

**KONSERVASI DAERAH TANGKAPAN AIR EMBUNG SEBAGAI MODEL
ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM GLOBAL
DI KAWASAN BERIKLIM KERING NTT**

Wahyu Widiyono*

ABSTRAK

Untuk menanggulangi keterbatasan air, telah dibangun 334 embung 'kecil' oleh Pemda Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang dapat menampung air 8.318.152 m³, melayani 31.597 keluarga, 105.522 ternak dan pertanian 1.319 ha. Setiap embung ini memiliki daerah tangkapan air seluas antara 3 dan 40 ha; sehingga dari total embung yang ada dapat mencakup luasan 3.281 ha. Embung besar (irigasi) dan waduk mempunyai daerah tangkapan air hingga ratusan hektar. Daerah tangkapan air embung menghadapi kendala rendahnya tutupan vegetasi, laju aliran permukaan dan erosi yang tinggi, gangguan ternak serta kegiatan pertanian masyarakat di sekitar. Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu wilayah prioritas untuk kegiatan aforestasi/reforestasi dalam rangka proyek pembangunan bersih (CDM). Mengingat konservasi daerah tangkapan air merupakan tindakan yang mutlak harus dilakukan dalam mempertahankan fungsi eko-hidrologis embung maka kegiatan ini perlu ditingkatkan peranannya sebagai kegiatan aforestasi/reforestasi dalam rangka mekanisme pembangunan bersih. Pengkajian dan upaya awal aforestasi/reforestasi pada daerah tangkapan air embung akan didiskusikan.

Kata Kunci: konservasi, aforestasi/reforestasi, daerah tangkapan air, embung, perubahan iklim global.

PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim global secara signifikan ditandai oleh kenaikan permukaan air laut yang dapat menggenangi ratusan pulau dan menenggelamkan batas wilayah negara Indonesia; Musim tanam dan musim panen yang tidak menentu diselingi oleh kemarau panjang yang menyengsarakan; Banjir melanda sebagian jalan raya di berbagai kota besar di pesisir; Air laut menyusup ke delta sungai, menghancurkan sumber nafkah pengusaha ikan; dan Anak-anak menderita kurang gizi akut. Dampak tersebut merupakan kelanjutan dari penggundulan hutan secara besar-besaran, kebakaran hutan, kerusakan lahan rawa serta hilangnya serapan karbondioksida.

Perubahan iklim telah mengancam berbagai upaya Indonesia untuk memerangi kemiskinan. Bangsa Indonesia akan menjadi korban perubahan iklim bila tidak segera melakukan adaptasi dengan lingkungan yang baru ini dan jutaan rakyat akan menanggung akibat buruknya.

Perubahan iklim memberikan ancaman terhadap ketersediaan air, sumber nafkah, kesehatan dan ketahanan Pangan (UNDP, 2007). Ketersediaan air yang tidak

* Peneliti Madya Bidang Botani-Puslit Biologi LIPI
Kompleks CSC, JL. Raya Jakarta-Bogor, Km. 46, Cibinong
E-mail: wahyu_widiyono@yahoo.com

menentu terlihat dari pola curah hujan yang berubah-ubah sehingga mengurangi ketersediaan air untuk irigasi dan air bersih. Di wilayah pesisir, kesulitan air tanah disertai kenaikan permukaan air laut juga akan memungkinkan air laut menyusup ke sumber-sumber air bersih; Pengaruh perubahan iklim mempengaruhi pencarian sumber nafkah masyarakat paling miskin; Curah hujan yang lebat dan banjir dapat memperburuk sistem sanitasi yang belum memadai di banyak wilayah kumuh di berbagai daerah dan kota, sehingga dapat membuat masyarakat rawan terkena penyakit-penyakit yang menular lewat air seperti diare dan kholera dan wilayah-wilayah termiskin juga cenderung mengalami rawan pangan. Kemarau panjang diikuti oleh gagal panen di Nusa Tenggara Timur, misalnya sudah menimbulkan akibat yang parah dan kasus kurang gizi akut tersebar di berbagai daerah di seluruh propinsi ini.

