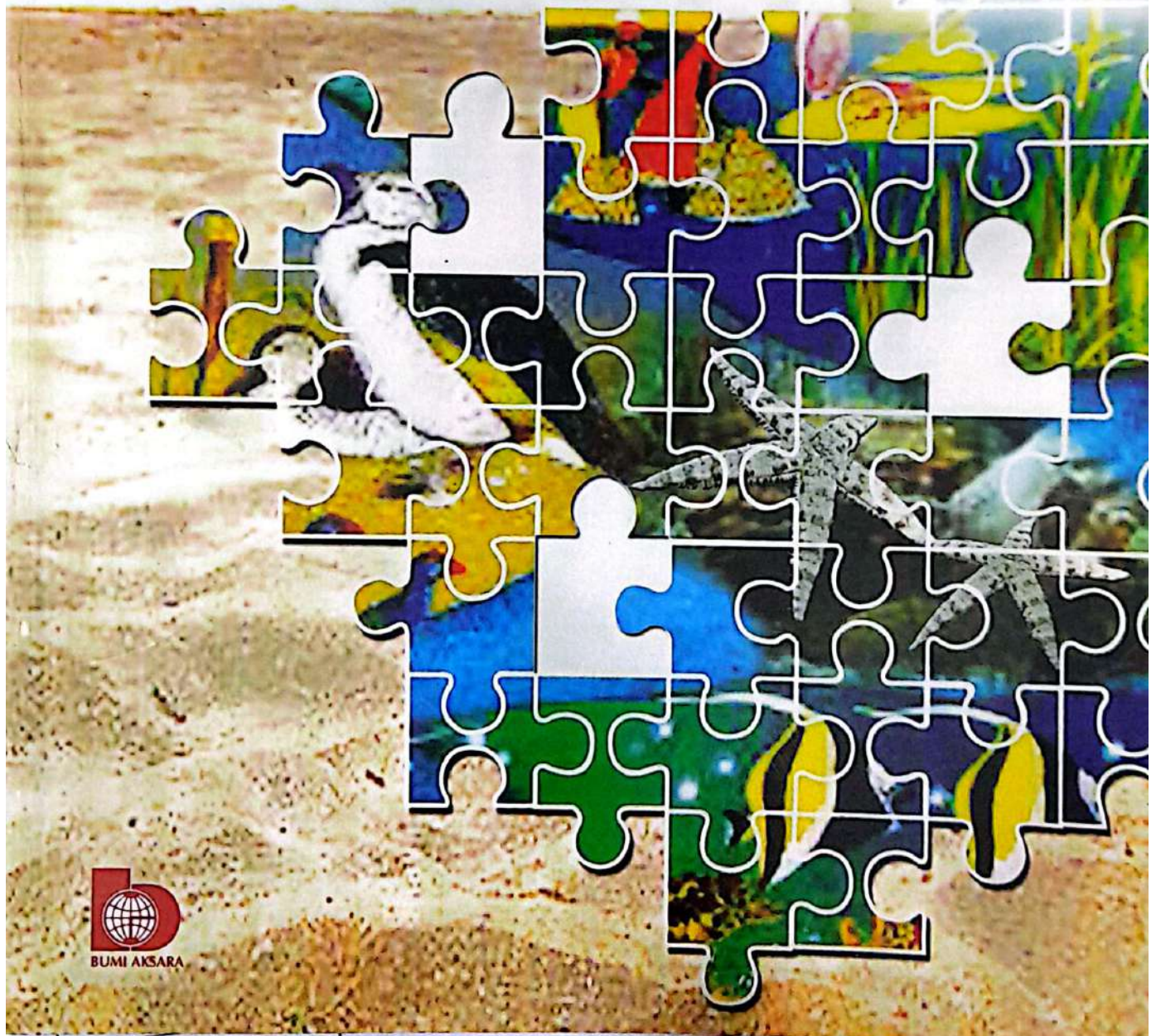
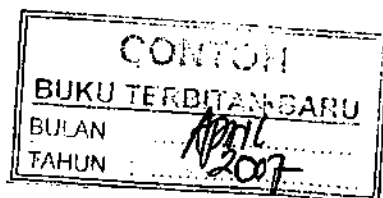


Dr. Melati Ferianita Fachrul

# METODE SAMPLING BIOEKOLOGI



# METODE SAMPLING BIOEKOLOGI



**Dr. Melati Ferianita Fachrul**

# **METODE SAMPLING BIOEKOLOGI**



Penerbit

**BUMI AKSARA**

**BUMI AKSARA**

BA 01.32.1341

---

**METODE SAMPLING BIOEKOLOGI**

---

Oleh : **Dr. Melati Ferianita Fachrul**

Diterbitkan oleh PT Bumi Aksara  
Jl. Sawo Raya No. 18  
Jakarta 13220



---

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apa pun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotokopi, rekaman, dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

---

Cetakan pertama, April 2007  
Perancang kulit, Agus Bastoni  
Dicetak oleh Sinar Grafika Offset

ISBN (13) 978-979-010-065-7  
ISBN (10) 979-010-065-5

---

**Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)**

---

**Melati Ferianita Fachrul**  
Metode sampling bioekologi/Melati  
Ferianita Fachrul; editor, Junwinanto  
-- Ed. 1, Cet. 1. -- Jakarta: Bumi Aksara, 2007.  
viii, 198 hlm.; 23 cm.

Bibliografi: hlm. 155  
ISBN (13) 978-979-010-065-7  
ISBN (10) 979-010-065-5

1. Ekologi.

I. Judul.

II. Junwinanto.

# PRAKATA

Di satu sisi, dalam memilih dari begitu banyak metode yang dapat digunakan dalam melakukan *sampling* pada ekosistem alami, baik untuk penelitian maupun untuk pemantauan lingkungan terkadang mengalami kesulitan, di sisi lain, buku-buku mengenai metode *sampling* pada ekosistem alami berbahasa Indonesia masih kurang tersedia bagi masyarakat pembaca Indonesia umumnya dan masyarakat pendidikan tinggi khususnya.

Sadar akan hal tersebut, penulis berupaya untuk memberikan kontribusi dengan menyusun buku dengan judul *Metode Sampling Bioekologi*. Buku ini disusun berdasarkan bahan hasil kajian dari berbagai sumber, seperti bahan-bahan kuliah yang pernah penulis peroleh selama kuliah S-1, S-2, dan S-3; hasil penelitian dan pengalaman lapangan; bahan-bahan ajar yang penulis sajikan di perguruan tinggi ataupun pada pelatihan-pelatihan; telaah pustaka yang penulis lakukan selama ini ataupun bahan-bahan pelatihan yang penulis ikuti baik di dalam maupun di luar negeri, yang diperoleh selama lebih dari 10 tahun bekerja sebagai seorang pengajar di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti. Adapun gambar dalam buku ini bersumber dari buku-buku acuan dan internet.

Buku ini disusun dengan tujuan membantu kalangan dunia pendidikan dan masyarakat umum lainnya memilih metode yang akan digunakan di dalam pelaksanaan *sampling* dan menganalisis data-data yang diperoleh dari hasil *sampling*. Di samping itu, metode yang diketengahkan di dalam buku ini bukan bertujuan membatasi penggunaan metode lainnya. Namun, metode yang disajikan merupakan

metode sederhana yang menengahkan contoh sederhana yang mudah dipahami.

Tersusunnya buku ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh kalangan pendidik atau dosen, mahasiswa, dan masyarakat luas yang tertarik pada bidang lingkungan (baik ekosistem daratan maupun perairan). Buku ini juga diharapkan dapat menambah khazanah pustaka di tanah air kita.

Mudah-mudahan buku ini memberi manfaat yang besar bagi pembacanya dan ikut mendorong para ilmuwan lingkungan untuk giat menuliskan pengetahuan dan melakukan penelitian di bidang lingkungan. Terima kasih kepada PT Bumi Aksara yang telah bersedia menerbitkan buku ini, juga kepada editor buku ini (Junwinanto, S.Si.) yang telah bersedia menyunting dan memberi masukan-masukan kepada penulis.

Penulis sangat menyadari bahwa buku ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu saran dan kritik untuk perbaikan buku ini akan penulis terima dengan hati terbuka. Penulis yakin bahwa yang baik itu datangnya dari Allah SWT dan yang kurang itu bersumber dari diri penulis sebagai manusia.

Penulis, November 2006

**Dr. Melati Ferianita Fachrul, M.S.**

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Pengambilan Sampel untuk Penelitian .....	3
B. Pengambilan Sampel untuk Pemantauan Lingkungan .....	4
C. <i>Sampling</i> Bioekologi .....	7
<b>BAB 2 TEKNIK SAMPLING .....</b>	<b>9</b>
A. Model-Model Teknik <i>Sampling</i> .....	9
B. Jenis Transek <i>Sampling</i> .....	13
C. Contoh Aplikasi Transek <i>Sampling</i> Ekosistem Alami .....	16
D. Desain Transek <i>Sampling</i> .....	19
E. Peralatan untuk Melakukan <i>Sampling</i> .....	22
<b>BAB 3 VEGETASI TERESTRIAL .....</b>	<b>29</b>
A. Pendahuluan .....	29
B. Beberapa Istilah yang Sering Digunakan dalam Analisis Vegetasi .....	31
C. Komposisi dan Struktur Vegetasi .....	32
D. Analisis dan Deskripsi Vegetasi .....	33
E. Penentuan Petak <i>Sampling</i> .....	37
F. Alat dan Bahan .....	38
G. Metode <i>Sampling</i> Struktur Komunitas Vegetasi .....	39
H. Ketentuan-Ketentuan dalam Sintesis .....	46
I. Contoh Hasil Analisis Vegetasi .....	52

<b>BAB 4 SATWALIHAR .....</b>	<b>56</b>
A. Pendahuluan .....	56
B. Burung ( <i>Aves</i> ) .....	58
C. Mamalia Besar .....	69
D. Primata .....	77
<b>BAB 5 BIOTA PERAIRAN .....</b>	<b>87</b>
A. Pendahuluan .....	87
B. Metode <i>Sampling</i> Plankton (Biota Melayang di Perairan) .....	89
C. Metode <i>Sampling</i> Bentos (Biota Dasar Perairan) .....	101
D. Metode <i>Sampling</i> Nekton (Ikan) .....	115
<b>BAB 6 EKOSISTEM PESISIR PANTAI .....</b>	<b>121</b>
A. Pendahuluan .....	121
B. Ekosistem Terumbu Karang .....	124
C. Ekosistem Hutan Mangrove .....	138
D. Ekosistem Padang Lamun .....	146
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>155</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>167</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>197</b>





# PENDAHULUAN

Ekosistem alam merupakan satu kesatuan habitat alami tempat bernaungnya seluruh makhluk (manusia, tumbuhan, dan hewan) yang ada di muka bumi ini. Makhluk tersebut masing-masing berada dalam suatu komunitas tertentu, di mana mereka saling berinteraksi satu dengan lainnya. Secara alamiah, ekosistem menyediakan dirinya sebagai sumber alam yang dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup untuk kesejahteraan manusia.

Pemanfaatan sumber alam tersebut tentunya akan menyebabkan terjadinya perubahan suatu ekosistem, sehingga pada akhirnya akan mengubah pula komunitasnya. Selanjutnya keadaan ini dapat mempengaruhi kemampuan *auto-epurasi* dari sistem dan keseimbangan struktur fungsional. Oleh karena itu, kesatuan dan keseimbangan struktur fungsional ini harus diperhatikan dalam setiap perencanaan pemanfaatan dan pengelolaan suatu ekosistem.

Supaya perencanaan dalam pemanfaatan suatu ekosistem dapat memenuhi pertimbangan di atas, maka pengumpulan data suatu ekosistem dalam hal ini parameter biologi (tumbuhan dan hewan) yang diwujudkan melalui pengambilan contoh harus didasarkan pada tiga pendekatan, yaitu (1) identifikasi sumber perubahan dan variasinya (diikuti oleh bentuk perubahan); (2) penilikan kondisi ekosistem sebagai proses koreksi dalam jangka pendek atau untuk suatu penelitian; (3) pencirian kualitas ekosistem sebagai elemen program pemantauan dalam jangka panjang.

Pengambilan contoh (*sampling*) merupakan tahap awal dalam suatu pengumpulan data. Strategi dan teknik yang digunakan akan mempengaruhi nilai suatu contoh (sampel) yang dijadikan dasar analisis atau untuk mendapatkan informasi secara maksimal dalam menjawab berbagai persoalan yang ada. Oleh karena itu, aspek strategis dan teknis suatu pengambilan contoh dalam rangka pengumpulan data perlu didefinisikan dengan baik. Hal ini menjadi semakin penting dengan tersedianya teknik analisis data yang lebih beragam. Semakin nyata bahwa pengambilan contoh dapat dilakukan dengan benar, jika kita mengerti dengan baik seperti apa interaksi antara objek yang dianalisis dan kegiatan analisis.

Sebelum sampai kepada penentuan strategi dan teknik pengambilan contoh, kita harus berangkat dari pemilihan tujuan yang ingin dicapai. Tujuan ini dapat bersifat teoretis (pengertian atau pemahaman suatu sistem atau fungsi ekologis) atau praktis (pengelolaan suatu sumber daya yang dapat pulih).

Buku ini merupakan pembahasan ringkas yang mengetengahkan dasar pengambilan contoh dan analisis bioekologi dengan menyajikan beberapa cara atau metode yang sering digunakan untuk penelitian ekologi atau pemantauan kualitas lingkungan, khususnya komunitas dari ekologi tumbuhan dan hewan. Misalnya penelitian ekologi suatu komunitas dari kawasan yang habitatnya mungkin akan mengalami perubahan jika di kawasan tersebut akan dilaksanakan suatu pemanfaatan ekosistem atau kegiatan untuk mendirikan suatu proyek. Terjadinya perubahan struktur komunitas yang khas di suatu daerah akan mempengaruhi makhluk hidup lainnya yang akhirnya akan mengubah struktur trofi ekosistem yang ada.

Menurut Magurran (1988), ada tiga hal yang membuat para ahli ekologi tertarik pada pengukuran ekosistem terutama kepada keanekaragaman habitat, yaitu karena *pertama*, keanekaragaman memegang peranan yang sentral dalam ekologi; *kedua*, ukuran keanekaragaman seringkali dilihat sebagai indikator baik atau tidaknya suatu sistem ekologi; *ketiga*, terdapat banyaknya perdebatan dalam pengukuran keanekaragaman, di mana keanekaragaman tampak sebagai konsep ideal yang dapat diukur secara cepat dan sederhana.

Penting bagi para ahli ekologi untuk mengetahui bagaimana mengukur keanekaragaman dan mengartikannya. Tidak ada komunitas yang terdiri atas kelimpahan spesies yang sama (Magurran, 1988). Duryadi (1996) menyebutkan bahwa mayoritas keberadaan spesies, baik tumbuhan maupun satwa adalah di ekosistem alam. Oleh karena itu, survei keberadaan spesies di alam sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumber dayanya sehingga dapat dirancang suatu strategi dan pertimbangan yang matang dengan skala prioritas yang dapat dipertanggungjawabkan dalam mengatur alam.

Pada prinsipnya analisis komponen biologi di dalam ekosistem merupakan pengukuran respons biologis terhadap perubahan lingkungan hidup akibat adanya degradasi kualitas lingkungan. Respons biologis tersebut dapat dikaji melalui komunitas organisme yang dijadikan parameter dari komponen biologi penting. Parameter penting yang dianalisis pada ekosistem alami meliputi vegetasi daratan, satwa liar, biota perairan (*plankton*, *bentos*, *nekton*), terumbu karang, *mangrove*, dan padang lamun. Dengan demikian, strategi dan teknik yang diterapkan dalam suatu pengambilan contoh serta metode analisis data yang dipilih merupakan hubungan fungsional yang dilandasi oleh kompromi antara tujuan dan batasan di mana hal ini sebenarnya tergantung kepada epistemologi subjek yang diteliti. Pada buku ini dibahas mengenai standar teknik *sampling* dan ukuran sampel dari beberapa penelitian ilmiah dan pemantauan lingkungan.

## **A. PENGAMBILAN SAMPEL UNTUK PENELITIAN**

Menurut kamus *Webster's New International*, penelitian adalah penyelidikan yang hati-hati dan kritis dalam mencari fakta dan prinsip-prinsip; suatu penyelidikan yang amat cerdas untuk menetapkan sesuatu. Di dalam mencari fakta-fakta tersebut, tentu memerlukan metode ilmiah sehingga diperoleh pemecahan yang tepat sehingga didapat kesimpulan yang bernas.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, telah menarik minat sebagian kalangan melakukan penelitian. Berbagai metode atau cara dalam melakukan penelitian, menjadi bagian dalam penelitian tersebut. Standar teknik *sampling* dan ukuran sampel diperlukan untuk

menghasilkan gambaran yang sesungguhnya atas populasi atau permasalahan yang sedang diteliti sehingga dapat diambil langkah kebijakan atau tindakan dalam mengatasi masalah secara lebih tepat.

Penelitian dengan menggunakan metode ilmiah disebut penelitian ilmiah, di dalamnya terdapat dua unsur penting, yaitu unsur observasi (pengamatan) dan unsur nalar. Unsur pengamatan merupakan kerja mata (pengamatan) untuk mendapatkan fakta-fakta dengan menggunakan persepsi, sedangkan unsur nalar adalah kemampuan untuk memaknai fakta-fakta tersebut, sehingga korelasi keduanya akan melahirkan suatu kesimpulan pengetahuan.

Dalam mendapatkan fakta-fakta, diperlukan suatu pekerjaan pengumpulan sampel. Untuk suatu penelitian yang ditujukan untuk mengetahui karakteristik populasi, masalah penggunaan sampel merupakan suatu yang sangat penting. Menurut Sugiarto (2001), pengambilan sampel adalah proses yang dilakukan untuk memilih dan mengambil sampel secara benar dari populasi, sehingga dapat digunakan sebagai wakil yang dapat mewakili populasi tersebut. Terkait erat dengan pengambilan sampel adalah metode yang digunakan untuk menyeleksi sejumlah individu dari populasi sehingga dapat menghasilkan sampel yang representatif, dalam arti sampel tersebut benar-benar mampu digunakan untuk menggambarkan populasinya.

## **B. PENGAMBILAN SAMPEL UNTUK PEMANTAUAN LINGKUNGAN**

Pemantauan lingkungan adalah pengukuran pada komponen atau parameter lingkungan yang dilakukan secara berulang-ulang (periodik) untuk mengetahui adanya perubahan lingkungan akibat adanya kegiatan proyek.

Pemantauan lingkungan adalah bagian yang sangat penting dalam pengelolaan lingkungan hidup yang merupakan rangkaian aktivitas yang harus dilakukan di dalam analisis mengenai dampak lingkungan atau yang biasa disebut Amdal. Amdal tanpa diikuti dengan aktivitas pemantauan tidak akan banyak berarti, tidak akan ada yang dapat mengetahui apakah pendugaan dampak yang tercantum di dalam dokumen Amdal benar terjadi dan aktivitas pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Pemantauan dampak lingkungan dapat diartikan pengulangan pengukuran pada komponen atau parameter lingkungan untuk mengetahui adanya perubahan lingkungan karena adanya pengaruh dari luar, yaitu aktivitas proyek.

