

# **Acuan Dasar (Primer) Perhimpunan Ekologi Restorasi Internasional (SER International) terhadap Restorasi Ekologis**

Perhimpunan Ekologi Restorasi Internasional (Society for Ecological Restoration International)

(Sains and Kelompok Kebijakan Kerja (Science & Policy Working Group)

(Versi 2 , Oktober 2004) (1)

hak cipta 2004

Acuan dasar (Primer) SER International ini telah tersedia dalam enam bahasa: **Inggris**, **Spanyol**, **Perancis**, **Portugis**, **Italia**, dan **Cina**. Perhimpunan (Society) mengucapkan terima kasih kepada Christelle Fontaine dan James Aronson (Perancis), James Jackson Griffith, Elias Silva, Don Duane Williams, dan Mauricio Balensiefer (Portugis), Roberto Rossi, Novella Ardinghi, Mario Cenni dan Marco Ugolini (Italia), dan Li Junqing (Cina) yang telah menerjemahkan SER Primer ke dalam bahasa masing-masing.

Isi (tersambung ke setiap bagian)

- 1 . Ikhtisar
- 2 . Definisi restorasi ekologis
- 3 . Ciri-ciri ekosistem terestorasi
- 4 . Penjelasan istilah
- 5 . Ekosistem acuan
- 6 . Spesies eksotis
- 7 . Monitoring dan evaluasi
- 8 . Perencanaan restorasi
- 9 . Hubungan antara praktek restorasi dan ekologi restorasi
- 10 . Hubungan antara restorasi dengan kegiatan-kegiatan lainnya
- 11 . Integrasi antara program restorasi ekologi dengan program lain yang lebih besar

## **Bagian 1 . Ikhtisar**

Restorasi ekologis merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memprakarsai atau mempercepat pemulihan ekosistem secara bekesinambungan. Ekosistem yang membutuhkan restorasi umumnya adalah ekosistem yang telah mengalami perubahan atau kerusakan akibat aktivitas-aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak. Dalam beberapa kejadian, dampak terhadap kerusakan ekosistem diperparah dengan terjadinya bencana alam seperti kebakaran hutan, banjir, badai, atau letusan gunung berapi, yang mengakibatkan ekosistem tidak dapat lagi dipulihkan seperti sediakala.

Program restorasi berupaya memulihkan kembali ekosistem sebagaimana mulanya. Oleh karena itu, mengetahui keadaan awal suatu ekosistem sangatlah diperlukan sebagai dasar perencanaan program restorasi. Namun demikian, ekosistem yang direstorasi belum tentu dapat pulih seperti sediakala karena terjadinya perubahan ekosistem seiring perjalanan waktu. Penentuan keadaan awal yang akurat sangat sulit dilakukan pada ekosistem yang sangat rusak. Namun demikian, gambaran umum dan batasan-batasan awalnya tetap dapat ditentukan melalui perpaduan pengetahuan tentang ekosistem yang rusak tersebut dengan

struktur yang sudah ada, komposisi dan fungsi, studi tentang ekosistem utuh yang sebanding, informasi tentang kondisi lingkungan regional serta analisis ekologi lainnya, termasuk budaya dan acuan sejarah. Sumber-sumber gabungan tersebut memungkinkan diperolehnya prediksi keadaan awal maupun kondisi acuan ekosistem dari data-data dasar ekologi dan model-model yang diprediksikan, tiruan proses restorasi ini dapat membantu untuk memandu pemulihan ekosistem dan integritasnya.

Program restorasi merupakan program jangka panjang yang tidak dibatasi oleh luas lahan dan sumber daya lainnya, oleh karena itu rencana untuk memulihkan suatu ekosistem sepatutnya diputuskan melalui kebijakan bersama. Kesepakatan bersama lebih memungkinkan untuk dilaksanakan dibandingkan dengan keputusan sepihak. Sebelum memulai program restorasi, pemangku kebijakan sebaiknya mengambil keputusan secara bersama. Setelah keputusan bersama diambil, haruslah dilakukan perencanaan yang sistematis dan hati-hati serta pemantauan terhadap ekosistem yang sedang dalam pemulihan. Perencanaan yang matang semakin diperlukan jika ekosistem yang akan dipulihkan merupakan bentang alam yang saling berdekatan.

Banyak sedikitnya campur tangan yang dibutuhkan dalam pengelolaan program restorasi bervariasi antara satu proyek dengan proyek lainnya, tergantung pada tingkat dan lamanya kerusakan yang terjadi, kondisi budaya masyarakat yang mempengaruhi ekosistem tersebut serta kendala-kendala dan peluang yang terjadi. Restorasi yang paling sederhana adalah dengan menghilangkan atau memodifikasi gangguan tertentu yang memungkinkan terjadinya kembali proses-proses ekologis atau pemulihan mandiri pada ekosistem tersebut. Contohnya, penghancuran bendungan memungkinkan kembali terjadinya banjir sebagaimana sebelum adanya bendungan. Dalam keadaan yang lebih kompleks, restorasi juga mungkin memerlukan pengenalan kembali spesies asli yang telah hilang, pengendalian bahaya, serbuan spesies lain yang berasal dari luar ekosistem tersebut, bahkan hal-hal praktis lainnya yang lebih besar. Degradasi ekosistem atau proses transformasi seringkali terjadi berlarut-larut sehingga menyebabkan hilangnya keadaan awal yang penting dalam suatu ekosistem. Terkadang, proses pemulihan ekosistem terhenti sama sekali sehingga sulit terjadinya proses pemulihan secara alami. Oleh karena peristiwa-peristiwa inilah maka restorasi ekologi bertujuan menginisiasi atau memfasilitasi dimulainya kembali proses-proses yang akan mengembalikan ekosistem sebagaimana yang diinginkan.

Jika pengembalian ekosistem sebagaimana keadaan yang diinginkan terwujud, maka ekosistem yang dimanipulasi tersebut mungkin tidak lagi membutuhkan bantuan pihak luar untuk memastikan keberlanjutan dan integritasnya, dengan demikian program restorasi dianggap selesai. Namun demikian, ekosistem terestorasi sering membutuhkan penanganan berkelanjutan untuk melawan serbuan spesies lain, dampak dari kegiatan-kegiatan manusia, perubahan iklim, dan hal-hal tak terduga lainnya. Dalam hal ini, penanganan ekosistem terestorasi tidak berbeda dibandingkan dengan ekosistem yang rusak, keduanya cenderung memerlukan beberapa tingkat pengelolaan ekosistem. Walaupun restorasi ekologi dan pengelolaan ekosistem merupakan suatu rangkaian dan sering menggunakan bentuk intervensi yang sama, restorasi ekologi bertujuan untuk membantu atau memulai pemulihan

sedangkan pengelolaan ekosistem dimaksudkan untuk menjamin keberlanjutan pemulihan ekosistem seterusnya.

