

ISSN 2828-285x



PERTANIAN, KELAUTAN, DAN BIOSAINS TROPIKA

Vol. 7 No. 4 Tahun 2025

Membangun Indikator Keberhasilan Restorasi Terumbu Karang

Penulis

Beginer Subhan¹ , Dondy Arafat¹ , Inna Puspa Ayu² , Nebuchadnezzar Akbar³

¹ Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, IPB University

² Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, IPB University

³ Departemen Ilmu Kelautan, Universitas Khairun

Membangun Indikator Keberhasilan Restorasi Terumbu Karang

Isu Kunci

Policy Brief ini memuat poin-poin penting sebagai berikut:

- 1) Indonesia merupakan salah satu negara yang paling banyak melakukan restorasi terumbu karang di dunia
- 2) Tingginya jumlah kegiatan restorasi dengan berbagai metode yang dilakukan tidak selalu menunjukkan hasil restorasi yang berhasil.
- 3) Kegagalan kegiatan restorasi terumbu karang di Indonesia diduga dipengaruhi faktor alami maupun faktor manusia (*anthropogenic*).
- 4) Penilaian keberhasilan kegiatan restorasi terumbu karang perlu disusun Parameter dan indikatornya yang mencakup berbagai aspek ekologis, sosial, dan teknis

Ringkasan

Restorasi terumbu karang adalah serangkaian upaya ilmiah dan manajerial untuk memulihkan ekosistem terumbu karang yang rusak akibat faktor alam dan aktivitas manusia. Teknik restorasi yang digunakan termasuk transplantasi karang, pembuatan terumbu karang buatan, dan pengendalian stresor lokal seperti polusi, *overfishing*, dan perubahan iklim. Kegiatan restorasi di Indonesia telah dilaksanakan di lebih dari 500 titik dalam 30 tahun terakhir, melibatkan ribuan unit terumbu buatan dan jutaan fragmen karang. Namun, banyak dari kegiatan ini tidak menunjukkan keberhasilan yang ditandai dengan kegagalan. Faktor peningkatan suhu laut, persaingan dengan alga atau spons, serta faktor manusia menjadi penyebab utama. Saat ini, Indonesia belum memiliki standarisasi untuk menilai keberhasilan restorasi terumbu karang. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan parameter dan indikator yang dapat digunakan untuk menilai efektivitas dan keberhasilan kegiatan restorasi, guna memastikan keberlanjutan ekosistem terumbu karang.

Kata kunci: Indonesia, kebijakan, pemutihan karang, restorasi terumbu karang

Pendahuluan

Restorasi terumbu karang adalah serangkaian intervensi ilmiah dan manajerial yang bertujuan untuk memulihkan dan memperkuat ekosistem terumbu karang yang terdegradasi akibat faktor alam atau aktivitas manusia. Proses ini dijalankan dengan penggunaan berbagai metode dan teknik seperti transplantasi karang, pembuatan terumbu karang buatan, serta pengendalian stresor lokal seperti polusi, *overfishing*, dan perubahan iklim untuk mendukung pemulihan struktur, keanekaragaman hayati, dan fungsi ekologis terumbu karang, serta meningkatkan daya tahan dan kesehatan ekosistem terumbu karang yang lebih luas.

Indonesia merupakan salah satu negara paling banyak melakukan kegiatan restorasi terumbu karang di dunia (Gambar 1). Lebih dari 500 titik kegiatan restorasi terumbu karang telah dimulai di seluruh Indonesia dalam 30 tahun terakhir, dengan lebih dari 170.000 unit terumbu karang buatan dan pembibitan karang, dan lebih dari jutaan fragmen karang keras yang ditanam

(Razak *et al.* 2022). Namun, tingginya jumlah kegiatan restorasi dalam berbagai bentuk seperti struktur buatan dan fragmen yang dipasang tidak selalu menunjukkan keberhasilan restorasi.

Kegagalan kegiatan restorasi terumbu karang di Indonesia diduga disebabkan beberapa faktor, baik secara alami maupun faktor yang disebabkan oleh manusia (*anthropogenic*). Berdasarkan beberapa pengalaman di lokasi restorasi, yang diamani, menunjukkan bahwa kegagalan ini banyak terjadi akibat faktor alam seperti peningkatan suhu laut dan persaingan dengan alga ataupun spons.