Dalam pelaksanaan kegiatan pemantauan lingkungan ini mempunyai beberapa manfaat, yaitu sebagai berikut.

### **1. Manfaat Khusus**

- a. Menguji pendugaan dampak sehingga dapat diketahui kandungan yang ada atau hal yang lolos dari perkiraan, dengan demikian kemampuan dan pengetahuan yang meningkat dapat dilakukan pendugaan yang lebih tepat di kemudian hari.
- b. Menguji efektivitas kegiatan dan teknologi yang dipakai untuk mengendalikan dampak negatif yang terjadi pada lingkungan.
- c. Mendapatkan dan memahami indikasi peringatan dini mengenai perubahan yang tidak dikehendaki pada ekosistem akibat tindakan atau kegiatan. Hal tersebut merupakan tindakan perbaikan yang dapat diambil dan disempurnakan.
- d. Mendapatkan khazanah informasi dan bukti yang dapat dipergunakan menunjang tuntutan ganti rugi atas kerusakan lingkungan.

### **2. Manfaat Umum**

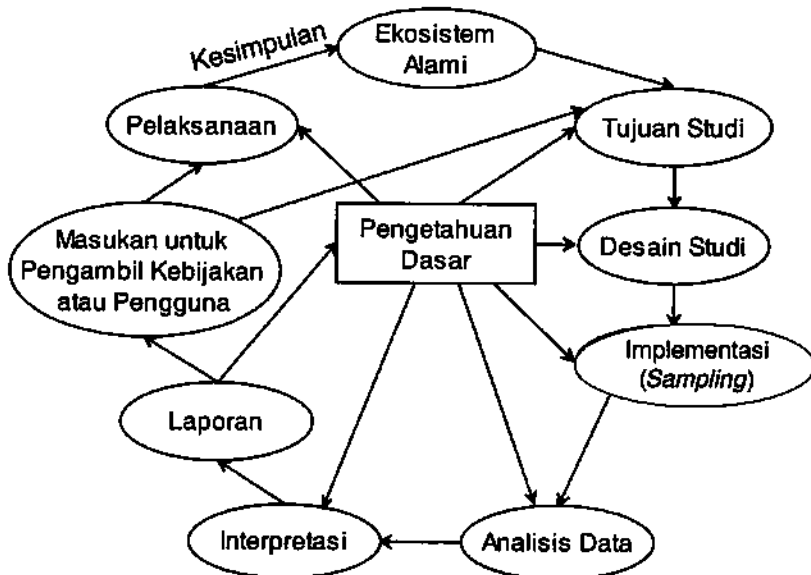
- a. Mendapatkan informasi dan pengetahuan mengenai keadaan kritis dan masalah yang akan dapat memberikan masukan untuk penyusunan kebijaksanaan lingkungan di masa depan.
- b. Membantu usaha pengelolaan lingkungan dengan memberikan masukan yang dapat digunakan untuk menilai berhasil atau gagalnya kegiatan yang lalu.
- c. Menguji efektivitas dan kebenaran ketentuan dan batasan yang diberikan pemerintah.

Tujuan pemantauan lingkungan adalah untuk melihat apakah benar terjadi dampak dengan melihat jenis dan besarnya dampak sebagai bahan evaluasi para pengambil keputusan untuk pencegahan dan penanggulangan dampak negatif. Hasil pemantauan merupakan bahan

untuk melakukan evaluasi atas kebijaksanaan yang telah diambil oleh pengambil keputusan berdasarkan dokumen Andal, apakah tidak perlu perbaikan atau penyempurnaan. Apabila aktivitas pemantauan tidak dijalankan, akan banyak kerugian yang dialami oleh ekosistem yang telah dimanfaatkan tersebut. Oleh karena itu, dalam melakukan pemantauan perlu dilakukan dengan mengikuti metode pemantauan yang benar dan sesuai dengan apa yang menjadi tujuan.

Dari fakta-fakta yang diperoleh baik dari hasil penelitian maupun dari hasil pemantauan, perlu dilakukan generalisasi sehingga dapat ditarik kesimpulan dari aktivitas yang telah dilaksanakan. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian (Natsir: 1999) atau pemantauan yang dilakukan. Setelah dilakukan generalisasi maka ditarik kesimpulan, apakah fakta-fakta yang diperoleh memperlihatkan hubungan tertentu di dalam lingkungan atau ekosistem tersebut.

Kesimpulan yang diambil dari suatu penelitian atau pemantauan sangat tergantung pada hasil analisis yang dilakukan berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh dari hasil *sampling*. Dalam pengambilan kesimpulan, proses pembuatan keputusan diambil berdasarkan pengambilan sampel dapat digambarkan seperti berikut ini.



Gambar 1.1 Proses penarikan kesimpulan berdasarkan pengambilan sampel

### C. SAMPLING BIOEKOLOGI

Lingkungan biologis adalah lingkungan flora, fauna daratan, dan biota perairan. Pada umumnya suatu penelitian dilakukan untuk mengetahui present status dari suatu ekosistem, sedangkan pemantauan terhadap kualitas biologis untuk flora dan fauna daratan dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perubahan di sekitar lokasi di mana aktivitas akan dilaksanakan atau sedang berlangsung (kegiatan industri). Adapun untuk biota perairan dilakukan pada perairan terdekat sekitar aktivitas.

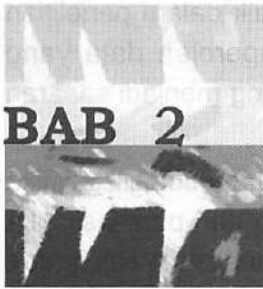
Pada pengukuran kualitas lingkungan biologi, di dalam pelaksanaannya belum ada standar yang baku untuk penentuan nilai kualitas biologi, layaknya seperti pengukuran nilai-nilai fisika dan kimia yang telah diatur dalam nilai standar (Baku Mutu). Pada nilai kualitas biologi, ukuran-ukuran yang ada selalu merujuk kepada formula dan metode penelitian atau pemantauan ilmiah yang ada. Untuk mengetahui jenis tumbuhan dan satwa langka atau yang dilindungi dapat merujuk kepada undang-undang atau peraturan pemerintah yang telah dikeluarkan (seperti yang tertera pada lampiran buku ini).

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, di dalam pelaksanaan *sampling* bioekologi diperlukan prosedur dan persyaratan yang benar sesuai dengan organisme yang akan diambil dan sesuai dengan kondisi lingkungannya. Sebagai contoh, peralatan yang digunakan untuk mengambil *bentos* dari perairan sungai yang dangkal berbeda dengan pengambilan *bentos* dari perairan danau yang dalam. Selain itu, keselamatan dan kemudahan akses ke lokasi merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan peralatan. Oleh karena itu, pada setiap pengambilan sampel, perlu didiskusikan mengenai maksud dan tujuan umumnya, kegunaan data, peralatan, pengawetan, serta masalah yang mungkin muncul pada saat pelaksanaan.

Contoh lainnya, keragaman sulit untuk didefinisikan karena terdiri atas dua komponen penting, yaitu varietas dari spesies dan kelimpahan relatifnya. Pada saat ini keanekaragaman cukup diukur dengan mendata jumlah spesies yang ada dengan menggambarkan kelimpahan relatif spesies tersebut atau dengan menggunakan ukuran yang menggabungkan kedua komponen di atas.

Ukuran keanekaragaman yang paling banyak digunakan adalah informasi dari indeks keanekaragaman. Ada beberapa indeks keragaman yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat diversitas. Indeks keragaman yang paling banyak digunakan adalah indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Indeks ini mengasumsikan bahwa individu terambil acak dari populasi yang tidak terbatas jumlahnya (Magurran, 1988).





## TEKNIK SAMPLING

### A. MODEL-MODEL TEKNIK *SAMPLING*

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, telah menarik minat sebagian kalangan untuk melakukan penelitian. Berbagai metode atau cara dalam melakukan penelitian, menjadi bagian dalam penelitian tersebut. Standar teknik pengambilan sampel dan ukuran sampel dalam sebuah penelitian diperlukan untuk menghasilkan gambaran yang sesungguhnya atas populasi atau permasalahan yang sedang diteliti sehingga dapat diambil langkah-langkah kebijakan atau tindakan untuk mengatasi masalah tersebut secara lebih tepat.

Sampel merupakan sebagian anggota dari populasi yang dipilih dengan menggunakan prosedur tertentu sehingga diharapkan dapat mewakili populasinya dalam komunitas. Pengambilan sampel merupakan pekerjaan yang tidak mudah karena banyak faktor yang menentukan, salah satunya adalah terjadinya perubahan kondisi dan situasi setempat. Untuk melakukan pengumpulan data dalam komunitas perlu dilakukan dengan teknik yang benar. Pengambilan sampel dilakukan karena beberapa hal sebagai berikut:

1. dapat menghemat biaya dan waktu;
2. untuk sumber daya yang terbatas, pengambilan sampel dapat memperluas cakupan studi;
3. apabila proses riset bersifat destruktif, pengambilan sampel dapat menghemat produk;

4. apabila akses ke seluruh populasi tidak dapat dilakukan, pengambilan sampel adalah satu-satunya pilihan.

Tujuan dilakukannya pengambilan sampel, baik dalam penelitian maupun untuk pemantauan adalah untuk memperoleh data yang representatif dalam kaitannya dengan populasi yang menjadi sasaran observasi.

Teknik pengambilan sampel adalah bagian dari metodologi statistika yang berhubungan dengan pengambilan sebagian dari populasi. Jika *sampling* dilakukan dengan metode yang tepat, analisis statistik dari sampel dapat digunakan untuk menggeneralisasikan keseluruhan populasi. Metode *sampling* banyak menggunakan teori probabilitas dan teori statistika. Adapun tahapan *sampling* adalah

1. mendefinisikan populasi yang hendak diamati;
2. menentukan kerangka sampel, yakni kumpulan *item* atau peristiwa yang mungkin;
3. menentukan metode *sampling* yang tepat;
4. melakukan pengambilan sampel (pengumpulan data);
5. melakukan pengecekan ulang proses *sampling*.

Seringkali terjadi bahwa, umumnya kesalahan perhitungan atau kesalahan analisis dan kesimpulan yang diperoleh dapat disebabkan oleh teknik pengumpulan sampel yang salah, sehingga diperoleh informasi yang tidak tepat. Oleh karena itu, sebelum melakukan pengambilan sampel perlu dilakukan persiapan, teknik atau metode apa yang akan dilakukan dan peralatan apa yang perlu disediakan. Selain itu, agar data yang diambil berguna, seharusnya disesuaikan dengan kenyataan yang sebenarnya secara objektif, mewakili keadaan yang sebenarnya atau representatif, relevan untuk menjawab persoalan yang akan dibahas, tepat waktu, dan variasinya kecil.

Terdapat beragam teknik pengambilan sampel yang dapat diterapkan dan peralatan yang diperlukan dalam suatu pengumpulan data pada komunitas lingkungan alam. Namun, sebelum pelaksanaan pemilihan terhadap teknik pengambilan sampel tertentu, terlebih dahulu perlu dilakukan pemeriksaan pada beberapa kriteria berikut:

- a. populasi yang ditarik harus merupakan populasi terhitung;
- b. jenis dan tipe variabel populasi harus tertentu;
- c. sebaran unsur dari populasi harus diketahui;
- d. kerangka dasar pengambilan sampel harus tersedia;

Setelah pemeriksaan kriteria dilakukan, kemudian dapat dipilih teknik pengambilan sampel yang akan diterapkan, dengan tetap berpegang pada pilihan dan batasan yang diperlukan dalam pengambilan sampel. Teknik pengambilan sampel yang umum digunakan dalam pengumpulan data bioekologi sumber daya alam dapat dilakukan dengan beberapa model yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan, yaitu sebagai berikut.

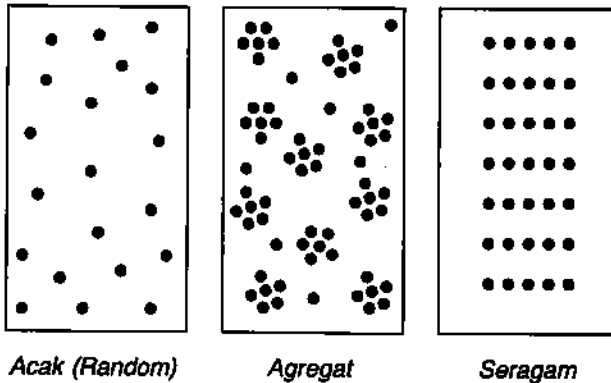
### **1. Pengambilan Sampel secara Acak (*Random Sampling*)**

Metode tersebut adalah pengambilan sampel acak sederhana yang digunakan untuk memilih sampel dari populasi dengan cara sedemikian rupa sehingga setiap anggota populasi mempunyai peluang yang sama besar untuk diambil sebagai sampel. Hal ini berarti semua anggota populasi menjadi anggota dari kerangka sampel. Umumnya cara ini digunakan apabila populasi dari sampel yang akan diambil merupakan populasi homogen yang hanya mengandung satu ciri. Teknik acak dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu sebagai berikut.

- a. Pengambilan sampel acak sederhana (*simple random sampling*), pengambilan sampel dengan melakukan lotre atau undian terhadap semua populasi.
- b. Pengambilan sampel acak beraturan (*ordinal sampling*). Dalam hal ini peneliti mengambil sampel dari nomor-nomor subjek dengan jarak yang sama, misalnya nomor dengan kelipatan 3, 5, 10, dan sebagainya.
- c. Pengambilan sampel acak dengan bilangan random, yaitu sebuah tabel bilangan yang sudah disusun dalam urutan dan sebaran tertentu.

Dalam suatu komunitas baik tumbuhan atau satwa, pola populasi yang terdapat di dalam mempunyai pola tertentu pada habitatnya, ada tiga kemungkinan pola dalam suatu populasi, yaitu pola populasi yang

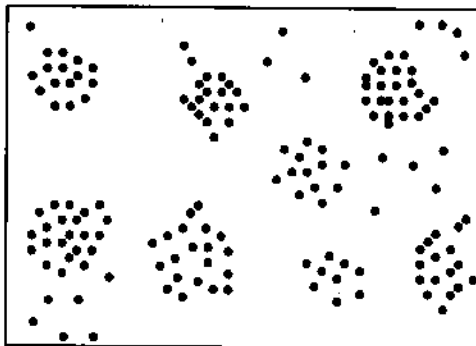
terbentuk secara acak, pola berbentuk agregat, dan pola yang seragam.



**Gambar 2.1** Tiga kemungkinan pola individu tumbuhan dan satwa dalam suatu populasi

## 2. Pengambilan Sampel secara Kelompok (*Cluster Sampling*)

Metode tersebut adalah pengambilan sampel acak secara sistematis dengan interval tertentu dari suatu kelompok sampel yang telah diurutkan. Teknik tersebut digunakan apabila di dalam populasi terdapat kelompok-kelompok yang mempunyai ciri sendiri-sendiri.

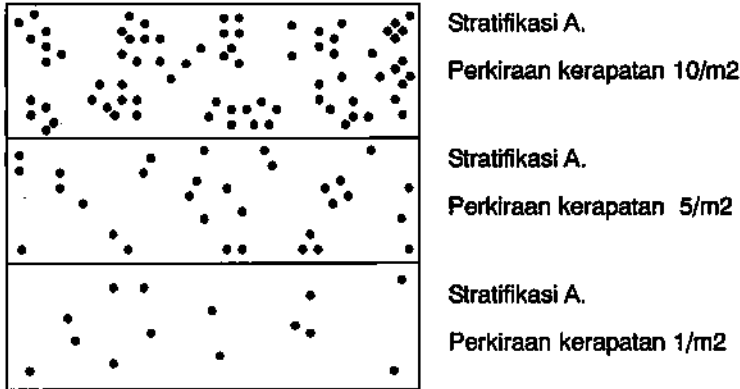


**Gambar 2.2** Pola distribusi populasi yang berbentuk *cluster*

## 3. Pengambilan Sampel Bertingkat atau *Sampling Berstrata (Stratified Sampling)*

Metode tersebut adalah mengambil sampel secara acak terstratifikasi dengan memilih sampel dengan cara membagi populasi

ke dalam kelompok-kelompok yang homogen di mana subjek antara satu kelompok dengan kelompok yang lain tampak adanya strata atau tingkatan dan kemudian sampel diambil secara acak dari tiap strata tersebut.



**Gambar 2.3** Stratifikasi dalam perkiraan ukuran suatu populasi tumbuhan atau satwa. Stratifikasi dibuat berdasarkan kerapatan populasi

#### **4. Pengambilan Sampel yang Bertujuan (*Purposive Sampling*)**

Teknik pengambilan sampel yang digunakan apabila sampel yang akan diambil mempunyai pertimbangan tertentu. Misalnya berdasarkan tingkat kelahiran, jenis kelamin, umur, dan sebagainya.

#### **5. Pengambilan Sampel pada Wilayah atau *Sampling Daerah (Area Sampling)***

Teknik pengambilan sampel dengan mempertimbangkan wakil-wakil dari daerah geografis yang ada.

#### **6. Pengambilan Sampel Kembar (*Double Sampling*)**

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan jumlah sebanyak dua kali ukuran sampel yang dikehendaki.

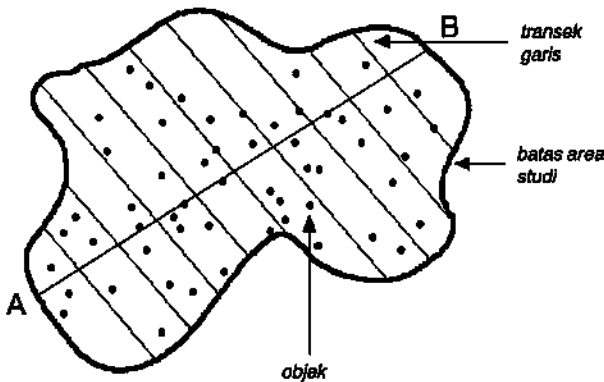
### **B. JENIS TRANSEK SAMPLING**

Untuk mempermudah penghitungan setiap sampel tumbuhan atau satwa di dalam ekosistem, perlu dilakukan pekerjaan yang sistematis.

Pekerjaan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan transek, ada tiga tipe dasar transek yang biasa digunakan dalam pengambilan sampel, yaitu sebagai berikut.

### 1. Pengambilan Sampel Transek (*Transect Sampling*)

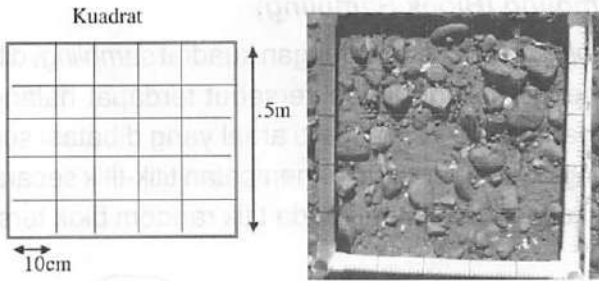
Tipe transek pengambilan sampel yang paling umum digunakan, yaitu berupa transek garis (*line transect*). Di dalam survei komunitas, transek garis digunakan sebagai titik acuan untuk pengambilan sampel. Transek garis pada umumnya merupakan garis yang memotong ke arah seberang batas komunitas tertentu yang akan diamati.