Beberapa ekosistem, khususnya di negara berkembang, masih dikelola oleh praktek-praktek budaya tradisional yang berkelanjutan. Hubungan timbal balik yang terjadi pada ekosistem kebudayaan ini, antara kegiatan-kegiatan kebudayaan dengan proses-proses ekologis memungkinkan terjaganya kelestarian ekosistem. Banyak ekosistem-ekosistem berbasis budaya yang telah terkena dampak pertumbuhan demografi dan berbagai macam tekanan luar sehingga membutuhkan pemulihan. Pemulihan ekosistem tersebut biasanya mencakup pemulihan yang diiringi oleh praktek pemulihan tradisional, termasuk dukungan untuk kelangsungan hidup budaya masyarakat setempat sebagai sumber pengetahuan ekologi. Restorasi ekologi mendorong dan mungkin memang tergantung pada partisipasi jangka panjang masyarakat setempat. Kondisi budaya (praktek kebudayaan) dalam budaya tradisional juga mengalami perubahan global yang belum pernah terjadi sebelumnya. Oleh karena itu, untuk mengakomodasi perubahan ini, restorasi ekologi hendaknya menerima atau bahkan mendorong praktek-praktek budaya yang tepat dan berkelanjutan dengan mempertimbangkan kondisi terbaru dan kendala-kendalanya. Amerika Utara, dalam hal ini, memfokuskan pada pemulihan bentang alam murni, namun praktek ini sulit atau bahkan tidak dapat diterapkan di daerah-daerah lain seperti Eropa di mana bentang alam adalah bagian dari budaya, atau di sebagian besar Afrika, dan Amerika Latin, di mana restorasi ekologi sulit dipertahankan kecuali jika dapat dimanfaatkan untuk kepentingan dasar manusia.

Hal yang membuat konsep pemulihan ekologis ini sangat menginspirasi adalah keadaan dimana praktek-praktek kebudayaan dapat saling menguatkan dengan proses ekologi. Oleh karena itu, tidaklah mengherankan jika konsep pemulihan ekologis ini berkembang pesat di seluruh dunia, bahkan dalam banyak program, keyakinan dan praktek-praktek kebudayaan diimplementasikan untuk membantu menentukan kebijakan dan rencana yang akan dilakukan di bawah payung program restorasi.

Definisi yang disajikan di bawah ini merupakan definisi resmi yang disahkan oleh *Society for Ecological Restoration* (Perhimpunan Restorasi Ekologis), definisi ini cukup umum sehingga memungkinkan diakomodirnya berbagai pendekatan dalam upaya pemulihan ekosistem.

## **Bagian 2. Definisi Restorasi Ekologis**

*Restorasi ekologis adalah proses untuk membantu pemulihan suatu ekosistem yang telah terdegradasi, rusak, atau hancur.*

## **Bagian 3. Ciri-ciri Ekosistem Terestorasi**

Bagian ini membahas pertanyaan apa yang dimaksud dengan "pemulihan" dalam restorasi ekologi. Sebuah ekosistem dikategorikan telah pulih - dan dipulihkan - ketika mengandung sumber daya biotik dan abiotik yang memadai untuk keberlanjutannya tanpa membutuhkan bantuan lebih lanjut. Sehingga akan dapat menopang ekosistem tersebut baik secara struktural maupun fungsional, yang dapat bertahan terhadap gangguan lingkungan dan dapat

berinteraksi dengan ekosistem tetangga dalam hal arus biotik dan abiotik serta interaksi budaya.

Sembilan ciri yang tercantum di bawah ini memberikan gambaran untuk menentukan tercapainya proses pemulihan ekosistem. Namun pemulihan suatu ekosistem tidak harus ditunjukkan oleh terpenuhinya keseluruhan ciri tersebut. Ciri-ciri ini hanya dibutuhkan sebagai acuan untuk mengukur perkembangan ekosistem sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Beberapa ciri mudah diukur, namun sebagian ciri lainnya harus dinilai secara tidak langsung, termasuk sebagian fungsi ekosistem yang tidak bisa dipastikan tanpa upaya penelitian beragam yang sering kali melebihi kapasitas dan anggaran suatu proyek restorasi.

- 1 . Ekosistem yang telah pulih berisi kumpulan karakteristik dari spesies yang terdapat dalam ekosistem dan menjadi acuan bagi struktur masyarakat.
- 2 . Ekosistem yang telah pulih terdiri dari spesies endemik utama. Dalam ekosistem budaya yang dipulihkan, dukungan dana dapat diberikan untuk spesies peliharaan eksotis serta untuk spesies ruderal dan segetal non-invasif yang mungkin berevolusi secara bersama dengan spesies-spesies tersebut. Spesies ruderal adalah tanaman yang menguasai area-area terganggu, sedangkan segetal biasanya tumbuh bercampur dengan tanaman lain pada ekosistem tersebut.
- 3 . Semua kelompok fungsional yang diperlukan untuk pengembangan lanjutan dan/atau stabilitas ekosistem dipulihkan haruslah terwakili, jika tidak, kelompok yang hilang berpotensi untuk dikuasai secara alami.
- 4 . Lingkungan fisik dari ekosistem dipulihkan mampu mempertahankan populasi serta mereproduksi spesies-spesies yang diperlukan untuk keberlanjutan atau pengembangan sesuai keinginan.
- 5 . Ekosistem yang dipulihkan haruslah dapat berfungsi normal untuk tahap ekologi pembangunan.
- 6 . Ekosistem yang dipulihkan dapat diintegrasikan dengan baik ke dalam matriks ekologi yang lebih besar atau bentang alam (lanskap), melalui pertukaran komponen-komponen abiotik dan biotik.
- 7 . Potensi ancaman terhadap kesehatan dan keutuhan ekosistem yang telah dipulihkan dari lingkungan sekitarnya hendaknya telah dihilangkan atau dikurangi sebanyak mungkin.
- 8 . Ekosistem yang dipulihkan cukup tangguh untuk bertahan dari stress berkala normal dalam lingkungan lokal yang berfungsi untuk menjaga integritas ekosistem.
- 9 . Ekosistem yang dipulihkan haruslah dapat mandiri setara dengan ekosistem yang menjadi acuan, dan memiliki potensi untuk bertahan tanpa batas waktu dalam kondisi lingkungan yang ada. Namun demikian, aspek keanekaragaman hayati, struktur dan fungsi dapat berubah sebagai bagian dari pengembangan ekosistem normal, dan dapat berfluktuasi dalam respon terhadap stress berkala normal dan gangguan skala besar yang terjadi sesekali. Seperti dalam setiap ekosistem utuh, komposisi jenis dan ciri-ciri lainnya dari ekosistem yang dipulihkan dapat berkembang/berubah sesuai dengan terjadinya perubahan kondisi lingkungan.

