

# Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya

## The direct exploitation in the mangrove ecosystem in Central Java and the land use in its surrounding; degradation and its restoration effort

AHMAD DWI SETYAWAN<sup>1,2,\*</sup>, KUSUMO WINARNO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126

<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Biodiversitas, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126

Diterima: 26 Desember 2005. Disetujui: 28 Februari 2006.

### ABSTRACT

The aims of the research were to find out (i) the direct exploitation in the mangrove ecosystem, (ii) the land use in its surrounding, and (iii) the restoration activities in the mangrove ecosystem in northern coast and southern coast of Central Java Province. This was descriptive research that was done qualitatively, in July until December 2003, at 20 sites of mangrove habitat. The data was collected in field surveys, in-depth interview to local people and/or local government, and examination of topographic maps of Java (1963-1965) and digital satellite image of Landsat 7 TM (July-September 2001). The result indicated that the direct exploitation in the mangrove ecosystem included fishery, forestry, food stuff, cattle wool, medicinal stuff, industrial material, and also tourism and education. The land use around mangrove ecosystem included fishery/embankment, agriculture, and the area of developing and building. The anthropogenic activities had been degraded mangrove ecosystem, it was called for restoration. The mangrove restoration had been done success in Pasar Banggi, but it failed in Cakrayasan and Lukulo.

© 2006 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

**Key words:** direct use, land use, mangrove ecosystem, degradation, restoration, Central Java Province.

### PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka dan khas di dunia, karena luasnya hanya 2% permukaan bumi. Indonesia merupakan kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia. Ekosistem ini memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi, dan sosia-budaya yang sangat penting. Fungsi ekologi hutan mangrove meliputi tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut, dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain, serta pembentuk daratan. Fungsi sosial-ekonomi hutan mangrove meliputi kayu bangunan, kayu bakar, kayu lapis, bubur kertas, tiang telepon, tiang pancang, bagan penangkap ikan, dermaga, bantalan kereta api, kayu untuk mebel dan kerajinan tangan, atap huma, tannin, bahan obat, gula, alkohol, asam asetat, protein hewani, madu, karbohidrat, dan bahan pewarna, serta memiliki fungsi sosial-budaya sebagai areal konservasi, pendidikan, ekoturisme dan identitas budaya. Tingkat kerusakan ekosistem mangrove dunia, termasuk Indonesia, sangat cepat dan dramatis. Ancaman utama kelestarian ekosistem mangrove adalah kegiatan manusia, seperti pembuatan tambak (ikan dan garam), penebangan hutan, dan pencemaran lingkungan. Di samping itu terdapat pula ancaman lain seperti reklamasi dan sedimentasi, pertambangan dan sebab-sebab alam seperti badai.

Restorasi hutan mangrove mendapat perhatian secara luas mengingat tingginya nilai sosial-ekonomi dan ekologi ekosistem ini. Restorasi berpotensi besar menaikkan nilai sumber daya hayati mangrove, memberi mata pencaharian penduduk, mencegah kerusakan pantai, menjaga biodiversitas, produksi perikanan, dan lain-lain (Setyawan, 2002).

Pemanfaatan ekosistem mangrove dapat dikategorikan menjadi pemanfaatan ekosistem secara keseluruhan (nilai ekologi) dan pemanfaatan produk-produk yang dihasilkan ekosistem tersebut (nilai sosial ekonomi dan budaya). Secara tradisional, masyarakat setempat menggunakan mangrove untuk memenuhi berbagai keperluan secara lestari, tetapi meningkatnya jumlah penduduk dapat menyebabkan terjadinya tekanan yang tidak terbaharukan pada sumber daya ini. Referensi tertua mengenai pemanfaatan tumbuhan mangrove berasal dari tahun 1230 di Arab, yakni penggunaan bibit (*seedling*) *Rhizophora* sebagai sumber pangan, getah untuk mengobati sakit mulut, batang tua untuk kayu bakar, tanin dan pewarna, serta menghasilkan minuman yang memiliki efek afrodisiak bagi lelaki dan pengasihan bagi perempuan (Bandaranayake, 1998).

Ekosistem mangrove di Jawa Tengah memiliki bentuk yang beragam. Pantai utara berbatasan dengan Laut Jawa yang hampasan gelombangnya relatif kecil. Sebaliknya pantai selatan berbatasan langsung dengan Laut Selatan (Samudera Hindia) yang kondisi gelombangnya sangat besar. Hal ini menyebabkan penampakan fisiografi dan fisiognomi vegetasi mangrove di kedua kawasan tersebut berbeda. Di pantai utara, sedimen dari sungai dan laut terendapkan pada lokasi-lokai tertentu yang terlindung dan membentuk *tidal flat* atau *mud flat* (dataran lumpur pasang surut). Di pantai selatan sedimen yang terbawa sungai dan

#### \* Alamat korespondensi:

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126  
Tel. & Fax.: +62-271-663375  
e-mail: unsjournals@yahoo.com

laut mengendap di muara sungai membentuk tanggul dan gunduk pasir (*sand dunes*) yang menghambat masuknya air sungai ke laut, sehingga terbentuk laguna. Di pantai utara mangrove tidak hanya tumbuh di muara sungai, namun juga pada kawasan *tidal flat*, sedangkan di pantai selatan mangrove hanya tumbuh pada laguna di muara sungai, termasuk laguna Segara Anakan, Cilacap, kawasan mangrove terluas di Jawa (Steenis, 1958; 1965). Keragaman bentuk fisiografi pantai ini mempengaruhi kultur masyarakat termasuk dalam menyikapi kondisi ekosistem mangrove. Perubahan fisik di dalam hutan mangrove seperti pengeringan, pembangunan kanal-kanal air dan pemakaian pupuk dalam pengelolaan tambak, menyebabkan perubahan habitat mangrove (Tanaka, 1992), sehingga komposisi dan struktur vegetasi hutan ini dapat berubah-ubah (Odum, 1971).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (i) jenis-jenis pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove, (ii) jenis-jenis penggunaan lahan di sekitar ekosistem mangrove, serta (iii) kerusakan dan upaya restorasi ekosistem mangrove di pantai utara dan pantai selatan Jawa Tengah.

## BAHAN DAN METODE

### *Waktu dan lokasi penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Desember 2003. Penelitian lapangan dilakukan pada 20 habitat mangrove di pantai utara dan selatan Jawa Tengah. Keduapuluh lokasi tersebut meliputi: (1) Wulan, Demak (2) Sigrogol, Demak (3) Serang, Demak (4) Bulak, Jepara, (5) Telukawur, Jepara, (6) Tayu, Pati, (7) Juwana, Pati, (8) Pecangakan, Rembang, (9) Pasar Bangi, Rembang, (10) Lasem, Rembang, (11) Bogowonto, perbatasan Kulonprogo dan Purworejo, (12) Cakrayasan, Purworejo, (13) Lukulo, Purworejo, (14) Cincingguling, Kebumen, (15) Ijo, Kebumen, (16) Bengawan, Cilacap, (17) Serayu, Cilacap, (18) Tritih, Cilacap (19) Motean, Cilacap, dan (20) Muara Dua, Cilacap. Lokasi ke-4, 5, 9, dan 10 terletak langsung di tepi pantai (*marine environment*) dan jauh dari muara sungai besar, lokasi ke-18, 19, 20 terletak di laguna Segara Anakan, sedangkan lokasi sisanya terletak di muara sungai (*riverine environment*). Tabulasi data dilakukan di Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

### *Cara kerja*

Dalam penelitian ini, batas terluar ekosistem mangrove adalah jarak 100 m ke arah luar dari titik terluar habitat yang masih ditumbuhi satu atau lebih tumbuhan mangrove mayor (dbh > 10 cm). Seluruh lahan yang terletak di dalam garis batas tersebut dinyatakan sebagai kawasan di dalam ekosistem mangrove; sedangkan lahan yang terletak di luar garis batas tersebut dinyatakan sebagai kawasan di luar atau di sekitar ekosistem mangrove. Pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove adalah pemanfaatan yang dilakukan oleh penduduk setempat atau masyarakat lain secara langsung di dalam ekosistem mangrove, baik tetap mempertahankan kondisi aslinya atau mengubahnya dalam bentuk baru. Penggunaan lahan di sekitar ekosistem mangrove adalah bentuk-bentuk konversi lahan alami ke bentuk antropogenik di luar batas ekosistem mangrove.

Dalam penelitian ini, kegiatan koleksi data mencakup pengamatan (*survei*) lapangan, wawancara (*in-depth interview*), serta kajian peta topografi dan citra satelit. Alat dan bahan yang digunakan meliputi: daftar pertanyaan, alat perekam audio dan video, kamera, dan alat tulis. Pengamatan langsung dilakukan dengan menjelajahi

seluruh area, baik berjalan kaki maupun dengan kendaraan bermotor dan perahu. Wawancara dilakukan dengan sekurang-kurangnya 10 orang penduduk dan/atau aparat pemerintah setempat pada setiap lokasi. Di samping itu dilakukan pula kajian pustaka terhadap peta topografi tahun 1963-1965 (US. Army Map Services, 1963-1965) dan citra satelit Landsat 7 TM periode Juli-September 2001. Data hasil penelitian ditabulasikan dalam satu kesatuan dan dipaparkan secara dekriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove*

Nilai ekonomi kawasan mangrove yang muncul sebagai akibat dari peran ekologi dan produk panennya sering diabaikan sehingga kawasan ini banyak diubah menjadi kawasan pertanian, pertambakan ikan, tambak garam, kehutanan, dan infrastruktur (Ronnback, 1999). Dalam penelitian ini, tidak ada satupun dari ke-20 lokasi yang diteliti telah ditetapkan sebagai kawasan lindung, sehingga aktivitas manusia di dalamnya relatif tinggi. Pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove, baik dengan mengubah area tersebut maupun tidak mencakup tambak ikan/udang, pemasangan jaring apung (karamba), tempat penangkapan langsung, sumber kayu bakar dan arang, sumber kayu bangunan, sumber bahan pangan, pakan ternak, bahan obat, bahan baku industri, serta kepentingan sosial-budaya berupa pariwisata dan pendidikan (Tabel 1).