Dilaporkan oleh UNDP (2007), beberapa data perubahan iklim antara lain (1). Sumber air berkurang, ditandai oleh perubahan pola curah hujan berakibat menurunkan ketersediaan air untuk irigasi dan sumber air bersih. Di Pulau Lombok dan Sumbawa antara tahun 1985 dan 2006, jumlah titik air menurun dari 580 menjadi hanya 180 titik. Di seluruh Indonesia makin banyak sungai yang makin dangkal; (2). Kehancuran hutan Indonesia berlangsung makin cepat, yaitu 600.000 hektar per tahun pada tahun 1980an dan menjadi sekitar 1,6 juta hektar di penghujung tahun 1990an. Akibatnya, tutupan hutan menurun secara tajam, dari 129 juta hektar tahun 1990 menjadi 82 juta hektar tahun 2000, dan diproyeksikan menjadi 68 juta hektar di tahun 2008, sehingga kini setiap tahun Indonesia semakin mengalami penurunan daya serap karbon dioksida; (3). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah memperkirakan bahwa antara tahun 1950 dan 2005 konsentrasi karbondioksida di atmosfer meningkat dari sekitar 280 ppm (*parts per million*) menjadi 379 ppm per tahun dan sejak itu terus meningkat dengan kecepatan 1,9 ppm per tahun. Akibatnya, pada tahun 2100 nanti suhu global dapat naik antara 1,8 hingga 2,9 derajat.

Tindakan yang perlu dilakukan untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan hidup yang baru ini ialah adaptasi untuk penyediaan air, adaptasi di wilayah pesisir, adaptasi dalam pertanian, adaptasi untuk bidang kesehatan, adaptasi untuk wilayah perkotaan, dan adaptasi dalam pengelolaan bencana (UNDP, 2007).

Kegiatan adaptasi tersebut sejalan dengan salah satu kegiatan dari Millenium Development Goals (MDGs), yaitu konservasi lingkungan yang bertujuan menelaah seberapa besar penutupan vegetasi di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini seperti disebutkan dalam laporan Bappenas dan UNDP (2007), bahwa selama periode 1997-2000, Indonesia kehilangan 3,5 juta Ha hutan per tahun atau seluas propinsi Kalimantan Selatan.

Indonesia merupakan salah satu negara yang ikut serta meratifikasi Protokol Kyoto 1997 dan Konperensi Perubahan Iklim di Bali, tahun 2007 dalam rangka penurunan emisi karbon melalui mekanisme pembangunan bersih/*Carbon Development Mecanism* (CDM) dengan kegiatan aforestasi/reforestasi. Provinsi Nusa Tenggara Timur dikenal sebagai wilayah yang memiliki kualitas lahan dan curah hujan amat rendah dibandingkan di wilayah lain di Indonesia. Topografi wilayah yang bercorak pegunungan di banyak Pulau di NTT telah menghambat upaya-upaya kegiatan ekstensifikasi pertanian. Provinsi yang terletak di lingkaran terluar dari kepulauan Sunda Kecil ini merupakan bagian dari wilayah di mana tanda-tanda ENSO-El Niño amat terasa. Hal ini hampir dapat dipastikan, bahwa sekali dalam tiga tahun daerah ini kemungkinan besar dilanda kekeringan. Catatan tahun-tahun terjadinya kekeringan dahsyat di NTT selama seabad terakhir, telah menggambarkan sebuah kisah yang menyedihkan, yaitu : 1909, 1911,1912, 1914, 1919, 1924, 1940, 1948, 1951, 1958, 1965, 1969, 1972, 1976, 1979. Tahun 1983 merupakan tahun yang amat buruk dan tahun 1997-1998 merupakan salah satu di antara masa-masa kekeringan terburuk pada abad ini (Fox, 2006).