Pada saat ini di Indonesia belum ada standar penilaian keberhasilan kegiatan restorasi terumbu karang. Setiap instansi pemerintah ataupun pemrakarsa kegiatan restorasi terumbu karang mengembangkan parameter dan indikator keberhasilan sendiri, sehingga dirasa perlu untuk membuat suatu parameter dan indikator standar untuk menilai keberhasilan restorasi terumbu karang sebagai acuan pelaksanaan evaluasi restorasi dan perlu dijadikan landasan kebijakan.



Gambar 1 Peta sebaran kegiatan restorasi terumbu karang di Indonesia (Subhan *et al.* 2025)

Pembahasan

Penyebab Kegagalan Restorasi Terumbu Karang di Indonesia dan beberapa solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan restorasi terumbu karang, diantaranya yaitu :

1. Stres Lingkungan Lokal

- Penyebab: Kualitas air buruk akibat sedimentasi, polusi domestik, limbah industri, dan nutrisi berlebih yang menyebabkan eutrofikasi.
- Solusi:
 - Pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) dan daerah tangkapan air (*watershed management*) untuk kendalikan sedimentasi.
 - Edukasi dan pengawasan industri/lokasi wisata terhadap pembuangan limbah dan sampah serta pengaturan tata air.

2. Kegiatan Manusia (*Anthropogenic*)

- Penyebab: Penangkapan ikan menggunakan bom, sianida, jangkar kapal yang merusak terumbu, wisata yang tidak terkendali.
- Solusi:
 - Penegakan hukum yang lebih ketat dan patroli rutin.
 - Pemberdayaan masyarakat lokal sebagai penjaga terumbu (*community-based monitoring*).
 - Penerapan zonasi wisata dan larangan buang jangkar di area restorasi.
 - Zona paruh waktu yang dilakukan berdasarkan *recovery* alami yakni 6 bulan setiap tahun.
 - Pratik wisata ramah lingkungan.

3. Pemilihan Spesies atau Lokasi yang Tidak Tepat

- Penyebab: Menanam spesies karang yang tidak sesuai dengan asal mula dan kondisi lingkungan.
- Solusi:
 - Survei kondisi lingkungan sebelum restorasi (jenis karang, kedalaman, arus, substrat, kualitas air).

- Pemilihan karang tahan terhadap kondisi stres lokal.
- Diversifikasi jenis karang yang ditanam untuk meningkatkan resiliensi.

4. Penyakit Karang dan Infeksi Mikroba

- Penyebab: Penyebaran penyakit seperti *White Band Disease*, *White Syndrome*, dan *Skeletal Eroding Band*.
- Solusi:
 - Monitoring penyakit secara berkala sebelum dan sesudah restorasi.
 - Pemisahan koloni sehat dari koloni yang terinfeksi sebelum transplantasi.
 - Penggunaan metode dan teknik *micro-fragmentation* atau *nursery* yang dilengkapi kontrol patogen.

5. Perubahan Iklim dan Suhu Laut

- Penyebab: Pemanasan global yang mempengaruhi suhu air laut yang menyebabkan *coral bleaching* dan kematian karang.
- Solusi:
 - Memilih karang yang toleran suhu air laut panas atau *heat-resilient strains*.
 - Mengatur waktu penanaman di musim yang lebih aman.
 - Mengkombinasikan restorasi dengan pengurangan stresor lokal agar karang lebih *resilient*.

6. Kurangnya Keterlibatan Masyarakat Lokal

- Penyebab: Restorasi dilakukan tanpa dukungan atau partisipasi masyarakat lokal, sehingga transplantasi sering diabaikan atau bahkan dirusak oleh masyarakat.
- Solusi:
 - Program edukasi dan pemberdayaan masyarakat lokal.
 - Penetapan kawasan berdasarkan pertimbangan pengetahuan lokal dan kesepakatan masyarakat dan .
 - Menetapkan kelompok pengawas lokal atau "*coral guardians*".

- Memberikan insentif ekonomi kepada Masyarakat dalam bentuk pengemgangan jasa ekosistem seperti ekowisata atau mata pencaharian alternatif sehingga mastarakat mau untuk menjaga hasil restorasi.