### **Perikanan**

Perikanan merupakan sumber daya ekonomi paling utama di kawasan mangrove. Di Wulan dan Segara Anakan, sebagian vegetasi mangrove ditebang untuk tambak ikan/udang. Hampir semua tambak tersebut menggunakan sistem tambak intensif, hampir tidak ada yang melakukannya dengan sistem empang parit (tambak tumpang sari). Pada tambak intensif, semua tumbuhan mangrove dibersihkan, tumbuhan mangrove hanya disisakan di tepian tambak, khususnya yang berbatasan dengan sungai untuk mencegah abrasi, sedangkan pada sistem empang parit luasan tambak dan luasan vegetasi mangrove yang disisakan relatif sama (Hartina, 1996; Anonim, 1997), sehingga tetap memungkinkan tumbuhnya vegetasi mangrove.

Sama halnya dengan tambak, jaring apung/karamba juga dikembangkan secara luas di kedua lokasi tersebut. Jaring apung ini sekaligus digunakan untuk menangkap anakan biota laut yang menggunakan lingkungan mangrove untuk berkembangbiak, seperti udang dan ikan bandeng, sehingga dalam sudut pandang konservasi jaring apung dapat mengganggu suplai bibit ke perairan laut demersal di tepi pantai. Perikanan tangkap merupakan produk mangrove yang bernilai ekonomi paling tinggi (Hamilton dkk., 1989). Perikanan tangkap juga dilakukan di dalam kawasan mangrove, khususnya pada kawasan yang memiliki perairan luas seperti Wulan dan Segara Anakan. Di tempat-tempat lain juga terjadi penangkapan langsung, tetapi jumlahnya relatif terbatas, mengingat terbatasnya luasan ekosistem mangrove. Perikanan tangkap langsung di kawasan mangrove yang memberi dampak langsung terhadap ekonomi masyarakat secara luas terjadi di Segara Anakan, jenis-jenis yang ditangkap beragam dari udang, ikan, kerang, hingga kepiting. Hasil tangkapan ini banyak dijual di pasar-pasar kota Cilacap. Di samping itu, jenis-jenis ini juga menjadi sumber protein utama masyarakat Kampung Laut yang tinggal di dalam kawasan tersebut.

Tabel 1. Pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove dan penggunaan lahan di sekitar (di luar tegakan) ekosistem mangrove di pantai utara dan selatan Jawa Tengah.

Lokasi	Pemanfaatan langsung di dalam ekosistem mangrove									Penggunaan lahan di sekitar/di luar ekosistem mangrove										
	Perikanan			Kayu			Sosial			Pertanian		Pengembangan/ Bangunan								
	Tambak	Jaring apung	Tangkap langsung	Kayu bakar & arang	Kayu bangunan	Bahan pangan **)	Pakan ternak ***)	Bahan obat	Bahan industri ****)	Pariwisata	Pendidikan	Pertanian		Pengembangan/ Bangunan						
												Udang/ ikan	Sawah	Pemukiman	Pelabuhan					
											Garam	Tegalan	Pastoral	Rural	Urban	Besar	Kecil/ Dermaga ikan & TPI	Jalan negara/ prop.	Industri besar	
Wulan	✓	✓	✓	✓	✓	✓ 1)	•	•	✓	•	✓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sigrogol	•	•	✓	✓	•	✓ 1)	•	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Serang	•	•	✓	✓	•	✓ 1)	•	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bulak	•	•	•	•	•	•	•	•	✓	✓	✓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Telukawur	•	•	•	•	•	•	•	•	•	✓	✓	•	•	•	•	✓	•	•	•	•
Tayu	•	•	•	•	✓ 1)	•	•	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Juwana	•	•	✓	•	•	•	•	•	✓	•	✓	•	•	•	•	✓	•	•	•	•
Pecangakan	•	•	✓	✓	✓	✓ 1)	•	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Pasar Banggi	•	•	✓	✓	✓	✓ 1)	✓	•	✓	✓	✓	✓	•	•	•	•	•	✓	•	•
Lasem	•	•	•	•	•	•	✓	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Bogowonto	•	•	•	•	•	•	✓	✓	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Cakrayasan	•	•	•	•	•	•	✓	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Lukulo	•	•	•	•	•	•	✓	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Cingcingguling	•	•	•	•	•	•	✓	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Ijo	•	•	•	•	✓ 2)	✓	•	•	•	•	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Bengawan	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Serayu	•	•	•	•	•	✓	•	✓ 1)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Tritih	•	•	•	•	•	•	•	✓ 2)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	✓	•	•
Motean	✓	✓	✓	✓	✓ 3)	✓	✓	✓ 3)	✓	✓	✓	•	•	•	•	•	•	✓	•	✓
Muara Dua	✓	✓	✓	✓	✓ 3)	•	✓	✓ 3)	✓	✓	✓	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Keterangan: ✓ = hadir, • = tidak hadir

\*) Sumber: pengamatan (survei) lapangan, wawancara (*in-depth interview*), serta kajian peta topografi dan citra satelit.

\*\*\*) Bahan pangan dari tumbuhan yang kadang-kadang masih dijual di pasar: 1) buah *Avicennia*, 2) buah *Nypa fruticans*, 3) berbagai jenis tetapi tidak dijual di pasar, seperti buah *Nypa fruticans*, buah *Sonneratia*, propagul *Rhizophora*.

\*\*\*\*) Pakan ternak umumnya mencakup: daun/ranting *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Avicennia*, dan rumput-rumputan (Gramineae).

\*\*\*\*\*) Jenis bahan baku industri: 1) pasir bijih besi; 2) lempung campuran semen; 3) kepala *shuttlecock* dari pneumatofora *Sonneratia*.

Ikan yang menggunakan mangrove sebagai habitat tetap relatif terbatas, namun sejumlah besar ikan dan spesies laut menggunakan mangrove sebagai tempat berkembangbiak dan membesarkan anak. Ikan-ikan ini banyak ditangkap nelayan di tepian pantai maupun di lepas pantai dengan nilai ekonomi tinggi. Mangrove merupakan area pembibitan yang penting bagi udang dan kepiting komersial. Di selat Malaka, sekitar 49% ikan demersal, serta di keseluruhan Asia Tenggara sekitar 30% ikan dan hampir 100% udang kehidupannya secara langsung terkait dengan lingkungan mangrove. Kepiting mangrove merupakan salah satu produk ekonomi terpenting lingkungan mangrove, termasuk *Scylla serrata* yang berharga mahal. Mangrove juga menjadi habitat sejumlah besar spesies kerang, karena tersedianya cukup bahan organik yang diperlukan hewan penyaring ini (Ronnback, 1999), misalnya kerang thokthok (*Gelonia erosa*) yang banyak dipanen masyarakat Kampung Laut.

Keterkaitan mangrove dengan produktivitas perikanan telah banyak dilaporkan (e.g. Primavera, 1995). Kawasan mangrove sangat diperlukan untuk perikanan pantai di daerah tropik. Habitat ini merupakan tempat persembunyian utama dan tempat mencari makan berbagai ikan dan kerang komersial yang penting. Pembabatan hutan mangrove, dapat menyebabkan hancurnya perikanan pantai secara permanen, sehingga terdapat perhatian besar untuk membentuk hutan mangrove (Bashan dkk., 1998). Pembabatan ekosistem mangrove selalu diikuti penurunan hasil tangkapan ikan dan udang pada perairan pantai di sekitarnya (Martosubroto dan Naamin, 1977), termasuk

pembabatan mangrove untuk pertambakan. Oleh karena itu perlu adanya manajemen yang terintegrasi antara pengelola hutan mangrove dan perikanan, sehingga terbuka kesempatan untuk melakukan budidaya tambak secara berkelanjutan (Kairo dkk., 2001).

**Kayu**

Kawasan mangrove merupakan sumber kayu yang penting bagi masyarakat pesisir. Penebangan kayu ditujukan untuk bahan baku pembuatan arang, kayu bakar, dan bahan bangunan. Penebangan pohon untuk pembuatan arang hanya dilakukan di Segara Anakan, namun penebangan untuk tujuan kayu bakar lebih luas cakupan lokasinya. Sedangkan penggunaan kayu mangrove untuk bangunan rumah dalam jumlah besar juga hanya ditemukan di Segara Anakan, meskipun dalam jumlah terbatas juga dilakukan di Wulan, Pecangakan dan Pasar Banggi. Jenis pohon yang ditebang untuk pembuatan arang umumnya *Rhizophora* spp. karena memiliki kalori yang cukup tinggi, sedangkan untuk kayu bakar hampir semua pohon digunakan. Adapun untuk bahan bangunan, selain digunakan *Rhizophora* spp., digunakan pula *Sonneratia* spp. dan *Bruguiera* spp., sedangkan daun *N. fruticans* untuk atap rumah masih dijumpai di Wulan. Pembabatan pepohonan merupakan penyumbang utama kerusakan ekosistem mangrove di dalam kawasan hutan, sebagaimana kawasan hutan mangrove Segara Anakan. Penebangan hutan hingga tingkat yang tidak memungkinkan penyembuhan secara alami merupakan ancaman serius ekosistem mangrove (Hasmonel dkk.,

2000). Pembabatan hutan mangrove menyebabkan abrasi di Bulak dan Telukawur, hingga menghapus beberapa kawasan dari peta. Sebaliknya pengelolaan hutan mangrove yang baik di sekitar Pasar Banggi menyebabkan kawasan tersebut aman dari abrasi dan badai. Badai tsunami merupakan salah satu bencana alam paling merusak di kawasan pantai.

