



Policy Brief

Volume 8 No. 7 Tahun 2014

Pengarus-utamaan biaya adaptasi terhadap **Perubahan Iklim** DALAM PERENCANAAN PEMBANGUNAN

Yanto Rochmayanto, Niken Sakuntaladewi, Lukas Rumboko Wibowo

Pembelajaran Penting

1. Tindakan adaptasi menurunkan tingkat kerugian akibat variabilitas iklim dan cuaca ekstrim.
2. Pengarus-utamaan biaya adaptasi dalam perencanaan pembangunan nasional maupun sub nasional merupakan strategi tepat bagi perlindungan sosial, ekosistem, dan ekonomi masyarakat serta mendukung prinsip efisiensi alokasi anggaran Negara/dacrah.

Rekomendasi

Adaptasi hijau (Green adaptation) mempunyai nilai efektifitas lebih tinggi dalam meningkatkan resiliensi

masyarakat terhadap perubahan iklim dibanding tindakan sipil teknis.

Pendahuluan

Tidak dipungkiri lagi bahwa perubahan iklim menyebabkan berbagai bencana bagi kehidupan. Dampak negatif perubahan iklim meliputi banyak sektor (DNPI, 2013) seperti pertanian, perikanan, kesehatan, ekonomi, hingga mengancam keberadaan pulau-pulau kecil dan wilayah pesisir (Muhamad *et al.*, 2011; Zakia, 2013). Dampak negatif perubahan iklim terasa sekali utamanya di negara-negara sedang berkembang di Afrika, Asia, Amerika Latin, juga di negara-negara kepulauan, termasuk Indonesia (International Development Research Centre, 2010; Warner *et al.*, 2012; DNPI, 2013).

Sektor kehutanan merupakan sektor yang dapat diandalkan dalam memitigasi perubahan iklim serta dampak negatifnya. Hutan punya peran penting dalam menyangga ekosistem, menyerap CO₂ di udara dan memproduksi udara bersih, mengatur tata air dan mencegah longsor, juga menyediakan pangan, obat-obatan, dan kebutuhan manusia lainnya. Di Indonesia, sektor kehutanan diharapkan dapat menopang kebutuhan produksi pangan nasional yang berpotensi terancam akibat perubahan iklim.

Dampak Perubahan Iklim dan Biaya Adaptasi

Di Indonesia, perubahan iklim ditandai dengan kenaikan suhu yang meningkat cepat setelah tahun 1960, tren laju kenaikan muka air laut 0,8 mm/tahun pada periode 1960 hingga 2008, tren penurunan curah hujan yang signifikan di hampir seluruh wilayah Indonesia pada bulan Juni, Juli dan Agustus, dan peningkatan peluang curah hujan ekstrim harian di sebagian wilayah Indonesia dalam kurun waktu 1998-2008 (Bappenas, 2013). Kejadian ini meningkatkan potensi terjadinya erosi, mereduksi lahan basah di sepanjang pantai, meningkatkan laju intrusi air laut, penurunan produksi bahan pangan. Indonesia digolongkan berada pada peringkat sembilan dari 10 negara paling rentan terhadap keamanan pangan akibat dampak perubahan iklim khususnya pada sektor perikanan (Huelsenk, Oceana, 2012 *dalam* DNPI, 2013). Dampak negatif lainnya dari perubahan iklim berupa penurunan tanaman pangan, rusaknya infra struktur, berkurangnya sumber air bersih, meningkatnya penyakit pernafasan, dan bencana hidrologi (Zakiya, 2013). Tindakan adaptasi

Perubahan iklim dapat mengakibatkan risiko biaya ekonomi tinggi. Perekonomian Afrika diperkirakan mengalami penurunan 1-2% dari *Gross Domestic Product* (GDP) atau US\$ 10-20 milyar (Watkiss *et al.*, 2010). Indonesia harus mengimpor beras 600.000 ton pada 1991 dan lebih dari satu juta ton pada 1994 karena anomali iklim (Harmoni, 2005) dan badai Gilbert di Jamaika menyebabkan kerusakan hingga 6 milyar dollar (Topping, 1988 *dalam* Harmoni, 2005). Di Malawi dan Mozambik, perubahan iklim memicu kekeringan dan banjir hingga menyebabkan kerugian dalam bentuk kehilangan aset, mengurangi GDP, dan peningkatan kemiskinan (GFDRR, 2012).

sangat diperlukan dan mendesak untuk dilakukan untuk mengurangi besarnya dampak dan menjadikan masyarakat mampu bertahan terhadap dampak negatif iklim yang telah berubah.

