakarta.
- BP DAS Asahan Barumon. 2006. *Inventarisasi dan identifikasi lahan kritis mangrove di 4 (empat) kabupaten (Asahan, Labuhan Batu, Nias, dan Nias Selatan) Pro-pinsi Sumatera Utara. Pematang Siantar*: Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Asahan Barumon.
- BP DAS Wampu Sei Ular. 2006. *Inventarisasi dan identifikasi mangrove SWP DAS Wampu Sei Ular Tahun Anggaran 2006. Medan*: Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Wampu Sei Ular.
- Dave, R. 2006. Mangrove ecosystem of south, west Madagascar: an ecological, human impact, and subsistence value assessment. *Tropical Resources Bulletin* 25: 7-13
- Ditjen INTAG. 1993. *Hasil penafsiran luas areal dari citra landsat MSS liputan tahun 1986-1991*. Direktorat Jenderal Inventarisasi dan Tata Guna Hutan, Departemen Kehutanan RI.
- Ditjen RLPS. 2001. *Kriteria dan standar teknis rehabilitasi wilayah pantai*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan RI.
- Ditjen RRL. 1997. *Inventarisasi dan identifikasi hutan bakau (mangrove) yang rusak di Propinsi Sumatera Utara*. Direktorat Jenderal Rebiosasi dan Rehabilitasi Lahan (Ditjen RRL) Departemen Kehutanan.
- FAO. 1994. Mangrove forest management guidelines. Rome. *FAO Forestry Paper* 117.
- Hamilton, LS. & SC. Snedaker. (Ed.). 1984. *Handbook for mangrove area management*. Hawaii: IUCN/Unesco/UNEP.
- ITTO & Dirjen RLPS. 2005. *Review of data and information of mangrove forest ecosystem at North Sumatra Province*. Jakarta: International Tropical Timber Organization (ITTO) & Directorate General of Land and Forest Rehabilitation Development, Ministry of Forestry (Ditjen RLPS).
- Macintosh, DJ. 1982. Fisheries and aquaculture significance of mangrove swamps, with special reference to the Indo-West Pacific region. *Dalam*: Muir & Roberts (Eds.). *Recent Advances in Aquaculture*. pp. 4-85. England: Croom Helm.

- ODA & Dirjen Perikanan. 1993. *The Malacca straits coastal environment and shrimp aquaculture in North Sumatra*. Overseas Development Administration (ODA) & Direktorat Jenderal Perikanan (Ditjen Perikanan) Departemen Pertanian.
- Onrizal, & C. Kusmana. 2008. Studi ekologi hutan mangrove di pantai timur Sumatera Utara. *Biodiversitas* 9 (1): 25-29.
- Onrizal, A. Purwoko, & M. Mansor. 2009. Impact of mangrove forests degradation on fisherman income and fish catch diversity in eastern coastal of North Sumatra, Indonesia. *International Conference on Natural and Environmental Sciences 2009 (ICONES'09)* at the Hermes Palace Hotel Banda Aceh on May 6-8, 2009.
- Onrizal. 2005. Hutan mangrove selamatkan masyarakat di pesisir utara Nias dari tsunami. *Warta Konservasi Lahan Basah* 13 (2): 5-7.
- Primavera, JH. 2005. Mangroves, fishpond, and the quest for sustainability. *Science* 310 (5745): 57-58.
- Valiela, I., JL. Bowen, & JK. York. 2001. Mangrove forest: one of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience* 51(10): 807-815.
- Walters, BB., P. Ronnback, JM. Kovacs, B. Crona, S.A. Hussain, R. Badola, J.H. Primavera, E. Barbier, & F. Dahdouh-Guebas. 2008. Ethnobiology, socio-economic and management of mangrove forests: a review. *Aquatic Botany* 89: 220-236.

Memasukkan: September 2009

Diterima: Januari 2010