### Bahan pangan

Ekosistem mangrove sebagai sumber protein hewani telah dikenal luas sejak lama, tetapi sebagai sumber protein dan bahan makanan nabati relatif belum banyak dikenal. Dalam penelitian ini, banyak lokasi yang masyarakatnya memanfaatkan tumbuhan mangrove untuk bahan makanan, namun kuantitas dan kualitasnya relatif terbatas. Beberapa jenis bahan pangan dari tumbuhan mangrove masih dapat dijumpai di pasar. Buah *Avicennia* spp. biasa dimakan sebagai sayuran di kawasan pantai utara Jawa Tengah, bahkan masih dijual di pasaran, misalnya di Wulan dan Pasar Banggi. Sedangkan buah *N. fruticans* banyak dikonsumsi di kawasan pantai selatan, khususnya di Cingcingguling dan Ijo, bahkan kadang-kadang dijual sebagai buah tangan untuk wisatawan, sebagaimana di kawasan wisata pantai Lohgending, Ayah, Kebumen yang terletak di muara sungai Ijo. Adapun di Segara Anakan, buah *N. fruticans*, buah *Sonneratia* spp., dan propagul *Rhizophora* spp. masih dikonsumsi penduduk namun tidak diperdagangkan.

Pemanfaatan tumbuhan mangrove sebagai bahan pangan di lokasi penelitian ini, jauh lebih rendah dari pada potensi yang ada. Di seluruh dunia, pada dasarnya tumbuhan mangrove menyediakan banyak bahan makanan. Buah/hipokotil *Bruguiera* spp., *Sonneratia caseolaris*, dan *Terminallia catapa* mengandung pati dan dapat menjadi sumber karbohidrat. Daun muda *Acrostichum aureum*, *Avicennia marina*, dan *Pluchea indica*, hipokotil *B. gymnorrhiza* dan *B. sexangula*, serta buah, biji, dan seedling *A. marina*, *A. officinalis*, *B. sexangula* dapat dijadikan sayuran. Ekstraks galih kayu *Avicennia alba* dan *A. officinalis* dapat digunakan sebagai tonik; buah *Rhizophora* spp. dan *Sonneratia caseolaris* secara berturut-turut dapat dijadikan tuak dan sari buah. Nira bunga *N. fruticans* dapat diolah menjadi gula merah dan tuak, karena kandungan sukrosanya yang tinggi. Nipah juga dapat menghasilkan minyak goreng, daunnya untuk kertas rokok, dan abunya untuk sumber garam (Bandaranayake, 1998). Rendahnya pemanfaatan tumbuhan mangrove di lokasi penelitian sebagai bahan pangan, selain disebabkan karena rasa, warna, dan penampilannya, diduga karena adanya kesan bahwa bahan makanan tersebut hanya layak dikonsumsi orang miskin atau pada masa paceklik, serta adanya kemudahan mendapatkan uang dari tangkapan biota laut untuk ditukar dengan beras atau bahan pangan lainnya.

### Bahan pakan ternak

Pakan ternak dari tumbuhan mangrove umumnya mencakup daun/ranting *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Avicennia*, serta jenis rumput-rumputan (Gramineae). Hal ini dilakukan baik di pantai utara maupun selatan. Di pantai selatan, kawasan yang sering tergenang banjir di musim hujan atau dikenal dengan nama *bonorowo*, biasa digunakan sebagai lokasi penggembalaan ternak, baik sapi maupun kerbau, seperti di Bogowonto dan Lukulo. Di Bogowonto dan sekitarnya yang kawasan *bonorowo*-nya cukup luas dan sering tergenang, masyarakat banyak memelihara ternak kerbau yang relatif tahan terhadap rerumputan basah di

area penggembalaan; rerumputan dari kawasan ini merupakan pakan utama hewan ternak tersebut. Di Lukulo yang kawasan *bonorowo*-nya lebih sempit dan cenderung kering, masyarakat umumnya memelihara sapi; rerumputan dari kawasan tersebut hanya menyumbangkan sebagian kecil dari komposisi pakan ternak. Di Segara Anakan pemanfaatan tumbuhan mangrove sebagai pakan ternak sangat terbatas, karena budaya beternak tidak dilakukan masyarakat Kampung Laut. Di pantai utara, pemanfaatan kawasan mangrove untuk pengembangan peternakan relatif kurang berkembang. Hal ini antara lain disebabkan kawasan pertanian terletak jauh dari tempat tumbuhnya mangrove di tepian pantai. Berbeda dengan pantai selatan yang kawasan mangrove dan lahan pertanian hanya dipisahkan tanggul-tanggul, di pantai utara kedua kawasan ini umumnya dipisahkan area pertambakan yang cukup luas, misalnya di sepanjang pesisir Kabupaten Jepara dan Demak. Orientasi masyarakat di pantai utara cenderung ke arah penangkapan ikan di laut atau budidaya perairan payau, sedangkan di pantai selatan ke arah budidaya pertanian, mengingat ombak lautnya yang besar dan kurang sesuai untuk perahu nelayan tradisional.

### Bahan obat

Secara tradisional, kandungan bioaktif tumbuhan mangrove banyak digunakan sebagai bahan obat, yang mencakup anti-helminetik, anti mikrobia, anti virus, anti jamur; kanker, tumor; diare, pendarahan; analgesik, inflamasi, disinfektan; serta anti oksidan dan astringen. Di samping itu digunakan pula sebagai racun yang mencakup moluskisida, insektisida, racun ikan, dan spermisida. Bangsa Arab merupakan bangsa yang pertama-tama menyusun farmakope yang sangat baik mengenai berbagai spesies mangrove, sehingga Linnaeus menamai salah satu spesies mangrove paling penting dan penyebarannya paling luas berdasarkan nama Ibnu Sina (*Avicennia*; 980-1036), seorang dokter dan filosof Arab paling dihormati dan termashur (Bandaranayake, 1998).

Dalam penelitian ini, pemanfaatan tumbuhan mangrove sebagai bahan obat masih sangat terbatas. Obat-obatan tradisional Jawa umumnya bersumberkan tumbuhan darat, sangat jarang digunakan spesimen mangrove atau laut. Dalam kajian dari berbagai pustaka, Bandaranayake (1998) hanya menemukan penggunaan *Pluchea indica* di Jawa sebagai tumbuhan obat. Daun dan akar tumbuhan ini digunakan sebagai astringen dan antipiretik, serta digunakan sebagai diaforetik pada demam. Daun segar digunakan sebagai tapal melawan lemah daya dan borok. Yayasan Prosea Bogor yang mengkompilasi beberapa tumbuhan mangrove dari Asia Tenggara, terutama mengelompokkannya dalam "tumbuhan penghasil pewarna dan tannin" (Lemmens dan Wulijarni-Soetjipto, 1992), bukan dalam kelompok "tumbuhan obat dan racun" (Padua dkk., 1999; Valkenburg dan Bunyaphatsara, 2002; Lemmens dan Bunyaphatsara, 2003). Hal ini menunjukkan nilai obat tumbuhan ini relatif kurang diperhatikan.

Pengetahuan manfaat obat tumbuhan mangrove umumnya diperoleh masyarakat setempat dari masyarakat luar yang mencari tumbuhan tersebut, bukan sebagai pengetahuan tradisional warisan nenek moyangnya. Dalam pengobatan tradisional masyarakat Segara Anakan, yang merupakan keturunan prajurit Kerajaan Mata-ram, digunakan tumbuhan darat sebagaimana masyarakat Jawa pada umumnya. Meskipun demikian di Bogowonto dan Segara Anakan masyarakat mengetahui potensi obat beberapa tumbuhan mangrove, seperti buah (biji) *Acanthus ilicifolius* yang berpotensi untuk pengobatan hepatitis.

Menurut Bandaranayake (1998), tumbuhan ini berperan sebagai afrodisiak, asma, pembersih darah (buah), diabetes, diuretik, dispepsia, hepatitis, lepra (buah, daun, akar), neuralgia, paralisis, cacingan, rematik, penyakit kulit, gigitan ular, dan sakit perut (kulit kayu, buah, daun).

Kurang berkembangnya pemanfaatan tumbuhan mangrove dalam farmakope Jawa, yang juga menjadi pegangan masyarakat pantai dalam pengobatan tradisional, diduga terkait dengan kuatnya kultur Jawa pedalaman yang dikembangkan raja-raja Mataram, yang mendasarkan kekuasaannya pada budaya pertanian, sehingga kawasan pantai dan laut dijadikan halaman belakang yang kurang diperhatikan serta potensinya kurang dikembangkan. Potensi tumbuhan mangrove sebagai bahan obat sangat besar, pada saat ini kandungan metabolit sekunder tumbuhan mangrove mulai banyak terungkap. Tumbuhan ini kaya akan steroid, triterpen, saponin, flavonoid, alkaloid, dan tannin (Bandaranayake, 1995). Kajian kandungan kimia tumbuhan mangrove sangat penting karena merupakan jenis hutan yang paling mudah tumbuh dan dapat tumbuh pada lingkungan marginal, sehingga diperkirakan menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang khas untuk beradaptasi. Kandungan kimia tumbuhan mangrove sangat berpotensi sebagai sumber senyawa baru agrokimia dan senyawa bernilai obat (Bandaranayake, 1998). Perkembangan ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat setempat sebagai penyuplai bahan baku, sehingga memacu upaya perlindungan ekosistem mangrove.

