



Ecological Mangrove Restoration

Restorasi Hutan Bakau Berwawasan Ekologi



Gambar 1

Didukung Oleh:

IUCN
The World Conservation Union



Restorasi ekologi habitat bakau bisa dilakukan, dan telah dilakukan dalam skala luas diberbagai belahan bumi serta dapat dilaksanakan dengan tingkat biaya efektif. Penerapan sederhana dari lima tahap restorasi bakau yang dibahas disini, setidaknya dapat memastikan suatu proses pemikiran yang analisis dan mengurangi sistem penanaman bakau sebagai jalan keluar atas semua masalah restorasi bakau.

dari Roy R. "Robin" Lewis III, Lewis Environmental Services, Inc.
diterjemah oleh Tengku Lukmanul Hakim,
Mangrove Action Project - Indonesia Program



Rehabilitasi Ekosistem Pesisir Pasca Tsunami: Tahap Konsolidasi

Proyek ini ditujukan untuk menanggulangi ancaman jangka panjang yang dihadapi mangrove di negara-negara yang terkena dampak tsunami, serta untuk merestorasi, merehabilitasi dan melindungi ekosistem penting ini. Pendanaan disediakan oleh Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), Kementerian Lingkungan Hidup Spanyol. Antara bulan September 2005 sampai Desember 2006 OAPN menyalurkan dana hibah untuk membantu rehabilitasi mangrove di daerah yang terkena dampak tsunami di Sri Lanka dan Thailand. OAPN memberikan dana hibah tahap ke dua antara Januari dan Desember 2007 untuk konsolidasi dan berbagi pengetahuan dan pengalaman dari pelaksanaan rehabilitasi mangrove yang dilakukan pada tahap pertama proyek ini. Tahap konsolidasi difokuskan pada penggunaan pengetahuan yang diperoleh pada tahap pertama untuk meningkatkan kesadaran dan membangun kapasitas pihak-pihak yang terlibat dalam restorasi mangrove, terutama para pengelola Kawasan Lindung. Tahap dimaksudkan untuk menyebarluaskan dan berbagi informasi serta belajar dari lokasi dan kelompok lain di Sri Lanka dan Thailand sebagai negara yang ikut serta dalam tahap pertama proyek, juga untuk memperluas pembelajaran dengan negara lain yang juga terkena dampak tsunami yakni Indonesia.



Mangrove Action Project

Mangrove Action Project adalah jaringan non-profit global yang didirikan pada tahun 1992. Mencurahkan perhatian pada perlindungan dan perbaikan hutan bakau melalui kampanye kesadaran lingkungan dan pendidikan secara internasional. MAP memprakarsai proyek-proyek restorasi berbasis masyarakat dan mengedepankan proyek pembangunan yang akan membantu masyarakat pesisir di sekitar hutan bakau, sekaligus melindungi ekosistem bakau yang terancam. MAP mendukung hak-hak masyarakat pesisir dalam mengelola sumber daya alami secara berkelanjutan dan mempertahankan budaya lokal mereka. Mengetahui pertumbuhan akan lapangan ekonomi lingkungan dan berdedikasi untuk melakukan perubahan dari bawah, MAP memiliki data dan record kerjasama dengan lembaga-lembaga swadaya lokal dunia untuk mendukung pembangunan dan implementasi solusi dan ide yang muncul dari masyarakat setempat.

MAP mengabdikan diri pada pemulihan degradasi ekosistem hutan bakau dunia. Prinsip utama MAP adalah mengangkat hak-hak masyarakat pesisir, termasuk nelayan dan petani, dalam suatu pengelolaan berkelanjutan atas lingkungan pesisir. MAP memberikan empat jenis bantuan kepada lembaga swadaya dan pendukung konservasi bakau lainnya dalam bentuk: 1) Mengkoordinir jaringan lembaga internasional dan pusat informasi hutan bakau. 2) Mempromosikan kesadaran tentang isu-isu hutan bakau kepada masyarakat umum. 3) Memberikan dukungan teknis dan keuangan pada proyek-proyek nirlaba dan, 4) Membantu publikasi di negara maju mengenai kebutuhan dan perjuangan masyarakat nelayan dan petani pesisir di negara berkembang yang di akibatkan oleh permintaan konsumen negara-negara kaya. (Ini kami lakukan melalui newsletter tiga-bulanan, buletin dua-mingguan, "action alert", dan penerbitan artikel serta penyelenggaraan forum-forum dan presentasi.