Tindakan adaptasi memerlukan biaya yang bervariasi besarnya. Biaya adaptasi perlu diperhitungkan dalam perencanaan pembangunan. Pengarus-utamaan biaya adaptasi dalam program pengurangan kemiskinan dan implikasinya terhadap kebijakan prioritas penting untuk mendapatkan intervensi yang paling tepat dalam upaya melindungi masyarakat, mengurangi kerentanan dan meningkatkan kapasitas adaptasi mereka, serta melindungi atau memperbaiki lingkungan. Studi biaya adaptasi termasuk studi kerugian dan kerusakan terkait perubahan iklim merupakan topik baru bagi ilmu pengetahuan dan kebijakan (Smith *et al.*, 2012), dan tidak mudah dilakukan. Hal ini menjadikan belum adanya pendekatan kebijakan yang memasukkan biaya adaptasi sebagai pertimbangan penting dalam perencanaan pembangunan.

Disadari atau tidak, adaptasi telah dilakukan oleh perorangan, kelompok individu, hingga pada level negara untuk mengantisipasi ataupun menghadapi dampak negatif perubahan iklim. Meski pemahaman tentang penghitungan 'biaya dan keuntungan' tindakan adaptasi belum sempurna, upaya penghitungan biaya adaptasi terus diupayakan. Studi yang dilakukan World Bank pada tahun 2009 mendapatkan estimasi biaya adaptasi di negara-negara berkembang untuk kenaikan suhu sekitar 2°C pada tahun 2050 berkisar antara US\$ 70 milyar hingga US\$ 100 milyar per tahun dari tahun 2010 hingga 2050 (Narain *et al.*, 2011, Sussman *et al.*, 2013).

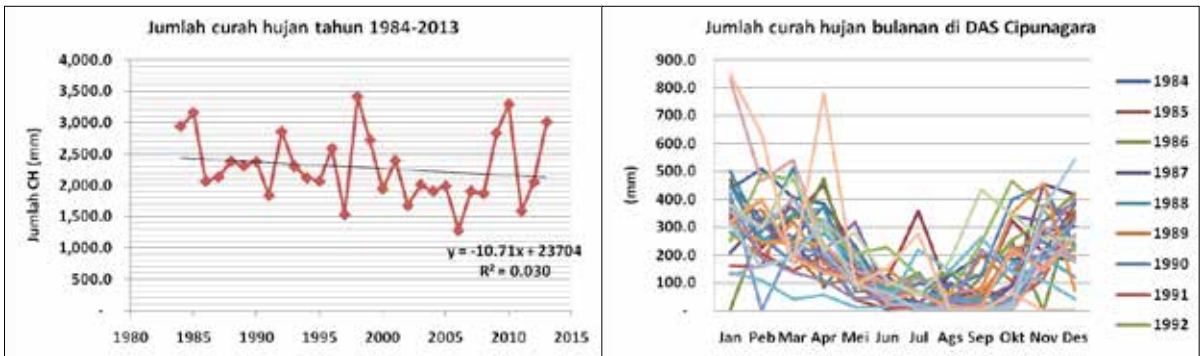
Studi yang dilakukan di Thailand terhadap masyarakat pesisir di enam desa yang rentan terhadap perubahan iklim mendapatkan besaran biaya adaptasi 30 tahun mendatang sekitar lima kali biaya yang dikeluarkan saat ini (Kulpraneet, 2013). Di Afrika

biaya adaptasi diperkirakan akan terus meningkat dengan perkiraan sekitar US\$ 10 hingga 60 milyar US dolar per tahun. Upaya adaptasi dapat mengurangi besaran biaya adaptasi ke depan (Watkiss *et al.*, 2010).