Gambar 2.4 Transek garis yang memotong batas komunitas tertentu

### 2. Pengambilan Sampel Kuadrat (*Quadrat Sampling*)

Unit pengambilan sampel berbentuk segi empat atau berbentuk *rectangular* yang diletakkan secara acak di dalam zona sensus. Zona sensus itu dapat dianggap sebagai papan pengecekan (*checker-board*) dan kuadrat yang dicari dapat ditentukan dengan membuat penomoran secara acak.



**Gambar 2.5** Unit kuadrat *sampling* yang dapat diletakkan pada komunitas

Kuadrat *sampling* digunakan untuk pengambilan sampel pada populasi berikut:

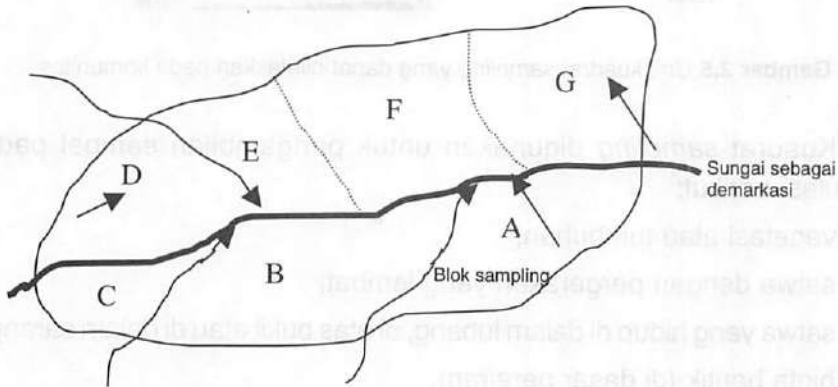
- a) vegetasi atau tumbuhan;
- b) satwa dengan pergerakan yang lambat;
- c) satwa yang hidup di dalam lubang, di atas bukit atau di dalam sarang;
- d) biota bentik (di dasar perairan);
- e) fauna di tanah.



**Gambar 2.6** Transek kuadrat yang dibuat dalam komunitas tertentu

### 3. Blok Sampling (Block Sampling)

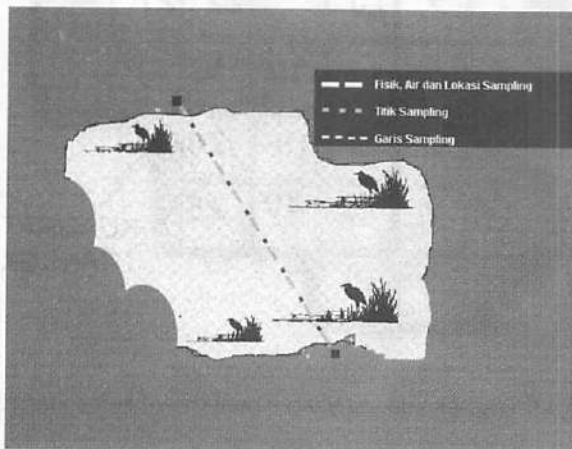
Blok *sampling* hampir sama dengan kuadrat *sampling*, dibuat apabila pada lokasi pengambilan sampel tersebut terdapat halangan berupa demarkasi lahan secara fisik seperti areal yang dibatasi sungai. Suatu sampel dihitung dengan memilih penempatan titik-titik secara acak pada zona sensus kemudian dihitung pada titik random blok tersebut.



Gambar 2.7 Blok *sampling* pada areal yang dibatasi oleh sungai

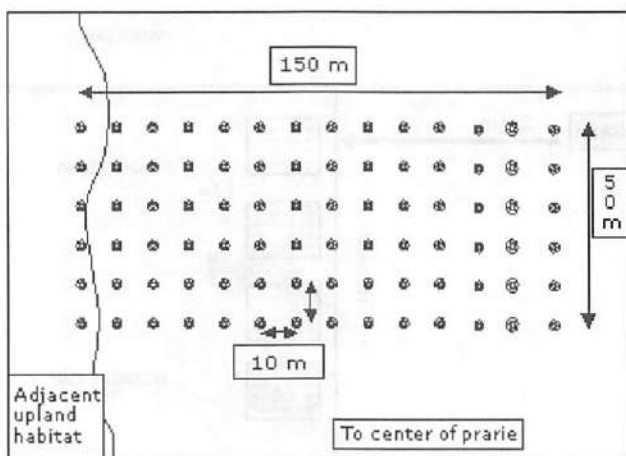
### C. CONTOH APLIKASI TRANSEK SAMPLING EKOSISTEM ALAMI

1. Transek garis, pada ekosistem lahan basah: perairan danau, situ, atau kolam yang berukuran tidak terlalu luas, tetapi masih dapat dijangkau antara batas luarnya.

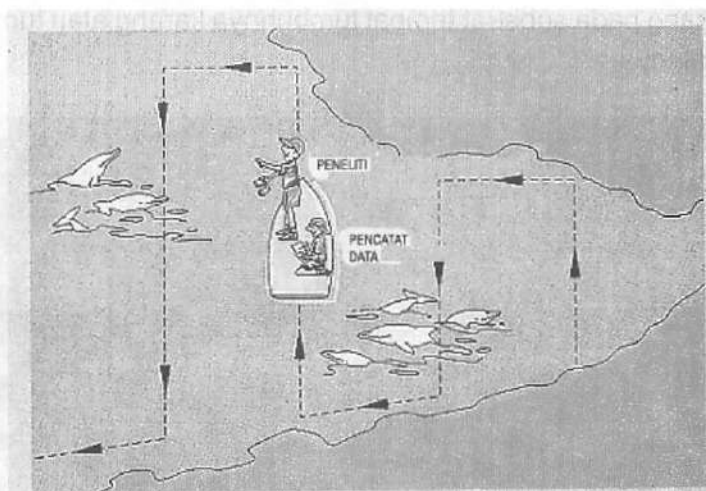




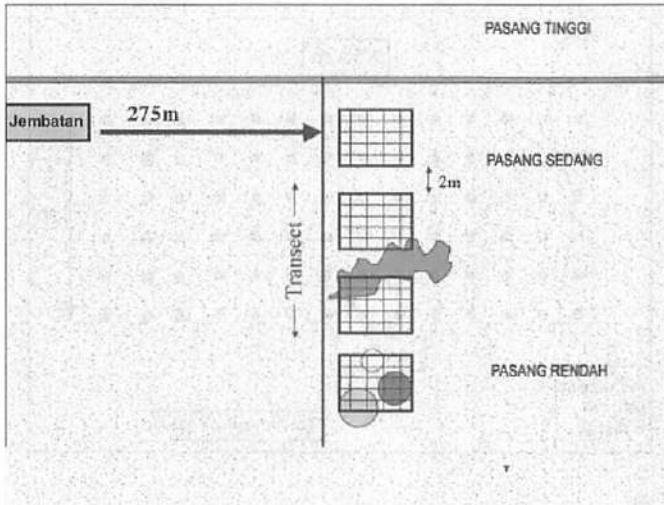
2. Transek garis, pada suatu ekosistem yang berbatasan antara permukiman dengan hutan.



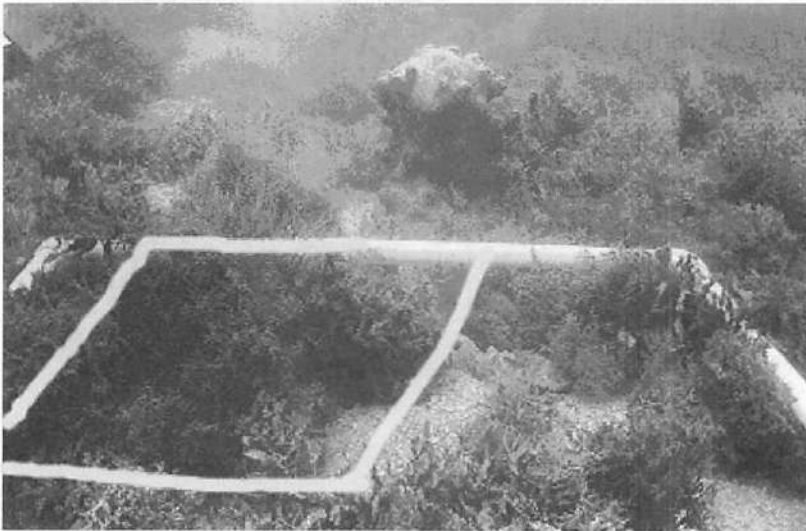
3. Transek garis, yang dilakukan pada pengambilan sampel pada ekosistem perairan (pesisir dan laut).



4. Kuadrat Transek, pada ekosistem perairan pesisir pantai, di mana transek dipasang pada areal pasang surut.

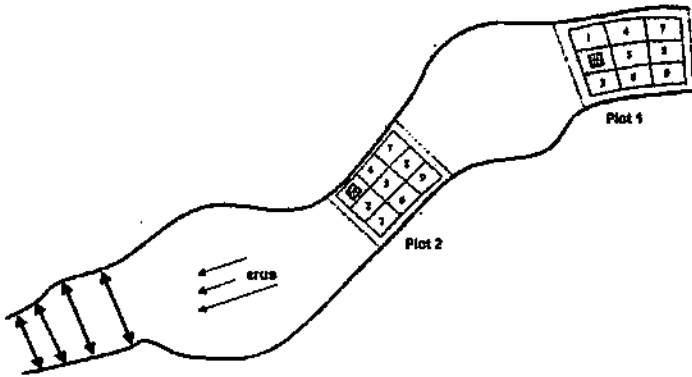


5. Kuadrat Transek, pada ekosistem di dasar perairan laut, transek dipasang pada substrat tempat tumbuhnya karang atau tumbuhan laut lainnya.



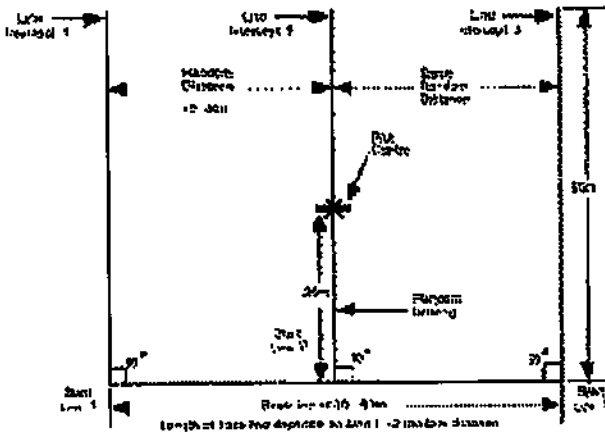
5. Teknik *Sampling* di perairan sungai, transek diletakkan di dasar perairan yang dangkal.

SAMPLING BENTOS DI PERAIRAN SUNGAI

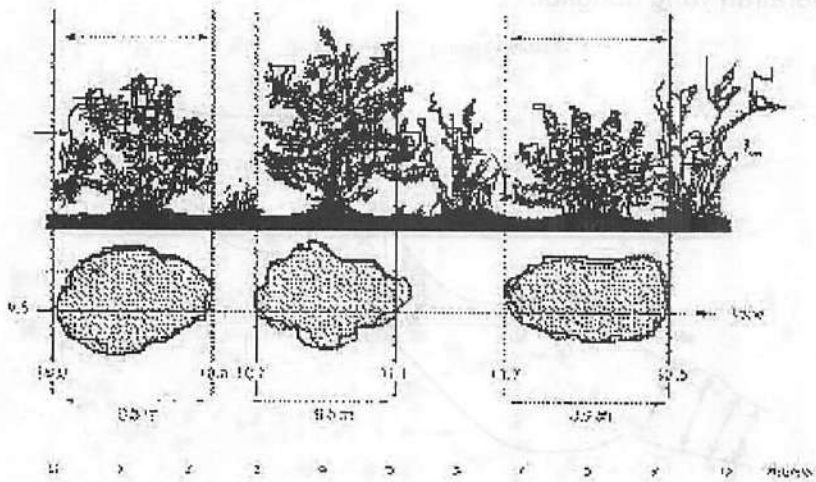


## D. DESAIN TRANSEK SAMPLING

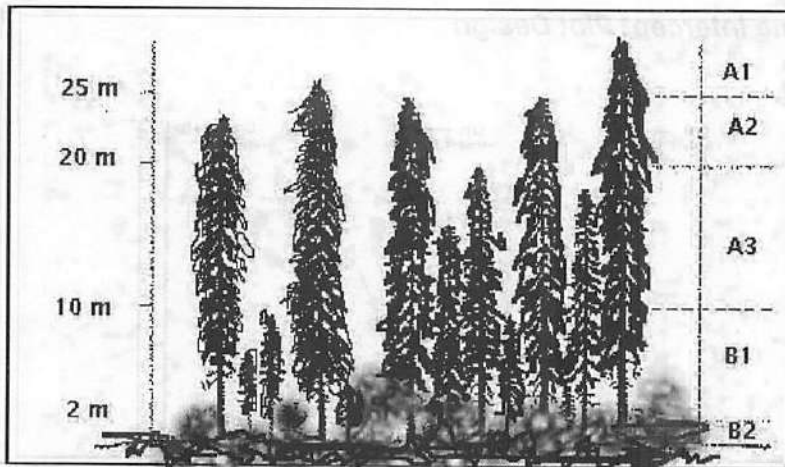
### 1. *Line Intercept Plot Design*



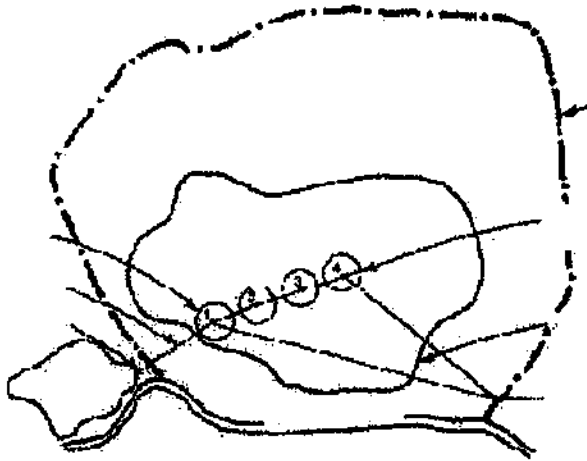
## 2. Metode Intercept



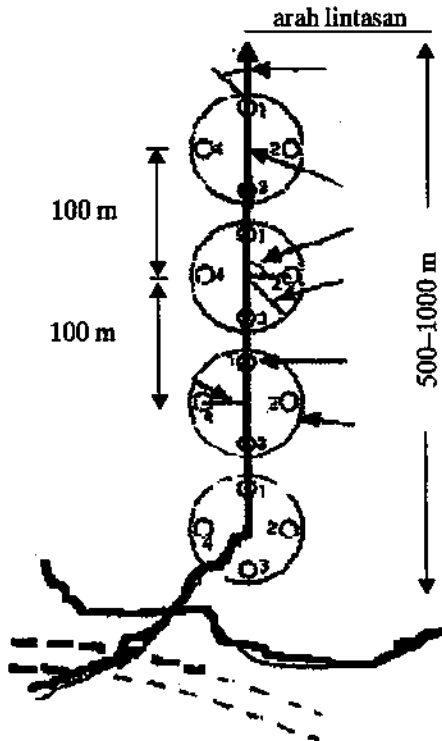
## 3. Stratifikasi Vertikal



#### 4. *Sampling Ekosistem*



#### 5. *Multi Plot Sampling*

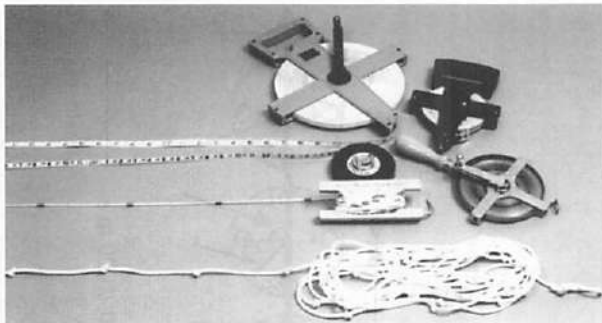
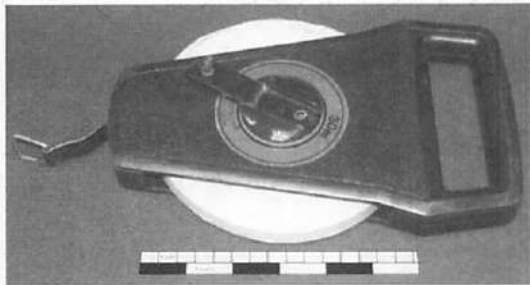


## E. PERALATAN UNTUK MELAKUKAN *SAMPLING*

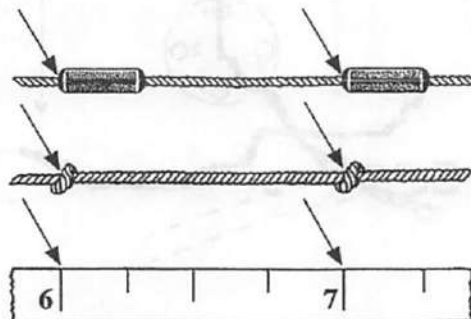
Pada saat pengambilan sampel diperlukan beberapa peralatan untuk mempermudah pekerjaan di lapangan. Peralatan tersebut dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.

### 1. Meteran (*rule*) dan tali/tambang

Alat ini dapat digunakan untuk membuat line transek ataupun kuadrat transek di kawasan daratan misalnya di dalam hutan.

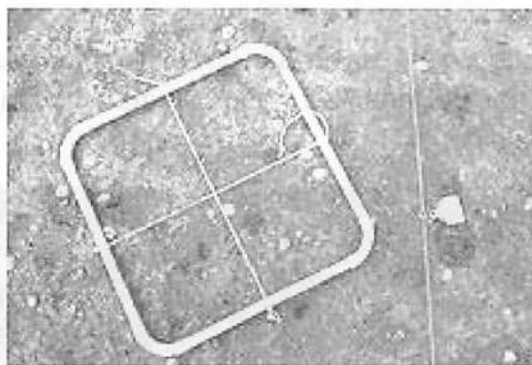
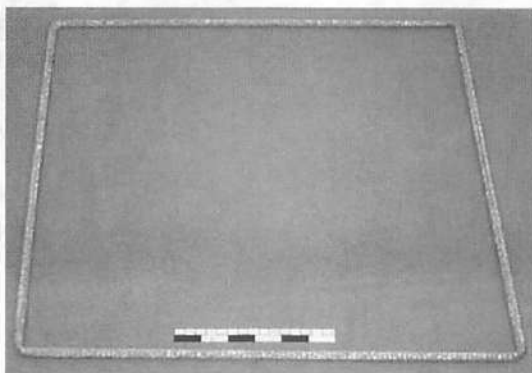


### 2. Simpul yang dibuat harus mempunyai ukuran yang sama pada setiap simpulnya.



### 3. Kuadrat Transek

Alat ini dapat dibuat dari besi ataupun dari kayu, biasanya alat ini dilakukan pada saat pengambilan sampel di kawasan perairan, atau di tanah.