Tulisan ini dibuat dengan dukungan dana dari proyek “Rehabilitasi ekosistem pesisir pasca tsunami: tahap konsolidasi” yang disponsori oleh Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN) Kementerian Lingkungan Hidup Spanyol. Opini-opini yang terdapat dalam tulisan ini tidak selalu menggambarkan pandangan OAPN, Kementerian Lingkungan Hidup Spanyol dan IUCN.

HAK INTELEKTUAL: Catatan teknis ini berasal dari: Lewis, R.R., and Streever, B. (2000). “Restoration of mangrove habitat,” WRP Technical Notes Collection (ERDCTN-WRP-VN-RS-3.2), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. www.wes.army.mil/el/wrp

Untuk informasi tambah silahkan hubungi:

Benjamin Brown

Mangrove Action Project - Indonesia

E-mail: seagrassroots@gmail.com

Web: <http://www.mangroveactionproject.org/about/regional-offices/indonesia-office/map-indonesia-office>

Roy R. “Robin” Lewis III, Professional Wetland Scientist

Certified Senior Ecologist, Ecological Society of America

Board Certified Environmental Professional #1161

President, Lewis Environmental Services, Inc.

PO Box 5430

Salt Springs, FL 32134-5430

Street Address: 23797 NE 189th Street, Salt Springs, FL 32134

E-mail: LESRRRL3@AOL.COM

Web: <http://www.lewisenv.com>

<http://www.mangroverestoration.com>

<http://www.seagrass.biz>

Mangrove Action Project mau ucapkan terima kasih kepada IUCN - Mangroves for the Future serta Pemerintah Espanol Kementerian Sumber Daya Alam - Balai Wilayah Perlindungan atas dukungan untuk menerjemahkan, menerbitkan dan menyebarkan tulisan ini.

MAP-Indonesia 2007

TUJUAN: Tulisan ini menyajikan petunjuk umum restorasi habitat bakau.

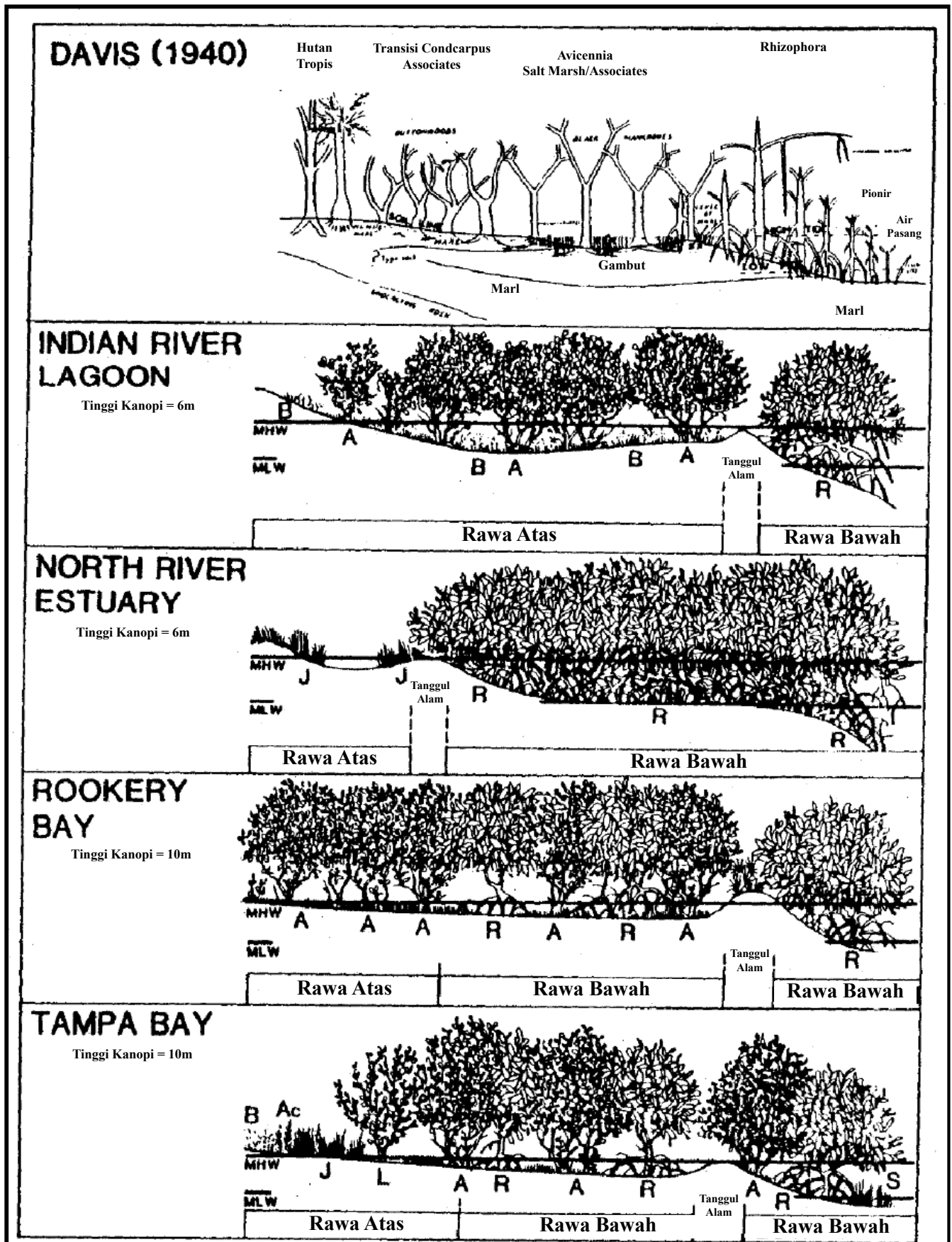
LATAR BELAKANG MASALAH: Di Amerika Serikat, bakau tumbuh secara alami di negara bagian Florida, Louisiana dan Texas. Bakau juga tumbuh alami di wilayah lain di bawah yurisdiksi hukum “Corps of Engineers”, seperti di US Virgin Islands, Puerto Rico, dan beberapa wilayah di Pasifik. Sedangkan di Hawaii bakau mungkin tumbuh belakangan dan bukan secara alami.