Embung merupakan salah satu sistem penampungan air buatan untuk mengantisipasi keterbatasan air di NTT. Sejak 1986 hingga 2005 sebanyak 334 embung telah dibangun oleh Pemda NTT. Untuk kepentingan pengendalian aliran permukaan dan erosi, serta pelestarian sumberdaya air embung upaya konservasi daerah tangkapan air embung merupakan suatu tindakan yang mutlak harus dilakukan. Kegiatan konservasi ini sejalan dengan kegiatan aforestasi/reforestasi dalam kerangka mekanisme pembangunan bersih. Dalam tinjauan ini disampaikan kajian kemungkinan pemanfaatan daerah tangkapan air embung untuk kegiatan aforestasi/reforestasi dalam rangka mekanisme pembangunan bersih dan upaya awal yang telah dilakukan.

METODE PENDEKATAN

Mengkaji kondisi daerah tangkapan air embung-embung di NTT yang meliputi daerah tangkapan air, penampungan dan pemanfaatan air dikaitkan dengan (1). Prioritas wilayah kegiatan aforestasi/reforestasi mekanisme pembangunan bersih di Indonesia (Murdiyarso *et al.*, 2006); (2). Peraturan Menteri Kehutanan P.14/Menhut-II/2004 Tentang tata cara aforestasi/ reforestasi dalam kerangka mekanisme pembangunan bersih; (3). Penyusunan Dokumen Rancangan Proyek aforestasi/reforestasi mekanisme pembangunan bersih (CIFOR, 2005); (4) Upaya kegiatan aforestasi/reforestasi di daerah tangkapan air embung Oemasi, Kupang dan Embung Leosama, Belu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Provinsi NTT daerah prioritas kegiatan CDM

Disebutkan dalam laporan Murdiyarso *et al.* (2006), berdasarkan kepadatan penduduk 29-98 orang per km², indeks pembangunan manusia 53-64 dan indeks resiko kebakaran, Nusa Tenggara Timur termasuk ke dalam wilayah prioritas pengembangan mekanisme pembangunan bersih (CDM) dengan frekuensi kebakaran yang rendah. Sebesar 30-63% luas area di wilayah NTT memenuhi syarat untuk kegiatan aforestasi dan reforestasi dalam rangka mekanisme pembangunan bersih (Tabel 1).

Indeks pembangunan manusia dapat dilihat dari tingkat kemiskinan, perekonomian dan kesejahteraan suatu masyarakat. Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu daerah termiskin di Indonesia. Perekonomian dan kesejahteraan masyarakat NTT masih tertinggal dibandingkan rata-rata nasional. Dalam Data BPS 2004 disebutkan bahwa jumlah penduduk miskin di NTT sebesar 28% (1,152 juta jiwa), sedangkan penduduk miskin di Indonesia hanya 17%. Diperkirakan rata-rata pendapatan masyarakat per kapita per tahun di NTT adalah Rp 2,9 juta, sedangkan pendapatan di tingkat nasional mencapai Rp 9,5 juta. Hampir 90% penduduk miskin tersebut tinggal di pedesaan dan 82% diantaranya bekerja di sektor pertanian (Suharyo, 2006). Disebutkan oleh Blyth *et al.* (2006) angka kemiskinan di NTT mencapai 60% dari jumlah penduduk.

Tabel 1. Luas area memenuhi syarat untuk kegiatan aforestasi/reforestasi dalam rangka mekanisme pembangunan bersih di Nusa Tenggara Timur

No.	Wilayah Kabupaten	Luas Area (ha)	Luas Area memenuhi syarat (ha)	Persentase (%)
1	Sumba Barat	392908,2	202669,42	51,58
2	Sumba Timur	680117,1	389712,05	57,30
3	Kupang	551793,5	263263,77	47,71
4	Timor Tengah Selatan	401686,9	205819,22	51,24
5	Timor Tengah Utara	268107,3	167745,53	62,57
6	Belu	226307,1	109178,64	48,24
7	Alor	296432,4	86318,46	29,12
8	Lembata	127451,1	41604,44	32,64
9	Flores Timur	178248,6	52899,53	29,68
10	Sikka	179409	74550,66	41,55
11	Ende	223173,2	99139,75	44,42
12	Ngada	300446,5	123395,01	41,07
13	Manggarai	690517,7	209002,96	30,27
14	Rote Ndao	129459,9	57475,79	44,40

Sumber: Murdiyarso *et al.* (2006).