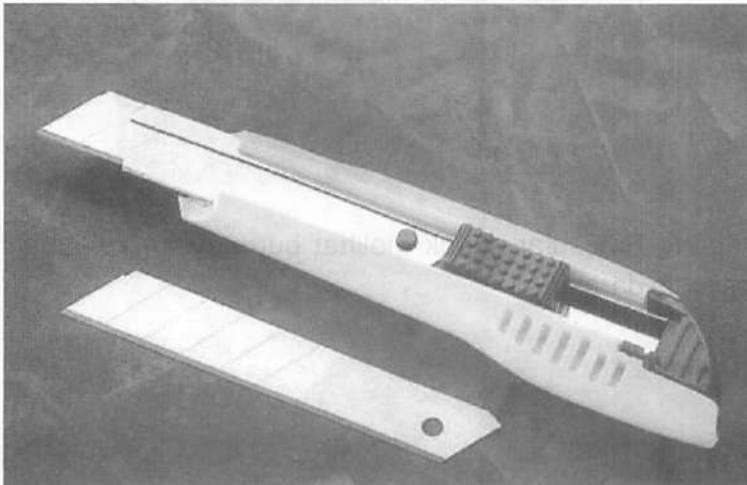
4. Teropong Binokular, untuk melihat burung dari kejauhan pada ekosistem daratan.



5. GPS (*Global Positioning System*), alat untuk menentukan letak posisi geografis titik *sampling*.



6. Alat pemotong (*cutter*), digunakan untuk memotong sampel vegetasi di daratan, sampel tanaman *mangrove* atau mengambil karang di laut (apabila diperlukan).





7. *Flow meter*, untuk mengukur kecepatan arus di perairan.



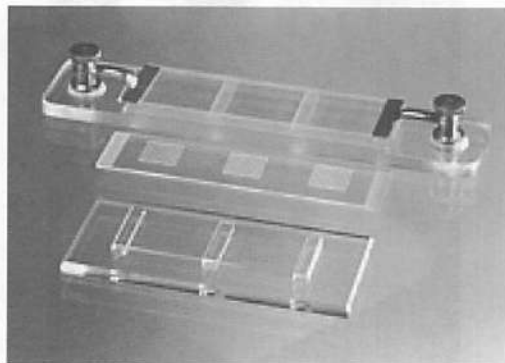
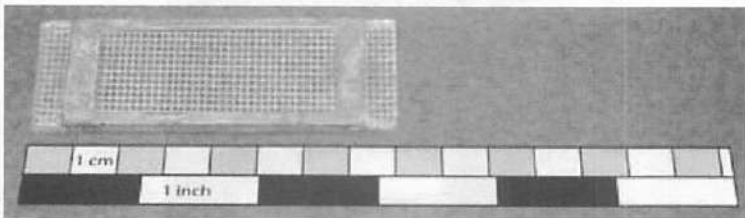
8. *Mikroskop monocular*, untuk melakukan pencacahan plankton.



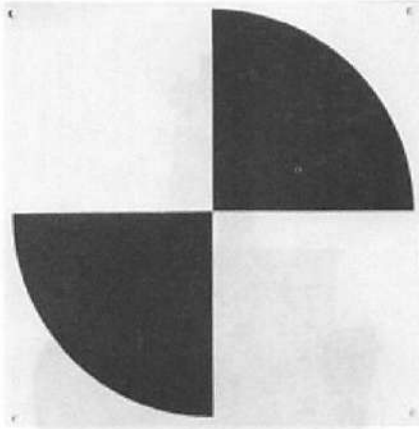
9. Mikroskop *binocular*, untuk melakukan pencacahan plankton.



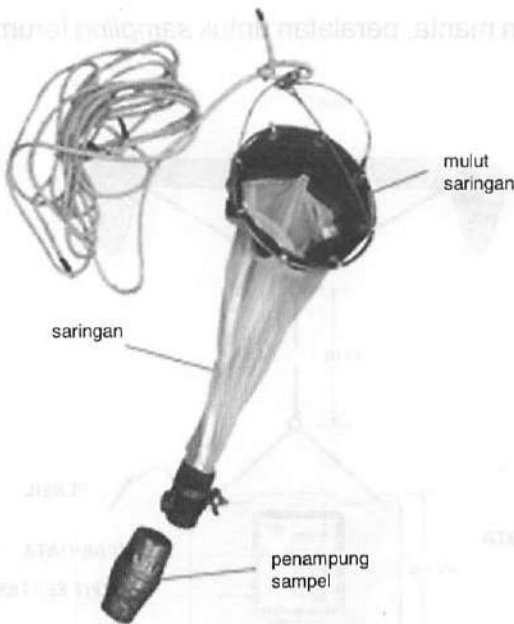
10. *Sedgewick Rafter*, untuk melakukan penghitungan plankton.



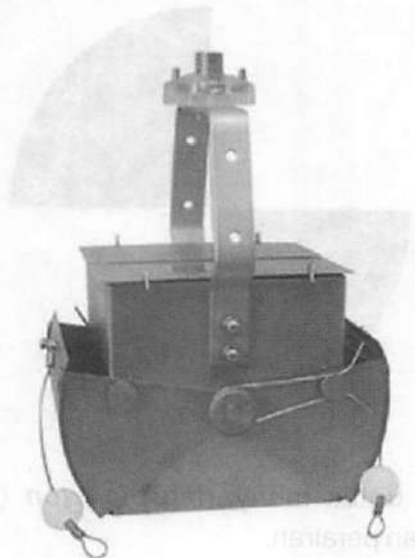
11. Piring *secchi* (*secchi disk*), untuk mengukur kecerahan perairan.



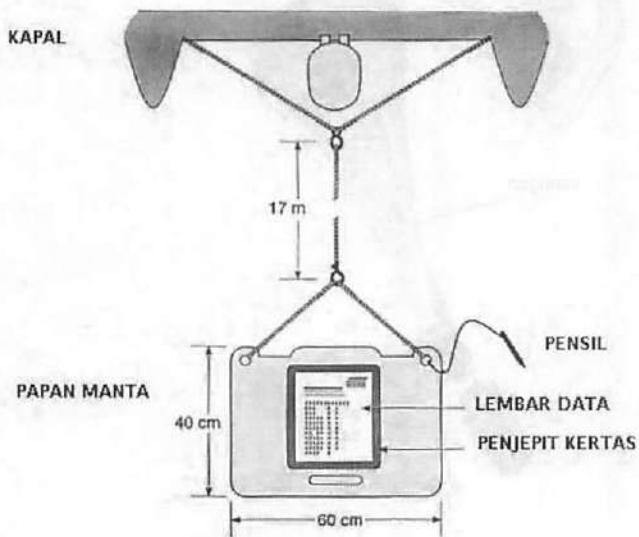
12. *Plankton net*, untuk menyaring *plankton* (*fitoplankton* atau *zooplankton*) dari perairan.

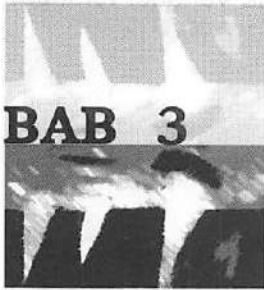


13. *Grab sampler*, untuk mengambil sedimen dan biota dari dasar perairan.



14. Kapal dan papan manta, peralatan untuk *sampling* terumbu karang di perairan laut.





# VEGETASI TERESTRIAL

## A. PENDAHULUAN

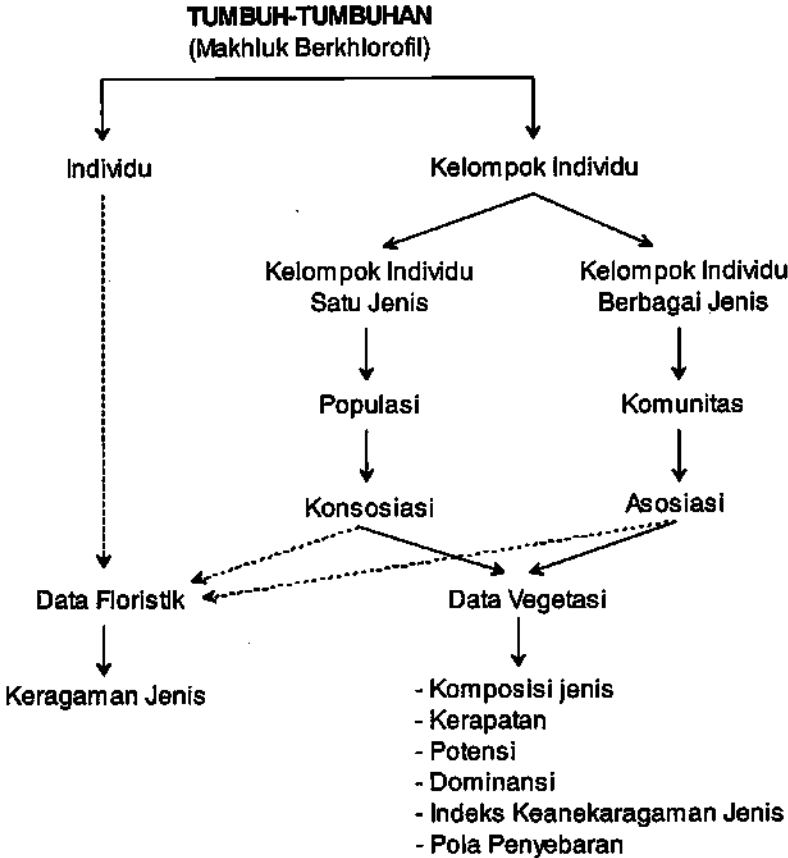
Dalam kegiatan penelitian atau pemantauan ekologi tumbuhan, terkadang sering terjadi kekacauan istilah, seperti tumbuh-tumbuhan, flora, dan vegetasi. Berhubungan dengan hal tersebut, terlebih dahulu akan diuraikan istilah tersebut untuk mempersatukan bahasa yang akan digunakan dalam uraian selanjutnya.

Tumbuh-tumbuhan adalah makhluk yang mempunyai kemampuan menangkap, mengikat, dan mengubah energi sinar matahari menjadi energi bentuk lain yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan itu sendiri dan makhluk lainnya. Salah satu ciri tumbuhan adalah mempunyai khlorofil (zat hijau daun).

Flora adalah kumpulan jenis tumbuhan yang terdapat dalam suatu wilayah, sedangkan vegetasi adalah masyarakat tumbuhan yang terbentuk oleh berbagai populasi jenis tumbuhan yang terdapat di dalam satu wilayah atau ekosistem serta memiliki variasi pada setiap kondisi tertentu.

Untuk kepentingan penelitian atau pemantauan lingkungan, data yang paling diperlukan adalah mengenai vegetasi dengan informasi variabelnya, misalnya pengelompokan vegetasi (masyarakat tumbuh-tumbuhan) pada ekosistem hutan. Keberadaan hutan sangatlah penting dan tidak lepas dari tipenya. Untuk mengetahui segi-segi menyeluruh dari vegetasi tersebut, umumnya digunakan istilah tertentu, seperti sabana, padang rumput, hutan jati, dan lain-lain. Namun, dengan hanya melihat istilah itu kita kurang bisa mengetahui vegetasi tersebut secara

jelas dan detail. Demikian pula untuk ekosistem tumbuhan lainnya, perlu adanya cara menganalisis vegetasi tersebut. Secara diagramatis hubungan antartumbuhan, flora, dan vegetasi serta variabel tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



**Gambar 3.1** Hubungan antara tumbuhan, flora, dan vegetasi serta variabel analisisnya

Selanjutnya, untuk tujuan penetapan dampak ekologi, diperlukan cara mengetahui kendala habitat atau *habitat constrain*. Habitat adalah daerah atau kawasan di mana makhluk hidup tinggal atau menetap. Suatu tempat yang memiliki berbagai faktor ekologis seperti faktor abiotik, misalnya iklim atau klimatik (contohnya suhu udara atau kelembapan) yang dapat mempengaruhi faktor ekologi lainnya seperti biotik (misalnya berbagai jenis organisme, populasinya maupun komunitasnya) atau faktor edaphik, topografi, maupun fisiografinya.

Untuk mengetahui kendala habitat, terdapat dua cara pendekatan yang dapat dipakai dalam mengevaluasi aspek habitat, yaitu dengan pengamatan pendahuluan (*reconnaissance*) dan analisis vegetasi. Pengamatan pendahuluan dilakukan untuk mempelajari habitat secara umum dan menyeluruh agar dapat diperoleh gambaran tentang keadaan habitat dan vegetasinya. Misalnya tentang luas habitat, keadaan topografi, dan pola vegetasi utama seperti bentuk pertumbuhan (*physiognomi* dan jenis tumbuhan dominan), korelasi antara masyarakat tumbuhan dengan lingkungannya atau pengaruh manusia terhadap tumbuh-tumbuhan pada masa sekarang maupun masa yang lalu.

## **B. BEBERAPA ISTILAH YANG SERING DIGUNAKAN DALAM ANALISIS VEGETASI**

Tidak atau jarang sekali ditemukan tumbuhan yang hidup menyendiri secara individu. Tumbuhan pada umumnya menyukai hidup berkelompok. Berbagai jenis tumbuhan yang hidup dalam suatu habitat dan saling berinteraksi sesamanya maupun dengan lingkungannya disebut komunitas. Kumpulan individu tumbuhan yang terdiri atas jenis (*species*) yang sama terdapat dalam suatu komunitas dinamakan populasi. Komunitas dalam interaksinya dengan sesamanya maupun dengan lingkungan abiotik di sekitarnya akan membentuk sistem yang dinamakan sistem ekologi atau ekosistem. Suatu ekosistem utama menggambarkan komunitas yang tersusun dari tumbuh-tumbuhan dan hewan yang mempunyai ciri-ciri daerah beriklim umum (seperti beriklim tropis atau beriklim sejuk) disebut bioma. Bioma biasanya diberi nama sesuai dengan jenis tumbuhan yang dominan yang terdapat di dalamnya, misalnya bioma hutan hujan tropis atau bioma daerah padang rumput.

Menurut Sukla dan Chandell (1982), komunitas tumbuhan atau sering disebut asosiasi tumbuhan, dapat dikatakan satuan dasar dunia tumbuh-tumbuhan atau vegetasi. Komunitas tumbuhan atau asosiasi tumbuhan mungkin mempunyai jumlah jenis tumbuhan yang relatif sedikit atau banyak. Secara individu asosiasi tumbuhannya disebut formasi tumbuhan atau tipe vegetasi. Biasanya formasi atau tipe vegetasi juga memiliki nama yang khas sesuai dengan jenis tumbuhan yang terdapat di dalamnya yang bersifat menonjol atau predominan (Ericson, 1979).

Jika antara dua komunitas tumbuhan yang berdekatan dan saling tumpang-tindih dalam ekosistem, akan terdapat suatu daerah peralihan atau transisi yang dinamakan *ekoton* atau zona transisi, sedangkan vegetasi yang terdapat di dalamnya dinamakan vegetasi ekoton. Suatu daerah ekoton, umumnya dihuni oleh vegetasi dari dua komunitas yang berdekatan. Walaupun daerahnya sering sempit, umumnya vegetasinya mempunyai kerapatan yang tinggi. Keadaan demikian dinamakan pengaruh batas (*edge effect*).

Secara alamiah tumbuhan tidak selalu dalam keadaan statis, tetapi berkembang dan tumbuh melalui serangkaian proses perubahan yang dapat diperkirakan, di mana tumbuhan yang terdapat dalam suatu komunitas akan memodifikasi lingkungannya atau sebaliknya menjadi komunitas lain dan menjadi stabil pada tahapan klimaks. Keadaan demikian dinamakan suksesi ekologi atau suksesi.

### C. KOMPOSISI DAN STRUKTUR VEGETASI

Komposisi ekosistem tumbuhan dapat diartikan variasi jenis flora yang menyusun suatu komunitas. Komposisi jenis tumbuhan merupakan daftar floristik dari jenis tumbuhan yang ada dalam suatu komunitas (Misra, 1980). Jenis tumbuhan yang ada dapat diketahui dari pengumpulan atau koleksi secara periodik dan identifikasi di lapangan. Contoh jenis tumbuhannya dapat diperoleh dari pencatatan dalam *sampling unit*, seperti dalam petak-petak pertelaan atau transek waktu dilakukan pengumpulan data kuantitatif pada penelitian struktur vegetasi. Daftar floristik sangat berguna karena dapat dipakai sebagai salah satu parameter vegetasi untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan dalam komunitas.

Berdasarkan komposisi flora, dapat diketahui jenis tumbuhan dari suatu ekosistem, seperti ekosistem hutan. Secara umum hutan di Indonesia memiliki komposisi dan struktur hutan yang relatif sama dan sebagian besar didominasi oleh suku *Dipterocarpaceae*. Komposisi atau susunan pokok hutan hujan tropis terdiri atas banyak pohon dari berbagai jenis, bentuk, keliling batang, dan tinggi pohon. Hutan itu sendiri menciptakan iklim dan lingkungan mikro yang di dalamnya hidup tumbuhan lain secara berlimpah seperti epifit, tumbuh-tumbuhan



menjalar (liana), perdu dan herba serta berbagai jenis hewan dan jamur (Whitmore, 1975).

Selanjutnya struktur ekosistem hutan merupakan hasil penataan ruang oleh komponen penyusun tegakan dan bentuk hidup, stratifikasi dan penutupan vegetasi yang digambarkan melalui keadaan diameter, tinggi, penyebaran dalam ruang, keanekaragaman tajuk serta kesinambungan jenis. Struktur hutan dengan komposisinya tertentu akan berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan atau habitatnya.

Secara garis besar struktur vegetasi dibatasi oleh tiga komponen, yaitu sebagai berikut.

1. Stratifikasi yang merupakan diagram profil menggambarkan lapisan (strata) pohon, tiang, saphan, semai, perdu, dan herba sebagai penyusun vegetasi tersebut.
2. Penyebaran horizontal dari jenis penyusun vegetasi tersebut, yang menggambarkan letak dan kedudukan dari satu anggota terhadap anggota yang lain. Bentuk penyebaran tersebut dapat digolongkan menjadi tiga tipe, yaitu acak (*random*), berkelompok (*aggregated*), dan teratur (*regular*).
3. Kelimpahan atau banyaknya individu dari jenis penyusun tersebut.

Selanjutnya menurut Keershaw (1973), struktur vegetasi dibatasi oleh tiga komponen, yaitu susunan jenis tumbuhan secara vertikal atau stratifikasi vegetasi, susunan jenis tumbuhan secara horizontal atau sebaran individu dan kelimpahan tiap jenis tumbuhan yang ada. Kelimpahan (*abundance*) tumbuhan yang ada dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan nilai kerapatan (*density*) atau berat kering bahan atau bagian tumbuhan yang dihasilkan per satuan luas.