Secara umum, spesies bakau semakin banyak seiring dengan menurunnya tingkat ketinggian tanah. Di Florida, di mana masih tersisa sekitar 200.000 hektar bakau (dari perkiraan sekitar 260.000 hektar yang pernah ada [Lewis, 1985]), terdapat tiga spesies yakni; bakau merah (*Rhizophora mangle*), bakau hitam (*Avicennia germinans*) dan bakau putih (*Laguncularia racemosa*). Buttonwood (*Conocarpus erectus*) juga ditemukan di Florida, tumbuh bersama-sama dengan bakau tetapi tidak dikelompokkan sebagai spesies bakau. Di Texas dan Louisiana, bakau hitam tumbuh tapi umumnya tidak melebihi tinggi semak belukar. Ada sekitar 2.000 hektar habitat bakau di Texas (Moulton, Dhal, dan Dall 1997) dan beberapa ratus hektar di Louisiana, terpusat di Grand Isle.

Bakau tumbuh di berbagai kondisi hidrologi dan iklim sehingga menciptakan hamparan yang luas dari berbagai macam komunitas bakau. Di Florida, pola klasik bakau di gambarkan oleh Davis (1940) telah meluas menjadi sedikitnya empat variasi yang semuanya termasuk suatu kesatuan yang didominasi oleh spesies seperti “smooth cordgrass” (*Spartina alterniflora*) atau saltwort (*Batis maritima*) (Lewis, 1985). Gambar 2 [Lewis (1982 a, b)] serta series foto di Gambar 5 menggambarkan peran smooth cordgrass yang berperan sebagai “spesies perintis” dimana pada mulanya tumbuh pada lahan gundul dan selanjutnya mempermudah pertumbuhan bakau dikemudian hari sampai menjadi spesies yang dominan. Bahkan setelah bakau tumbuh dominan, beberapa spesies asli yang tumbuh di paya pasang surut ini kadang masih tersisa. Pola ini diperkenalkan lebih jauh oleh Crewz dan Lewis (1991) (Gambar 3) sebagai ciri khas habitat bakau Florida, dimana komponen-komponen tumbuhan perintis ini seringkali ada.

Sangat mungkin melaksanakan restorasi fungsi bakau, dataran garam, atau sistem lainnya meskipun parameter seperti jenis dan kondisi tanah sudah berubah dan flora dan faunanya juga telah berganti (Lewis 1990, 1992). Namun jika tujuan dari restorasi adalah untuk mengembalikan suatu wilayah ke kondisi asli, maka kemungkinan tingkat kegagalan akan lebih tinggi. Restorasi terhadap ciri-ciri ekosistem tertentu dan tiruan atas fungsi alaminyalah yang lebih memungkinkan untuk sukses daripada restorasi ke kondisi aslinya (Lewis, Kusler, dan Erwin 1995). Kenyataan ini harus dipertimbangkan selama perencanaan proyek rehabilitasi berlangsung.