#### Bahan baku industri

Pemanfaatan kawasan mangrove sebagai sumber bahan baku industri dapat berasal dari hidupan liar setempat maupun bahan galian C. Kawasan mangrove di muara Serayu merupakan tempat penambangan pasir besi, sedangkan di Kecamatan Kawunganten, Cilacap yang membawahi Segara Anakan terdapat penambangan lempung untuk bahan baku semen. Dalam penelitian ini, satu-satunya bahan baku industri dari tumbuhan mangrove yang memberi kontribusi langsung terhadap kesejahteraan masyarakat adalah pemanfaatan pneumatofora *Sonneratia* spp. untuk pembuatan kepala *shuttlecock* di sekitar Segara Anakan. Hidupan liar lainnya yang menjadi bahan baku industri umumnya terkait dengan perikanan.

Potensi tumbuhan mangrove sebagai bahan baku industri cukup luas. Menurut Walsh (1977) pneumatofora *Sonneratia alba* dan *S. caseolaris*, dapat digunakan untuk sol sepatu. Kayu berbagai jenis tumbuhan mangrove, seperti *Heritiera* spp. dan *Rhizophora* spp. dapat digunakan untuk menghasilkan pulp. Menurut Field (1995) beberapa tumbuhan mangrove lainnya juga berpotensi sebagai bahan baku industri, misalnya pneumatofora *B. gymnorrhiza* dan *B. sexangula* dapat menghasilkan parfum dan rempah-rempah. Ekstrak *Acanthus* spp. dan *Xylocarpus* spp. dapat menghasilkan penguat rambut, ekstrak *S. caseolaris* untuk losion kulit, ekstrak *Excoecaria agallocha* untuk afrodisiak, ekstrak *Avicennia* spp. untuk sabun, ekstrak kulit kayu *B. gymnorrhiza*, *B. sexangula*, dan *Ceriops tagal* untuk lem.

Tumbuhan mangrove juga dikenal sebagai sumber utama tanin untuk bahan pewarna dan penyamak dalam dunia industri. Menurut Lemmens dan Wulijarni-Soetjipto (1992), getah dan kulit kayu *Ceriops* spp. secara tradisional diolah menjadi bahan pewarna kain batik dan dikenal sebagai *soga*, sedangkan kulit kayu *H. littoralis*, *R. mucronata*, *S. caseolaris* dan lain-lain banyak diolah menjadi bahan penyamak kulit dan memperkuat jala yang terbuat dari serat tumbuhan. Namun dalam penelitian ini tidak tercatat adanya penggunaan tumbuhan mangrove

untuk pewarna dan penyamak, penggunaan bahan-bahan sintesis tampaknya telah menggantikan peran bahan alami ini, misalnya digunakannya pewarna sintesis dari unsur logam yang sebenarnya berbahaya bagi kesehatan, serta penggunaan jaring nilon menggantikan jaring serat tumbuhan, sehingga tidak memerlukan penguatan dengan tanin. Pengembangan potensi ini diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan pada akhirnya turut mendorong upaya pelestarian ekosistem mangrove.

#### Pariwisata dan pendidikan

Penggunaan kawasan mangrove sebagai lokasi wisata telah dikembangkan sejak lama. Tritih merupakan lokasi wisata yang dibangun Perhutani pada pertengahan tahun 1970-an untuk tujuan konservasi dan pendidikan ekosistem mangrove, namun fasilitas ini kini telah terbengkalai. Salah satu kawasan mangrove alami yang berpotensi untuk ekowisata adalah Segara Anakan, mengingat kelengkapan atraksi alam dan sarana akomodasinya yang memadai. Di kawasan ini terdapat fasilitas kapal penyeberangan yang sekaligus merupakan kapal wisata, terdapat pula perahu-perahu nelayan yang berukuran lebih kecil dan dapat disewa untuk mengelilingi kawasan, serta terdapat sarana penginapan yang mudah dijangkau di kota Cilacap. Dalam jumlah terbatas, arus turis ke kawasan mangrove juga teramati di Wulan, Bulak, Juwana, Pasar Banggi, dan Ijo. Kawasan Pasar Banggi sangat potensial sebagai lokasi wisata karena areanya cukup luas, dikelola dan diawasi masyarakat sehingga cukup lestari, serta letaknya strategis di tepi jalan negara pantai utara.

Kawasan mangrove dapat menjadi lokasi pendidikan konservasi. Dalam penelitian ini, beberapa lokasi telah dikunjungi para pelajar dan mahasiswa untuk tujuan pendidikan, seperti Bulak, Telukawur dan Pasar Banggi yang banyak digunakan penelitian mahasiswa Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. Bogowonto banyak didatangi mahasiswa Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta dan Institut Pertanian 'Instiper' Yogyakarta. Segara Anakan banyak diteliti mahasiswa UGM Yogyakarta, Universitas Jenderal Sudirman (UNSOED) Purwokerto dan lain-lain. Adapun mahasiswa Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta antara lain menggunakan mangrove di Pasar Banggi dan Segara Anakan untuk praktikum dan penelitian.

#### Penggunaan lahan di sekitar ekosistem mangrove

Dalam penelitian ini, penggunaan lahan di sekitar ekosistem mangrove, meliputi pertambakan (udang/ikan, garam), pertanian (sawah, tegalan, ladang penggembalaan/pastoral), pemukiman (rural, urban), pelabuhan (besar; kecil/dermaga ikan dan tempat pelelangan ikan/TPI), jalan negara dan propinsi, serta kawasan industri (Tabel 2). Tata guna lahan sangat terkait dengan kelestarian ekosistem mangrove. Perubahan lahan mangrove ke pertambakan ikan merupakan penyebab utama kerusakan ekosistem ini. Di samping itu terdapat pula kerusakan akibat penebangan kayu, pembangunan kawasan industri dan pemukiman (Pagiola, 2001).

#### Pertambakan

Jenis penggunaan lahan yang paling sering ditemui di sekitar ekosistem mangrove adalah pertambakan ikan/udang, baik di pantai utara maupun di pantai selatan, di samping itu terdapat pula tambak garam yang hanya ditemukan di pantai utara.

**Tabel 2.** Kegiatan restorasi ekosistem mangrove di pantai utara dan selatan Jawa Tengah \*).

Lokasi	Restorasi	Inisiatif	Perkiraan luas	Spesies utama yang ditanam	Tujuan	Tingkat ** keberhasilan
Wulan	✓	Pemerintah	5-10 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Menjaga stabilitas garis pantai Memperluas area mangrove	++
Sigrogol	✓	Masyarakat	± 1 ha	<i>Avicennia</i> spp.	Menjaga stabilitas tebing sungai dan garis pantai	++
Serang	•	-	-	-	-	-
Bulak	✓	Pemerintah, Univ.	1-2 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Menjaga stabilitas garis pantai Membangun kawasan wisata dan pendidikan	+++
Telukawur	✓	Pemerintah, Univ.	± 1 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Menjaga stabilitas garis pantai	+
Tayu	•	-	-	-	-	-
Juwana	•	Masyarakat	< 1 ha	<i>Exoecaria agallocha</i> <i>Sonneratia</i> spp.	Menjaga stabilitas tebing sungai	+
Pecangakan	✓	Masyarakat	1-2 ha	<i>Avicennia</i> spp.	Memperluas area mangrove. Menjaga stabilitas garis pantai Menahan hempasan gelombang laut	++
Pasar Banggi	✓	Pemerintah, masyarakat	15-20 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Memperluas area mangrove. Menjaga kawasan sekitarnya dari sedimentasi Membangun kawasan wisata dan pendidikan Menahan hempasan gelombang laut Menyediakan suplai kayu masyarakat	++++
Lasem	✓	Masyarakat	± 1 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Menjaga stabilitas tebing sungai dan garis pantai	++
Bogowonto	✓	Pemerintah, Univ., Masyarakat	1-2 ha	<i>Rhizophora</i> spp., <i>Sonneratia</i> spp.	Mengembalikan fungsi ekosistem yang hampir hilang Menjaga warisan ekosistem mangrove satu-satunya di Yogyakarta	+
Cakrayasan	✓	Pemerintah	± 1 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Mengembalikan fungsi ekosistem yang hampir hilang	-
Lukulo	✓	Pemerintah	± 1 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Mengembalikan fungsi ekosistem yang hampir hilang	-
Cingcingguling	✓	Masyarakat	< 1 ha	<i>Nypa fruticans</i>	Menjaga stabilitas tebing sungai Menyediakan suplai bahan pangan	+
Ijo	✓	Masyarakat	< 1 ha	<i>Nypa fruticans</i>	Menjaga stabilitas tebing sungai Menyediakan suplai bahan pangan	++
Bengawan	•	-	-	-	-	-
Serayu	•	-	-	-	-	-
Tritih	✓	Pemerintah (Perhutani)	± 10 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Membangun kawasan wisata alam dan pendidikan Menjaga keanekaragaman hayati Membangun kawasan konservasi <i>ex situ</i>	+++
Motean	✓	Pemerintah (BPKSA)	± 5 ha	<i>Rhizophora</i> spp.	Mengembalikan fungsi ekosistem yang rusak Menjaga keanekaragaman hayati (tempat berbiak, mencari makan dan membesarkan anakan hewan) Menyediakan suplai kayu masyarakat Menyediakan suplai bahan pangan Menjaga nilai budaya Menyediakan sarana pendidikan dan wisata	+
Muara Dua	✓	sda	sda	sda	sda	sda

Keterangan: ✓ = hadir, • = tidak hadir;

\*) Sumber: pengamatan (survei) lapangan, wawancara (*in-depth interview*), serta kajian peta topografi dan citra satelit.