#### **D. ANALISIS DAN DESKRIPSI VEGETASI**

Menurut Soerianegara dan Indrawan (1980), analisis vegetasi dalam ekologi tumbuhan adalah cara untuk mempelajari struktur vegetasi dan komposisi jenis tumbuhan. Analisis vegetasi bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis (susunan) tumbuhan dan bentuk (struktur) vegetasi yang ada di wilayah yang dianalisis. Caranya adalah dengan melakukan deskripsi komunitas tumbuhan.

Analisis vegetasi dapat juga digunakan untuk mengetahui pengaruh dampak lingkungan merupakan suatu cara pendekatan yang khas, karena pengamatan terhadap berbagai aspek vegetasi yang dilakukan harus secara mendetail dan terdiri atas vegetasi yang belum terganggu (alamiah). Aspek-aspek vegetasi yang perlu diketahui antara lain:

1. ada atau tidak adanya jenis tumbuhan tertentu;
2. luas basal area;
3. luas daerah penutup (*cover*);
4. frekuensi;
5. kerapatan;
6. dominansi;
7. nilai penting.

Analisis vegetatif yang dilakukan pada area luas tertentu umumnya berbentuk segi empat, bujur sangkar, atau lingkaran serta titik-titik. Untuk menganalisis vegetasi tingkat pohon, tiang dan saphan, digunakan metode kuadrat antara lain lingkaran, bujur sangkar, atau segi empat. Adapun untuk tingkat semai serta tumbuhan bawah yang rapat digunakan petak contoh titik atau bentuk kuadrat untuk tumbuhan yang tidak rapat. Variasi ukuran petak contoh tergantung pada homogenitas vegetasi yang ada.

Inventarisasi vegetasi darat pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis tumbuhan dan dominansinya. Inventarisasi tumbuhan dilakukan pada areal proyek dengan mencatat jenis-jenis yang terdapat di areal tersebut. Parameter populasi yang berkaitan dengan vegetasi terdiri atas beberapa kategori, yaitu sebagai berikut.

1. Perhitungan atau observasi yang berkaitan dengan individu
  - a) Biomassa rata-rata
  - b) Ketinggian rata-rata
  - c) Berat rata-rata
  - d) Luas penutupan rata-rata
2. Perhitungan atau observasi yang berkaitan dengan populasi
  - a) Biomassa relatif

- b) Kerapatan
  - c) Jumlah keseluruhan
  - d) Biomassa total
  - e) Dominansi
3. Pengukuran atau observasi yang berkaitan dengan komunitasnya
- a) Komposisi jenis
  - b) Keanekaragaman
  - c) Kekayaan jenis
  - d) Kurva jenis atau kekayaan jenis

Deskripsi vegetasi adalah cara untuk mempelajari komposisi dan struktur vegetasi yang disajikan secara kuantitatif dengan parameter kerapatan, frekuensi, dan penutupan tajuk ataupun luas bidang dasar. Apabila sudah didapatkan suatu data, kemudian dilakukan pembedaan kelompok berdasarkan beberapa sifat yang ada pada individu tumbuhan, yakni data kualitatif dan kuantitatif.

Dengan demikian, dalam mempelajari analisis vegetasi diperlukan adanya teknik-teknik penunjang antara lain *sampling plot* (misalnya petak tunggal), petak ganda, jalur (*transect*) atau tanpa plot, misalnya cara Bitterlich, individu terdekat, kuadran, dan cara berpasangan.

Pendeskripsian vegetasi berdasarkan physiognominya dilakukan dengan cara menganalisis penampakan luar vegetasi, yaitu dengan memanfaatkan ciri-ciri utama berikut.

- a. Tinggi vegetasi, yang berkaitan dengan stratum yang tampak oleh pandangan mata biasa.
- b. Struktur, berpedoman pada susunan stratum (A, B, C, D, dan E) dan penutupan tajuk (*coverage*). Proyeksi tajuk atau stratum secara vertikal dinyatakan dalam persentase terhadap luas wilayah yang ditempati vegetasi tersebut. Penutupan tajuk atau stratum ditunjukkan oleh susunan stratum yang dapat diketahui dari lapisan kanopi yang terdapat di dalam hutan.
- c. *Life-form* atau bentuk hidup ataupun bentuk pertumbuhan. Merupakan individu-individu penyusun komunitas tumbuh-tumbuhan, misalnya herba dan *diciduous*. Dalam vegetasi banyak

ditemukan bentuk vegetatif tanaman, sehingga tumbuh-tumbuhan dengan tanda morfologi yang sama bisa dikatakan mempunyai *life-form* yang sama pula. Adanya sifat-sifat morfologi dalam tumbuhan disebabkan oleh proses panjang seperti evolusi dan adaptasi terhadap lingkungan. Untuk menentukan *life-form*, Kuchler membuat model deskripsi vegetasi dengan mengelompokkannya dalam 15 kelompok yang terbagi 10 basik dan 5 spesial, yakni sebagai berikut.

1) *Basic life-form*

- B : *Broadleaf evergreen* (tumbuhan berdaun lebar selalu hijau), contoh: hutan hujan tropik.
- D : *Broadleaf deciduous* (tumbuh-tumbuhan berdaun lebar yang menggugurkan daunnya pada saat-saat tertentu), contoh: hutan di daerah iklim sedang.
- E : *Needle leaf evergreen* (tumbuh-tumbuhan berdaun jarum dan selalu hijau, contoh: hutan *Pinus mekusii*).
- N : *Needle leaf deciduous* (tumbuh-tumbuhan berdaun jarum yang menggugurkan daun), contoh: hutan *Larix* sp.
- O : *Leaves absent or nearly so* (tumbuh-tumbuhan tidak berdaun dan berklorofil pada batang, cabang, dan ranting), contoh: hutan *Casuarina* sp.
- M : *Mixed* (tumbuh-tumbuhan campuran B dan E) masing-masing mencapai 25%.
- S : *Semi deciduous* (tumbuh-tumbuhan jenis rumput).
- H : *Forbs* (tumbuh-tumbuhan herba).
- L : *Lichenes dan moses* (jenis-jenis lumut dan *lichenes*), tumbuhan dari daerah iklim dingin.

2) *Special life-form*

- C : *Climbers* (jenis pemanjat kayu). Contoh jenis-jenis liana, misalnya rotan.
- K : *Stem succulent* (tumbuh-tumbuhan berbatang succulent kuat).
- T : *Tuff plant* (tumbuh-tumbuhan bercabang, tetapi tidak berdaun roset).

V : *Bamboos* (tumbuh-tumbuhan *graminae* berkayu).

X : *Epiphyts*.

d. Ciri-ciri daun yang apabila didapatkan suatu areal yang ditempati > 25%

k : *succulent*

h : *hart*

w : *soft*

l : *large*

s : *small*

## E. PENENTUAN PETAK SAMPLING

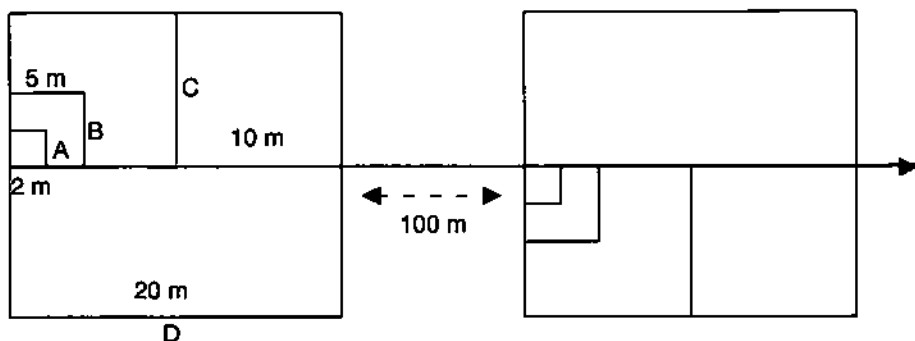
Pengambilan data yang luas arealnya belum diketahui, paling efektif menggunakan cara transek. Cara ini paling baik untuk mempelajari perubahan stratifikasi vegetasi menurut topografi dan elevasi, selanjutnya untuk penentuan petak ukur (plot) menggunakan metode sistematis *sampling*.

Pada areal *sampling* dibuat transek yang terdiri atas petak ukur per transek seperti terlihat pada Gambar 3.2. Transek dibuat memanjang memotong topografi dengan jarak antara transek 100 meter. Setiap transek dibagi dalam petak-petak ukur 20 m x 20 m, selanjutnya petak ukur dibagi dalam empat bagian yang sama besar, setiap bagian dilakukan pengukuran pada semua tingkatan tumbuhan, yaitu sebagai berikut.

1. Petak contoh berukuran 20 x 20 m digunakan untuk tingkat pohon (diameter pohon > 20 cm), liana epifit, parasit, serta pohon inang.
2. Petak contoh berukuran 10 x 10 m digunakan untuk tingkat tiang (diameter pohon 10–20 cm).
3. Petak contoh berukuran 5 x 5 m digunakan untuk tingkat pancang (diameter pohon diameter < 10 cm, tinggi > 1,5 m).
4. Petak contoh berukuran 2 x 2 m digunakan untuk tingkat semai (*seeding*) untuk (tinggi tumbuhan < 1,5 cm) dan tumbuhan bawah (penutup tanah).
5. Pengukuran diameter batang dilakukan pada ketinggian kira-kira

setinggi dada atau 1,3 m di atas permukaan tanah.

- Parameter-parameter yang dicatat adalah nama jenis tumbuhan, diameter batang, jumlah jenis dan jumlah plot ditemukannya suatu jenis tumbuhan (frekuensi).



Gambar 3.2 Desain jalur pengamatan vegetasi

Keterangan gambar:

- Jalur A (lebar 2 m) dengan petak-petak 2 x 2 meter
- Jalur B (lebar 5 m) dengan petak-petak 5 x 5 meter
- Jalur C (lebar 10 m) dengan petak-petak 10 x 10 meter
- Jalur D (lebar 20 m) dengan petak-petak 20 x 20 meter

## F. ALAT DAN BAHAN

Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam analisis vegetasi tumbuhan di lapangan terdiri atas kompas, tali ukur (meteran), tali rafia atau tambang, pensil, simpul, peta dengan skala 1:10.000, sasak (alat penjepit terbuat dari bambu untuk pembuatan herbarium). Untuk pembuatan herbarium diperlukan label, isolasi, plastik, karton tebal, dan kertas koran.

Pengamatan pada areal atau daerah yang sudah terganggu, dilakukan pengamatan terhadap kondisi tumbuhan di sekitar industri, di antaranya adalah keadaan daun-daun dari tumbuhan yang ada. Akibat kegiatan industri, misalnya industri yang menghasilkan pencemar udara berupa debu. Pencemaran udara akan mengganggu tumbuhan terutama kerusakan daun-daun. Pengamatan kerusakan daun ini dicatat untuk dijadikan data pemantauan tumbuhan selanjutnya. Apabila memang

terjadi kerusakan daun akibat pencemaran udara maka perlu dilakukan pengelolaan.

## **G. METODE SAMPLING STRUKTUR KOMUNITAS VEGETASI**

Tujuan *sampling* aspek vegetasi pada ekosistem alami ataupun pada ekosistem yang sudah terganggu, pada umumnya adalah untuk melakukan identifikasi jenis potensial atau untuk mengetahui besarnya tingkat kerusakan vegetasi dan perubahan komunitas yang terjadi di sekitar lokasi industri yang diakibatkan oleh suatu kegiatan. Pemantauan bertujuan untuk melihat adanya kerusakan fisik tumbuhan berupa kerusakan daun atau pucuk tumbuhan. Perhitungan dan analisis data yang diambil secara langsung di lapangan meliputi komposisi, struktur dan jenis vegetasi, nilai INP (indeks nilai penting), H (indeks keanekaragaman jenis), dan IS (indeks kesamaan komunitas). Adapun pada tingkat kerusakan vegetasi serta perubahan komunitasnya dapat ditunjukkan dengan:

- 1) perubahan dominansi tumbuhan;
- 2) perubahan indeks keanekaragaman;
- 3) perubahan indeks kesamaan jenis tumbuhan.

Studi mengenai struktur dan klasifikasi komunitas tumbuhan disebut fitososiologi. Dalam analisis vegetasi atau komunitas, terdapat berbagai parameter, yang dapat dipakai sebagai satuan nilai pengukuran secara kualitatif, kuantitatif, atau sintesis, yaitu sebagai berikut.

### **1. Analisis Kuantitatif Komunitas Tumbuhan**

Untuk analisis kuantitatif ada beberapa metode pengambilan sampel, yaitu

- a) metode kuadrat (*quadrat methods*);
- b) metode transek (*transect methods*);
- c) metode loop (*loop methods*);
- d) metode titik (*point less* atau *point methods*).

Dalam pelaksanaan penelitian atau pemantauan vegetasi terestrial yang umum digunakan adalah metode kuadrat dan metode transek, yaitu sebagai berikut.

### **a. Metode Kuadrat**

Kuadrat adalah daerah persegi dengan berbagai ukuran. Ukuran tersebut bervariasi dari 10 m<sup>2</sup> sampai 100 m<sup>2</sup>. Bentuk petak sampel dapat persegi, persegi panjang, atau lingkaran. Metode kuadrat ada beberapa jenis:

#### **1) *Count/list count quadrat***

Metode ini dikerjakan dengan menghitung jumlah spesies yang ada, berapa batang dari masing-masing spesies di dalam petak. Jadi, merupakan suatu daftar spesies yang ada di daerah yang diselidiki.

#### **2) *Cover quadrat (basal area kuadrat)***

Untuk mengetahui penutupan relatif, yaitu persentase tanah yang tertutup vegetasi. Metode ini digunakan untuk memperkirakan berapa area (penutupan relatif) yang diperlukan tiap spesies dan berapa total basal dari vegetasi di suatu daerah. Total basal dari vegetasi merupakan penjumlahan basal area dari beberapa jenis tanaman. Cara umum untuk mengetahui basal area pohon dapat dengan mengukur diameter pohon pada tinggi 1,375 meter (setinggi dada).

#### **3) *Chart quadrat***

Penggambaran letak atau bentuk tumbuhan disebut Pantograf. Metode ini terutama berguna dalam mereproduksi secara tepat tepi-tepi vegetasi dan menentukan letak tiap-tiap spesies yang vegetasinya tidak begitu rapat. Alat yang digunakan adalah pantograf dan planimeter.

### **b. Metode Transek**

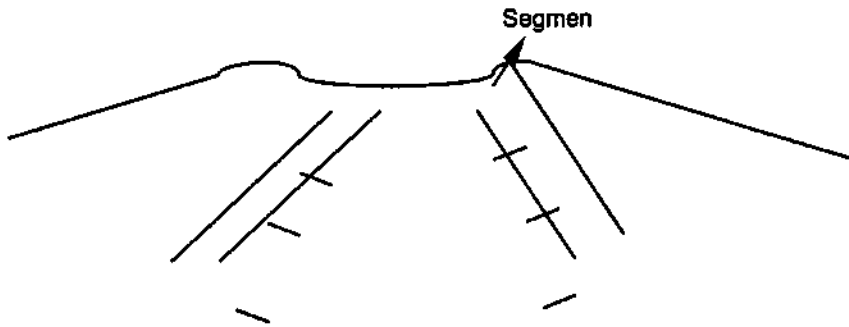
Transek adalah jalur sempit melintang pada lahan yang akan dipelajari atau diselidiki. Tujuan metode ini untuk mengetahui hubungan perubahan vegetasi dan perubahan lingkungan atau untuk mengetahui jenis vegetasi yang ada di suatu lahan secara cepat. Ada dua macam transek, yaitu

#### **1) *Belt transect (transek sabuk)***

*Belt* transek merupakan jalur vegetasi yang lebarnya sama dan sangat panjang. Lebar jalur ditentukan oleh sifat vegetasinya untuk menunjukkan bagan yang sebenarnya. Lebar jalur untuk hutan



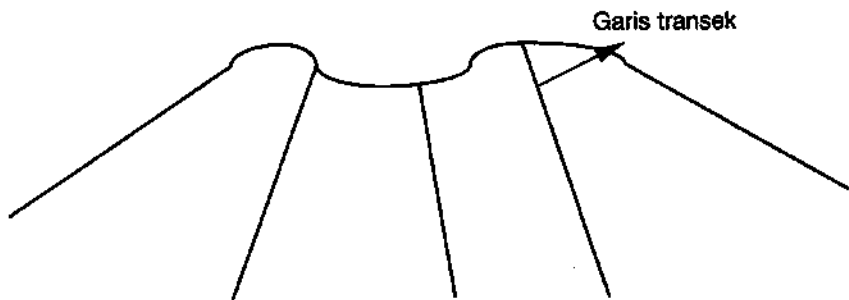
antara 1–10 m. Transek 1 m digunakan jika semak dan tunas di bawah diikuti, tetapi bila hanya pohon-pohon yang dewasa yang dipetakan, transek yang baik adalah 10 m. Panjang transek tergantung tujuan penelitian. Setiap segmen diidentifikasi jenis vegetasinya.



Gambar 3.3 Belt transect (Shukla et al. 1985)

## 2) Line transect (transek garis)

Dalam metode ini garis-garis merupakan petak contoh (*plot*). Tanaman yang berada tepat pada garis dicatat jenisnya dan berapa kali terdapat atau dijumpai.



Gambar 3.4 Line transect (Shukla et al,1985)

## 2. Analisis Kualitatif Komunitas Tumbuhan

Struktur kualitatif dan komposisi komunitas dapat dinyatakan berdasarkan observasi (pengamatan) visual tanpa *sampling* khusus atau pengukuran dalam perhitungan karakteristik floristik secara kualitatif (isi spesies) stratifikasi, aspek sosiabilitas, asosiasi antarspesies, bentuk pertumbuhan dan spektrum biologi dipelajari di lapangan.

### **a. Komposisi Floristik atau Anggota Spesies Komunitas**

Studi ini dilakukan pada spesies dari komunitas yang dianggap penting. Pelaksananya dapat dilakukan dengan koleksi yang periodik kemudian diidentifikasi dengan waktu sepanjang tahun melalui data floristik. Data Floristik adalah daftar jenis tumbuhan yang terdapat dalam suatu komunitas yang diteliti dalam berbagai keadaan masa pertumbuhan yang berbeda-beda. Biasanya disusun menurut abjad berdasarkan nama jenis tumbuhan dan marganya. Tersusun pula atas kelompok dari tingkatan tumbuhan tinggi maupun tumbuhan rendah seperti paku, lumut, lumut kerak (*lichenes*), epifit, dan parasit.

### **b. Stratifikasi dan Struktur Profil**

Dalam suatu komunitas berbagai jenis tumbuhan yang berasosiasi, struktur bentuk kehidupannya (*life-form*-nya) akan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor kepadatan dengan penyesuaian tinggi pohon dan penyebaran bagian-bagian tumbuhan yang terdapat di atas dan di bawah tanah. Pada suatu habitat, batang atau tajuk pohon dan beberapa vegetasi semak akan mempunyai strata atau lapisan-lapisan dalam sistem stratifikasi dan bentuk posisi tumbuhan di atas tanah (profil).