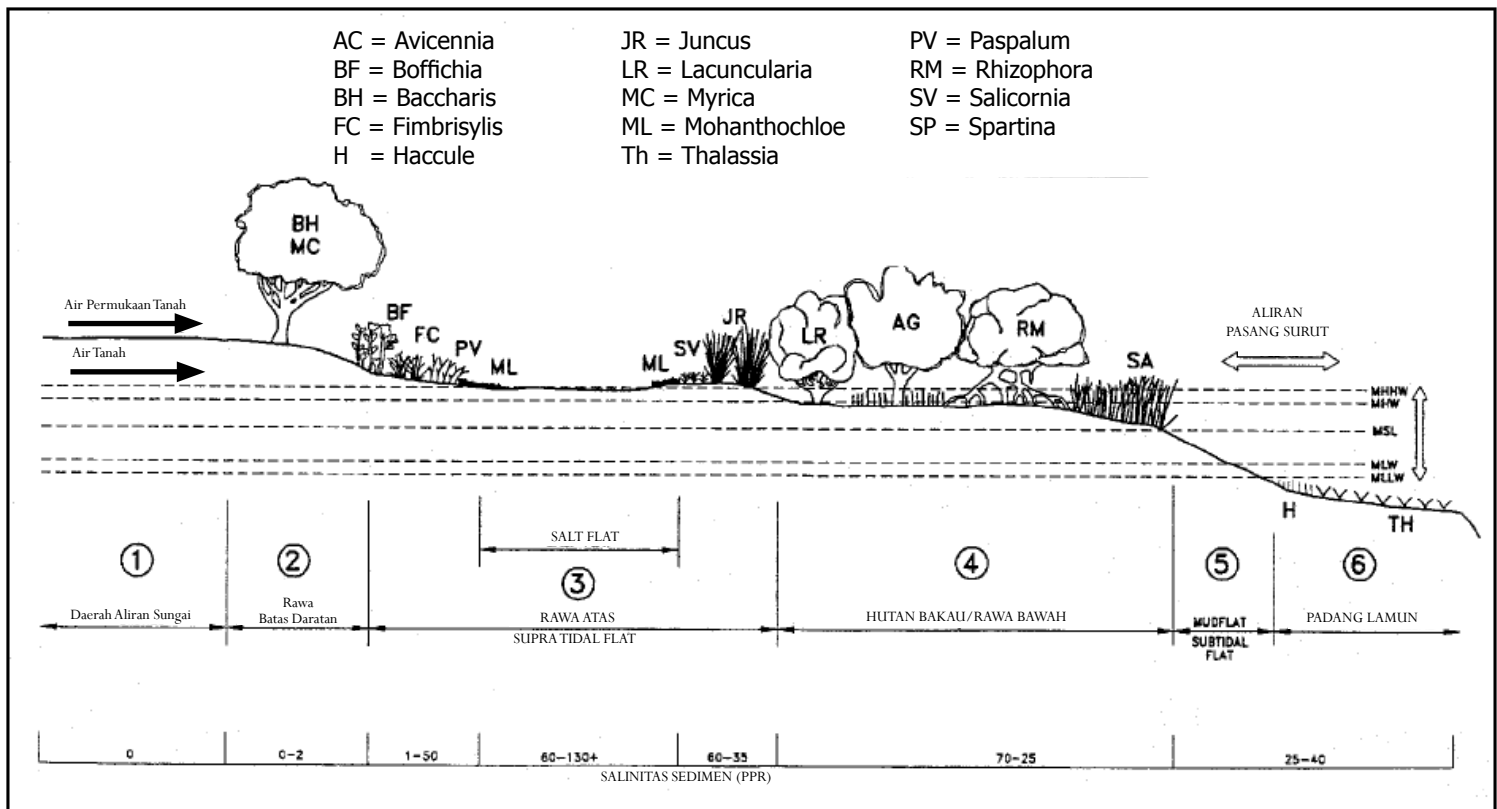
Restorasi atau rehabilitasi dapat disarankan ketika suatu sistem telah berubah dalam tingkat tertentu sehingga tidak dapat lagi memperbaiki atau memperbaharui diri secara alami. Dalam kondisi seperti ini, ekosistem homeostasis telah berhenti secara permanen dan proses normal untuk suksesi tahap kedua atau perbaikan secara alami dari kerusakan terhambat oleh berbagai sebab. Konsep ini belum pernah di analisis atau didiskusikan secara mendetail pada habitat bakau. (Detweiler 1976, Ball 1980, dan Lewis 1982b). Sehingga manager restorasi seringkali ditekankan untuk melakukan penanaman bakau sebagai pilihan pertama restorasi. Meskipun pendekatan terbaik restorasi adalah dengan mengetahui penyebab punahnya bakau, tangani penyebabnya dan kemudian bekerja dengan proses perbaikan alami untuk membangun kembali habitat bakau. **Bibit bakau hanya ditanam jika mekanisme alami tidak memungkinkan dan hanya setelah dilakukan pembenahan hidrologi.**