Meskipun kebakaran menjadi salah satu bagian yang tidak terpisahkan dengan budaya pertanian tebas bakar masyarakat petani di NTT, namun resiko kebakaran ini masih lebih kecil dibandingkan dengan daerah yang memiliki resiko kebakaran lebih besar seperti pada beberapa tempat di Pulau Kalimantan dan Sumatra. Oleh karena itu, beberapa wilayah di kedua Pulau Besar tersebut oleh Murdiyarso *et al.* (2006), dimasukkan dalam wilayah yang memiliki resiko kebakaran tinggi.

Dari ketiga indikator tersebut di atas (kepadatan penduduk, indeks pembangunan manusia dan indeks resiko kebakaran) amatlah tepat bila NTT termasuk daerah prioritas pengembangan CDM. Hal ini karena dana insentif yang akan diperoleh melalui kegiatan aforestasi/reforestasi, bukan hanya mendorong terwujudnya konservasi lingkungan tetapi juga akan menambah semangat kerja masyarakat lokal.

Kegiatan aforestasi/reforestasi pada lahan-lahan seperti tersebut di atas amat penting, mengingat luas hutan di NTT dengan berbagai peruntukannya yakni 1.808.990 atau tersisa 38,2% dari luas daratan yang ada. Selama 20 tahun terakhir, luas lahan kritis 2,1 juta hektar dengan laju perluasan sebesar 15 ribu hektar per tahun, sedangkan kemampuan rehabilitasi lahan hanya 3,6 juta hektar atau 40% (Hutabarat, 2006).

2. Keberadaan embung di NTT

Berdasarkan sumber air, luasan daerah tangkapan air (DTA) dan kapasitas tampungnya, embung-embung di NTT, diklasifikasikan sebagai embung kecil, embung besar dan waduk (bendungan). Embung 'kecil' ialah embung yang sumber airnya berasal dari air hujan, mempunyai wilayah DTA kurang dari 1 km², dengan kapasitas tampung maksimum 100.000 m³. Embung 'besar' atau embung irigasi' adalah embung yang sumber airnya dari air hujan dan sungai, memiliki luas DTA antara 1 (satu) hingga 10 km² dan berkapasitas tampung antara 100.000 hingga 5 juta m³. Sedangkan 'waduk' sumber airnya berasal dari hujan dan sungai, luas wilayah DTA lebih dari 10 km² dan berkapasitas tampung lebih dari 5 juta m³. Sebuah embung kecil di NTT dapat dimanfaatkan oleh 16 hingga 1.642 kepala keluarga (KK). Air embung kecil dialirkan melalui pipa bawah tanah ke bak air di perkampungan penduduk mengikuti aliran air secara gravitasi. Pemanfaatan air terutama untuk memenuhi keperluan rumah tangga, pertanian dan peternakan, pada musim kemarau (Dinas Kimpraswil Provinsi NTT, 2000).

Sejak tahun 1986 hingga tahun 2005, di Provinsi Nusa Tenggara Timur terdapat 334 embung yang tersebar pada 14 Kabupaten mencakup luas daerah tangkapan air 3281 ha, daya tampung 8.318.152 m³ dengan target pelayanan 31.597 KK, 105.522 ekor ternak dan 1.319 ha pertanian (Tabel 2).

Daerah tangkapan air embung yang pada umumnya berupa padang savana, areal pertanian lahan kering dan penggembalaan ternak merupakan bagian dari areal lahan kritis di wilayah Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan pengamatan penulis, daerah tangkapan air embung kecil, embung besar (irigasi) maupun waduk umumnya belum dikelola secara optimal.