Ciri-ciri lain dapat ditambahkan jika sejalan dengan tujuan dari program restorasi ini. Sebagai contoh, salah satu tujuan dari restorasi adalah mampu untuk menyediakan barang dan jasa

alam yang ditetapkan untuk manfaat sosial secara berkelanjutan. Sehingga dalam hal ini, ekosistem yang dipulihkan berfungsi sebagai modal alam untuk penyediaan barang dan jasa. Tujuan lain yang memungkinkan diperoleh dari ekosistem yang terestorasi adalah untuk menyediakan habitat bagi spesies langka atau tempat pengumpulan kekayaan genetik dari beragam spesies terpilih. Tujuan-tujuan restorasi lainnya yang mungkin dicapai meliputi penyediaan fasilitas estetika atau mengakomodir kegiatan-kegiatan sosial, seperti penguatan komunitas melalui partisipasi individu dalam proyek restorasi.

#### **Bagian 4 . Penjelasan Istilah**

Berbagai istilah teknis digunakan dalam seluruh dokumen ini. Beberapa istilah ini mungkin asing bagi pembaca umumnya, sedangkan istilah lain memiliki lebih dari satu makna. Oleh karena itu, untuk mengurangi terjadinya kesalahpahaman, istilah-istilah utama (penting) dijelaskan sesuai dengan pemahaman yang dimaksudkan oleh dokumen ini.

Suatu **ekosistem** terdiri dari **biota** (tanaman, hewan, mikroorganisme) yang berada dalam suatu daerah tertentu, lingkungan yang mendukung, dan **interaksi** antara mereka. Populasi spesies yang terdiri dari biota secara kolektif diidentifikasi sebagai **komunitas biotik**. Komunitas ini sering dipisahkan berdasarkan status **taksonomi** (misalnya komunitas serangga) atau **bentuk kehidupan** lainnya (misalnya komunitas pohon). Kumpulan organisme juga dapat diakui melalui peran fungsionalnya dalam ekosistem (misalnya produsen primer, herbivora, karnivora, pengurai, pemfiksasi nitrogen, penyerbuk), dalam hal ini mereka disebut sebagai **kelompok fungsional**. **Fisik** atau **lingkungan abiotik** yang menopang biota suatu ekosistem termasuk tanah atau substrat, atmosfer atau media cair, hidrologi, cuaca dan iklim, bentuk topografi, nutrisi, dan salinitas. **Habitat** mengacu pada tempat tinggal organisme atau komunitas yang menyediakan kondisi yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya.

Ekosistem dapat diakui dalam unit spasial dari berbagai ukuran, mulai dari lingkungan mikro yang hanya berisi beberapa individu hingga ke suatu daerah yang memiliki beberapa derajat homogenitas struktural dan taksonomi berskala kecil dan berbasis masyarakat seperti “ekosistem lahan basah”, atau skala besar dan berbasis bioma seperti “ekosistem hutan hujan tropis”. Restorasi ekologi dapat dilakukan pada berbagai skala, tetapi dalam prakteknya semua restorasi ekologi harus didekati dengan perspektif bentang alam spasial eksplisit untuk memastikan kelancaran interaksi dan hubungan antara ekosistem yang berdekatan. **Bentang alam (lanskap)** terdiri dari dua atau lebih ekosistem yang mengalami pertukaran organisme, energi, air dan nutrisi. Hal lebih baik dan penting yang sebaiknya dilakukan untuk program restorasi ekologi adalah mengintegrasikan beberapa ekosistem dan bentang alam terfragmentasi, daripada hanya terfokus pada ekosistem tunggal.

Sebuah **bentang alam alami** atau **ekosistem alam** adalah ekosistem yang dikembangkan oleh proses alam yang kemudian mengorganisir dan mempertahankannya secara mandiri. Sebuah **bentang alam budaya** atau **ekosistem budaya** adalah ekosistem yang dikembangkan melalui gabungan antara proses alami dan campur tangan manusia. Banyak

padang rumput dan savana terbentuk dari aktivitas manusia seperti pembakaran berkala permukaan suatu ekosistem untuk berburu, kegiatan-kegiatan sosial atau peternakan . Di Eropa, banyak ekosistem padang rumput yang kaya spesies berkembang sebagai akibat penghapusan hutan-hutan di zaman perunggu, yang kemudian tetap dipertahankan melalui cara pemotongan rumput dan penggembalaan ternak musiman. Perbaikan padang rumput yang rusak dapat dikategorikan sebagai restorasi ekologi, meskipun ekosistem padang rumput tersebut terbentuk sebagai eksek dari aktivitas manusia. Contoh lainnya adalah hutan konifer padat yang saat ini menempati sebagian besar wilayah barat Amerika Utara. Pada abad ke-19, kebanyakan hutan ini merupakan lahan terbuka dan taman- taman yang dipenuhi oleh tumbuhan herba yang diakibatkan oleh seringnya penggunaan api dan pemanfaatan tumbuhan oleh suku asli. Hutan ini tampak alami dengan kondisi yang berkelanjutan di bawah kendali pemanfaatan lahan oleh suku asli. Kembalinya ekosistem terbuka ini, seperti taman hutan, dimanfaatkan oleh dan dengan cara suku tradisional, memenuhi syarat sebagai restorasi ekologi. **Praktek-praktek budaya yang berkelanjutan** adalah penggunaan lahan secara tradisional oleh manusia yang menjaga keanekaragaman hayati dan produktivitasnya. Dalam konteks ini, biota dinilai sama pentingnya antara fungsi jangka panjangnya sebagai penstabil ekosistem maupun jangka pendek sebagai komoditas. Mungkin semua ekosistem alam sedikit banyaknya dipengaruhi oleh budaya, hal ini sangat bermanfaat dalam melakukan program restorasi.

Istilah-istilah degradasi, kerusakan, kehancuran dan transformasi semua merupakan penyimpangan dari keadaan normal atau keadaan yang diinginkan dari suatu ekosistem utuh. Arti dari istilah-istilah ini sering tumpang tindih, dan penerapannya tidak selalu jelas. **Degradasi** berkaitan dengan perubahan secara perlahan atau bertahap yang mengurangi integritas ekologi dan keutuhan ekosistem. **Kerusakan** mengacu pada perubahan akut dan jelas dalam suatu ekosistem. Sebuah ekosistem dikategorikan **hancur** ketika degradasi atau kerusakan yang terjadi sedemikian parahnya hingga menghapus semua kehidupan makroskopik, termasuk reruntuhan lingkungan fisik. **Transformasi** adalah konversi dari suatu ekosistem menjadi berbagai jenis ekosistem atau berbagai jenis penggunaan lahan.