\*\*) +++++ = sangat berhasil, +++ = berhasil, ++ = sedang, + = hampir gagal, - = gagal atau tidak ada restorasi.

**Tambak ikan atau udang** banyak ditemukan di pantai utara dan selatan Jawa Tengah, meskipun dalam skala besar hanya dijumpai di pantai utara. Tambak tidak ditemukan di Cingcingguling, Bengawan dan Serayu karena lahan disekitarnya digunakan penduduk untuk bertanam padi sawah yang menghasilkan panen lebih stabil dan kepastian harganya lebih terjamin. Konversi kawasan mangrove menjadi lahan tambak ikan dan udang merupakan penyebab utama rusaknya ekosistem mangrove. Nilai ekonomi udang yang tinggi menjadikannya mata dagangan penting di dunia. Keberhasilan teknik budidaya udang pada tahun 1970-an mendorong upaya pertambakan udang secara modern dalam skala luas. Di Indonesia pembuatan tambak udang pada awalnya di mulai di pantai utara Jawa. Hal ini mendorong perusakan hutan mangrove secara besar-besaran antara pertengahan tahun 1970-1990-an. Pembuatan tambak di sekitar muara sungai dan dataran pantai utara Jawa menyebabkan perubahan vegetasi muara secara nyata. Ekosistem mangrove hanya tersisa pada tempat-tempat tertentu yang sangat terisolasi atau ditanam di tepi tambak yang berbatasan dengan pantai atau sungai untuk mencegah abrasi.

Di sepanjang pantai utara, tambak ikan dikelola secara intensif hingga jauh ke arah daratan. Hampir semua pantai yang mengalami sedimentasi membentuk dataran lumpur

dan memiliki ekosistem mangrove diubah menjadi areal tambak. Secara intensif hal ini berlangsung antara lain di pantai Demak, Pati, dan Rembang, meskipun beberapa areal tambak tampaknya tidak lagi produktif akibat perubahan kondisi hidrologi, edafit (tanah sulfat asam), penyakit dan pencemaran lingkungan, misalnya di Pati, puluhan hektar tambak beserta sarana produksinya dibiarkan rusak tidak terurus. Di pantai selatan terdapat pula upaya mengubah lahan mangrove menjadi tambak. Dalam jumlah terbatas hal ini dijumpai di muara Sungai Lokulo, Cakrayasan, Bogowonto, dan Ijo, sedang dalam skala besar dilakukan di Segara Anakan. Usaha pertambakan ini sering gagal karena adanya akumulasi pirit yang beracun (tanah sulfat asam) dan tidak adanya kepastian hukum atas tanah yang digunakan (Yudho, 1988).

Ekosistem mangrove berperan penting dalam mendukung usaha pertambakan ikan/udang. Vegetasi mangrove yang subur dapat mencegah erosi, menjaga area dari banjir, badai dan bencana alam lain, sehingga tidak diperlukan biaya tinggi untuk membangun infrastruktur tambak, misalnya pembuatan sabuk hijau mangrove di sepanjang tepian pantai dan tebing muara sungai pada kawasan pertambakan di pantai utara Jawa. Di sisi lain mangrove juga dapat mengurangi tingkat polusi secara alamiah, sehingga mencegah jatuhnya usaha tambak

intensif akibat limbah cair yang dihasilkannya, seperti tingginya kadar nitrogen dan fosfor (Ronnback, 1999). Nilai ekonomis tambak tergantung daya dukung lingkungan mangrove di sekitarnya, namun nilai ini jarang dihitung dalam biaya produksi.

**Tambak garam** dalam skala luas hanya dijumpai di Pecangakan, Pasar Banggi, dan Lasem, kesemuanya di Kabupaten Rembang, kabupaten penghasil garam terbesar di Propinsi Jawa Tengah (Kompas, 03/03/2003). Pada musim kemarau saat ketersediaan air melimpah dan intensitas sinar matahari lebih rendah, tambak-tambak garam ini banyak yang diubah menjadi tambak ikan bandeng. Konversi ekosistem mangrove menjadi tambak ikan merupakan tekanan utama terhadap kelestarian ekosistem mangrove di dunia, sehingga harus dikendalikan dan dikelola dengan baik.

### Pertanian

Konversi ekosistem mangrove menjadi lahan pertanian pangan umumnya kurang berhasil, seperti yang dilaksanakan di Kecamatan Kawunganten, Cilacap sejak jaman kolonial. Upaya ini dilakukan dengan mengubah arah aliran air sungai, sehingga sedimentasi mengumpul pada area tertentu yang akhirnya menjadi daratan, selanjutnya untuk mengurangi tingkat salinitas, dilakukan *penggelontoran* secara teratur tanah tersebut dengan air tawar untuk mendesak keluarnya kandungan garam dari dalam sedimen. Upaya ini dilakukan sebagai antisipasi terhadap kecenderungan berubahnya ekosistem mangrove di Segara Anakan menjadi ekosistem daratan, namun upaya ini pada akhirnya berhenti dengan sendirinya akibat sulitnya menemukan varietas padi dengan produktivitas tinggi untuk lahan tersebut, serta menyebabkan ketidakpastian penghasilan nelayan akibat berkurangnya luasan laguna (ECI, 1975; Winarno dan Setyawan, 2003).

Usaha untuk mengubah kawasan mangrove menjadi area pertanian pangan (sawah) sering kali berhasil pada lokasi yang berbatasan langsung dengan ekosistem air tawar, misalnya di Serayu, Bengawan, dan Cingcingguling yang terletak di pantai selatan, serta Wulan, Sigrogol, dan Serang di pantai utara. Sawah-sawah tersebut umumnya dapat dipisahkan dengan ekosistem mangrove atau area tambak yang berair asin dengan bendungan atau tanggul. Di pantai utara, dengan ketinggian lahan persawahan sangat rendah dan luas, biasanya sungai-sungai dilengkapi dengan bendung gerak untuk mencegah membanjirnya air laut pada saat pasang. Sedangkan di pantai selatan, dengan aliran keluar masuknya air pasang terbatas hanya di sungai-sungai besar, maka biasanya dibuat tanggul di sepanjang garis sempadan sungai tersebut, seperti di Cingcingguling. Pada masa lalu tanggul-tanggul ini diperkuat dengan vegetasi *N. fruticans* yang memiliki batang bawah tanah (rhizoma) sangat kuat, namun pada saat ini perannya digantikan batu gunung, beton tetrapod, dan tanggul yang diperkeras, meskipun biaya pemeliharaan vegetasi tersebut lebih murah dan daya tahan tanggulnya tidak kalah dengan bangunan penahan. Berbeda dengan konversi ke area pertambakan yang menjadi penyebab utama kerusakan mangrove di pantai utara Jawa, maka di pantai selatan Jawa konversi ke lahan sawah diperkirakan merupakan penyebab utama berkurangnya area mangrove dan rawa burit/belakang (*back swamp*).

Selain pertanian sawah basah terdapat pula pertanian tegalan kering di sekitar ekosistem mangrove, misalnya di Bogowonto, Cakrayasan, Lukulo, Bengawan, dan Serayu. Terutama pada tempat-tempat yang sedikit lebih tinggi dari lahan mangrove sehingga cenderung bertanah kering. Area

ini banyak ditanami sayuran dan palawija, namun pada musim hujan tetap ditanami padi. Ladang penggembalaan (pastoral) ditemukan di Bogowonto, Cakrayasan, dan Lukulo, terutama pada lahan kering yang tidak dapat diolah karena terlalu asin dan berpasir, sehingga tidak cocok untuk tanaman budidaya. Kegiatan pertanian dapat menyebabkan hilangnya area mangrove karena dikonversi menjadi sawah atau tegalan. Kegiatan penggembalaan juga dapat mengganggu kelangsungan ekosistem mangrove karena perumputan terhadap bibit-bibit mangrove. Kegiatan pertanian intensif juga dapat menyebabkan eutrofikasi apabila penggunaan pupuk kimia dilakukan secara berlebihan.

### Kawasan pengembangan dan bangunan

Kawasan pantai merupakan sumber yang kaya akan pangan, energi, dan mineral, sehingga menjadi sumber mata pencaharian utama banyak masyarakat. Kawasan ini juga menjadi sumberdaya biologi dan penjaga kelestarian lingkungan. Pembangunan ekonomi, penambahan penduduk yang cepat dan migrasi dari kawasan pedalaman meningkatkan tekanan terhadap kawasan pantai. Pada saat ini, sejumlah besar kawasan pantai khususnya di dunia ketiga mengalami penurunan produktivitas dan peran ekologi mulai jatuh, sehingga pengelolaan kawasan pantai harus dilakukan lebih baik dengan mengintegrasikan keseluruhan rencana pembangunan mulai dari tingkat nasional hingga lokal (Pappas dkk., 1994.)