Kondisi Iklim dan Proyeksinya

Bukti empiris pentingnya pengarus-utamaan biaya adaptasi dalam pembangunan dapat dilihat dari hasil studi di DAS Cipunagara, Kabupaten Subang. Curah hujan tahun 1984-2013 menunjukkan fluktuasi yang tinggi, dengan kecenderungan menurun dan berpotensi semakin kering. Namun

dalam rentang 30 tahun dijumpai tiga puncak tahun basah, sehingga peluang terjadi curah hujan tinggi >3.000 mm/tahun akan terjadi dalam 10-15 tahun sekali. Dari 30 tahun pengamatan terindikasi adanya pergeseran puncak curah hujan (Gambar 1).

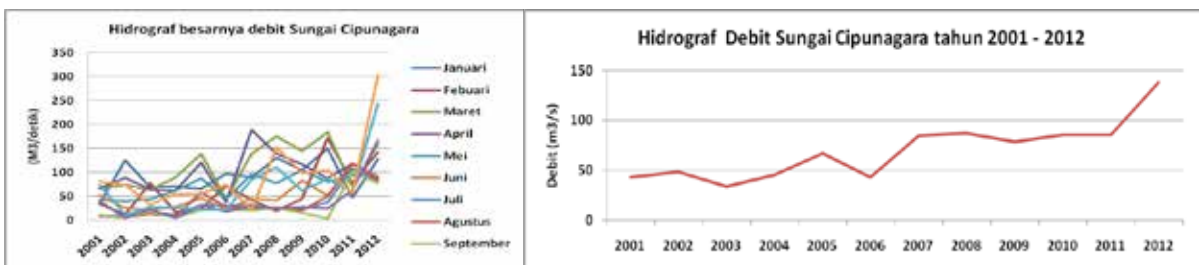


Sumber: BMKG Bandung, 2013 (diolah)

Gambar 1. Jumlah curah hujan tahun 1984-2013 (kiri) dan jumlah curah hujan bulanan di DAS Cipunagara tahun 1984-2013 (kanan)

Debit air Sungai Cipunagara selama 12 tahun terakhir cenderung meningkat pada akhir tahun, namun dengan fluktuasi yang sangat tinggi (Gambar 2). Situasi lain menggambarkan

bahwa debit air sungai dalam rerata tahunan mengalami kenaikan yang mengindikasikan bahwa cuaca ke depan diprediksi akan lebih basah dari periode sekarang.



Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Bandung, 2013 (diolah).

Gambar 2. Hidrograf debit bulanan dan rerata tahunan Sungai Cipunagara

Perubahan pola hujan di DAS Cipunagara berdampak antara lain pada frekuensi banjir (luapan debit air sungai dan rob) meningkat, kerusakan infra struktur tambak meningkat, pasang air laut (*konda*, pasang selama 10 hari dalam setahun) tidak dapat diprediksi,

serta penurunan pendapatan masyarakat yang mata pencahariannya bergantung pada sektor pertanian atau perikanan. Estimasi kerugian akibat perubahan pola hujan di DAS Cipunagara disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Estimasi kerugian akibat bencana klimatis di DAS Cipunagara, Subang*

No.	Lokasi	Estimasi kerugian (Rp/thn)*	Proporsi (%)
1.	Desa Cimeuhmal (bagian hulu)	5,41 milyar	8,3
2.	Desa Cijambe (bagian tengah)	12,90 milyar	20
3.	Desa Patimban (bagian hilir)	46,44 milyar	71,7
Total		64,7 5milyar	
Rata-rata		21,58 milyar	

Keterangan: *Sebelum diskonto (Sumber: Rochmayanto *et al.*, 2013)

Kerugian terbesar terjadi di DAS bagian hilir (71,7%), utamanya pada sektor pertanian, perikanan dan infra struktur yang disebabkan kenaikan debit air sungai, banjir kiriman dari hulu, dan dari kenaikan muka air laut (banjir rob). Di DAS bagian hulu dan tengah mayoritas kerugian terjadi pada sektor pertanian yang terpapar curah hujan langsung. LAPAN (2013b) menegaskan bahwa Subang termasuk daerah genangan yang diprediksi sebagai daerah rawan banjir.