Sebuah **ekosistem acuan** berfungsi sebagai model untuk perencanaan proyek restorasi ekologi, yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi proyek tersebut. Dalam kasus dimana obyek restorasi terdiri dari dua atau lebih jenis ekosistem maka ekosistem acuan bisa disebut **bentang alam (lanskap) acuan** atau, jika hanya sebagian dari bentang alam lokal yang akan dipulihkan maka disebut **unit bentang alam acuan**. Bagaimanapun bentuknya, ekosistem, lanskap atau unit, untuk memudahkannya, cukup disebut sebagai **acuan (referensi)**. Biasanya, acuan mewakili sebuah titik kemajuan yang terletak di suatu tempat di sepanjang lintasan restorasi yang dimaksudkan. Dengan kata lain, ekosistem yang dipulihkan pada akhirnya diharapkan dapat meniru ciri-ciri ekosistem acuan. Tujuan dan strategi proyek yang dikembangkan hendaknya sejalan dengan harapan tersebut. Ekosistem acuan dapat terdiri dari satu atau beberapa lokasi tertentu yang mengandung model ekosistem, penjelasan tertulis, atau kombinasi keduanya. Informasi yang dikumpulkan pada ekosistem acuan meliputi berbagai komponen baik biotik maupun abiotik. Penjelasan lanjutan mengenai ekosistem acuan dapat dilihat pada [Bagian 5](#).

**Lintasan ekologi** adalah gambaran jalur perkembangan suatu ekosistem sejalan dengan perubahan waktu. Dalam restorasi, lintasan dimulai saat ekosistem belum direstorasi hingga sampai pada kemajuan yang diharapkan, yang tertuang dalam tujuan proyek restorasi dan sejalan dengan keadaan ekosistem acuan. Lintasan ekologi mencakup semua ciri ekologi - biotik dan abiotik – dalam suatu ekosistem, dan secara teori dapat dipantau oleh pengukuran berurutan dan berkesinambungan oleh parameter-parameter ekologi. Lintasan ekologi tidaklah sempit dan terbatas, melainkan mencakup berbagai potensi ekspresi ekologi seluas-luasnya seiring perjalanan waktu, yang dapat dijelaskan secara matematis kompleks atau diprediksikan melalui berbagai model ekologi. Penjelasan empiris lengkap terhadap lintasan ekologi haruslah hanya terhambat pada dua cara. Pertama, jumlah ciri-ciri ekosistem yang dapat diukur jauh melebihi kapasitas yang tersedia, dan deskripsi lintasan ekologi dari waktu ke waktu selalu tidak lengkap. Kedua, data pemantauan hanya berlandaskan pada ekosistem itu sendiri untuk setiap parameternya, namun kombinasi setiap lintasan ekologi tunggal tersebut memerlukan analisis multivariat yang sangat kompleks dan belum sepenuhnya tersedia. Oleh karena itu, hal ini merupakan tantangan penelitian yang harus dilakukan di masa mendatang.

**Keanekaragaman** mengacu pada biota dalam hal taksonomi dan keragaman genetik dalam berbagai bentuk kehidupan dan berjalannya aturan-aturan ekologi. **Biota** tersusun secara hirarkis dari tingkat genom sampai organisme individual, spesies, populasi, dan komunitas. Dua aspek terkait keanekaragaman hayati adalah **komposisi jenis**, yaitu urutan taksonomi dari suatu spesies serta kekayaan jenisnya (banyaknya jumlah jenis yang ada). Bagian penting dari suatu pemulihan terhadap komposisi jenis tidaklah dapat dilebih-lebihkan dalam program restorasi. **Redundansi (tumpang tindih) spesies**, yaitu adanya beberapa spesies yang berperan serupa dalam suatu ekosistem, menjamin kesehatan ekosistem tersebut terhadap tekanan, gangguan atau perubahan lingkungan lainnya.

Agar ekosistem dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat dan dapat bertahan terhadap tekanan lingkungan yang berubah, maka populasi-populasi spesiesnya haruslah memiliki **kestabilan genetik**. Ekosistem yang terdiri dari populasi genetik yang cocok tidak hanya dapat beradaptasi dengan lingkungannya namun juga dapat membantu terbentuknya 'redundansi (tumpang tindih) genetik', yang berisi kumpulan genetik (gen pool) dengan beragam alel yang dapat dipilih untuk merespon perubahan lingkungan. Dalam kondisi normal, reintroduksi **ekotipe lokal** cukup untuk menjaga kesetimbangan genetiknya. Namun tidak demikian halnya pada daerah yang telah mengalami kerusakan cukup parah, pengenalan **beragam saham genetik** merupakan langkah yang lebih disarankan karena memungkinkan terjadinya rekombinasi genetik yang mengarah pada perkembangan ekotipe yang lebih baik dan adaptif.

**Struktur masyarakat** bermakna fisiognomi atau struktur masyarakat yang mempertimbangkan kepadatan, stratifikasi horizontal, distribusi frekuensi populasi-populasi spesies serta ukuran dan bentuk kehidupan masyarakat tersebut.

**Proses-proses ekologi** atau **fungsi-fungsi ekosistem** merupakan bagian yang dinamis dalam suatu ekosistem, termasuk di dalamnya adalah interaksi antara sesama organisme dan organisme dengan lingkungannya. Proses-proses ekologi merupakan dasar dari perawatan diri sebuah ekosistem. Beberapa ahli ekologi restorasi membatasi penggunaan istilah '**fungsi-fungsi ekosistem**' hanya pada ciri-ciri dinamis yang langsung mempengaruhi metabolisme, terutama terhadap penggunaan dan transformasi energi, nutrien, serta kelembaban. Contohnya proses fiksasi karbon dalam peristiwa fotosintesis, interaksi trofik, dekomposisi, dan siklus mineral nutrien. Jika fungsi-fungsi ekosistem didefinisikan hanya sebatas hal-hal tersebut, maka ciri-ciri dinamis lainnya dikategorikan sebagai 'proses-proses ekosistem' seperti stabilisasi substrat, kontrol iklim mikro, pembagian habitat untuk spesies-spesies tertentu, polinasi dan penyebaran benih. Fungsi-fungsi pada skala yang lebih besar umumnya dikelompokkan ke dalam istilah-istilah yang lebih umum, seperti penyimpanan nutrisi dan kelembaban dalam jangka panjang serta keberlanjutan ekosistem secara keseluruhan.

Fungsi-fungsi dan proses-proses ekosistem termasuk reproduksi dan pertumbuhan organisme lah yang menyebabkan ekosistem dapat memperbaiki dirinya sendiri atau disebut **otogenik**. Tujuan umum program restorasi ekosistem alami adalah tercapainya otogenik hingga pada taraf tidak dibutuhkannya lagi bantuan restorasionis (ahli restorasi). Dalam hal ini, peran utama seorang ahli restorasi adalah menginisiasi terjadinya proses otogenik. Praktisi restorasi umumnya berpendapat bahwa proses-proses otogenik akan dimulai setelah komposisi jenis dan struktur ekosistem yang sesuai telah dibentuk kembali. Pendapat ini tidaklah selalu benar, namun merupakan titik awal yang wajar untuk suatu restorasi ekosistem.