Jumlah strata pelapisan dalam komunitas dapat dinyatakan dengan observasi secara periodik dengan mengamati tumbuhan untuk sepanjang tahun. Penggantian dan kenampakan vegetasi akan terlihat dengan penggantian cuaca. Oleh karena itu, perlu dicatat adanya perubahan keadaan spesies dalam beberapa cuaca selama satu tahun.

### **c. Bentuk Kehidupan (Life-Form atau Physiognomi)**

Suatu gambaran dari penampilan bentuk tumbuhan dapat menjadi ciri khas dari jenis atau kelompok tumbuhan. Sebagian besar kenampakan umum dan pertambahan spesies dalam komunitas dikelompokkan ke dalam kelas bentuk pertumbuhan yang berbeda misalnya bentuk kehidupan atau kelas *life-form* yang disebut *phanerophyta*, *chamaephyta*, *hemicryptophyta*, *cryptophyta*, dan *therophyta*. Susunan daftar persentase dari kelas *life-form* jenis tumbuhan dari suatu habitat dinamakan spektrum biologi. Karena tiap-tiap kelas *life-form* selalu berkaitan dengan keadaan lingkungan habitat,

maka spektrum biologi dapat digunakan sebagai suatu indikator secara langsung untuk mengetahui keadaan suatu habitat atau lingkungan.

#### **d. Sosiabilitas**

Dalam komunitas tumbuhan, spesies secara individu tidak selamanya tersebar. Individu beberapa spesies tumbuhan ada yang tersebar dengan jarak yang lebar, beberapa yang lain terdapat dalam bentuk rumpun atau menutup lahan.

Beberapa individu spesies tumbuhan dalam satu rumpun cenderung mengadakan kompetisi yang hebat sehingga tidak dapat membentuk populasi yang besar. Berdasarkan hal ini maka tumbuhan dapat dikelompokkan dalam kelas-kelas, yaitu

Kelas 1. Pohon tumbuh individual (*singly*)

Kelas 2. Kelompok tersebar atau ikatan terbuka

Kelas 3. Menutup tanah dengan anak yang kecil dan terpecah

Kelas 4. Menutup tanah lebih luas

Kelas 5. Seluruh lahan tertutup oleh lapisan vegetasi

Derajat sosiabilitas yang tinggi terlihat jika tumbuhan itu mempunyai produktivitas biji tinggi, daya tumbuh tinggi serta mempunyai daya adaptasi yang besar.

#### **e. Asosiasi Antarspesifik (*Interspesifik Asosiasi*)**

Berbagai jenis tumbuhan yang terdapat dalam suatu komunitas akan berinteraksi dengan sesama tumbuhan yang ada maupun dengan lingkungannya. Hubungan interaksi antarjenis tumbuhan yang ada akan terlihat dengan ada atau tidaknya jenis tumbuhannya yang memperlihatkan tingkatan asosiasinya. Jika vegetasi mempunyai sampai dua spesies yang berbeda atau lebih dekat satu sama lain, maka mereka membentuk sebagai komunitas tipe asosiasi antarspesies dengan beberapa kemungkinan:

- 1) spesies dapat hidup dalam lingkungan yang sama;
- 2) spesies mungkin mempunyai distribusi geografi yang sama;
- 3) spesies mempunyai bentuk pertumbuhan yang berlainan sehingga memperkecil kompetisi;
- 4) tumbuhan atau spesies yang lain saling berinteraksi yang

menguntungkan salah satu atau keduanya, asosiasi ini mudah dilihat di lapangan.

Asosiasi dari dua jenis tumbuhan yang saling berinteraksi dapat bersifat positif atau negatif, di mana nilai positif menunjukkan terdapatnya hubungan yang bersifat mutualistik saling menguntungkan, sedangkan nilai negatif adalah sebaliknya. Interspesifik asosiasi dari dua jenis tumbuhan yang saling berinteraksi dapat diketahui dari formula sebagai berikut:

a. Untuk n kurang dari 30:

$$x^2 = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

b. Untuk n yang lebih dari 30:

$$x^2 = \frac{([ad - bc] - 1/2 n)^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Keterangan:

a = *sampling* unit yang mengandung tumbuhan a dan b.

b = *sampling* unit yang mengandung tumbuhan b .

c = *sampling* unit yang mengandung tumbuhan a.

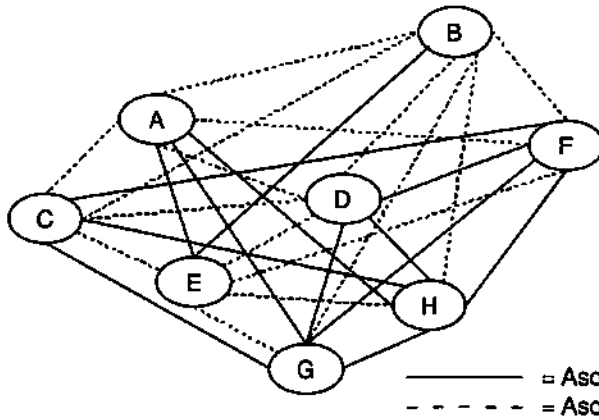
d = *sampling* unit yang tidak mengandung tumbuhan a dan b.

n = jumlah unit *sampling*.

Untuk mengetahui asosiasi jenis tumbuhan dalam komunitas, nilai parameter asosiasi suatu jenis tumbuhan kemudian disusun dalam matriks asosiasi dan diagram asosiasi.

A							<i>Acaasia sp.</i>
B	-						<i>Eupatorium</i>
C	-	-					<i>Cyperus sp.</i>
D	-	-	-				<i>Oxalis sp.</i>
E	+	+	-	-			<i>Mimosa pudica</i>
F	-	-	+	+	-		<i>Ipomoea sp.</i>
G	+	-	+	+	-	+	<i>Selandica sp.</i>
H	+	-	+	+	-	+	<i>Philantus sp.</i>

Gambar 3.5 Matriks asosiasi komunitas tumbuhan



Keterangan:

A = *Acasia* sp.

B = *Eupatorium* sp.

C = *Cyperus* sp.

D = *Oxalis* sp.

E = *Mimosa pudica*

F = *Ipomoea* sp.

G = *Selandica* sp.

H = *Philantus* sp.

———— = Asosiasi (+)

- - - - - = Asosiasi (-)

Gambar 3.6 Diagram asosiasi komunitas tumbuhan

Interspesifik asosiasi dipengaruhi oleh *niche* atau *relung*, yaitu tempat hidup yang sesuai bagi tumbuhan yang dijumpai di dalam suatu komunitas. Komunitas tumbuhan sering juga disebut asosiasi tumbuhan dan dapat dikatakan merupakan satuan dasar dunia tumbuh-tumbuhan atau vegetasi. Suatu asosiasi tumbuhan dapat mempunyai jumlah jenis tumbuhan yang relatif banyak atau sedikit.

Untuk melakukan analisis vegetasi diperlukan berbagai tahap pengamatan melalui serangkaian penelitian sebagai berikut:

1. penelitian pendahuluan (*reconnaissance*) dan studi habitat;
2. penentuan sebaran vegetasi dan cara *sampling*;
3. penentuan besar dan luas *sampling* unit;
4. metode pengamatan;
5. pengumpulan data atau parameter lingkungan dan parameter vegetasi;
6. tabulasi data;
7. analisis dan pengujian statistik serta interpretasi data;
8. pengambilan kesimpulan.

Untuk melengkapi analisis vegetasi dalam suatu komunitas, diperlukan data atau parameter lingkungan yang mempengaruhi kehidupan tumbuhan tersebut, parameter tersebut antara lain:

- a. Sifat fisik tanah:
  - 1) warna tanah;

- 2) tekstur dan struktur tanah;
  - 3) rongga pori-pori;
  - 4) temperatur tanah.
- b. Sifat kimia tanah
- 1) Materi organik
  - 2) Kandungan kapur
  - 3) Kandungan N
  - 4) pH tanah
  - 5) sifat konduktor tanah
- c. Sifat udara sekitar
- 1) Temperatur udara
  - 2) Kelembapan
  - 3) Tekanan udara
  - 4) Kecepatan angin

## H. KETENTUAN-KETENTUAN DALAM SINTESIS

### 1. Kerapatan (*Density*)

Banyaknya individu dari jenis tumbuhan dapat ditaksir atau dihitung. Apabila banyaknya individu tumbuhan dinyatakan per satuan luas, maka nilai itu disebut kerapatan (*density*). Nilai kerapatan ini dapat menggambarkan bahwa jenis dengan nilai kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar. Kerapatan ditaksir dengan menghitung jumlah individu setiap jenis dalam kuadrat yang luasnya ditentukan, kemudian penghitungannya diulang di tempat yang tersebar secara acak.

Pada beberapa jenis tumbuhan, misalnya rumput-rumputan, untuk menyatakan satu individu rumput-rumputan akan sulit. Oleh karena itu, satu pokok berupa rumpun yang menyembul dari permukaan tanah sering disebut satu individu.

$$\% \text{ Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah seluruh tumbuhan}}{\text{Jumlah seluruh } \textit{sampling} \text{ unit}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kerapatan relatif} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Jumlah individu seluruh jenis}} \times 100\%$$

## 2. Frekuensi

Frekuensi dipakai sebagai parameter vegetasi yang dapat menunjukkan distribusi atau sebaran jenis tumbuhan dalam ekosistem atau memperlihatkan pola distribusi tumbuhan. Nilai yang diperoleh dapat pula untuk menggambarkan kapasitas reproduksi dan kemampuan adaptasi serta menunjukkan jumlah "*sampling unit*" yang mengandung jenis tumbuhan tertentu.

$$\% \text{ Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah "sampling unit" yang mempunyai suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh "sampling unit"}}$$

$$\% \text{ Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Jumlah frekuensi suatu jenis}}{\text{Jumlah nilai frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Menurut Raunkiaer (dalam Misra, 1973) frekuensi tumbuhan dibagi menjadi 5 (lima) kelas, yaitu

Kelas A = 0–20%

Kelas B = 21–40%

Kelas C = 41–60%

Kelas D = 61–80%

Kelas E = 81–100%

Hukum frekuensi Raunkier: Spesies dengan frekuensi rendah lebih banyak individunya daripada frekuensi tinggi. Selanjutnya di dalam komunitas suatu vegetasi mempunyai bentuk sebaran yang ditentukan berdasarkan Hukum Raunkiaer, yaitu:

$$\begin{array}{c} > \\ A > B > C = D < E \\ < \end{array}$$

- nilai B, C, dan D tinggi = sebaran heterogen
- nilai E tinggi = sebaran homogen

## 3. Penutup (*Cover*)

Penutup adalah istilah yang dipakai untuk menyatakan luas daerah permukaan tanah (*habitat*) yang dihuni oleh bagian dari tumbuhan seperti daun, batang, atau *inflorescencia* bunga. Penutupan atau kerimbunan suatu tumbuhan akan memberikan gambaran tentang penguasaan daerah vegetasi oleh setiap jenis tumbuhan yang ada biasanya dapat

dinyatakan oleh mahkota tumbuhan atau peneduhan tanah oleh daun, batang, cabang dan bunga, dilihat dari atas. Dapat pula dinyatakan dengan diameter batang yang menutup tersebut. Pengukuran diameter batang setinggi 1,37 m dari permukaan tanah (untuk pohon), dari diameter batang dapat dihitung basal area pohon.

Nilai penutup (*cover*) dapat dipakai untuk mengetahui nilai dominansi suatu jenis tumbuhan, terutama tumbuhan berupa semak, herba atau rumput-rumputan. Nilai parameter vegetasi *cover* biasanya dipakai dalam analisis vegetasi yang menggunakan metode transek, khususnya teknik yang disebut *line intercept*.

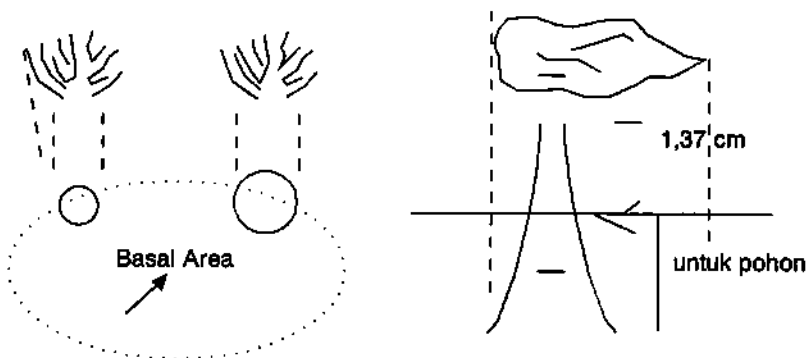
$$\% \text{ Cover} = \frac{\text{Panjang seluruh } intercept \text{ satu jenis}}{\text{Panjang seluruh } intercept} \times 100\%$$

$$\% \text{ Cover Relatif} = \frac{\text{Panjang seluruh } intercept \text{ satu jenis}}{\text{Panjang seluruh } intercept \text{ seluruh jenis}} \times 100\%$$

#### 4. Basal Area

Menyatakan satuan luas yang dapat diketahui dari garis tengah batang pohon setinggi dada. Basal area juga dapat dipakai untuk menentukan nilai dominansi suatu jenis tumbuhan, terutama tumbuhan berupa pohon.

$$\text{Basal Area per Pohon} = \frac{\text{Jumlah basal area seluruh pohon}}{\text{Jumlah seluruh pohon}} \times 100\%$$



Gambar 3.7 Pengukuran basal area untuk rumput dan pohon berdasarkan *canopy* dan diameter batang

Penutupan juga menggambarkan dominansi (kerimbunan).



## 5. Dominansi (*Dominance*)

Dominansi menyatakan suatu jenis tumbuhan utama yang mempengaruhi dan melaksanakan kontrol terhadap komunitas dengan cara banyaknya jumlah jenis, besarnya ukuran maupun pertumbuhannya yang dominan. Suatu jenis tumbuhan yang mampu melaksanakan kontrol atas aliran energi yang terdapat dalam komunitas dinamakan ekologi dominan. Parameter vegetasi dominan nilainya dapat diketahui dari nilai basal area dan penutup (*cover*).

$$\% \text{ Dominansi} = \frac{\text{Jumlah basal area satu jenis}}{\text{Jumlah seluruh sampel area}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Dominansi Relatif} = \frac{\text{Nilai dominansi satu jenis}}{\text{Jumlah seluruh nilai dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Atau

$$\% \text{ Dominansi Relatif} = \frac{\text{Jumlah nilai penutup suatu jenis}}{\text{Jumlah nilai penutup seluruh jenis}} \times 100\%$$

### Nilai Dominansi

Untuk mengetahui kelimpahan (dominansi) suatu jenis tumbuhan dihitung nilai SDR (*Summed Dominant Ratio*) dengan rumus:

$$\text{SDR} = \frac{\text{FR} + \text{DR}}{2} \times 100\%$$

Dengan:

SDR = Nilai dominan suatu jenis (*Summed Dominant Ratio*)

FR = Frekuensi *relative* suatu jenis

DR = Dominansi atau kerapatan *relative* suatu jenis

## 6. Indeks Asosiasi dan Indeks Kesamaan Komunitas (*Association Index and Index of Similarity*)

Merupakan suatu koefisien untuk mengetahui kesamaan jenis tumbuhan di dua daerah yang berbeda dilakukan perhitungan dengan Indeks Kesamaan Jenis Sorensen, dengan rumus:

$$\text{Iss} = \frac{2C}{A + B} \times 100\%$$

Dengan:

Iss = Indeks Kesamaan jenis Sorensen

A = Jumlah jenis tumbuhan di daerah 1

B = Jumlah jenis tumbuhan di daerah 2

C = Jumlah jenis tumbuhan yang sama di kedua daerah 1 dan 2

Jika Indeks Kesamaan suatu jenis komunitas diketahui, maka dapat pula dicari Indeks Ketidaksamaannya (*Indeks Dissimilarity* = IDS) yang besarnya:

$$IDS = 100 - ISS$$

Indeks Kesamaan dan Indeks Ketidaksamaan antara lain dapat dipakai untuk menyusun matriks Indeks Kesamaan dan Indeks Ketidaksamaan, yaitu matriks yang digunakan untuk membuat diagram ordinasasi. Analisis vegetasi dengan cara ordinasasi dapat dipakai untuk mengetahui sebaran atau pengelompokan komposisi vegetasi agar diperoleh pola vegetasi komunitas tumbuhan.

#### **7. Indeks Nilai Penting (*Important Value Index*) = INP**

Indeks Nilai Penting (INP) atau *important value index* merupakan indeks kepentingan yang menggambarkan pentingnya peranan suatu jenis vegetasi dalam ekosistemnya. Apabila INP suatu jenis vegetasi bernilai tinggi, maka jenis itu sangat mempengaruhi kestabilan ekosistem tersebut. Agar INP dapat ditafsirkan maknanya maka digunakan kriteria berikut: Nilai INP tertinggi dibagi tiga, sehingga INP dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu tinggi (T), sedang (S), dan rendah (R).

INP ini berguna untuk menentukan dominansi jenis tumbuhan terhadap jenis tumbuhan lainnya, karena dalam suatu komunitas yang bersifat heterogen data parameter vegetasi sendiri-sendiri dari nilai frekuensi, kerapatan dan dominansinya tidak dapat menggambarkan secara menyeluruh, maka untuk menentukan nilai pentingnya yang mempunyai kaitan dengan struktur komunitasnya dapat diketahui dari indeks nilai pentingnya. Yaitu suatu indeks yang dihitung berdasarkan jumlah seluruh nilai frekuensi relatif (FR), kerapatan relatif (KR), dan dominansi relatif (DR).

$$\text{Nilai Penting} = FR + KR + DR$$

Untuk jenis anak-anak pohon yang baru berkecambah, semak dan herba, nilai pentingnya dihitung hanya dari nilai frekuensi relatif dan kerapatan relatifnya. Dengan mengetahui harga masing-masing nilai penting dari jenis tumbuhan yang ada, kemudian dapat disusun suatu kelas dominansi untuk masing-masing jenis tumbuhan.

### **8. Indeks Keanekaragaman (*Index of Diversity*)**

Merupakan parameter vegetasi yang sangat berguna untuk membandingkan berbagai komunitas tumbuhan, terutama untuk mempelajari pengaruh gangguan faktor-faktor lingkungan atau abiotik terhadap komunitas atau untuk mengetahui keadaan suksesi atau stabilitas komunitas. Karena dalam suatu komunitas pada umumnya terdapat berbagai jenis tumbuhan, maka makin tua atau semakin stabil keadaan suatu komunitas, makin tinggi keanekaragaman jenis tumbuhannya. Keanekaragaman jenis yang terdapat dalam komunitas dapat diketahui dari Indeks Keanekaragaman yang menurut Odum (1971) rumusnya untuk Indeks Keanekaragaman jenis dari Shannon - Wiener (1963), adalah

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$$

Dengan:

$H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon - Wiener

$n_i$  = Jumlah individu dari suatu jenis  $i$

$N$  = Jumlah total individu seluruh jenis

Besarnya Indeks Keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut.