Kawasan mangrove tidak lepas dari tekanan kepadatan penduduk, hingga area mangrove yang sering diasumsikan dengan lokasi terpencil, pada kenyataannya tetap menjadi salah satu lokasi dengan jumlah penduduk cukup padat. Kawasan pemukiman dengan tingkat kepadatan rendah (rural) dengan mudah dapat ditemukan di semua lokasi penelitian, termasuk di Segara Anakan yang terletak di tengah-tengah laguna dan dikelilingi hutan mangrove. Beberapa area mangrove bahkan terletak di dekat kawasan pemukiman padat (urban), seperti Cilacap, Jepara, Juwana (Pati), serta Rembang dan Lasem (Rembang). Aktivitas pemukiman secara nyata dapat mempengaruhi kawasan mangrove karena limbah yang dihasilkannya, serta adanya aktivitas kehidupan sehari-hari.

Kawasan mangrove juga sering terletak di dekat pelabuhan, baik pelabuhan besar maupun kecil (dermaga ikan atau tempat pelelangan ikan/TPI). Dalam penelitian ini pelabuhan samudera yang cukup besar terdapat di Cilacap, beberapa kilometer dari lokasi penelitian Tritih, sedangkan pelabuhan ikan yang cukup besar terdapat di Juwana, pelabuhan ikan kedua terbesar di Propinsi Jawa Tengah. Adapun pelabuhan kecil/TPI ditemukan pada hampir semua lokasi penelitian lainnya. Kegiatan pelabuhan dapat menghasilkan limbah seperti sisa-sisa bahan bakar, di samping itu arus gelombang air laut yang disebabkan pergerakan kapal dapat menghambat pematangan dan pertumbuhan bibit mangrove.

Jalan negara dan jalan propinsi yang merupakan kelas jalan dengan kepadatan lalu lintas tertinggi dalam sistem transportasi di Indonesia, dapat dijumpai pada hampir semua lokasi yang diteliti, kecuali di Motean dan Muara Dua yang terletak di tengah-tengah laguna Segara Anakan. Hal ini menunjukkan besarnya arus barang dan manusia di lokasi-lokasi penelitian. Kegiatan transportasi ini juga menghasilkan bahan pencemar logam berat, khususnya Pb, yang dapat mengganggu kehidupan mangrove.

Industri besar dalam penelitian ini hanya dijumpai di Cilacap. Kota ini merupakan kota pelabuhan terbesar di pantai selatan Jawa dan telah dikembangkan sejak jaman kolonial, sehingga sejak lama telah menjadi tempat

manusia beraktivitas. Di kota ini terdapat pula instalasi pengilangan minyak mentah dan industri semen yang cukup besar. Aktivitas pelabuhan, pengilangan minyak, industri semen, dan kawasan perumahan secara kontinu menghasilkan bahan pencemar yang dapat mengganggu kehidupan di kawasan mangrove. Pada saat-saat tertentu aktivitas kapal tangker dapat mengalami kecelakaan, sehingga menumpahkan limbah minyak dalam jumlah cukup besar dan dapat mematikan mangrove secara masal. Industri semen yang mengambil tanah liat di Kawunganten dan tanah karst (gamping) di Nusakambangan dapat meningkatkan sedimentasi, sehingga memperparah laju sedimentasi di Segara Anakan. Debu dari pabrik semen dapat menutupi stomata dan lentisel tumbuhan mangrove, sehingga mengganggu fotosintesis dan respirasi. Limbah domestik seperti sampah padat dapat mengganggu perakaran mangrove dan pertumbuhan bibit mangrove.

#### *Kerusakan dan upaya restorasi*

Jenis-jenis pemanfaatan langsung dalam ekosistem mangrove dan penggunaan lahan di sekitarnya merupakan proses antropogenik yang secara nyata mempengaruhi kelestarian ekosistem mangrove di Jawa Tengah. Beberapa aktivitas yang mempengaruhi kehidupan mangrove secara luas adalah: konversi habitat ke pertambakan (ikan/udang dan garam), penebangan pohon secara berlebihan untuk diambil kayunya, sedimentasi, dan pencemaran lingkungan. Lemahnya pemahaman mengenai nilai khas dari jasa ekologi dan produk panen ekosistem mangrove, menyebabkan ekosistem ini sering kurang dihargai dan cenderung dikonversi ke penggunaan lain. Penilaian yang rendah juga merupakan akibat sulitnya menerapkan standar moneter pada faktor-faktor yang terkait dengan peran ekologi dan produk panen ekosistem mangrove. Hal ini memerlukan pengetahuan yang mendalam dan holistik (Bandaranayake, 1998; Ronnback, 1999).

Pembuatan tambak merupakan ancaman utama kelestarian ekosistem mangrove dunia (Hamilton dkk., 1989; Primavera, 1998). Di Jawa budidaya tambak, khususnya ikan bandeng (*Chanos chanos*), memiliki sejarah panjang dan telah dilakukan sejak 500 tahun yang lalu (Schuster, 1952), namun penemuan teknologi pertambakan udang pada tahun 1970-an telah mengubah orientasi tambak tradisional yang lebih ramah lingkungan menjadi tambak modern yang sarat dengan bahan kimia, seperti antibiotik, makanan tambahan, dan pupuk kimia. Keuntungan besar dari tambak udang telah menyebabkan dikonversinya hampir seluruh ekosistem mangrove di pantai utara Jawa Tengah menjadi lahan tambak. Ironisnya, produktivitas tambak sangat tergantung pada kondisi alami ekosistem mangrove di sekitarnya, yang menjadi penyuplai air bersih, bibit, pakan, dan lain-lain (Hamilton dan Snedaker, 1984; Larsson dkk., 1994; Beveridge dkk., 1997). Kini banyak tambak yang tidak produktif lagi karena akumulasi bahan kimia, pirit, penyakit, perubahan pola hidrologi, dan pencemaran lingkungan. Tambak yang gagal ini banyak dijumpai di pantai utara Demak, Jepara, Pati dan Rembang, serta Segara Anakan. Masa produktif tambak ikan/udang yang dikelola secara intensif atau semi intensif umumnya hanya sekitar 5-10 tahun (Gujja dan Finger-Stich, 1996), dan sekitar 70% tambak yang semula produktif pada akhirnya akan ditinggalkan (Stevenson, 1997).

Penebangan pohon menjadi ancaman serius terhadap kelestarian ekosistem mangrove, karena tidak hanya menyebabkan hilangnya pepohonan yang ditebang namun juga mengubah iklim mikro sehingga mengganggu kehidupan ekosistem secara keseluruhan. Penebangan

pepohonan mangrove secara intensif di Segara Anakan menyebabkan berubahnya penampakan vegetasi kawasan tersebut dari hutan berpohon menjadi semak-semak belukar yang didominasi *A. ilicifolius* yang secara ekonomi kurang menguntungkan. Penebangan pohon untuk berbagai keperluan, termasuk untuk pembukaan tambak juga ditemukan di Wulan dan Pecangakan.

Sedimentasi dibutuhkan untuk pemantapan ekosistem mangrove, namun sedimentasi yang berlebih dapat mengubah ekosistem ini menjadi ekosistem darat. Di Segara Anakan sedimentasi merupakan masalah utama yang mengancam kelestarian laguna dan hutan mangrove. Sifat laguna Segara Anakan yang tertutup, muara sungai tidak langsung terhubung dengan laut bebas, menyebabkan sejumlah besar sedimen didepositkan dalam laguna. Setiap tahun sungai Citanduy dan Cimeneng/Cikonde masing-masing mengangkut 5 juta m<sup>3</sup> dan 770.000 m<sup>3</sup> sedimen, sebanyak 740.000 m<sup>3</sup> dan 260.000 m<sup>3</sup> di antaranya diendapkan di Segara Anakan (ECI, 1994). Pelumpuran ini menyebabkan menjoroknya daratan sejauh 17-30 m per tahun, sehingga dalam jangka panjang akan mengubah ekosistem mangrove menjadi ekosistem daratan, dengan jenis komponen biotik (flora dan fauna) yang berbeda (Tjitrosoepomo, 1981), sehingga tidak hanya mempengaruhi ekosistem alami, namun juga mempengaruhi kultur masyarakat. Hal ini sudah terbukti dengan perubahan konstruksi rumah penduduk Kampung Laut, yakni dari rumah panggung di atas permukaan laut menjadi rumah tembok di daratan. Perubahan ekosistem ini mendorong penduduk untuk mengubah mata pencaharian dari nelayan menjadi petani (Brotosusilo, 1988). Sebaliknya sedimentasi di kawasan pantai utara Jawa Tengah, seperti Wulan, Juwana, dan Pecangakan menyebabkan bertambahnya luasan area mangrove secara terus menerus ke arah laut. Sedimentasi di pantai utara Jawa, tampaknya tidak banyak mempengaruhi ekosistem mangrove walaupun sangat merugikan perekonomian (Anonim, 2001a).

Pencemaran lingkungan dapat menjadi ancaman serius terhadap ekosistem mangrove. Sebagai kawasan peralihan dari darat ke laut, maka semua jenis bahan pencemar dari kedua lokasi tersebut dapat terakumulasi di kawasan mangrove. Dalam penelitian ini, bahan pencemar yang secara kasat mata mudah dijumpai dan mempengaruhi ekosistem mangrove adalah minyak bumi dan sampah domestik padat. Pencemaran minyak bumi ditemukan di Segara Anakan akibat aktivitas pengilangan minyak dan pelabuhan besar Cilacap, serta tumpahan minyak dari kecelakaan kapal tangker. Sampah domestik padat dapat dijumpai di semua lokasi penelitian. Sampah ini dapat mengganggu pertumbuhan bibit mangrove sehingga menghambat regenerasi dan menggagalkan upaya restorasi, seperti di Lukulo, Cakrayasan, dan Pasar Banggi.