Beberapa proses dinamis berasal dari luar ekosistem tersebut, seperti kebakaran, banjir, angin kencang, perbedaan salinitas karena pasang surut dan badai, pembekuan serta kekeringan. Proses-proses eksternal ini terkadang dikambing hitamkan sebagai **stressor**, pemicu terjadinya tekanan pada biota. Biota yang ditempatkan pada suatu ekosistem haruslah memiliki ketahanan terhadap peristiwa-peristiwa yang merupakan stress normal yang terjadi secara berkala di lingkungan setempat. Berbagai peristiwa tersebut berfungsi untuk menjaga kesatuan ekosistem, dengan mencegah berkembangnya spesies-spesies lain yang tidak sesuai. Misalnya masuknya garam pada peristiwa pasang surut air laut sangat penting untuk mempertahankan ekosistem rawa dan mencegah konversi ke ekosistem air tawar. Dalam ekosistem budaya, aktifitas manusia seperti pembakaran atau penggembalaan dapat dikategorikan sebagai pemicu stress pada ekosistem. Istilah **gangguan** atau **kekacauan** terkadang digunakan juga sebagai 'stressor' atau 'keadaan stress'. Namun istilah 'gangguan' yang dimaksudkan dalam dokumen ini dibatasi hanya pada peristiwa-peristiwa yang berdampak cukup parah pada ekosistem, bukan peristiwa-peristiwa stress lingkungan yang normal.

**Ketahanan** adalah istilah yang menggambarkan kemampuan ekosistem untuk mempertahankan ciri struktural dan fungsionalnya dalam menghadapi stress dan gangguan. **Perlawanan** adalah kemampuan ekosistem untuk memperoleh kembali ciri-ciri struktural dan fungsionalnya setelah mengalami kehancuran akibat stress lingkungan atau gangguan. **Stabilitas ekosistem** adalah kemampuan ekosistem untuk mempertahankan



keseimbangannya secara dinamis, bukan statis. Stabilitas tercapai jika ekosistem mampu bertahan dan melakukan perlawanan.

Istilah kesatuan ekosistem dan kesehatan ekosistem umumnya digunakan untuk menggambarkan tingkat yang diinginkan pada suatu ekosistem terestorasi. Meskipun beberapa penulis menggunakan istilah tersebut secara bergantian, arti keduanya sangatlah berbeda. **Kesatuan ekosistem** adalah keadaan suatu ekosistem yang menampilkan karakteristik keanekaragaman hayati dari suatu ekosistem acuan, seperti komposisi spesies dan struktur komunitas, dan sepenuhnya mampu mempertahankan fungsi ekosistem normal.

**Kesehatan ekosistem** adalah keadaan ekosistem dimana ciri-ciri dinamis terdapat dalam rentang 'normal' dari aktifitas relatif terhadap tingkat perkembangannya. Sebuah ekosistem terestorasi dikatakan sehat jika fungsi-fungsinya berjalan normal sebanding dengan ekosistem acuannya, atau memiliki ciri-ciri ekosistem terestorasi sebagaimana disebutkan di [Bagian 3](#). Kesatuan ekosistem ditunjukkan dengan adanya keselarasan antara kesehatan ekosistem dan lingkungan abiotik yang sesuai.

### **Bagian 5. Ekosistem Acuan**

Sebuah ekosistem acuan berfungsi sebagai model untuk merencanakan proyek restorasi serta mengevaluasinya di kemudian hari. Dalam bentuk paling sederhana, ekosistem acuan adalah ekosistem sebenarnya, keterangan tertulisnya, atau keduanya. Masalah yang ada pada ekosistem acuan sederhana adalah karena hanya mewakili satu bagian atau ekspresi dari keseluruhan ciri-ciri ekosistem. Ekosistem yang dipilih dapat merupakan ekosistem yang memiliki satu atau beberapa bagian penting yang berada di dalam lintasan sejarah ekosistem tersebut. Acuan mencerminkan kombinasi dari peristiwa-peristiwa stokastik yang terjadi selama perkembangan ekosistem tersebut.

Dengan demikian, suatu ekosistem yang sedang direstorasi dapat dikembangkan lebih besar. Tingkat perkembangan apapun yang terbentuk sejauh dapat dibandingkan dengan bagian yang potensial dimana acuan tersebut dapat dikembangkan, memungkinkan digolongkan sebagai restorasi. Dengan demikian, sebuah acuan sederhana, tidaklah cukup hanya dengan mengungkapkan kumpulan daerah-daerah yang berpotensi direstorasi beserta variasinya. Oleh karena itu, suatu ekosistem acuan sebaiknya dibentuk dari berbagai daerah acuan lainnya. Deskripsi gabungan ini memberikan dasar yang lebih realistis dalam perencanaan program restorasi.

Sumber-sumber informasi yang dapat digunakan untuk merencanakan ekosistem acuan termasuk:

- deskripsi ekologi, daftar spesies beserta peta daerah yang direncanakan untuk direstorasi sebelum terjadinya kerusakan;
- keadaan terdahulu dan juga keadaan terbaru beserta foto-foto permukaan tanah;
- reruntuhan daerah yang akan direstorasi yang menunjukkan kondisi fisik dan biota sebelumnya;
- deskripsi ekologi dan daftar spesies dari ekosistem yang sama;

- spesimen-spesimen herbarium dan museum;
- catatan sejarah dan sejarah yang diutarakan oleh orang-orang yang akrab dengan daerah yang akan direstorasi, sebelum terjadinya kerusakan;
- bukti-bukti paleologi seperti fosil serbuk sari, arang, lingkaran tahun suatu pohon, jenis-jenis binatang pengerat.

Nilai sebuah daerah acuan akan meningkat sejalan dengan jumlah informasi yang dikandungnya, namun setiap pendataan informasi sering terkendala oleh waktu dan ketersediaan dana. Semaksimalnya, dasar inventarisasi ekologi menjelaskan tentang ciri-ciri lingkungan abiotik dan aspek-aspek keragaman hayati yang penting seperti komposisi jenis dan struktur komunitas. Selain itu, juga mengidentifikasi peristiwa-peristiwa stress berkala normal yang menjaga keutuhan ekosistem. Deskripsi yang harus ada pada ekosistem budaya yang menjadi acuan adalah adanya penjelasan tentang praktek-praktek budaya yang sangat penting dalam pemulihan dan pengelolaan suatu ekosistem yang akan direstorasi.