- Nilai  $H' > 3$  menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah melimpah tinggi.
- Nilai  $H' 1 \leq H' \leq 3$  menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedang melimpah.
- Nilai  $H' < 1$  menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies pada suatu transek adalah sedikit atau rendah.

## I. CONTOH HASIL ANALISIS VEGETASI

Di bawah ini diperlihatkan contoh hasil analisis terhadap flora yang terdapat pada areal tapak proyek jalan lingkaran Timur Cianjur, dilakukan perhitungan dengan pembagian menurut kriteria jenis vegetasinya, yaitu berdasarkan tingkat pohon, tingkat tiang, tingkat pancang, dan tingkat semai. Secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

### 1. Tingkat Pohon

Untuk tingkat pohon, jenis petai berasosiasi dengan jenis kelapa. Indeks Nilai Penting masing-masing jenis, yaitu 99,2736 untuk petai dan 68,6441 untuk kelapa, sedangkan Indeks Keanekaragaman untuk tingkat pohon sebesar 1,6324. Secara rinci hasil perhitungan analisis vegetasi tapak proyek jalan Lingkaran Timur Cianjur untuk tingkat pohon dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1

Hasil Analisis Vegetasi pada Tapak Proyek Jalan Lingkaran Timur Cianjur untuk Tingkat Pohon Tahun 2004

No.	Nama Lokal	Nama Latin	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP	H'
1.	Randu	<i>Ceiba pentandra</i>	5,0847	7,1429	7,1429	19,3705	0,1515
2.	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	3,3898	3,5714	3,5714	10,5327	0,1147
3.	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	18,6441	25,0000	25,0000	68,6441	0,3132
4.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	8,4746	10,7143	10,7143	29,9031	0,2092
5.	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	13,5593	42,8571	42,8571	99,2736	0,2709
6.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	8,4746	3,5714	3,5714	15,6174	0,2092
7.	Nangka	<i>Atrocarpus integra</i>	42,3729	7,1429	7,1429	56,6586	0,3638
Jumlah			100,00	100,00	100,00	300,00	1,6324

## 2. Tingkat Tiang

Untuk tingkat tiang, jenis petai berasosiasi dengan jenis lamtoro dengan Indeks Nilai Penting masing-masing 71,1084 untuk jenis petai dan 59,9973 untuk jenis lamtoro, sedangkan Indeks Keanekaragaman untuk tingkat tiang sebesar 0,1345. Secara rinci hasil perhitungan analisis vegetasi di tapak proyek jalan lingkaran Timur Cianjur untuk tingkat tiang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2

Hasil Analisis Vegetasi pada Tapak Proyek Jalan Lingkaran Cianjur untuk Tingkat Tiang Tahun 2004

No.	Nama Lokal	Nama Latin	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP	H'
1.	Keluwih	<i>Arthocarpus</i> sp.	1,5432	2,1739	2,1739	5,8910	0,2252
2.	Turi		1,8519	2,8986	2,8986	7,6490	0,2492
3.	Petai	<i>Parkia</i> <i>speciosa</i>	34,8765	18,1159	18,1159	71,1084	-1,6866
4.	Jambu air	<i>E. aqua</i>	3,3951	4,3478	4,3478	12,0907	0,3286
5.	Kedondong		1,8519	2,8986	2,8986	7,6490	0,2492
6.	Lamtoro	<i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i>	23,7654	18,1159	18,1159	59,9973	-0,5813
7.	Kelapa	<i>Cocos</i> <i>nucifera</i>	13,5802	18,1159	18,1159	49,8121	0,1414
8.	Hanjuang		9,8765	18,1159	18,1159	46,1084	0,2988
9.	Alpukat	<i>Persea</i> <i>americana</i>	3,7037	7,2464	7,2464	18,1965	0,3384
10.	Mangga	<i>Mangifera</i> <i>indica</i>	4,0123	7,2464	7,2464	18,5051	0,3466
11.	Nangka	<i>Arthocarpus</i> <i>integra</i>	1,5432	0,7246	0,7246	2,9925	0,2252
<b>Jumlah</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,1345</b>

## 3. Tingkat Pancang

Untuk tingkat pancang, jenis pisang berasosiasi dengan jenis kelapa dengan Indeks Nilai Penting masing-masing 58,3333 untuk jenis pisang

dan 47,5171 untuk jenis kelapa, sedangkan Indeks Keanekaragaman untuk tingkat pancang sebesar 1,8149. Secara rinci hasil perhitungan analisis vegetasi di tapak proyek jalan lingkaran Timur Cianjur untuk tingkat pancang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.3**

Hasil Analisis Vegetasi pada Tapak Proyek Jalan Lingkaran Timur Cianjur untuk Tingkat Pancang Tahun 2004

No.	Nama Lokal	Nama Latin	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP	H'
1.	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	2,2831	9,3750	9,3750	21,0331	0,0863
2.	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>	33,3333	12,5000	12,5000	58,3333	0,3662
3.	Serai		2,7397	9,3750	9,3750	21,4897	0,0986
4.	Jambu Air	<i>E. aquea</i>	11,4155	1,5625	1,5625	14,5405	0,2477
5.	Bambu Aur	<i>Bambusa</i> sp.	4,5662	12,5000	12,5000	29,5662	0,1409
6.	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	28,7671	9,3750	9,3750	47,5171	0,3584
7.	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	4,1096	10,9375	10,9375	25,9846	0,1312
8.	Ubi Kayu	<i>Manihot utilissima</i>	5,4795	15,6250	15,6250	36,7295	0,1591
9.	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	5,9361	15,6250	15,6250	37,1861	0,1676
10.	Belimbing	<i>Avverhoa carambola</i>	1,3699	3,1250	3,1250	7,6199	0,0588
<b>Jumlah</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>1,8149</b>

#### 4. Tingkat Semai

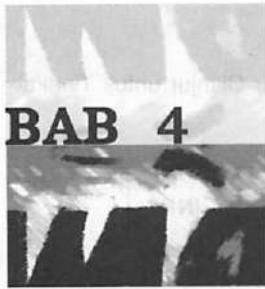
Untuk tingkat semai, jenis padi berasosiasi dengan jenis alang-alang dengan Indeks Nilai Penting masing-masing 189,1304 untuk jenis padi dan 83,4783 untuk jenis alang-alang, sedangkan Indeks Keanekaragaman untuk tingkat semai sebesar 0,9433. Secara rinci hasil perhi-

tungan analisis vegetasi di tapak proyek untuk tingkat semai dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.4**

Hasil Analisis Vegetasi pada Tapak Proyek Jalan Lingkar Timur Cianjur untuk Tingkat Semai Tahun 2004

No.	Nama Lokal	Nama Latin	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP	H'
1.	Padi	<i>Oryza sativa</i>	50,00	69,5652	69,5652	189,1304	0,3466
2.	Alang-alang	<i>Imperata cylindrica</i>	40,00	21,7391	21,7391	83,4783	0,3665
3.	Rumput teki		10,00	8,6957	8,6957	27,3913	0,2303
<b>Jumlah</b>			100,00	100,00	100,00	300,00	0,9433



## BAB 4

# SATWA LIAR

### A. PENDAHULUAN

Dalam Undang-Undang No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, dikatakan bahwa satwa liar adalah semua binatang yang hidup liar di darat dan atau di air dan atau di udara yang masih mempunyai sifat-sifat liar, baik yang hidup bebas maupun yang dipelihara oleh manusia. Menurut Alikodra (1990), satwa liar dapat juga diartikan binatang yang hidup liar di alam bebas tanpa campur tangan manusia. Dalam ekosistem alam satwa liar memiliki peranan yang sangat banyak, salah satunya adalah untuk melestarikan hutan. Contoh kecil seperti jenis primata yang suka memakan buah-buahan berbiji. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, biji-bijian yang termakan primata akan utuh kalau dikeluarkan kembali dalam bentuk kotorannya, jadi seperti persemaian alami yang paling baik. Biji yang disebar oleh primata itu akan tumbuh menjadi pohon baru. Hal ini hanya dapat terjadi apabila satwa masih memiliki sifat liar aslinya (terutama dalam pemilihan makanan: buah-buahan).

Oleh karena itu, sangatlah penting untuk membiarkan satwa liar hidup di hutan. Contoh lain seperti burung yang dapat menjadi indikator, apabila di suatu daerah masih terdapat banyak burung berarti masih banyak pohon dan daerah tersebut masih sehat. Tidak dapat dibayangkan apabila burung sudah jarang dijumpai atau punah, tidak akan ada lagi terdengar nyanyian dan kicauan burung yang indah atau tidak ada lagi yang memperingatkan kita seperti akan terjadinya bahaya yang mengancam lingkungan. Contoh di atas menerangkan bahwa ada



suatu hubungan yang erat antara satwa dan lingkungan. Konsep ekosistem menerangkan bahwa tidak ada organisme yang mampu hidup sendiri atau tanpa lingkungannya sehingga perlu ada suatu hubungan timbal balik. Konsep ini merupakan bagian dari asas definisi ekologi (Odum, 1971).

Dalam proses ekologi setiap makhluk hidup mengalami evolusi yang telah berlangsung sejak berjuta tahun yang lampau. Evolusi tersebut merupakan proses untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan yang terjadi secara perlahan-lahan, sehingga dalam sejarah alam dikenal adanya beberapa jenis yang punah sebagai akibat ketidakmampuan dirinya untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang baru. Proses evolusi yang berjalan karena faktor alam menunjukkan gejala ekologis yang wajar menurut hukum alam.

Jenis satwa liar pun memiliki mekanisme dalam menghadapi keadaan lingkungan yang selalu berubah. Secara biologis mereka mempunyai sistem untuk menyesuaikan diri. Saat ini fenomena terganggunya keseimbangan lingkungan ataupun punahnya jenis satwa liar, sebagian besar disebabkan oleh tindakan manusia. Oleh karena itu, perlu disadari batas evolusi alami dan perubahan keseimbangan alam yang disebabkan oleh ulah manusia. Hal ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan bahan untuk meramalkan nasib jenis satwa liar yang akan datang akibat dampak dari kegiatan manusia.

Kehidupan dari satwa liar dapat terganggu apabila habitatnya mengalami perubahan akibat adanya aktivitas atau pembangunan yang sangat mengganggu di sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh satwa mempunyai sensitivitas yang kuat terhadap terjadi perubahan lingkungan habitatnya.

Perubahan atau gangguan terhadap habitat menyebabkan adanya pergerakan satwa untuk menghindari. Menurut Alikodra (1999), pergerakan satwa merupakan suatu strategi dari individu maupun populasi satwa liar untuk menyesuaikan dan memanfaatkan keadaan lingkungannya agar dapat hidup dan berkembang biak secara normal. Pergerakan baik dalam skala yang sempit maupun yang luas merupakan usaha untuk memenuhi tuntutan hidupnya.

Ada dua faktor yang mempengaruhi pergerakan satwa liar, yaitu

faktor primer dan sekunder. Faktor primer adalah faktor yang mendorong satwa untuk bergerak agar kebutuhan fisiologisnya terpenuhi, sedangkan faktor sekunder adalah faktor yang dapat memodifikasi pergerakan tersebut.

Perilaku satwa liar diartikan ekspresi suatu hewan yang ditimbulkan oleh semua faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku satwa ini disebut rangsangan yang berhubungan erat dengan fisiologisnya (Soeratmo, 1979). Scott (1972) menyatakan, sistem perilaku pada satwa adalah kumpulan pola-pola perilaku yang memiliki satu fungsi umum. Beberapa perilaku satwa yang terjadi antara lain: 1. *shelter seeking* atau mencari perlindungan, yaitu mencari kondisi lingkungan yang optimum dan menghindari bahaya; 2. perilaku agonistik, yaitu perilaku persaingan dan atau pertentangan antara dua satwa yang sejenis. Umumnya terjadi selama musim kawin; 3. perilaku investigasi, yaitu perilaku memeriksa lingkungannya.

Dalam pengambilan sampel satwa terdapat beberapa karakteristik penting mengenai populasi satwa yang menjadikan *sampling* tersebut khusus, antara lain:

1. satwa tidak duduk diam menunggu pada waktu perhitungan;
2. satwa-satwa tidak akan berdiri dan terlihat jelas, sehingga mereka akan sulit dilihat;
3. satwa-satwa tidak dapat dihitung dengan reaksi yang sama pada metode saat pengamatan pertama dan pengamatan kedua;
4. satwa-satwa tidak selalu dapat diobservasi secara bebas pada setiap individunya.

Seluruh metode *sampling* populasi satwa harus pasti jelas pada isu-isu bahwa mereka dapat dideteksi, bebas untuk diobservasi dan bergerak.

## **B. BURUNG (AVES)**

Satwa di alam bebas akan lebih banyak ditemukan pada habitat yang memiliki sumber daya yang dibutuhkan, sebaliknya jarang atau tidak ditemukan pada lingkungan yang kurang menguntungkan. Kehadiran atau keberadaan satwa dapat diartikan keberadaan suatu individu atau kelompok individu pada habitat yang ditematinya. Hal ini

juga terjadi pada burung, keberadaan atau penyebaran burung erat hubungannya dengan ketersediaan makanan dan tempat untuk hidupnya (Peterson, 1980).

Kekayaan spesies dan struktur komunitas burung berbeda dari suatu wilayah dengan wilayah yang lainnya (Karr, 1976 dalam Johnsingh dan Joshua, 1994). Keanekaan spesies di suatu wilayah ditentukan oleh berbagai faktor dan mempunyai sejumlah komponen yang dapat memberi reaksi secara berbeda-beda terhadap faktor geografi, perkembangan dan fisik (Odum, 1994). Keanekaan spesies kecil terdapat pada komunitas daerah dengan lingkungan yang ekstrem seperti daerah kering, tanah miskin apalagi bekas kebakaran atau letusan gunung merapi, sedangkan keanekaan yang tinggi biasanya terdapat pada lingkungan yang optimum.

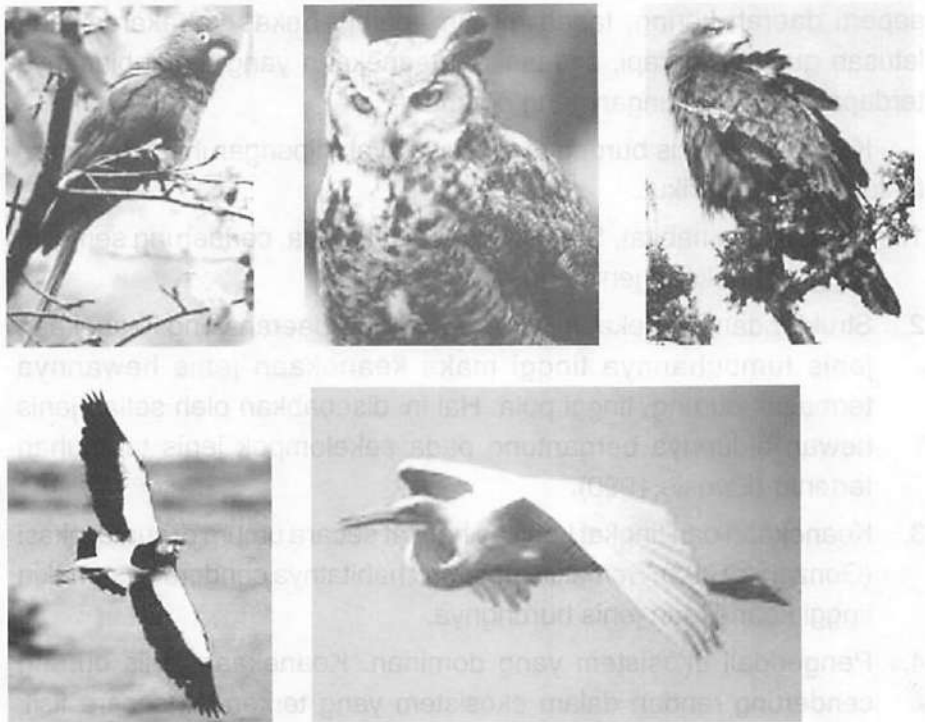
Keanekaan jenis burung di suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor - faktor sebagai berikut.

1. Ukuran luas habitat. Semakin luas habitatnya, cenderung semakin tinggi keanekaan jenis burungnya.
2. Struktur dan keanekaan jenis vegetasi. Di daerah yang keanekaan jenis tumbuhannya tinggi maka keanekaan jenis hewannya termasuk burung, tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh setiap jenis hewan hidupnya bergantung pada sekelompok jenis tumbuhan tertentu (Ewusie,1990).
3. Keanekaan dan tingkat kualitas habitat secara umum di suatu lokasi (Gonzales,1993). Semakin majemuk habitatnya cenderung semakin tinggi keanekaan jenis burungnya.
4. Pengendali ekosistem yang dominan. Keanekaan jenis burung cenderung rendah dalam ekosistem yang terkendali secara fisik dan cenderung tinggi dalam ekosistem yang diatur secara biologi.

Burung adalah salah satu pengguna ruang yang cukup baik, dilihat dari keberadaan penyebarannya dapat secara horizontal dan vertikal. Secara horizontal dapat diamati dari tipe habitat yang dihuni oleh burung, sedangkan secara vertikal dari stratifikasi profil hutan yang dimanfaatkan oleh burung. Keberadaan jenis-jenis burung dapat dibedakan menurut perbedaan strata, yaitu strata semak, strata antara semak dan pohon

dan strata tajuk. Setiap strata mempunyai kemampuan untuk mendukung kehidupan jenis-jenis burung.

Penyebaran vertikal terbagi dalam kelompok burung penghuni atas tajuk, ditempati oleh burung pemakan buah, misalnya Rangkong, burung pemakan nektar Elang atau Alap-alap. Pada tajuk pertengahan ditempati oleh burung pemakan serangga, seperti burung Pelatuk, Takur, sedangkan burung penghuni tajuk bawah, seperti burung Gelatik, Bondol, Pipit, burung penghuni lantai hutan, seperti jenis Ayam-ayaman, Kasuari, Pitta (Leighton, 1996).



**Gambar 4.1** Beberapa jenis burung yang terdapat di habitat alami

<http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=burung/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=12f40lcrv/>

## 1. Aktivitas Burung

Aktivitas yang dilakukan burung antara lain makan, gerak atau pindah, vokal, istirahat, dan sosial. Secara rinci aktivitas yang dilakukan oleh burung dijelaskan sebagai berikut.

### **a. Aktivitas Makan**

Makan merupakan rangkaian gerak dalam mencari dan memilih pakannya dan suatu pola yang tetap (Alikodra, 1980). Aktivitas harian dari perilaku makan adalah sama disebabkan oleh burung jantan dan burung betina sama-sama membutuhkan banyak makanan. Pada burung jantan pakan diperlukan guna mendapatkan energi untuk melakukan aktivitasnya, seperti terbang, mencari pakan, dan bersuara. Pada burung betina berhubungan dengan musim berkembang biak, seperti dapat menghasilkan telur yang baik (van Tyne dan Berger, 1976).