Dampak perubahan pola curah hujan dan kejadian iklim ekstrim pada sektor pertanian mengakibatkan sawah kering, banjir, atau puso. Luas areal sawah yang mengalami kekeringan meningkat dari 0,3-1,3% menjadi 3,1-7,8% dan luas

areal padi puso juga meningkat dari 0,004-0,4% menjadi 0,04-1,9%. Luas areal sawah yang rusak karena banjir meningkat dari 0,8-2,7% menjadi 0,97-2,99%, dan luas areal yang terkena puso juga meningkat dari 0,24-0,73% menjadi 8,7-13,8%.

Peningkatan suhu udara di DAS Cipunagara diperkirakan berdampak pada penurunan produksi pangan seperti padi, jagung dan kedelai sebesar 10-19,5% selama 40 tahun yang akan datang. Contoh kasus terjadi di Kabupaten Karawang dan Subang di mana produksi beras berkurang sekitar 300.000 ton dan produksi jagung berkurang 5.000 ton karena genangan (DNPI, 2011).

pada beberapa kecamatan, antara lain: Ciater, Cibogo, Cijambe, Cislak, Jalan Cagak, dan Kasomalang. Risiko terlanda banjir menyebar di berbagai kecamatan dari daerah tengah DAS sampai ke hilir pantai utara.

Jawa Barat tergolong daerah rawan banjir ketiga tertinggi di Indonesia. Selama periode 2002 hingga 2010 provinsi ini tercatat dilanda banjir sebanyak 410 kali atau 35 kali per tahun, dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Di DAS Cipunagara, provinsi Jawa Barat, daerah yang berisiko terlanda banjir sebanyak 58,16%, sedangkan daerah yang berisiko longsor sebanyak 33,63%. Risiko longsor terpusat di daerah hulu

Pada kondisi tanpa upaya adaptasi yang signifikan, banjir dapat menyebabkan kerugian sekitar 1.56 triliun rupiah. Kerugian terbesar terjadi di pemukiman. Risiko longsor menyebabkan kerugian 1,10 triliun rupiah dan mayoritas hanya mengancam pemukiman dan pertanian lahan kering (Gambar 3).

Dampak terhadap pemukiman sangat tinggi karena banjir memberi dampak langsung terhadap kehidupan dan properti (Jha *et al.*, 2012), sedangkan dampak tidak langsung dalam jangka panjang dapat menyebabkan penyakit, penurunan nutrisi, kesempatan edukasi, dan hilangnya mata pencaharian.



Sumber: Rochmayanto *et al.*

Gambar 3. *Estimasi kerugian akibat variabilitas iklim pada kondisi tanpa adaptasi*

Proyeksi Kerugian dengan Tindakan Adaptasi

Enam skenario tindakan adaptasi diajukan untuk mendapatkan bentuk adaptasi yang paling efektif di DAS Cipunagara. Skenario tersebut meliputi bangunan fisik atau sipil teknis, perbaikan ekosistem, dan kombinasi keduanya. Keenam skenario tersebut adalah: pembangunan tanggul (skenario 1); pembangunan kanal (skenario 2); pembuatan sumur resapan (skenario 3); rehabilitasi hutan dan mangrove (skenario 4); kombinasi

pembangunan tanggul, kanal, sumur resapan, rehabilitasi hutan dan mangrove (skenario 5); dan kombinasi pembangunan tanggul, sumur resapan, rehabilitasi hutan dan mangrove (skenario 6).

Hasil keseluruhan perhitungan efektivitas biaya adaptasi pada masing-masing skenario terhadap biaya kerusakan sisa (residu), biaya total akibat perubahan iklim, *gross* adaptasi dan *net* adaptasi disajikan pada Tabel 2.