Deskripsi dari suatu daerah acuan menjadi rumit oleh dua faktor yang harus disesuaikan untuk menjamin kualitas dan kegunaannya. Pertama, daerah yang dijadikan acuan merupakan daerah yang memiliki kekayaan alam terjaga baik sedangkan daerah yang akan direstorasi umumnya berada pada tahap-tahap awal ekologi. Dalam keadaan demikian, daerah acuan membutuhkan penyisipan kembali ke tahap perkembangan sebelumnya untuk keperluan perencanaan dan evaluasi proyek. Interpretasi tidaklah diperlukan jika tahap perkembangan pada daerah yang akan direstorasi berkembang baik sehingga dapat langsung dibandingkan dengan daerah acuannya. Kedua, jika tujuan restorasi adalah tercapainya ekosistem alami, hampir seluruh daerah acuan yang ada akan terkena beberapa dampak yang merugikan manusia. Untuk itu, mungkin diperlukan penghilangan beberapa hal yang tidak diperlukan dari daerah acuan. Oleh karena itu, persiapan program restorasi membutuhkan pengalaman dan penilaian ekologi yang canggih (memadai).

Tujuan proyek restorasi secara tertulis sangatlah penting untuk menentukan secara jelas deskripsi dari suatu acuan. Restorasi bentang alam dalam skala besar yang hanya membutuhkan restorasi secara umum, maka deskripsi acuannya dapat sama-sama umum. Dengan demikian, foto udara merupakan sumber informasi paling berharga untuk persiapan acuan. Restorasi dalam skala yang lebih kecil dan detil, membutuhkan lebih banyak informasi acuan yang lebih detil, seperti data yang diambil langsung dari lokasi pada petak kecil.

## **Bagian 6. Spesies eksotis**

Spesies eksotik, baik tanaman maupun hewan adalah spesies yang diperkenalkan ke suatu daerah yang sebelumnya tidak ada. Oleh karena program restorasi ekologi ekosistem alam berupaya memulihkan ekosistem sedekat mungkin dengan keadaan aslinya, maka diupayakan adanya pengurangan atau penghapusan spesies eksotik di daerah yang sedang direstorasi. Namun demikian, adanya keterbatasan finansial dan logistik yang sering muncul saat menjalani program restorasi, maka penting untuk bersikap realistis dan pragmatis dalam mengontrol adanya spesies eksotik. Dalam bentang alam budaya, spesies eksotik sering merupakan bagian integral dari ekosistem, terutama karena tanaman dan hewan ternak,

bahkan sebagai ruderal atau segetal yang mungkin berevolusi bersama dengan spesies peliharaan. Spesies eksotik seperti itu dapat diterima untuk restorasi budaya.

Dalam ekosistem alam, spesies eksotik yang diperkenalkan ke suatu daerah umumnya akan bersaing dan menggantikan spesies asli. Namun, tidak semua spesies eksotik berbahaya. Beberapa diantaranya bahkan memenuhi peran ekologis yang sebelumnya dilakukan oleh spesies asli yang kemudian telah menjadi langka atau punah. Pada kasus seperti ini, tidaklah bijak jika spesies eksotik tersebut ditiadakan dalam ekosistem yang akan direstorasi. Beberapa spesies eksotis diperkenalkan berabad-abad yang lalu oleh manusia atau yang lainnya dan telah bernaturalisasi, sehingga status mereka sebagai eksotis tidaklah jelas. Spesies lain telah bermigrasi keluar masuk wilayah tersebut dalam menanggapi fluktuasi iklim selama Holosen, sehingga hampir tidak dapat dianggap sebagai eksotik. Bahkan jikapun semua spesies eksotik dikeluarkan dari lokasi restorasi, kesempatan untuk menyerbu kembali daerah tersebut mungkin tetap tinggi. Oleh karena itu penting dibuat aturan kebijakan yang akan dikembangkan untuk setiap spesies eksotik ini, berdasarkan realitas biologis, ekonomis dan logistik. Pemusnahan hendaknya hanya diprioritaskan pada spesies yang menimbulkan ancaman terbesar bagi ekosistem yang akan direstorasi seperti spesies tanaman invasif yang berkembang sangat cepat dan menimbulkan ancaman ekologi pada tingkat bentang alam dan regional dan hewan yang mengkonsumsi spesies asli. Jika spesies eksotik dihapus maka haruslah dengan meminimalkan gangguan terhadap spesies asli serta tanah pada ekosistem tersebut.

Dalam beberapa kasus, spesies eksotik digunakan untuk tujuan tertentu dalam proyek restorasi, misalnya sebagai tanaman penutup, tanaman peneduh atau pemfiksasi nitrogen. Spesies tanaman yang memiliki umur panjang dan sulit digantikan oleh adanya proses suksesi, maka haruslah dimasukkan ke dalam daftar spesies yang akan dihilangkan dalam rencana program restorasi.

## **Bagian 7. Monitoring dan Evaluasi**

Sebuah proyek restorasi yang direncanakan dengan baik akan dengan jelas menyebutkan tujuan yang mencerminkan ciri-ciri penting dari ekosistem acuannya. Tujuan-tujuan dijabarkan dengan mengikuti sasaran-sasaran khusus. Tujuan (*goal*) adalah keinginan yang akan dicapai, sedangkan sasaran (*objective*) adalah langkah nyata yang diambil untuk mencapai tujuan. Dua pertanyaan mendasar yang harus ditanyakan sehubungan dengan proses evaluasi ekosistem yang dipulihkan. Apakah sasaran telah terpenuhi? Apakah tujuan tercapai? Jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan itu dapat divalidasi hanya jika tujuan dan sasaran telah dinyatakan sebelum proyek restorasi dilaksanakan.

Ekosistem sangatlah kompleks, dan tidak ada dua ekosistem utuh yang benar-benar sama, setidaknya, jika dievaluasi sampai tahap yang sangat detil. Dengan alasan tersebut, tidak ada ekosistem yang direstorasi akan identik dengan acuan tunggal manapun. Jumlah variabel-

variabel dalam ekosistem yang dapat digunakan dalam sebuah evaluasi sangatlah besar untuk dapat diukur seluruhnya dalam waktu yang singkat. Pemilihan variabel mana yang dapat digunakan dan mana yang tidak membutuhkan pragmatism dan pertimbangan dari evaluator.

Sasaran dievaluasi berdasarkan **standard kerja**, juga dikenal dengan kriteria design dan kriteria keberhasilan. Standar-standar atau kriteria-kriteria ini terkandung dalam sebagian besar pemahaman tentang ekosistem acuan. Standar kinerja memberikan dasar empiris untuk menentukan apakah tujuan proyek telah tercapai atau belum. Sasaran, standard kinerja, dan protokol untuk monitoring dan untuk penilaian data sudah harus tertuang di dalam rencana restorasi sebelum proyek berjalan. Jika interpretasi data yang diperoleh saat monitoring menunjukkan bahwa standar kinerja telah terpenuhi, maka tidak ada keraguan bahwa tujuan proyek telah tercapai, dan ekosistem yang direstorasi akan cukup tangguh sehingga hanya membutuhkan sedikit campur tangan praktisi restorasi atau tidak sama sekali.