Tabel 2. Jumlah, luas daerah tangkapan air, daya tampung dan target pelayanan embung di Nusa Tenggara Timur tahun 1986-2005

No.	Lokasi	Jumlah	Total Luas DTA ha	Daya tampung m ³	Target Pelayanan			Pembangunan (Tahun Anggaran)
					Manusia KK	Fernak Ekor	Pertanian ha	
1	Kodya Kupang	8	110	222.879	828	2.478	41	1992/1993-1995/1996
2	Kab. Kupang	83	773	2.309.254	8.885	26.284	412	1990/1991-2005
3	Timor Tengah Sel	61	455	1.080.834	3.882	11.698	190	1986/1987-2004
4	Timor Tengah Utara	58	514	1.121.318	4.086	12.071	236	1986/1987-2000
5	Belu	26	282	783.992	3.868	7.512	150	1993/1994-2001
6	Alor	4	30	82.450	324	1.151	11	1997/1998-2005
7	Sumba Timur	16	199	470.816	1.502	6.716	78	1995/1996-2005
8	Sumba Barat	10	89	391.637	1.323	5.067	81	1996/1997-2005
9	Ende	12	158	292.636	1.233	2.430	19	1996/1997-2006
10	Ngada	18	142	622.716	1.859	12.641	45	1997/1998-2005
11	Sikka	13	210	314.537	1.569	7.124	19	1994/1995-2003
12	Flores Timur	12	190	336.979	1.282	6.957	25	1994/1995-2003
13	Lembata	10	62	137.220	672	2.328	6	1997/1998-2002
14	Manggarai	3	71	150.884	284	1.065	6	2002
	Total	334	3.281	8.318.152	31.597	105.522	1.319	1986/1987-2005

Sumber: Dinas Kimpraswil Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2006.

Daerah tangkapan air embung memiliki luas dan lingkungan yang memenuhi persyaratan untuk kegiatan aforestasi/reforestasi berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan, No. P.14/Menhut-II/2004 dalam kerangka mekanisme pembangunan bersih, yakni: Aforestasi adalah penghutanan pada lahan yang selama 50 tahun atau lebih bukan merupakan hutan; Reforestasi adalah penghutanan lahan yang sejak 31 Desember 1989 bukan merupakan hutan; Hutan dalam mekanisme pembangunan bersih (MPB) ialah lahan yang luasnya minimal 0,25 ha dan ditumbuhi oleh pohon dengan persentasi penutupan tajuk minimal 30% yang pada akhir pertumbuhan mencapai ketinggian 5 m.

Dilihat dari persyaratan luasan, embung-embung kecil NTT yang memiliki luas daerah tangkapan air bervariasi antara 3,1 ha dan 43,2 ha dengan persentase luasan meliputi 65% (< 10 ha), 26% (10-20 ha), dan hanya 9% (>20-50 ha) berpotensi besar digunakan sebagai lahan kegiatan aforestasi dan reforestasi. Demikian pula untuk embung-embung irigasi dan waduk yang memiliki daerah tangkapan air hingga ratusan hektar.

3. Aforestasi/reforestasi daerah tangkapan air embung

Daerah tangkapan air embung mengalami degradasi berat, hal ini tampak dari tutupan vegetasi rendah, ditandai oleh jumlah spesies dan jumlah individu pohon yang

rendah, seperti di Oemasi (12 dan 55), Oelomin (21 dan 72) dan Oeltua (13 dan 122).- masing. Kondisi ini mengakibatkan erosi dan sedimentasi embung sebesar 5% per tahun. Tanpa upaya konservasi nyata kondisi ini mengakibatkan embung-embung NTT akan tenggelam dalam usia tidak lebih dari 20 tahun (Widiyono, 2002). Kondisi yang sama, yakni degradasi daerah tangkapan air yang berat juga terjadi pada embung Leosama, Belu telah mengakibatkan pendangkalan sebesar 0,6 m setiap tahun (Widiyono *et al.*, 2006). Dari penelitian di Oemasi ditunjukkan rerumputan *Dichantium caricosum* yang terbakar setiap tahun, lahan di bawah tegakan *Gmelina arborea* dan budidaya jagung secara berturut-turut telah mengakibatkan erosi yang tinggi; sedangkan semak *Chromolaena odorata*, rumpun bambu (*Bambusa multiplex*) dan lahan di bawah tegakan dadap (*Erythrina orientalis*) yang bersemak berturut-turut berdampak positif terhadap erosi yang rendah (Widiyono, 2007).