KODE JENIS² TUMBUHAN

- | | | | | | | | |
|----|--------------------|---|---------------|---|---------------------|---|-----------------|
| A | <i>Avicennia</i> | B | <i>Batis</i> | L | <i>Laguncularia</i> | S | <i>Spartina</i> |
| Ac | <i>Acrostichum</i> | J | <i>Juncus</i> | R | <i>Rhizophora</i> | | |

Gambar 2 Pola zonasi bakau klasik digambarkan oleh Davis (1940) telah meluas menjadi setidaknya empat variasi



Gambar 3 Diagram penampang dari enam komponen penyangga ekosistem tropis pesisir (dimodifikasi dari Crewz dan Lewis (1991))

BIAYA: Biaya restorasi bakau berbeda dan tergantung pada kondisi-kondisi khusus dari masing-masing proyek. Biaya pekerja dan perluasan pekerjaan lapangan akan secara drastis mempengaruhi komponen biaya. Milano (1999) menggambarkan secara terperinci tentang proses perencanaan dan pembangunan 10 proyek restorasi di Biscayne Bay (Miami), Florida, di mana empat diantaranya adalah proyek restorasi bakau. Perencanaan yang hati-hati untuk mencapai kesuksesan sangat ditekankan, juga cara-cara untuk memastikan pengawasan biaya. Delapan proyek ini masing-masing membutuhkan biaya antara US\$5.300 sampai US\$200.000 perhektar, dengan rata-rata biaya sekitar US\$99.000 perhektarnya. King (1998) memperkirakan biaya rata-rata berbagai proyek restorasi sebesar US\$62.000 perhektar, tidak termasuk biaya pembelian tanah. Lewis Environmental Services, Inc, and Coastal Environmental (1986) memberikan perkiraan sekitar US\$62.000 perhektar untuk restorasi yang di lakukan pihak pemerintah dan sekitar US\$124.000 perhektar untuk restorasi yang dikerjakan swasta, juga tidak termasuk biaya pembelian tanah. Restorasi hidrologi tanpa melakukan penggalian tanah dapat mengurangi biaya sampai **sekecil US\$250** perhektar, sebagaimana yang terjadi di Indian River Lagoon, Florida (Brockmeyer 1997)

TEKNIK-TEKNIK RESTORASI: Habitat bakau di seluruh dunia dapat memperbaiki kondisinya secara alami dalam waktu 15-30 tahun jika: 1) hidrologi normal airnya tidak terganggu, dan 2) dan ketersediaan biji dan bibit bakau serta jaraknya tidak terganggu atau terhalangi (Lewis 1998 2a Cintron-Molero 1992). Jika hidrologi normal atau mendekati normal ada tapi biji bakau tidak dapat mencapai daerah restorasi, maka bakau dapat direstorasi dengan cara penanaman.

Karena habitat bakau dapat diperbaiki tanpa penanaman, rencana restorasi harus terlebih dulu melihat potensi dari aliran air laut yang terhalangi atau tekanan-tekanan lingkungan lainnya yang mungkin menghambat perkembangan bakau (Hamilton dan Snedaker 1984, Cintron-Molero 1992). Jika aliran airnya terhalangi dan ada tekanan lain, maka harus di tangani terlebih dulu. Jika masalah ini tidak ada, atau jika telah di tangani, observasi untuk menentukan apakah pembibitan secara alami ada, haruslah di lakukan. Membantu perbaikan alami dengan penanaman hanya disarankan jika pembibitan secara alami tidak terjadi.