Diasumsikan bahwa jika sasaran-sasaran telah tercapai, maka tujuan juga akan tercapai. Namun, asumsi ini tidaklah sepenuhnya benar, jika tujuan dan standard kinerja yang ditetapkan tidak memadai, atau terjadinya perubahan-perubahan lingkungan yang tidak terantisipasi sebelumnya, maka tujuan restorasi bias saja tidak tercapai. Oleh karena itu, dalam mengevaluasi tujuan dari program restorasi, sangatlah dibutuhkan pertimbangan para professional dan subjektifitas tidaklah dapat dihindari karena tujuan tidak dapat semata-mata diukur dengan pengukuran empiris yang ketat.

Tiga landasan yang dapat digunakan dalam proses evaluasi: *perbandingan langsung*, *analisis ciri-ciri*, dan *analisis lintasan*. Pada **perbandingan langsung**, parameter-parameter terpilih akan ditentukan dan diukur, baik pada daerah restorasi maupun daerah acuan. Jika deskripsi acuan menyeluruh, sebanyak 20 atau 30 parameter dapat dibandingkan dengan mencakup aspek lingkungan biotik dan abiotik. Hal ini dapat menyebabkan ambiguitas interpretasi jika sebagian hasil perbandingan dekat sedangkan sebagian lainnya tidak. Sehingga menimbulkan pertanyaan berapa banyak parameter harus memiliki nilai yang sama dan seberapa dekat nilai-nilainya sebelum tujuan restorasi dapat dikatakan berhasil? Pendekatan yang paling memungkinkan adalah dengan memilih secara hati-hati daerah yang secara bersama menggambarkan keseluruhan ekosistem secara ringkas.

Dalam **analisis ciri-ciri**, ciri-ciri dinilai dalam kaitannya dengan daftar yang disediakan dalam Bagian 3. Dalam strategi ini, data kuantitatif dan semi kuantitatif dari monitoring yang telah dijadwalkan dan persediaan lainnya sangat berguna dalam menilai sejauh mana setiap tujuan telah tercapai.

**Analisis lintasan** merupakan strategi yang menjanjikan, masih dalam pengembangan, untuk menafsirkan set data besar secara komparatif. Dalam strategi ini, data yang dikumpulkan secara berkala di lokasi restorasi diplot untuk membangun tren. Tren yang mengarah terhadap kondisi acuan mengkonfirmasi bahwa pemulihan mengikuti lintasan yang dimaksudkan.

Evaluasi meliputi penilaian dari setiap tujuan dan sasaran yang berhubungan dengan budaya, ekonomi, dan masalah-masalah sosial lainnya. Oleh karena itu, mungkin dibutuhkan bantuan ahli-ahli ilmu sosial dalam proses evaluasi. Evaluasi dengan tujuan sosio-ekonomi penting

bagi pengguna dan akhirnya pembuat kebijakanlah yang akan memutuskan apakah akan mengizinkan serta mendanai proyek-proyek restorasi tersebut.

### **Bagian 8 . Perencanaan restorasi**

Rencana untuk proyek restorasi minimal mencakup hal-hal berikut ini:

- alasan yang jelas mengapa restorasi diperlukan;
- deskripsi ekologi dari daerah yang akan direstorasi;
- tujuan dan sasaran dari proyek restorasi;
- penunjukan dan deskripsi ekosistem acuan;
- penjelasan tentang bagaimana restorasi yang diusulkan akan berintegrasi dengan lanskap dan organisme yang ada;
- rencana eksplisit, jadwal dan anggaran untuk kegiatan persiapan lokasi, instalasi dan pasca instalasi, termasuk strategi untuk membuat koreksi saat kegiatan sedang dijalankan;
- berkembang dengan baik dan secara eksplisit menyatakan standar kinerja, dengan pemantauan protokol di mana proyek dapat dievaluasi;
- strategi jangka panjang untuk perlindungan dan pemeliharaan ekosistem yang telah direstorasi.

Jika memungkinkan, setidaknya ada satu petak kontrol yang tidak direstorasi harus dimasukkan di lokasi proyek, untuk tujuan perbandingan dengan ekosistem yang direstorasi .

### **Bagian 9. Hubungan antara Praktek Restorasi dan Ekologi Restorasi**

**Restorasi ekologis** adalah praktek merestorasi ekosistem seperti yang dilakukan oleh para praktisi di lokasi proyek tertentu, sedangkan **ekologi restorasi** adalah ilmu di mana praktek didasarkan. Ekologi restorasi idealnya memberikan konsep yang jelas, model, metodologi dan alat bagi para praktisi dalam mendukung praktek mereka. Terkadang, praktisi ekologi dan ahli ekologi restorasi adalah orang yang sama- yang menghubungkan antara teori dan praktek. Bidang ekologi restorasi tidaklah hanya terbatas pada praktek restorasi semata. Seorang ahli ekologi restorasi dapat lebih mendalami teori-teori ekologi melalui pemanfaatan lokasi proyek restorasi sebagai daerah eksperimental. Sebagai contoh, informasi yang diperoleh dari sebuah daerah dapat digunakan dalam menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan aturan perakitan komunitas biotik. Selanjutnya, ekosistem yang telah direstorasi dapat digunakan sebagai acuan, sebagai pembanding bagi daerah yang ditunjuk untuk konservasi alam.

### **Bagian 10 . Hubungan antara Program Restorasi dengan Kegiatan Lainnya**

Restorasi ekologi adalah salah satu dari beberapa kegiatan yang berusaha untuk mengubah biota dan kondisi fisik di sebuah daerah, istilah restorasi ekologi sering bercampur dengan istilah restorasi. Kegiatan-kegiatan restorasi meliputi, pembaruan, penempatan kembali (rehabilitasi), mitigasi, rekayasa ekologi dan berbagai macam manajemen sumber daya, termasuk satwa liar, perikanan dan manajemen wilayah jangkauan, agroforesti, dan kehutanan. Semua kegiatan ini dapat tumpang tindih dengan dan bahkan mungkin memenuhi

syarat sebagai restorasi ekologi jika memenuhi semua kriteria yang dinyatakan dalam Bagian 3 dari dokumen ini. Restorasi umumnya lebih membutuhkan kegiatan-kegiatan (program-program) tambahan pasca kegiatan utama untuk memenuhi semua kriteria tersebut.

**Rehabilitasi** memiliki kesamaan mendasar dengan restorasi dalam hal sejarah ekosistem atau sebelum keberadaan ekosistem sebagai model (acuan). Namun kedua hal ini berbeda dalam hal tujuan dan strateginya. Rehabilitasi menekankan perbaikan proses ekosistem, produktivitas dan jasa, sedangkan tujuan restorasi juga mencakup pembentukan kembali integritas biotik yang sudah ada dalam hal komposisi jenis dan struktur komunitas. Meskipun demikian, restorasi, sebagaimana dipahami secara luas dalam dokumen ini, mungkin mencakup sebagian besar kegiatan yang sebelumnya diidentifikasi sebagai rehabilitasi.