Munculnya kesadaran akan pentingnya konservasi ekosistem mangrove, meskipun tidak selalu dengan tujuan dan intensitas pemahaman yang sama di antara para pihak telah memunculkan upaya-upaya restorasi (rehabilitasi) (Tabel 2.). Tujuan utama restorasi mangrove adalah mengelola struktur, fungsi, dan proses-proses ekologi di dalamnya, serta mencegah kepunahan, fragmentasi atau degradasi lebih lanjut dari ekosistem ini (Anonim, 2001b). Restorasi diperlukan apabila ekosistem yang rusak tidak dapat memperbaharui diri dan melaksanakan fungsinya secara normal, karena homeostasisnya secara permanen terhenti (Stevenson dkk., 1999; Morrison, 1990). Dalam restorasi mangrove kadang-kadang hanya fungsi tertentu yang ingin dikembalikan, karena telah terjadi perubahan faktor edafik dan keanekaragaman jenis (Lewis, 1990,



1992). Tujuan restorasi lainnya adalah memperkaya keanekaragaman hayati landskap, mempertahankan suplai produksi sumberdaya alam, terutama perikanan dan kayu, melindungi kawasan pantai, dan fungsi sosial budaya (Ronnback dkk., 1999).

Di Wulan, kegiatan restorasi ditujukan terutama untuk memperluas area mangrove. Tumbuhan mangrove dapat memantapkan garis pantai dan mendorong terbentuknya daratan, menguatkan tanggul-tanggul lumpur, mengurangi hembusan angin, mengurangi energi gelombang laut dan air pasang. Penanaman tumbuhan mangrove relatif lebih murah dan tidak kalah efektif sebagai pelindung pantai. Tumbuhan mangrove dapat memecahkan gelombang dan menahan sedimen sehingga memantapkan garis pantai (Broom dkk., 1981). Hal ini dapat mengurangi laju sedimentasi pada kolam pelabuhan, maupun kawasan pantai yang menjadi lokasi wisata (Bandaranayake, 1998).

Di Sigrogol penanaman tumbuhan mangrove terutama untuk menjaga tebing sungai dari abrasi, sehingga dapat menjaga kelancaran lalu lintas perahu nelayan. Di Bulak dan Telukawur restorasi terutama ditujukan untuk menjaga stabilitas garis pantai, mengingat beberapa tahun sebelumnya kawasan ini terkena abrasi yang cukup luas. Penanaman *Rhizophora* spp. di Bulak pada akhirnya juga menyediakan kawasan pendidikan dan wisata bagi masyarakat.

Di Tayu aktivitas reboisasi hampir tidak ada, bahkan terdapat sejumlah besar area mangrove di tepian pantai yang dibersihkan untuk diambil kayunya dan dibuat tambak. Pesisir Tayu merupakan daerah penumpukan lumpur/akresi dari sungai Juwana dan sungai-sungai kecil di sekitarnya, sehingga relatif tidak terdapat ancaman abrasi terhadap pantai yang gundul. Di Juwana aktivitas reboisasi sangat terbatas, terutama hanya pada tepian sungai Juwana untuk memperlambat runtuhnya tebing sungai. Kawasan ini sangat sesuai untuk pertambakan bandeng sehingga hampir tidak ada lahan yang disisakan kecuali untuk tambak. Tipisnya vegetasi mangrove di tebing sungai dan tepian garis pantai menyebabkan alur pelayaran di sungai ini harus sering dikeruk mengingat seringnya tebing sungai longsor, di samping tingginya sedimentasi dari daerah hulu.

Di Pecangakan, reboisasi ditujukan untuk memperluas area mangrove, menjaga stabilitas garis pantai, dan menahan gelombang laut. Tanah yang terbentuk sekitar 3-5 tahun sejak penanaman mangrove tersebut akan dibuka untuk tambak, namun sebelum dibuka area *mud flat* di arah laut telah ditanami pula dengan mangrove lagi. Kegiatan ini menyebabkan garis pantai secara terus-menerus mengarah ke laut. Teknik ini sangat efektif untuk memperluas area daratan, namun dataran baru yang terbentuk umumnya sangat rendah, hampir sejajar dengan permukaan laut sehingga rawan terhadap penggenangan, khususnya pada saat pasang purnama atau pasang perbani, dimana rata-rata permukaan air laut dapat naik hingga 1-2 m di atas rata-rata pasang harian.

Restorasi mangrove di Pasar Banggi merupakan yang paling berhasil di antara lokasi-lokasi yang diteliti. Restorasi di kawasan ini juga memiliki tujuan yang lebih beragam, yakni memperluas area mangrove, menahan hempasan gelombang laut, mengurangi sedimentasi, membangun kawasan wisata dan pendidikan, serta menyediakan suplai kayu bagi masyarakat. Tujuan yang beragam ini sangat didukung masyarakat setempat yang diikutsertakan dalam manajemen pengelolaan, masyarakat diberi hak untuk mengambil panen dari kawasan mangrove tanpa merusak, serta diikutsertakan dalam program restorasi secara berkala sebagai penyedia bibit mangrove. Tujuan yang beragam ini juga didukung lokasinya yang strategis di

tepi jalan negara sehingga memudahkan akses. Kawasan ini merupakan area akresi *tidal flat*, namun terdapat pelabuhan perikanan yang cukup besar. Adanya area mangrove diharapkan dapat mengurangi sedimentasi. Di Lasem, restorasi terutama ditujukan untuk menjaga tebing sungai dan memantapkan garis pantai.

Di pantai selatan Jawa Tengah, upaya restorasi ekosistem mangrove relatif terbatas, mengingat terbatasnya luasan mangrove, serta kecilnya peran sosial ekonomi, ekologi, dan sosial budaya ekosistem ini, kecuali di Segara Anakan yang memiliki ekosistem mangrove cukup luas. Kegiatan restorasi di kawasan ini terutama ditujukan untuk menghadirkan kembali ekosistem mangrove yang hampir hilang. Di Bogowonto, restorasi juga ditujukan untuk menyelamatkan satu-satunya warisan ekosistem mangrove di Yogyakarta. Di Cakrayasan dan Lukulo restorasi ditujukan untuk mengembalikan ekosistem mangrove yang hilang, namun kegiatan ini relatif kurang berhasil. Beberapa faktor yang mempengaruhinya adalah perumpukan oleh hewan ternak, penutupan oleh sampah, kesalahan pemilihan spesies bibit, dan tiadanya pemeliharaan yang cukup berarti. Di antara Cakrayasan dan Lukulo terdapat muara sungai Wawar yang telah musnah ekosistem mangrovenya. Hal ini mengindikasikan kemungkinan hilangnya ekosistem mangrove sepenuhnya di Cakrayasan dan Lukulo, mengingat kondisi lingkungan biotik, abiotik, dan kultur masyarakatnya yang tidak berbeda jauh. Di Cingcingguling dan Ijo aktivitas restorasi ditujukan untuk menjaga stabilitas tanggul pada tebing sungai dan menyediakan suplai pangan berupa *N. fruticans*. Di Tritih, aktivitas restorasi ditujukan untuk membangun kawasan wisata alam, pendidikan, dan menjaga keanekaragaman hayati, termasuk konservasi *ex situ* beberapa burung dari kawasan mangrove Segara Anakan.

Di Motean dan Muara Dua, keduanya di laguna Segara Anakan, aktivitas restorasi ditujukan untuk mengembalikan fungsi ekosistem yang rusak, menjaga keanekaragaman hayati (tempat untuk berbiak, mencari makan dan membesarkan anak berbagai fauna), menyediakan suplai kayu masyarakat, menyediakan bahan pangan, menjaga nilai budaya, menyediakan sarana pendidikan dan wisata. Bagi masyarakat Kampung Laut, mangrove di sekitarnya tidak hanya menjadi sumber mata pencaharian, namun telah menjadi bagian dari budaya setempat, mengingat mereka telah tinggal di kawasan ini selama ratusan tahun.

Upaya restorasi ekosistem mangrove untuk menghidupkan kembali fungsi semula, dengan menghadirkan (penanaman) bibit-bibit mangrove mayor, seperti *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Avicennia*, telah dilakukan, baik oleh pemerintah, perhutani, perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat, dan masyarakat awam. Dalam skala besar, kegiatan ini antara lain pernah atau sedang dilakukan di Wulan, Pasar Banggi, Bogowonto, Cakrayasan, Lukulo, dan Segara Anakan. Keberhasilan upaya restorasi terkait banyak faktor, baik faktor biotik, abiotik maupun budaya masyarakat setempat. Kegagalan penanaman *S. alba* di Bogowonto antara lain disebabkan kesalahan pemilihan spesies bibit, yakni bibit yang diambil dari Segara Anakan tidak dapat bertahan terhadap genangan di Bogowonto, di samping akibat perumpukan oleh kerbau (*Bos bubalis*). Kegagalan restorasi mangrove di Cakrayasan dan Lukulo antara lain disebabkan karena timbunan sampah domestik pada bibit, sehingga mengakibatkan kematian bibit tersebut. Keberhasilan restorasi mangrove (*R. mucronata*) di Pasar Banggi antara lain karena peran aktif masyarakat setempat, yang diikutsertakan dalam pengelolaan kawasan mangrove tersebut.