7. Metode Restorasi yang Kurang Tepat

- Penyebab: Teknik transplantasi yang kurang tepat, jarak tanam terlalu rapat atau terlalu renggang, penempatan translan yang tidak tepat dan nursery tidak memadai.
- Solusi:
 - Menggunakan metode *nursery* terlebih dahulu (*in-situ* atau *ex-situ*).
 - Memperhatikan jarak dan orientasi karang agar pertumbuhan optimal.
 - Monitoring dan perawatan berkala (misal, membersihkan *algae*, mengikat kembali karang lepas), dan
 - Pemilihan Lokasi yang tepat seperti keepatan arus, alur lalu lintas perahu dan daerah bebas polusi.

Perumusan Parameter dan Indikator Penilaian Keberhasilan Restorasi Terumbu Karang

Parameter keberhasilan kegiatan restorasi terumbu karang umumnya mencakup berbagai aspek ekologis, sosial, dan teknis. Berikut adalah beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan restorasi terumbu karang:

1. Aspek Ekologis

- Kepadatan Karang: Meningkatnya jumlah individu karang di area restorasi dibandingkan dengan kondisi awal. Ini sebagai indicator keberhasilan penanaman dan pertumbuhan koloni karang.
- Keanekaragaman Hayati: Kembalinya berbagai spesies karang dan biota asosiasi lain yang bergantung pada terumbu karang, seperti ikan karang, moluska, dan invertebrata lainnya.

- Kesehatan Karang: Persentase koloni karang yang bebas dari penyakit atau kerusakan (misalnya, tidak terinfeksi oleh penyakit karang seperti *White Band Disease* atau *Skeletal Eroding Band*).
- Persentase Tutupan Karang Keras: Peningkatan persentase area terumbu karang yang tertutup oleh koloni karang sehat, yang mencerminkan pemulihan struktur terumbu karang.
- Pertumbuhan Karang: Tingkat pertumbuhan koloni karang baru setelah restorasi, baik dari penanaman maupun koloni karang alami yang berkembang.

2. Aspek Sosial

- Keterlibatan Masyarakat Lokal: Tingkat partisipasi dan keterlibatan masyarakat dalam kegiatan restorasi, mulai tahap saat pelaksanaan transplantasi, pemantauan, perlindungan, dan pengelolaan terumbu karang hasil restorasi.
- Keberlanjutan Program: Program restorasi yang berkelanjutan berupa program pemanfaatan restorasi yang melibatkan masyarakat lokal dalam pengelolaan berkelanjutan untuk memastikan keberhasilan jangka panjang.
- Peningkatan Kesadaran: Peningkatan pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya konservasi terumbu karang dan manfaatnya terhadap kehidupan ekonomi dan ekosistem.

3. Aspek Teknikal

- Metode Restorasi yang digunakan: Keberhasilan teknik restorasi yang diterapkan, seperti tata cara transplantasi karang, pemanfaatan pemijahan buatan, atau pengelolaan habitat. Ini menjadi pengetahuan baru yang dapat terus dikembangkan.
- Infrastruktur dan Sumber Daya: Keberadaan fasilitas yang mendukung keberhasilan restorasi, seperti peralatan pemantauan, perlindungan dari gangguan manusia, dan

kapasitas masyarakat dalam menjalankan restorasi.

4. Aspek Ekonomi

- Pemulihan Ekosistem yang berdampak pada keuntungan Ekonomi: Peningkatan manfaat dari restorasi seperti potensi pengembangan wisata bahari atau hasil produksi perikanan adalah indikator keberhasilan langsung dari restorasi terumbu karang.
- Kesejahteraan Masyarakat: Peningkatan penghidupan masyarakat lokal yang bergantung pada terumbu karang melalui kegiatan ekonomi berbasis terumbu karang seperti kegiatan ekowisata dan peningkatan produksi perikanan berkelanjutan.

5. Aspek Pemantauan dan Evaluasi

- Pemantauan yang Berkelanjutan: Berjalannya aktifitas pemantauan rutin oleh pengelola dalam jangka panjang untuk memastikan keberlanjutan hasil restorasi dan mengidentifikasi potensi masalah atau gangguan.
- Evaluasi Kinerja: Pengumpulan data ilmiah yang berkelanjutan dan memadai serta dilakukannya analisis keberhasilan restorasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan sebelumnya.