Sayangnya, banyak proyek restorasi bakau langsung melakukan penanaman bakau tanpa mempertimbangkan mengapa perkembangannya secara alami tidak terjadi. Seringkali modal ditanamkan untuk pembibitan bakau di tempat persemaian dan untuk menanam area restorasi sebelum faktor-faktor penghalang diketahui dan ditangani. Ini seringkali berakhir dengan kegagalan. Sebagai contoh Sanyal (1998) baru-baru ini melaporkan hanya 1,52% tingkat keberhasilan penanaman bakau di Bengal Barat, India. Di pihak lain, restorasi secara alami memungkinkan pertumbuhan dan kepadatan pohon bakau yang berarti asalkan tekanan-takanan lingkungannya telah ditangani. Sebagai contoh, Duke (1996) melaporkan "...populasi dari pertumbuhan alami jauh lebih besar daripada populasi yang ditanam, baik pada tempat yang terlindungi maupun yang terbuka" di suatu area di Panama, dan Soemodihardjo (1996) melaporkan hanya 10% dari area bekas logging di Tembilahan, Indonesia membutuhkan penanaman kembali karena "Sisanya 90% telah memiliki lebih dari 2.500 bibit alami perhektarnya."

- A. Secara ringkas, lima tahap penting untuk kesuksesan restorasi bakau adalah:
- B. Memahami *otekologi* (ekologi spesies masing-masing bakau) spesies bakau, khususnya, pola reproduksi, distribusi benih dan keberhasilan pembentukan bibit.
- C. Memahami pola hidrologi normal yang mengatur distribusi dan keberhasilan pembentukan dan pertumbuhan spesies bakau yang menjadi target.
- D. Memperkirakan perubahan lingkungan bakau asli yang menghalangi pertumbuhan alami bakau.
- E. Disain program restorasi untuk memperbaiki hidrologi yang layak dan jika memungkinkan menggunakan benih alami bakau untuk melakukan penanaman.
- F. Hanya melakukan penanaman bibit, memungut atau mengolah biji setelah mengetahui angka alami di atas (langkah a – d) tidak memberikan jumlah bibit dan hasil, tingkat stabilitas, atau tingkat pertumbuhan sebagaimana yang diharapkan. (Lewis dan Marshall 1997)

FAKTOR TERPENTING: Faktor yang paling penting dalam mendesain suatu proyek restorasi bakau yang berhasil baik adalah pengenalan hidrologi (frekwensi dan durasi dari pasang-surut air laut) khas dari komunitas bakau yang berdekatan dengan areal restorasi. Sebagai pengganti atas biaya pemungutan data yang mahal dapat dilakukan dengan menggunakan batas air pasang serta survey atas bakau yang tumbuh sehat untuk mendapatkan suatu diagram yang serupa pada gambar 3, yang kemudian menjadi model atas konstruksi. Penggalan atau penimbunan kembali bekas galian diperlukan untuk membentuk tingkat kemiringan yang sama serta ketinggian relatif ke batas areal yang ditentukan demi memastikan hidrologinya benar. Gambar 4 menunjukkan urutan waktu selama 78 bulan atas penyelesaian suatu restorasi hidrologi di Wes Lake dekat Fort Lauderdale, Florida. Di areal ini, tidak ada penanaman aktif dilakukan tapi ketiga spesies bakau Florida terbentuk di sana.

Di areal di mana dilakukan penimbunan terhadap lahan yang pernah ditumbuhi habitat bakau, pengerukan kembali timbunan ini untuk mencapai tanah humus bakau sebelumnya kemungkinan akan menghasilkan kondisi yang terlalu lembab (terlalu rendah) untuk pembentukan bakau, ini dikarenakan oleh kerapatan dan kepadatan lapisan aslinya. Sebagaimana disebutkan di atas, ketinggian akhirnya haruslah berdasarkan pada ketinggian habitat bakau berdekatan yang masih ada. Bentuk lain dari restorasi hidrologi melibatkan penggabungan kembali areal-areal hidrologi yang terpisah ke situasi jangkauan air yang normal (Brockmeyer 1997, Turner dan Lewis 1997). Tentu saja petunjuk standar bagi restorasi pesisir memerlukan batasan keterpaparannya terhadap arus atau ombak yang diakibatkan oleh kapal yang lewat juga tidak bisa diabaikan (Knutson, 1981)

JIKA PENANAMAN DIPERLUKAN: Penanaman bakau hanya diperlukan jika pertumbuhan alami tidak mungkin terjadi akibat kurangnya kecambah (*propagule*) atau kondisi tanah yang ada menghalanginya.