Upaya aforestasi/reforestasi untuk konservasi daerah tangkapan air telah dilakukan penulis pada embung Oemasi, Kabupaten Kupang melalui kegiatan penelitian dan pengembangan Puslit Biologi-LIPI, tahun 1994. Pada areal daerah tangkapan air embung Oemasi, telah ditanami dengan pohon *Gmelina arborea*, seluas 0,68 ha dengan jarak tanam 3,5 x 3 m². Penanaman juga dilakukan pada lahan-lahan marginal di Dusun Nisum dan Masikolen, Desa Oemasi seluas 0,48 ha serta sebagai tanaman pinggir jalan dari Desa menuju ke embung sejauh 2 km (Widiyono *et al.*, 1994). Setelah berusia 11 tahun, pada pengamatan tahun 2005 pohon *Gmelina* mencapai diameter pohon 20-61 cm dan tinggi 5-11,5 m.

Budidaya pertanian secara agroforestry menggunakan berbagai jenis tanaman seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan kaliandra (*Calliandra* sp.) juga dilakukan oleh Harahap *et al.* (1998) di daerah tangkapan air embung Oemasi, Kupang.

Upaya konservasi daerah tangkapan air embung di Desa Leosama, Kabupaten Belu telah dilakukan pada periode tahun 2006-2008. Pada lahan daerah tangkapan air seluas 5 ha, ditanam 4000 bibit untuk penghijauan, dari berbagai jenis tanaman yaitu asam, mahoni, lamtoro, kusambi, nitas, johar, kelor, jati, jarak pagar dan *gmelina*. Penanaman secara berblok sesuai jenis tanaman, dengan jarak tanam 2,5 x 3 m². Mengingat kondisi lingkungan cukup kering akibat curah hujan rendah (1000

mm/tahun) dan lahan marginal, tanaman perlu pemeliharaan intensif antara lain melalui penyiraman dan pemulsaan. Pemeliharaan intensif dari gangguan kekeringan dan ternak perlu dilakukan saat tanaman berusia 3-5 tahun.

Sejalan dengan upaya konservasi daerah tangkapan air untuk konservasi flora, pengendalian aliran permukaan dan erosi serta pelestarian sumberdaya air kegiatan ini perlu ditambah luasannya dan ditingkatkan peranannya sebagai aforestasi/reforestasi dalam kerangka mekanisme pembangunan bersih.

4. Persiapan kegiatan CDM daerah tangkapan air embung

Beberapa tahap perlu dilakukan untuk mendapatkan dana melalui mekanisme CDM, yaitu (1). Penyusunan Dokumen Rancangan Proyek (DRP) aforestasi/reforestasi mekanisme pembangunan bersih; (2) Mendapat persetujuan Komisi Nasional CDM; (3) Validasi dan pendaftaran DRP; (4) Verifikasi dan Sertifikasi untuk melakukan perhitungan di akhir kegiatan terhadap penyerapan karbon sejak kegiatan dimulai; (5). Penerbitan CER kepada penyelenggara kegiatan. Proyek CDM dapat menghasilkan output konvensional seperti kayu dan hasil hutan lainnya serta karbon kredit dalam bentuk CER yang merupakan fungsi dari kuantitas dan harga CER di pasar global dan biaya transaksi dan implementasi. Proyek skala besar memiliki biaya transaksi lebih rendah dibandingkan proyek skala kecil. Namun karena disederhanakan, proyek skala kecil dapat menghemat biaya hingga 67% (CIFOR, 2005).