Istilah **reklamasi** yang awalnya sering digunakan dalam konteks lahan bekas tambang di Amerika Utara dan Inggris, memiliki aplikasi yang lebih luas dari rehabilitasi. Tujuan utama dari reklamasi meliputi stabilisasi medan, jaminan keselamatan publik, peningkatan estetika, dan umumnya penggunaan lahan, dalam konteks regional, dianggap tujuan yang berguna. Revegetasi, yang biasanya merupakan bagian dari reklamasi lahan, mungkin hanya memerlukan pembentukan satu atau beberapa spesies. Kegiatan reklamasi yang berdasarkan pada kegiatan ekologis dapat dikategorikan sebagai rehabilitasi atau bahkan restorasi.

**Mitigasi** adalah tindakan yang dimaksudkan untuk mengkompensasi kerusakan lingkungan. Mitigasi umumnya diperlukan di Amerika Serikat sebagai syarat untuk penerbitan izin untuk pembangunan swasta dan proyek-proyek pekerjaan umum yang menyebabkan kerusakan lahan basah. Beberapa, tapi mungkin relatif sedikit, proyek mitigasi memenuhi ciri-ciri ekosistem terestorasi sebagaimana yang tercantum dalam Bagian 3 dokumen ini, dan dengan demikian memenuhi syarat sebagai restorasi.

Istilah **penciptaan** telah dipergunakan akhir-akhir ini, khususnya yang berkaitan dengan proyek-proyek yang dilakukan sebagai mitigasi di daerah yang sepenuhnya tanpa vegetasi. Istilah alternatif, **fabrikasi**, terkadang juga digunakan. Penggunaan lahan sering menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan sehingga memerlukan instalasi berbagai jenis ekosistem yang berbeda dari yang awalnya ada. Penciptaan yang dilakukan sebagai rekayasa yang diawasi atau arsitektur lanskap tidak dapat dikategorikan sebagai restorasi karena restorasi memulai pengembangan ekosistem melalui lintasan sejarahnya, dan selanjutnya memungkinkan proses otogenik untuk memandu perkembangan selanjutnya dengan sedikit atau tanpa campur tangan manusia.

**Rekayasa ekologi** melibatkan manipulasi bahan alami organisme hidup dan lingkungan fisik - kimia untuk mencapai tujuan tertentu dan memecahkan masalah teknis. Rekayasa ekologi berbeda dari teknik sipil, yang bergantung pada bahan buatan manusia seperti baja dan beton. Pertimbangan utama dalam semua desain teknik adalah hasil yang dapat diprediksi, sedangkan restorasi mengakui dan menerima perkembangan tak terduga dari tujuan awalnya karena mencakup keanekaragaman hayati dan integritas ekosistem. Jika hasil yang tidak

terduga tidak menjadi masalah, maka ruang lingkup banyak proyek rekayasa ekologi dapat diperluas hingga memenuhi syarat sebagai restorasi.

## **Bagian 11 . Integrasi antara Program Restorasi Ekologi dengan Program lain yang lebih besar**

Restorasi ekologi terkadang hanya merupakan bagian kecil dari program/proyek yang lebih besar yang dikelola oleh perusahaan negara atau swasta, seperti proyek pengelolaan daerah aliran sungai, pengelolaan ekosistem dan konservasi alam. Manajer proyek perusahaan besar harus menyadari kompleksitas dan biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pelaksanaan restorasi ekologi. Penghematan biaya dapat dilakukan dengan koordinasi yang cermat antara kegiatan restorasi dengan aspek-aspek lain dari sebuah program besar yang dijalankan. Oleh karena itu, manajer proyek akan mendapatkan keuntungan dengan mengakui restorasi ekologi sebagai komponen integral dari sebuah program. Jika hal ini dilakukan, restorasionis (ahli restorasi) dapat berkontribusi secara substansial untuk semua aspek dari program restorasi. Selain itu, restorasionis akan berada dalam posisi untuk dapat memastikan bahwa semua restorasi ekologi disusun dengan baik dan dapat dipahami. Dengan cara ini, kepentingan umum dapat dilayani dengan baik.

( 1 ) Dokumen ini harus dikutip seperti berikut ini: Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. [www.ser.org](http://www.ser.org) & Tucson: Society for Ecological Restoration International. Isi dari versi kedua sama persis dengan versi pertama kali diterbitkan pada tahun 2002, kecuali bahwa Internasional telah ditambahkan ke nama SER , foto telah ditambahkan, dan grafis didesain ulang. Versi 2 diterbitkan secara bersamaan baik yang cetak maupun online di internet di [www.ser.org](http://www.ser.org)

Para penulis utama Primer ini adalah André Clewell (Holmes Beach , FL USA), James Aronson (Montpellier, Prancis), dan Keith Winterhalder (Sudbury, ON Canada). Clewell yang mulanya mengusulkan Primer dan menulis draf pertama. Aronson dan Winterhalder, bekerjasama dengan Clewell, merevisi Primer hingga seperti saat ini. Winterhalder, dalam kapasitasnya sebagai Ketua SER Science & Policy Working Group, mengkoordinir upaya ini dan mengundang anggota Kelompok Kerja lain untuk berpartisipasi. Eric Higgs (Victoria , BC Canada) bertanggung jawab di bagian Ikhtisar. Dennis Martinez (Douglas City, CA USA ) menyumbang tulisan yang menjadi dasar untuk teks yang berkaitan dengan ekosistem budaya. Anggota kelompok lainnya memberikan kritik dan saran selama pekerjaan berlangsung, termasuk Richard Hobbs (Murdoch , WA Australia), James Harris (London, Inggris), Carolina Murcia (Cali, Kolombia), dan John Rieger (San Diego, CA USA). SPWG mengakui Eric Higgs, mantan Ketua Dewan Anggota Direksi SER, atas dorongan dan membawa Primer sebelum Direksi SER untuk adopsi resmi sebagai dokumen SER pada tanggal 6 April 2002, dengan suara bulat .

The SER Science & Policy Working Group, Mei 2002, terdiri dari James Aronson (Perancis), Andy Clewell (AS) , Wally Covington (AS), Jim Harris (Inggris), Eric Higgs (Kanada), Richard J. Hobbs (Australia), Dennis Martinez (Indigenous Peoples Restoration Network), Marc A. Matsil (AS) , Carolina Murcia (Kolombia), John Rieger (AS), dan Keith Winterhalder (Kanada) .

Dokumen ini lebih unggul dibandingkan Kebijakan Proyek SER yang awalnya diterbitkan dalam Restorasi Ekologi 2 (2) :132-133, 1994, yang kemudian diposting di situs SER ini . Dokumen ini juga lebih unggul daripada kebijakan tentang Evaluasi Proyek yang telah diposting di situs SER. Kebijakan lingkungan SER, awalnya diterbitkan dalam Restorasi Ekologi 1 (3) :206-207, 1993, tetap berlaku.