WAKTU NOL



WAKTU NOL +27 BULAN



WAKTU NOL +78 BULAN



Ketika penanaman diperlukan, penempatan bibit *Rhizophora* yang matang secara langsung ke dalam humus/lumpur dapat mempercepat pembentukan bakau. Teknik ini tidak bisa diterapkan untuk genre bakau lain akibat diperlukannya pelepasan kulit biji dari kecambah sebelum pembentukannya, juga membutuhkan akar yang menyentuh permukaan tanah secara langsung dengan cotyledons yang terbuka. Bibit genre lainnya (*Avecennia*, *Laguncularia*) tersedia di pasar seharga 1 dollar per buah (2 dolar untuk yang berumur 1 tahun). Sebagai aturan umum, bakau jenis ini harus ditanam dengan jarak 1 meter (10.000 pohon perhektar). Kematian bibit di tahap awal jarang terjadi, namun harapan tingkat keberhasilannya adalah sekitar 50%. Kerapatan khas bakau dewasa adalah sekitar 1000 batang perhektar (1 pohon setiap 10 meter persegi) jadi 50 % kematian penanaman awal dengan jarak 1 meter tidak akan berpengaruh terhadap kerapatan hutan. Tidak ada bukti penanaman bibit yang sudah besar dapat meningkatkan kerapatan antar pohon, lagipula bibit yang lebih besar 10 kali lebih mahal dari bibit yang berumur 1 tahun. Meskipun penanaman pada musim panas ideal, bibit bakau dapat ditanam sepanjang tahun dengan hasil yang memusahkan.

KESIMPULAN: Restorasi ekologi habitat bakau bisa dilakukan, dan telah dilakukan dalam skala luas diberbagai belahan bumi serta dapat dilaksanakan dengan tingkat biaya efektif. Penerapan sederhana dari lima tahap restorasi bakau yang dibahas disini, setidaknya dapat memastikan suatu prosies pemikiran yang analisis dan mengurangi sistem penanaman bakau sebagai jalan keluar atas semua masalah restorasi bakau. Pada areal-areal dengan hidrologi normal dan yang mendekati normal, dan dengan pembentukan bakau melalui pembentukan atau penanaman secara alami, sistem bakau yang direstorasi menjadi tidak dapat dibedakan dengan ekosistem alami bakau yang berdekatan. Tingkat ketebalan belukar bakau dapat berkembang dalam lima tahun pertumbuhan. Di Florida selatan dan wilayah subtropis atau tropical lainnya, bakau dengan ketinggian pohon lima meter, dengan pertumbuhan akar yang baik dan jaringan pneumatophore, serta dengan jarak daun yang dekat dapat terjadi dalam waktu lima belas tahun.

Gambar 4 Urutan waktu selama 78 bulan, sejak dari penyelesaian restorasi hidrologi di West Lake dekat Fort Lauderdale, Florida. Meskipun tidak dilakukan penanaman secara langsung, ketiga spesies bakau Florida terbentuk dengan sendirinya.

REFERENSI:

- Ball, M. C. (1980). "Patterns of secondary succession in a mangrove forest in south Florida," *Oecologia* (Berl.) 44, 226-235.
- Brockmeyer, R. E. Jr., Rey, J. R., Virnstein, R. W., Gilmore, R. G., and Ernest, L. (1997). "Rehabilitation of impounded estuarine wetlands by hydrologic reconnection to the Indian River Lagoon, Florida (USA)," *Wetlands Ecology and Management* 4(2), 93-109.
- Cintron-Molero, G. (1992). "Restoring mangrove systems." *Restoring the Nation's marine environment*. G. W. Thayer, ed., Maryland Sea Grant Program, College Park, MD, 223-277.
- Crewz, D. W., and Lewis, R. R. III (1991). "An evaluation of historical attempts to establish emergent vegetation in marine wetlands in Florida," Florida Sea Grant Technical Publication No. 60, Florida Sea Grant College, Gainesville, FL.
- Davis, J. H. (1940). "The ecology and geologic role of mangroves in Florida," *Carnegie Inst. Wash. Pap. Tortugas Lab. No. 32. Publ.* 517, 305-412.
- Detweiler, T. E., Dunstan, F. M., Lewis, R. R., and Fehring, W. K. (1976). "Patterns of secondary succession in a mangrove community." *Proceedings of the Second Annual Conference on Restoration of Coastal Plant Communities in Florida*. R. R. Lewis, ed., Hillsborough Community College, Tampa, FL, 52-81.
- Duke, N. (1996). "Mangrove reforestation in Panama." Restoration of mangrove ecosystems. C. Field, ed.. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan, 209-232.
- Hamilton, L. S., and Snedaker, S. C. (1984). *Handbook of mangrove area management*. East West Centre, Honolulu, HI.
- King, D. (1998). "The dollar value of wetlands: Trap set, bait taken, don't swallow," *National Wetlands Newsletter* 20(4), 7-11.
- Knutson, P. L., Ford, J. C., Inskeep, M. R., and Oyler, J. (1981). "National survey of planted salt marshes (vegetative stabilization and wave stress)," *Journal of the Society of Wetland Scientists* 1, 129-156.
- Lewis Environmental Services, Inc., and Coastal Environmental. (1996). "Setting priorities for Tampa Bay habitat protection and restoration: Restoring the balance." Final report to the Tampa Bay National Estuary Program, Technical Publication No. 09-95, St. Petersburg, FL.
- Lewis, R. R. (1982a). "Mangrove forests." *Creation and restoration of coastal plant communities*. R. R. Lewis, ed., CRC Press, Boca Raton, FL. 153-172.
- Lewis, R. R. (1982b). "Low marshes, peninsular Florida." *Creation and restoration of coastal plant communities*. R. R. Lewis, ed., CRC Press, Boca Raton, FL. 153-172.
- Lewis, R. R. (1990). "Creation and restoration of coastal plain wetlands in Florida." *Wetland creation and restoration: Status of the science*. J. A. Kusler and M. E. Kentula, eds., Island Press, Washington, DC, 73-101.
- Lewis, R. R. (1992). "Coastal habitat restoration as a fishery management tool." *Stemming the tide of coastal fish habitat loss. Proceedings of a Symposium on Conservation of Coastal Fish Habitat, Baltimore, MD, 7-9 March 1991*. R. H. Stroud, ed., National Coalition for Marine Conservation, Inc., Savannah, GA, 169-173.
- Lewis, R. R., Gilmore, R. G. Jr., Crewz, D. W., and Odum, W. E. (1985). "Mangrove habitat and fishery resources of Florida." *Florida Aquatic Habitat and Fishery Resources*. W. Seaman, ed. Florida Chapter, American Fisheries Society, Eustis, FL, 281-336.
- Lewis, R. R., Kusler, J. A., and Erwin, K. L. (1995). "Lessons learned from five decades of wetland restoration and creation in North America." *Bases Ecologicas para la Restauracion de Humedales en al Cuenca Mediterranea. Proceedings of a meeting held at the University of La Rabida, Spain. 7-11 June 1993*. C. Montes, G. Oliver, F. Molina, and J. Cobos, eds., Junta de Andaluca, Spain, 107-122.
- Lewis, R. R. and Marshall, M. J. (1997). "Principles of successful restoration of shrimp aquaculture ponds back to mangrove forests." *Programa/resumes de Marcuba '97, September 15/20, Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba*. 126.
- Milano, G. R. (1999). "Restoration of coastal wetlands in southeastern Florida." *Wetland Journal* 11 (2), 15-24, 29.
- Moulton, D. W., Dahl, T. E., and Dall, D. M. (1997). "Texas coastal wetlands—status and trends, mid-1950s to early 1990s." U.S. Fish and Wildlife Service, Albuquerque, NM.
- Sanyal, P. (1998). "Rehabilitation of degraded mangrove forests of the Sunderbans of India." *Program of the International Workshop on the Rehabilitation of Degraded Coastal Systems*. Phuket Marine Biological Center, Phuket, Thailand, 19-24 January 1998, 25.
- Soemodihardjo, S., Wirotmodjo, P., Mulia, F., and Harahap, M. K. (1996). "Mangroves in Indonesia—a case study of Tembilahan, Sumatra." *Restoration of Mangrove Ecosystems*. C. Fields (ed.), International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan, 97-110.
- Turner, R. E., and Lewis, R. R. (1997). "Hydrologic restoration of coastal wetlands," *Wetlands Ecology and Management* 4(2), 65-72.



GAMBAR 5 Proyek restorasi ini memanfaatkan “smooth cordgrass” (*Spartina alterniflora*) yang berperan sebagai “spesies perintis” dimana pada mulanya tumbuh pada lahan gundul dan selanjutnya mempermudah pertumbuhan bakau dikemudian hari. Penggunaan rumput yang asli dari Indonesia yang memiliki sifat oteologi yang sama dengan smooth cordgrass sampai saat ini belum dilakukan, namun sangat berpotensi untuk mengatasi erosi pesisir serta mendukung pertumbuhan bakau.