Beberapa contoh kegiatan proyek aforestasi/reforestasi antara lain: Dilaporkan oleh Leimona *et al.* (2006) dalam kegiatan di daerah tangkapan air Danau Singkarak, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat dilakukan rehabilitasi lahan bekas alang-alang pada lahan seluas 15.000 ha dengan berbagai jenis tanaman sesuai keinginan masyarakat, yaitu jati, mahoni, surian, coklat, mangga, durian, kemiri, alpokat dan cengkeh. Proyek ini diprediksikan akan menghasilkan serapan karbon pada usia proyek 10, 15 dan 20 tahun masing-masing sebesar 0,54; 1,7 dan 4 ton CO₂e (ekuivalen karbon). Penelitian Boer *et al.* (2006) pada tiga Desa, di Kecamatan Loksado, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan masing-masing seluas 475 ha, 945 ha dan 1.150 ha (total 2.570 ha). Lahan yang pada mulanya telantar dibudidayakan menggunakan tanaman karet, kayu manis, gmelina dan mahoni

diprediksikan akan menghasilkan 402,747 tCO₂e (ton ekuivalen karbon) atau setara dengan 78,467 tCER (sertifikat penurunan emisi) pada tahun ke 10; 207,474 tCER pada tahun ke 15 dan 401,784 tCER pada tahun ke 20. Hutan tanaman dan hutan alam masing-masing memiliki kemampuan menyerap 24 ton dan 200-300 ton karbon/hektar/tahun. Harga karbon di pasar dunia bervariasi antara US \$ 5-40 per ton karbon (Timpakul, 2007).

KESIMPULAN

1. Daerah tangkapan air embung merupakan bagian dari daerah marginal dan termasuk dalam katagori prioritas untuk kegiatan aforestasi/reforestasi dalam kerangka mekanisme pembangunan bersih di Nusa Tenggara Timur.
2. Berdasarkan persyaratan luas lahan tentang tata cara pelaksanaan mekanisme pembangunan bersih, kepentingan untuk pengendalian aliran permukaan dan erosi serta pelestarian sumberdaya air embung maka daerah tangkapan air embung amat potensial digunakan sebagai model kegiatan aforestasi/reforestasi dalam rangka pembangunan bersih.
3. Upaya awal aforestasi/reforestasi menggunakan jenis pohon *Gmelina arborea* pada embung Oemasi, Kupang menunjukkan hasil pertumbuhan yang bagus. Namun demikian meskipun luas penanaman 0,68 ha telah melebihi persyaratan minimal (0,25 ha) untuk diajukan dalam proyek CDM, luasan penanaman perlu ditambah demikian pula jumlah embung yang dihijaukan. Di bawah tegakan *Gmelina* juga memberikan resiko erosi yang besar maka bila akan ditanam *Gmelina* perlu dikombinasikan dengan tumbuhan bawah lainnya.
4. Kegiatan konservasi daerah tangkapan air embung Leosama, Belu dengan berbagai jenis tanaman perlu pemeliharaan intensif dan berkelanjutan agar dapat ditingkatkan peranannya sebagai model kegiatan aforestasi/reforestasi di wilayah beriklim kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas dan UNDP. 2007. Kita suarakan Millenium Development Goals/MDGs demi pencapaiannya di Indonesia. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan United Nations Development Programme Indonesia. Jakarta. 42p.
- Blyth, M., S. Djoeroemana, J. Russell-Smith & B. Myers. 2006. Integrated rural development in Esat Nusa Tenggara, Indonesia: overview of opportunities, constraints and options for improving livelihoods. Integrated rural development in Esat Nusa Tenggara, Indonesia. Proceeding of a workshop to identify sustainable rural livelihoods. Kupang, Indonesia, 5-7 April 2006. S. Djoeroemana, B. Myers, J. Russell-Smith, M. Blyth & E.I.T Salean (Eds.). Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra: 9-30.
- Boer, R., J.M. Roshetko, Hardjanto, L. Kolopakng, A. Akbar, U. R. Wasrin, B. D. Dasanto & S. Rahayu. 2006. Loksado grassland reforestation, Indonesia. *In*: Murdiyarso, D. & M. Skutsch (Eds.). Community Forest Management as a Carbon Mitigation Option. CIFOR: 85-93.
- CIFOR. 2005. Penyusunan Dokumen Rancangan Proyek Aforestasi/Reforestasi Mekanisme Pembangunan Bersih. Carbon Brief. No. 1, Februari 2005.
- Dinas Kimpraswil Provinsi NTT. 2000. Profile Project. Proyek Pengembangan dan Konservasi Sumber Air Flores, Dinas Permukiman dan Pengembangan Prasarana Wilayah, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kupang. 50 hlm (Tidak dipublikasikan).
- Fox, J.J. 2006. Perspectives on Development in NTT. SMERU. The Smeru Research Institute. No. 20, Oct - Dec 2006: 29-32.
- Harahap, R. 1998. Prospek dan permasalahan pengembangan budidaya lorong pada lahan kering di Desa Oemasi, Kecamatan Kupang Barat NTT. Proyek Litbang dan Pendayagunaan Potensi Wilayah. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor. Tahun Anggaran 1997/1998:103-108.
- Hutabarat, S. 2006. Forestry development through development of non-timber forest products in East Nusa Tenggara. Integrated rural development in Esat Nusa Tenggara, Indonesia. Proceeding of a workshop to identify sustainable rural livelihoods. Kupang, Indonesia, 5-7 April 2006. S. Djoeroemana, B. Myers, J. Russell-Smith, M. Blyth & E.I.T Salean (Eds.). Australian Centre for International Agricultural Rsearch, Canberra: 51-55.
- Leimona, B., R. Boer, B. Arifin, D. Murdiyarso & M. van Noordwijk. 2006. Singkarak: Combining environmental service markets for carbon and watershed functions? *In*: Murdiyarso, D. & M. Skutsch (Eds.). Community Forest Management as a Carbon Mitigation Option. CIFOR: 60-73.
- Murdiyarso, D., A. Puntodewo, A. Widayati & M. van Noordwijk 2006. Determination of eligible lands for A/R CDM Project Activities and of Priority Districts for Project Development Support in Indonesia. CIFOR. 39p.