Tabel 2. *Estimasi hasil tindakan adaptasi di DAS Cipunagara*

Skenario	Biaya adaptasi (Rp)	Residu (Rp)	Biaya total (Rp)	Gros adaptasi (Rp)	Net adaptasi (Rp)
BAU	65,41 miliar	2,67 triliun	2,73 triliun	-	-
Skenario 1	86,79 miliar	2,43 triliun	2,52 triliun	300,28 miliar	213,49 miliar
Skenario 2	7,36 triliun	2,65 triliun	10 triliun	81,79 miliar	(7,28 triliun)
Skenario 3	65,69 miliar	2,63 triliun	2,69 triliun	97,79 miliar	32,1 miliar
Skenario 4	149,87 miliar	2,48 triliun	2,63 triliun	247,95 miliar	98,08 miliar
Skenario 5	7,46 triliun	2,21 triliun	9,68 triliun	520,28 miliar	(6,95 triliun)
Skenario 6	171,54 miliar	2,23 triliun	2,39 triliun	505,27 miliar	333,73 miliar

Sumber: Rochmayanto *et al.*, 2013

Keterangan: (Parry *et al.*, 2009):

- Residu: jumlah kerugian yang masih terjadi akibat variabilitas iklim ekstrim karena tindakan adaptasi tertentu.
- Biaya total: jumlah biaya adaptasi yang dikeluarkan ditambah dengan residu.
- Keuntungan kotor adaptasi (*gross adaptation*) adalah selisih antara biaya total perubahan iklim pada kondisi BAU dikurangi residu dari tindakan adaptasi tertentu.
- Keuntungan bersih adaptasi (*net adaptation*) adalah selisih antara biaya total pada kondisi BAU dikurangi biaya total dengan tindakan adaptasi tertentu.

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah kerugian yang masih terjadi akibat variabilitas iklim ekstrim karena tindakan adaptasi tertentu (residu) pada berbagai skenario tindakan adaptasi

besarannya masih di bawah BAU (Rp 2,67 triliun). Hal ini menunjukkan bahwa tindakan memberikan kerugian yang lebih kecil dibanding tanpa tindakan adaptasi.

Efektivitas Biaya Adaptasi

Tindakan adaptasi yang efektif menggambarkan bahwa penambahan biaya tertentu untuk tindakan adaptasi menyebabkan penurunan kerugian perubahan iklim yang lebih besar dibandingkan tambahan biayanya. Indikator efektivitas biaya adaptasi dapat ditunjukkan dengan nilai Rasio Efektivitas (RE). Semakin tinggi nilai

RE semakin efektif tindakan adaptasi tersebut.

Hasil perhitungan terhadap 6 skenario yang diajukan menunjukkan bahwa skenario 1 merupakan tindakan paling efektif (RE 2,71), selanjutnya skenario 6 (RE 2,62), dan skenario 4 (RE 1,22) (Tabel 3).

Tabel 3. *Hasil analisis efektivitas biaya adaptasi terhadap perubahan iklim*

Skenario	Biaya	Penurunan kerugian	RE
Skenario 1: Pembangunan tanggul	86.8 milyar	234.9 milyar	2.71 ⁽¹⁾
Skenario 2: Pembangunan kanal	7.4 triliun	16.4 milyar	0.002
Skenario 3: Pembuatan sumur resapan	65.7 milyar	32.4 milyar	0.49
Skenario 4: Rehabilitasi hutan & mangrove	149.9 milyar	182.5 milyar	1.22 ⁽³⁾
Skenario 5: Kombinasi skenario 1, 2, 3, 4	7.5 triliun	466.2 milyar	0.06
Skenario 6: Kombinasi skenario 1, 3, 4 (tanpa kanal)	171.5 milyar	449.8 milyar	2.62 ⁽²⁾

Sumber: Rochmayanto *et al.*, 2013

Keterangan: (1) = Skenario 1 - paling efektif; (2) = Skenario 6 - efektif urutan ke 2; (3) = Skenario 4 - efektif urutan ke 3