## KESIMPULAN

Pemanfaatan langsung dalam ekosistem mangrove di Jawa Tengah mencakup perikanan, kayu, bahan pangan, pakan ternak, bahan obat, bahan baku industri, serta pariwisata dan pendidikan. Adapun penggunaan lahan di sekitar ekosistem mangrove, mencakup perikanan/tambak, pertanian, serta kawasan pengembangan dan bangunan. Kegiatan antropogenik tersebut telah menurunkan peran ekologi, ekonomi dan sosial budaya ekosistem mangrove, oleh karena itu banyak dilakukan upaya restorasi. Upaya restorasi yang cukup berhasil terjadi di Pasar Banggi, keberhasilan ini tampaknya karena pengikutsertaan masyarakat dalam tampanya. Kegiatan restorasi yang gagal terjadi di Cakrayaman dan Lukulo; penyebab utama kegagalan ini tampaknya adalah kesalahan pemilihan bibit dan tiadanya pemeliharaan yang cukup berarti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. Empang parit di Desa Randusanga Kulon, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes. *Kehutanan Indonesia* 6: 31-34.
- Anonim. 2001a. *Mangroves, Multi-Species Recovery Plan for South Florida*. southeast.fws.gov/vbpdfs/commun/mn.pdf.
- Anonim. 2001b. Shoreline stabilization and storm protection. *Wetland Values and Function*. Gland: The Ramsar Bureau.
- Bandaranayake, W.M. 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 133-148.
- Bandaranayake, W.M. 1995. Survey of mangrove plants from Northern Australia for phytochemical constituents and UV-absorbing compounds. *Current Topics in Phytochemistry (Life Science Advances)* 14: 69-78.
- Bashan, Y., M.E. Puente, D.D. Myrold, and G. Toledo. 1998. In vitro transfer of fixed nitrogen from diazotrophic filamentous cyanobacteria to black mangrove seedlings. *FEMS Microbiology Ecology* 26: 165-170.
- Beveridge, M.C.M., M.J. Phillips, and D.J. Macintosh. 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture Research* 28: 797-807.
- Broom, S.W., E.D. Seneca, and W.W. Woodhouse, Jr. 1981. Planting marsh grasses for erosion control. North Carolina: North Carolina University Sea Grant Program.
- Brotosusilo, A. 1988. Social change in Segara Anakan-Cilacap, Indonesia. *ASEAN/US Technical Workshop on Integrated Tropical Coastal Zone Management*, Singapore, 28-31 October 1988
- ECI (Engineering Consultant Inc.). 1975. *The Citanduy River Basin Development Project Segara Anakan*. Denver: Banjan.
- ECI. 1994. *Segara Anakan Conservation and Development Project*. Jakarta: Asian Development Bank.
- Field, C. 1995. *Journeys Amongst Mangroves; International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan*. Hong Kong: South China Printing Co.
- Gujja, B. and A. Finger-Stich, 1996. What price prawn? Shrimp aquaculture's impact in Asia. *Environment* 38: 12-39.
- Hamilton, L. and S.C. Snedaker. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. Honolulu: Environment and Policy Institute, East-West Center.
- Hamilton, L., J. Dixon, and G. Miller. 1989. Mangroves: an undervalued resource of the land and the sea. *Ocean Yearbook* 8: 254-288.
- Hartina. 1996. *Evaluasi Usaha Tumpang Sari Empang Parit di RPH Cemara, BKPH Indramayu, KPH Indramayu*. [Tesis]. Yogyakarta: Program Pascasarjana UGM.
- Hasmonel, M.W., Purwaningdyah, dan R. Nurhayati. 2000. *Reklamasi Pantai dalam Hubungannya dengan Pendaftaran Tanah (Studi Kasus di Pantai Utara Jakarta)*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Kairo, J.G., F. Dahdouh-Guebas, J. Bosire, and N. Koedam. 2001. Restoration and management of mangrove systems-a lesson for and from the East African region. *South African Journal of Botany* 67: 383-389.
- Kompas, 03/03/2003. *Kabupaten Rembang*.
- Larsson, J., C. Folke, and N. Kautsky, 1994. Ecological limitations and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Colombia. *Environmental Management* 18: 663-676.
- Lemmens, R.H.M.J. and N. Bunyapraphatsara (eds.). 2003. *Plant Resources of South-East Asia No. 12 (3), Medicinal and Poisonous Plants* 3. Bogor: Prosea.
- Lemmens, R.H.M.J. and W. Wulijami-Soetjipto (eds.). 1992. *Plant Resources of South-East Asia No. 3, Dye and Tannin-Producing Plants*. Bogor: Prosea.
- Lewis, R.R. 1990b. Wetlands restoration/creation/ enhancement terminology: suggestions for standardization. In J.A. Kusler and M.E. Kentula (eds.) *Wetland Creation and Restoration: The Status of the Science, Vol. 1: Regional Reviews*. Washington: Island Press.
- Lewis, R.R. 1992. Coastal habitat restoration as a fishery management tool. In Stroud, R.H. (ed.) *Stemming the Tide of Coastal Fish Habitat Loss; Proceedings of a Symposium on Conservation of Coastal Fish Habitat*, Baltimore, MD, USA, March 7-9 1991. National Coalition for Marine Conservation, Inc., Savannah, Georgia, USA.
- Martosubroto, P. and M. Naamin. 1977. Relationship between tidal forests (mangroves) and commercial shrimp production in Indonesia. *Marine Research Indonesia* 18: 81-86.
- Morrison, D. 1990. Landscape restoration in response to previous disturbance. In: Turner, M.G. (ed.) *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. New York: Springer-Verlag.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamental of Ecology*. 3rd edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Padua, L.S. de, N. Bunyapraphatsara, and R.H.M.J. Lemmens (eds.). 1999. *Plant Resources of South-East Asia No. 12 (1), Medicinal and Poisonous Plants* 1. Bogor: Prosea.
- Pagiola, S. 2001. Land use change in Indonesia. In: *Indonesia: Environment and Natural Resource Management in a Time of Transition*. Jakarta: Environment Department, World Bank.
- Pappas, E., J. Post, and C.G. Lundin. 1994. Coastal Zone Management and Environmental Assessment. In *Environmental Assessment Sourcebook Updates*. Washington, D.C.: The World Bank
- Primavera, J.H. 1995. Mangroves and brackish water pond culture in the Philippines. *Hydrobiologia* 295: 303-309.
- Primavera, J.H., 1998. Tropical shrimp farming and its sustainability. In: de Silva, S. (ed.), *Tropical Mariculture*. London: Academic Press.
- Ronnback, P. 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics* 29: 235-252.
- Ronnback, P., M. Troell, N. Kautsky, JH. Primavera. 1999. Distribution pattern of shrimps and fish among *Avicennia* and *Rhizophora* microhabitats in the *Pagbilao* mangroves, Philippines. *Estuarine Coastal Shelf Science* 48: 223-234.
- Schuster, W.H., 1952. Fish culture in the brackish water ponds of Java. *IPFC Special Publication* 1: 1-143.
- Setyawan, A.D. 2002. Ekosistem Mangrove sebagai Kawasan Peralihan Ekosistem Perairan Tawar dan Perairan Laut. *Enviro* 2 (1): 25-40.
- SNM (Strategi Nasional Mangrove). 2003. *Strategi Nasional Pengelolaan Mangrove di Indonesia (Draft Revisi); Buku II: Mangrove di Indonesia*. Jakarta: Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Steenis, C.G.G..J. van. 1958. Ecology of mangroves. In: *Flora Malesiana*. Djakarta: Noordhoff-Kollf.
- Steenis, C.G.G..J. van. 1965. Concise plant-geography of Java. In: Backer, C.A. and R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1965. *Flora of Java*. Vol. II. Groningen: P.Noordhoff
- Stevenson, N.J., 1997. Disused shrimp ponds: options for redevelopment of mangroves. *Coastal Management* 25: 425-435.
- Stevenson, N.J., R.R. Lewis, and P.R. Burbridge. 1999. Disused shrimp ponds and mangrove rehabilitation. In Streever, W. (ed.). *An International Perspective on Wetland Rehabilitation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Tanaka, S., 1992. *Bali Environment the Sustainable Mangrove Forest*. Jakarta: Development of Sustainable Mangrove Management Project.
- Tjitrosoepomo, G. 1981. Pembangunan wilayah pantai Cilacap. *Paper presented at a panel discussion on urban and rural planning in Semarang, Central Java*.
- US. Army Map Services. 1963-1965. *Sheets Map of Java*. Washington, D.C.: Corps of Engineers.
- Valkenburg, J.L.C.H. van and N. Bunyapraphatsara (eds.). 2002. *Plant Resources of South-East Asia No. 12 (2), Medicinal and Poisonous Plants* 2. Leiden: Backhuys Publishers.
- Walsh, G.E. 1977. Exploitation of Mangal. In: Chapman, V.J. (ed), *Ecosystems of the World*. New York: Elsevier Scientific.
- Winarno, K. dan A.D. Setyawan. 2003. REVIEW: Penyudutan sungai Citanduy, buah simalakama konservasi ekosistem mangrove Segara Anakan. *Biodiversitas* 4 (1): 63-72.
- Yudho, W. 1988. Local environment awareness and attitudes toward coastal resources management in Segara Anakan-Cilacap, Indonesia. *ASEAN/US Technical Workshop on Integrated Tropical Coastal Zone Management*, Singapore, 28-31 October 1988.