- Suharyo, W.I. 2006. Development Challenges in East Nusa Tenggara. SMERU. The Smeru Research Institute. No. 20, Oct – Dec 2006: 4-10.
- Timpakul. 2007. Pemanasan global dan obral karbon. [www.google.com/perdagangan karbon/5](http://www.google.com/perdagangan_karbon/5) Desember 2007.
- UNDP. 2007. Sisi lain perubahan iklim, Mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat miskinnya. United Nations Development Programme Indonesia. Jakarta. 20p.
- Widiyono, W., R. Harahap, B. Paul Naiola dan H. Oematan. 1994. Konservasi tanah marginal di Desa Oemasi Kupang Barat - NTT melalui budidaya pertanian lorong, perhutanan rakyat, penghijaun dan penataan pekarangan. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi - LIPI, Bogor. Tahun Anggaran 1993/1994: 254 -262.
- Widiyono, W. 2002. Konservasi embung di Nusa Tenggara Timur melalui analisis tutupan vegetasi dan sumber daya air. Tesis Magister Sains, Jurusan Biologi, FMIPA, UI. Bag. I. 68 p dan Bag. II. 101 p.
- Widiyono, W., R. Abdulhadi dan B. Lidon. 2006. Erosi dan pendangkalan embung di Pulau Timor – NTT (Studi Kasus: Embung Oemasi – Kupang dan embung Leosama - Belu). LIMNOTEK, Perairan Darat Tropis di Indonesia. Puslit Limnologi-LIPI 13(2): 21-28.
- Widiyono, W. 2007. Relationship between vegetation and runoff-erosion: consequences on embung water balance in West Timor East Nusa Tenggara Province. Disertasi Bidang Biologi Konservasi, FMIPA, UI. 176p.