Dari enam skenario tersebut, tiga skenario dinilai memberikan efektivitas biaya adaptasi (mempunyai nilai RE tinggi). Pembangunan tanggul adalah skenario paling efektif untuk menyelamatkan

desa-desa di hilir DAS Cipunagara dari bahaya banjir. Pemerintah daerah telah mengalokasikan dana triliunan rupiah untuk membangun tanggul dan berhasil menyelamatkan desa-desa di

hilir DAS Cipunagara, antara lain desa Patimban, Kecamatan Pusakanagara. Namun skenario ini tidak serta-merta menjadikan masyarakat *resilien* terhadap dampak negatif perubahan iklim karena kondisi ekosistemnya masih tetap rusak. Rehabilitasi hutan mangrove bila berhasil dilakukan dapat menyelamatkan tambak masyarakat dari gempuran ombak, produksi ikan makin bagus, juga memberi penghasilan tambahan kepada masyarakat berupa ikan, udang, atau kepiting yang datang ke hutan mangrove sebagaimana yang terjadi di desa Mojo, Kabupaten Pemalang. Rehabilitasi hutan di daerah hulu akan memberikan hasil hutan non kayu sebagai tambahan

Penutup

Tindakan adaptasi terbukti dapat menurunkan tingkat kerugian akibat variabilitas iklim dan cuaca ekstrem. Dari berbagai skenario yang di '*green adaptation*' bila berhasil merupakan tindakan adaptasi yang efektif dibanding tindakan sipil teknis. Sebagai negara yang digolongkan rentan terhadap keamanan pangan akibat dampak perubahan iklim, penting bagi pemerintah pusat dan daerah untuk mengalokasikan biaya adaptasi terhadap perubahan iklim

Daftar Bacaan

- Bappenas. 2011. National Action Plan for Climate Change Adaptation (RAN-API). Synthesis Report. Ministry of National Development Planning/National Development Planning Agency (Bappenas). Jakarta.
- Bappenas. 2013. Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API). Perubahan Iklim dan Dampaknya di Indonesia. Kementerian PPN/Bappenas. Jakarta.
- [DNPI] Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2011. Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim Indonesia. Dewan Nasional Perubahan Iklim. Jakarta.
- [DNPI] Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2013. Perubahan Iklim dan Tantangan Perubahan Bangsa. Dewan Nasional Perubahan Iklim. Jakarta.
- [GFDRR] Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. 2012. Economic Vulnerability and Disaster Risk Assessment in Malawi and Mozambique : Measuring Economic Risks of Droughts and Floods. The World Bank – RMSI – GFDRR. Washington DC.
- Harmoni, A. 2005. Dampak Sosial Ekonomi

penghasilan bagi masyarakat, juga distribusi air tetap terjaga pada musim kemarau sebagaimana terjadi di desa Bena di DAS Noelmina, Propinsi Nusa Tenggara Timur, dan desa Bobo di DAS Palu, Propinsi Sulawesi Tengah. Bila berhasil, *green adaptation* (rehabilitasi hutan dan mangrove) merupakan aktivitas yang menyumbang nilai efektivitas tinggi bagi peningkatan resiliensi masyarakat terhadap perubahan iklim. Namun demikian, keberhasilan upaya rehabilitasi hutan dan mangrove memerlukan komitmen bersama para pemangku kepentingan dan memerlukan waktu cukup lama.

dalam perencanaan pembangunan. Biaya adaptasi dapat untuk kepentingan pembangunan sumber daya manusia, pembangunan lingkungan, ataupun bangunan sipil teknis. Pembangunan sumber daya manusia penting dilakukan untuk menjadikan mereka faham tentang perubahan iklim, potensi dampak negatif yang ditimbulkan, membuat pilihan adaptasi yang paling tepat, dan melakukan tindakan adaptasi dengan baik.