Contoh Indikator Keberhasilan

- Tingkat Kepadatan Karang: Mencapai atau melebihi nilai target (misalnya, >30% cover karang setelah 5 tahun).
- Keanekaragaman Hayati/Biodiversitas: Peningkatan jumlah spesies ikan atau biota asosiasi lain yang bergantung pada terumbu karang dalam area yang direstorasi.
- Kesehatan Karang: Persentase karang sehat melebihi 80% setelah periode restorasi tertentu.
- Cakupan Karang: Setidaknya ada peningkatan 10% dalam cakupan karang setelah 5 tahun dibandingkan dengan data awal.

Rekomendasi

- Pentingnya perubahan pendekatan dalam kebijakan restorasi terumbu karang di Indonesia menuntut penetapan standar nasional tentang evaluasi/penilaian keberhasilan yang mencakup indikator ekologis, teknis, dan sosial. Penyusunan pedoman teknis yang bersifat seragam oleh pemerintah pusat bersama pemerintah daerah sangat diperlukan agar dapat diterapkan oleh seluruh pihak pelaksana dalam rentang waktu dua hingga tiga tahun ke depan.
- Kewajiban pelaksanaan survei mendalam tentang kondisi lingkungan pra-restorasi, penentuan spesies karang yang sesuai dengan karakteristik lokasi, serta penerapan monitoring berkala berbasis data ilmiah perlu wajibkan sebagai bagian integral dari kebijakan restorasi.
- Selain itu, pelibatan dan pemberdayaan masyarakat sekitar Lokasi restorasi serta penguatan kelembagaan pengelolaan perlu disiapkan dalam setiap program restorasi, agar mekanisme pengawasan pasca restorasi guna memastikan keberlanjutan jangka panjang.
- Implementasi kebijakan tersebut diperkirakan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan tingkat keberhasilan restorasi, penguatan ketahanan ekosistem pesisir, serta potensi peningkatan manfaat ekonomi melalui pengembangan kegiatan ekonomi masyarakat berbasis ekosistem terumbu karang seperti ekowisata dan perikanan berkelanjutan.

Kesimpulan

Keberhasilan restorasi terumbu karang tidak hanya diukur dari aspek teknis, tetapi juga dari dampaknya terhadap ekosistem secara keseluruhan dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada terumbu karang. Keberlanjutan restorasi ini sangat tergantung pada keterlibatan masyarakat dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Razak TB, Bostrom-Einarsson L, Alisa CAG, Vida RT, Lamont TA. 2022. Coral reef restoration in Indonesia: a review of policies and projects. *Mar. Pol.* 137(2022): 104940. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104940.
- Subhan B, Lestari DF, Zamani NP, Aisyah SZ, Prartono T, Arafat D, Merdeka PH, Wikrama A, Ayu IP, Akbar N, Maritza M, Lawolio J. 2025. *Pembuatan Nursery Coral dengan Teknik Mikr Mikrofragmentasi*. Bogor: IPB Press.



Policy Brief Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika merupakan upaya mengantarmukakan sains dan kebijakan (science-policy interface) untuk mendukung pembangunan berkelanjutan yang inklusif. Media ini dikelola oleh Direktorat Kajian Strategis dan Reputasi Akademik (D-KASRA) IPB University. Substansi policy brief menjadi tanggung jawab penulis sepenuhnya dan tidak mewakili pandangan IPB University.

Author Profile



Beginer Subhan, merupakan dosen di Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University sejak tahun 2005. Selama menjadi dosen di IPB banyak melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat di berbagai daerah di Indonesia. Salah satu kegiatan tersebut adalah kegiatan restorasi terumbu karang dan pemantuan biodiversitas laut. (*Corresponding Author*)
Email: beginersubhan@apps.ipb.ac.id



Dondy Arafat, merupakan dosen di Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University. Selama menjadi dosen di IPB banyak melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat di berbagai daerah di Indonesia. Salah satu kegiatan tersebut adalah kegiatan restorasi terumbu karang dan pemantuan biodiversitas laut.



Inna Puspa Ayu, merupakan dosen di Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University. Selama menjadi dosen di IPB banyak melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat di berbagai daerah di Indonesia.



Nebuchadnezzar Akbar, merupakan dosen di Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun, Ternate. Selama menjadi dosen di Universitas Khairun, banyak melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat di berbagai daerah di Indonesia.

ISSN 2828-285X



Telepon

+62 811-1183-7330



Email

dkasra@apps.ipb.ac.id



Alamat

Gedung LSI Lt. 1
Jl. Kamper Kampus IPB Dramaga
Bogor - Indonesia 16680