- Perubahan Iklim. Proceeding Seminar Nasional PESAT 2005, 23-24 Agustus 2005. Universitas Gunadarma, Jakarta.
- International Development Research Centre. 2010. Adaptation Stories. International Development Research Centre.
- Ishak, M. 2011. Memetakan Gerakan Tanah di Jawa Barat. Jurnal Penanggulangan Bencana Volume 2 No. 2 Tahun 2011. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Jakarta.
- Jha, A.K., R. Bloch, J. Lamond. 2012. Kota dan Banjir. Panduan Pengelolaan Terintegrasi untuk Risiko Banjir Perkotaan di Abad 21. Rangkuman untuk Para Penyusun Kebijakan. The World Bank. Washington DC.
- Kulpraneet, A. 2013. Coastal household adaptation cost requirements to sea level rise impacts. Mitig Adapt Strateg Glob Change (2013) 18:285-302.
- [LAPAN] Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. 2013a. Pola Curah Hujan di Indonesia. <http://www.dirgantara-lapan.or.id/moklim/edukasi0609pch.html>. [Diakses pada tanggal 8 Januari 2013].

- LAPAN. 2013b. Prediksi Banjir di Indonesia Berdasarkan Data Satelit Bulan Desember 2013. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Jakarta. <http://www.lapan.go.id/>. [diakses pada tanggal 4 Januari 2014].
- Mahmud. 2007. Skenario Perubahan Variabilitas Iklim Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global: Fakta, Mitigasi dan Adaptasi. LAPAN. Bandung.
- Muhamad, A., A. Aryoseno dan R. Yuliantri. 2011. Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim Indonesia. Dewan Nasional Perubahan Iklim. Jakarta.
- Narain, U., Margulis, S., Essam, T. 2011. Estimating Cost of Adaptation to Climate Change. Synthesis article. *Climate Policy* 11 (2011) 1001-1019.
- Parry, M., N. Arnell, P. Berry, D. Dodman, S. Fankhauser, C. Hope, S. Kovats, R. Nicholls, D. Satterthwaite, R. Tiffin, and T. Wheeler. 2009. Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates, International Institute for Environment and Development and Grantham Institute for Climate Change, London.
- Putuhena, W.M., W.K. Adidarma, S.M. Yuningsih. 2004. Karakteristik Banjir Puncak pada Sungai-Sungai di Pulau Jawa. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/prosiding/mflp2004/wanny.pdf>. [diakses pada tanggal 17 mei 2012].
- Rochmayanto, Y., N. Sakuntaladewi, LR Wibowo. 2013. Pemodelan Biaya Adaptasi dan Peningkatan Resiliensi Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Litbang Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Smith, A.O., S.L. Cutter, K. Warner, C. Corendea and K. Yuzva. 2012. Addressing Loss and Damage in the Context of Social Vulnerability and Resilience. Policy Brief No. 7, November 2012. United Nation University.
- Suprpto. 2011. Statistik Pemodelan Bencana Banjir Indonesia (Kejadian 2002-2010). *Jurnal Penanggulangan Bencana* Volume 2 No. 2 Tahun 2011. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Jakarta.
- Sussman, F., Krishnani, N., Maher, K., Miller, R., Mack, C., Stewart, P., Shouse, K., Perkins, B., Climate change adaptation cost in the US: what do we know? *Climate Policy*, Vol. 14, No. 2, 242-282, <http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2013.777604> (diunduh 141017)
- Warner, K., Affi, T., Henry, K., Rawe, T., Smith, C., de Sherbinin, A. 2012. Where the Rain Falls: Climate Change, Food, and Livelihood Security, and Migration. MacArthur Foundation.
- Watkiss, P., T.E. Downing, and J. Dyszynski. 2010. Adapt Cost Project : Analysis of the Economic Cost of Climate Change Adaptation in Africa. United Nation Environment Programme. Nairobi, Kenya.
- Zakiya, Z. 2013. Enam Dampak Perubahan Iklim. *Kompas*, January 20, 2013.



Foto: courtesy by Rochmayanto, 2013)

Gambar 4. *Tambak dan mangrove, saling memberi untuk harmoni (a), Sawah, sendi kehidupan yang berharap tak terbanjiri (c), dan Muara sungai yang rentan dilanda banjir kiriman dan rob*