Pakan yang dibutuhkan burung dapat terlihat dari habitat di mana burung itu berada. (a) Burung-burung yang terdapat di hutan dapat mencari pakan pada bagian kanopi pohon sampai lantai hutan. Pada bagian kanopi pohon, serangga, buah, biji, bunga, dan daun muda dapat menjadi sumber pakan untuk burung. Jenis burung yang terdapat pada bagian ini, antara lain Pelatuk, Burung Madu, Burung Enggang, dan Alap-alap. Pada bagian lantai hutan, makanan berasal dari biji yang jatuh, serangga tanah, dan daun muda dari pohon muda. Jenis burung yang terdapat di lantai hutan antara lain Ayam Hutan, Paok, dan Puyuh. (b) Burung-burung yang habitatnya terdapat di padang rumput, pakannya berupa biji rumput. Jenis burung yang ada di habitat padang rumput antara lain jenis pemakan biji seperti, Bondol, Pipit, dan Gelatik. (c) Burung yang berada di sekitar perairan sungai dan danau, memperoleh pakan berupa serangga air, ikan, dan kepiting. Jenis burung yang terdapat pada habitat ini seperti bebek, Raja Udang, Kuntul, dan Walet (Whitten dan Whitten, 1996).

### **b. Aktivitas Vokal dan Bersuara**

Burung menghasilkan suara (vokal) berupa nyanyian dan variasi nonvokal atau bunyi yang dikeluarkan. Suara berupa variasi nonvokal dapat terlihat misalnya pada burung Pelatuk yang menghasilkan suara seperti drum. Suara ini berasal dari paruhnya yang melubangi pohon pada saat mencari pakan. Burung gagak juga menghasilkan suara yang berasal dari kepakannya pada saat terbang (Mock, 1991).

Pada umumnya suara burung yang dihasilkan berasal dari suatu bagian organ pada burung yang disebut *syriak*. Bagian ini merupakan organ primer yang memproduksi suara. *Syriak* ini berada di bagian

*bronkus* dari *trakea*. *Trakea* pada burung berbentuk panjang seperti pipa, bertulang rawan berbentuk cincin. Pada bagian akhir dari *trakea* ini bercabang menjadi dua bagian, yaitu *bronkus* kanan dan kiri. Dalam *bronchus* pada pangkal *trakea* terdapat *syrinx* yang pada bagian dalamnya terdapat lipatan-lipatan berupa selaput yang bergetar. Suara yang diproduksi akibat getaran dari membran tympani saat bernapas dan tidak menghasilkan suara selama burung menghirup udara.

Menurut van Tyne dan Beger (1976), suara yang dihasilkan oleh burung dapat berfungsi sebagai tanda atau nyanyian panggilan (*call notes*) dan nyanyian (*song*).

- 1) Nyanyian panggilan (*call notes*), merupakan suara untuk menandakan perilaku hubungan pada setiap anggota jenis (anak-betina atau kelompoknya). Nyanyian panggilan ini bukanlah hal yang utama pada perilaku seksual. Pada nyanyian ini terdapat sembilan jenis tipe, antara lain saat mencari makan, perilaku senang, perilaku stres, mempertahankan daerah teritori saat di sarang, melakukan penyerangan, berkelompok saat migrasi, dan merespons adanya predator atau pendatang.
- 2) Nyanyian (*song*), merupakan rangkaian dari nyanyian panggilan atau *call notes*. Nyanyian yang dibunyikan untuk keturunannya sangat berhubungan dalam membentuk suatu rangkaian dari nyanyian yang dapat dikenal oleh keturunannya. Nyanyian atau *song* ini dikenal ada dua tipe, yaitu sebagai berikut.
  - a. Nyanyian primer (*primary song*), terdiri atas:
    - (1) *Advertising* atau *territorial song*, merupakan suara yang keras diberikan oleh salah satu jenis kelamin pada burung, khususnya pada saat permulaan periode reproduksi, selain untuk menarik pasangan juga memberi peringatan kepada jantan lain. Tipe nyanyian ini dipergunakan untuk mempertahankan daerah teritori pada burung.
    - (2) *Signal song*, dipergunakan untuk menyatakan kegiatan atau aktivitas dari burung yang dipergunakan untuk memberikan tanda ancaman untuk jantan lain.
    - (3) *Emotional song*, meliputi berbagai suara yang secara tidak langsung memberikan ancaman kepada jantan lain,

terutama dalam mempertahankan daerah teritori.

- b. Nyanyian sekunder (*secondary song*), merupakan suara kedua, lebih lembut atau lemah. Suara ini tidak dipergunakan dalam mempertahankan daerah teritori dan dinyanyikan oleh jenis kelamin yang berbeda dan lebih bervariasi daripada *primer song*. Dibedakan menjadi empat macam suara, yaitu
- (1) *Whisper song*, merupakan suara yang cepat dan terdengar tidak lebih dari 20 km.
  - (2) *Subsong*, merupakan suara yang sangat cepat.
  - (3) *Rehearsed song*, merupakan suara yang dibunyikan oleh burung muda dan burung dewasa yang belum mencapai kesempurnaan dalam *primary song*.
  - (4) *Female song*, merupakan suara yang dinyanyikan oleh betina.

### c. **Aktivitas Sosial**

Perilaku sosial burung pada umumnya dijumpai terutama dalam upaya untuk memanfaatkan sumber daya di habitatnya, selain itu juga untuk mengenali tanda-tanda bahaya dan melepaskan diri dari serangan pemangsa (Alikodra, 1989).

Menurut Soeratmo (1979), satwa yang hidup bersama di suatu tempat akan mengadakan interaksi satu sama lain melalui komunikasi dan hubungan sosial. Hubungan di antara individu satwa dibedakan menjadi dua, yaitu

1. hubungan intraspesifik, yaitu hubungan pada jenis yang sama;
2. hubungan interspesifik, yaitu hubungan pada jenis yang berbeda.

Berdasarkan hubungan sosial, interaksi dibedakan ke dalam tiga bentuk, yaitu sebagai berikut.

- a) Kompetisi, terjadi apabila dua satwa mencari kebutuhan yang sama terhadap suatu komponen dalam lingkungan hidupnya, sementara ketersediaan komponen tersebut sangat terbatas.
- b) Kerja sama, terjadi apabila salah satu atau kedua individu yang lainnya dalam satwa membutuhkan individu yang lainnya untuk memenuhi sesuatu kebutuhannya.

- c) Netral, apabila tidak terdapat kontak atau saling mempengaruhi antara kedua satwa tersebut.

Hubungan sosial dalam kehidupan populasi satwa tidak akan terbentuk apabila satwa tersebut tidak memiliki bentuk komunikasi. Kemampuan berkomunikasi dari satwa tersebut tergantung pada tanda atau *signal* yang dapat diterima tiap individu dan kemampuan individu dalam menangkap atau menerima tanda tersebut (Soeratmo, 1979) dalam Setiawan, 1994).

Hubungan sosial lainnya, antara lain:

- a. hubungan ketergantungan pemeliharaan, hubungan yang terjadi antara induk dan anak-anaknya;
- b. hubungan saling menguntungkan, yang bersifat kerja sama dan saling menguntungkan;
- c. hubungan dominansi-subordinansi, hubungan antara jenis yang dominan (berumur lebih tua dan lebih besar) dan subordinat (bersifat mengalah) biasanya menempati habitat yang lebih kecil;
- d. hubungan seksual, hubungan antara satwa liar jantan dan betina dewasa;
- e. hubungan pemimpin dan pengikut, hubungan yang terjadi dalam kelompok yang biasanya dipimpin oleh salah satu anggotanya.
- f. hubungan kerja sama dalam mendapatkan makanan, untuk berburu atau mendapatkan makanan satwa liar seringkali melakukan kerja sama.

**d. *Aktivitas Pindah atau Bergerak***

Pergerakan adalah strategi dari individu ataupun populasi untuk menyesuaikan dan memanfaatkan keadaan lingkungannya agar dapat hidup dan berkembang biak secara normal. Pergerakan berfungsi untuk mencari pakan, sumber air dan untuk berkembang biak ataupun untuk menghindarkan dari pemangsa dan gangguan lainnya (Soeratmo, 1979, Alikodra, 1989).

Aktivitas pindah atau bergerak pada burung merupakan pindahnya suatu jenis dari satu tempat ke tempat lain. Pada burung, perpindahan terjadi setiap waktu seperti pada saat makan atau saat menjaga teritori.



Aktivitas pindah yang dilakukan oleh burung saat mencari makan merupakan hal yang bersifat mutualistik. Dalam membantu terbentuknya regenerasi suatu habitat terutama pada proses penyebaran biji dan penyerbukan bunga, burung memiliki andil yang cukup besar. Jenis Rangkong dan Bultok berperan dalam menyebarkan biji. Biasanya burung tersebut memakan buah-buahan yang berdaging ditelan bersama bijinya. Biji-biji tersebut tidak hancur melalui sistem pencernaan burung, sehingga apabila dikeluarkan biji tersebut utuh dan mampu tumbuh pada tempat yang cocok. Jenis burung selain Rangkong dan Bultok yang memiliki peranan dalam penyebaran biji, adalah beberapa jenis anggota *Eurylaimidae*, seperti *Calyptomena viridis*, *Calyptomena hosei*, dan anggota suku *Pygionotidae* (Hernowo, 1989).

## 2. Pengambilan Data Burung

Pada skala global hilangnya suatu ekosistem akan berpengaruh bagi banyak jenis burung tertentu. Karena satwa tersebut memiliki rute migrasi tetap yang terkait dalam suatu ekosistem. Misalnya perubahan kawasan pada ekosistem pantai menjadi pemukiman pantai tentu akan merusak keberadaan hutan *mangrove* yang mempunyai nilai penting bagi satwa-satwa yang tergantung keberadaan ekosistem *mangrove* seperti burung migran, burung air. Untuk menginventarisasi jenis burung yang terdapat di suatu ekosistem, diperlukan pengukuran terhadap kelimpahan jenis burung.

Untuk melakukan pengamatan dan inventarisasi jenis burung digunakan beberapa peralatan berupa lembaran peta potret udara skala 1 : 50.000 atau peta ukuran 1 : 25.000, teropong binokuler, teropong telestar, buku panduan lapangan pengenalan jenis burung, alat tulis, kamera, GPS 100 SRVY II (*personal surveyor quick reference guide*), kompas, dan pencatat waktu (jam), dan *tape recorder* untuk mencatat suara burung. Dalam pengambilan data dilakukan tahapan:

1. observasi atau survei lapangan untuk mengetahui keadaan lapangan untuk kemudian menggunakan GSP 100 SRVY II;
2. inventarisasi jenis-jenis;
3. analisis data.

Prosedur pengambilan data kelimpahan jenis burung:

1. melakukan penentuan stasiun pengamatan;
2. dari titik yang telah ditentukan ditarik garis tegak lurus pada lokasi awal sejauh 200 meter dan kemudian ke arah yang berlawanan dibagi menjadi beberapa titik *sampling*;
3. titik koordinat di atas merupakan titik pengamatan pertama dan kemudian dibuat transek tegak lurus dibagi ke dalam lima titik pengamatan yang masing-masing berjarak 200 meter.

Pengamatan dilakukan pagi hari antara jam 06.00–11.00 pada plot pengamatan yang telah ditentukan, di mana waktu ini merupakan saat aktivitas burung mencari makan, sehingga peluang burung yang teramati besar. Penentuan plot pengamatan di lapangan dilakukan secara acak dengan asumsi plot mempunyai kondisi vegetasi dan penggunaan lahan dominan di sekitarnya sama. Pada plot pengamatan diamati sebanyak 5 kali ulangan atau 5 hari *sampling*.

Metode Penelitian yang digunakan untuk penelitian burung adalah metode IPA (*Index Ponctuelle de'Abondance*). Metode ini digunakan untuk mencatat populasi burung secara kuantitatif. Tata cara kerjanya adalah dengan menentukan tempat-tempat untuk mencatat populasi burung secara acak di masing-masing habitat yang ada. Tempat yang dipilih ini merupakan nomor IPA yang terletak di daerah pemukiman atau kampung. Pada suatu nomor IPA dilakukan pencatatan burung selama waktu 20 menit, setiap jenis burung yang dapat dilihat atau didengar suaranya selama 20 menit dicatat. Setelah waktu 20 menit itu habis, pencatatan pindah ke tempat atau nomor IPA berikutnya dan melakukan hal yang sama, yaitu mencatat jenis burung yang terlihat ataupun terdengar suaranya selama 20 menit, demikian seterusnya melakukan pencatatan jenis burung beserta jumlah individunya pada masing-masing nomor IPA. Dari data tersebut dapat dianalisis nilai kelimpahan, frekuensi, dominansi, dan indeks diversitas burung pada masing-masing habitat serta dapat pula dianalisis nilai kesamaan (*similarity index*) komunitas burung dari satu habitat dengan habitat yang lainnya.

### 3. Analisis Data

#### a. Kelimpahan Burung

Kelimpahan merupakan total jumlah individu burung yang ditemukan selama pengamatan. Indeks kelimpahan memberikan gambaran suatu komposisi jenis dalam komunitas. Untuk mengetahui kelimpahan tiap jenis dipergunakan rumus sebagai berikut (van Balen, 1984):

$$P_i = \frac{\sum \text{burung spesies } i}{\sum \text{total burung}}$$

Dengan:  $P_i$  = nilai kelimpahan burung

#### b. Keanekaragaman Jenis Burung

Menurut Odum (1971) untuk melihat nilai keanekaragaman jenis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Dengan:  $H'$  = Keanekaragaman jenis

Untuk mengetahui penyebaran individu burung diukur nilai keseragaman antarjenis burung (Odum, 1971) dengan rumus:

$$E = \frac{H'}{\ln s}$$

Dengan:  $S$  = banyaknya jenis burung tiap plot

$e$  = nilai keseimbangan antara jenis

#### c. Frekuensi atau Sebaran Burung

Menunjukkan kehadiran suatu jenis burung di dalam nomor IPA yang dibuat. Makin tinggi nilai frekuensi suatu jenis burung berarti jenis burung itu sering tercatat di berbagai tempat atau penyebarannya tinggi.

$$\text{Frekuensi jenis} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah plot sampel}}$$

$$\text{Frekuensi relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi total jumlah plot sampel}} \times 100\%$$

#### d. Dominansi atau Kerapatan Burung

Makin tinggi nilai dominansi suatu jenis burung menunjukkan burung

itu makin dominan. Komposisi populasi bisa dibedakan menjadi tiga golongan menurut Helvoort (1981), yaitu

- 1) jenis dominan yang mempunyai dominansi lebih besar dari 5%;
- 2) jenis dominan sedang atau sub-dominansi dengan nilai kerapatan/dominansi 2–5%;
- 3) jenis tidak dominan dengan nilai kerapatan/dominansi < 2%.

$$\text{Dominansi Jenis} = \frac{\text{Jumlah suatu jenis burung}}{\text{Luas plot sampel}}$$

$$\text{Dominansi Relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi total}} \times 100\%$$

#### **e. Nilai Penting Burung**

Nilai penting digunakan untuk menunjukkan dominansi jenis burung dalam suatu habitat, didapat dengan menjumlahkan frekuensi relatif dan dominan relatif. Hal ini mengindikasikan tingkat kepentingan habitat bagi burung.

#### **f. Indeks Kesamaan Jenis**

Menunjukkan perbandingan nilai suatu jenis burung di habitat rencana proyek dengan di luar rencana proyek. Nilai suatu indeks kesamaan yang tinggi menunjukkan arti jenis-jenis burung yang dibandingkan itu banyak yang sama. Rumus Indeks Kesamaan Jenis yang digunakan menurut Sorensen, yaitu

$$IS = \frac{2C}{A + B}$$

Dengan:

IS = Indeks Kesamaan Sorensen.

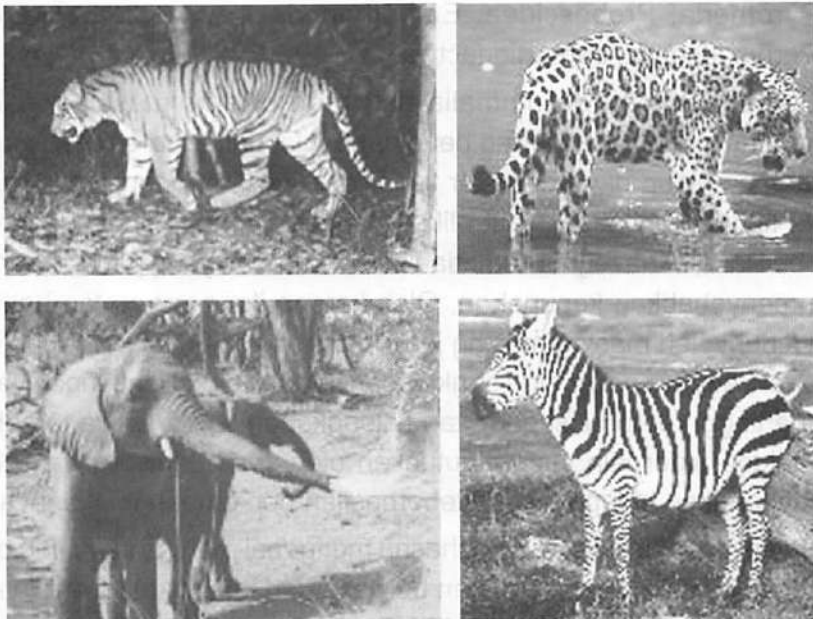
A = Jumlah jenis yang ada di luar tapak proyek.

B = Jumlah jenis yang ada di dalam tapak proyek.

C = Jumlah jenis yang ada di kedua daerah yang berpasangan di luar dan di dalam tapak proyek.

### C. MAMALIA BESAR

Mamalia besar merupakan kelompok makhluk hidup yang derajatnya paling tinggi di antara semua makhluk hidup di dunia. Menurut *Ensiklopedia Indonesia* (1988), mamalia besar mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: memiliki kelenjar susu dan bulu sedikitnya dalam satu fase siklus hidup, satwa berdarah panas (*homoiterm*) dan memiliki jantung yang terdiri atas empat ruangan, volume otak besar dengan jumlah ruas tulang belakang leher tujuh, rongga dada sudah berspesialisasi, mempunyai tonjolan ganda di kepala, rahang bawah dibentuk oleh satu tulang tunggal, serta mempunyai tiga tulang pendengaran, yakni martil, landasan, dan sanggurdi, mempunyai hidung dengan lubang tunggal di tengkorak serta saluran pernapasan dan saluran pencernaannya terpisah, mempunyai tulang-tulang turbinal, memiliki gigi marginal dengan rongga gigi, memiliki beranekaragam gigi dengan fungsinya masing-masing yang hanya dapat satu kali ganti sepanjang hidupnya, berjalan tegak dengan tungkai tubuh ada di bawah badan serta tulang tumbuh secara memanjang melalui epifis.



**Gambar 4.2** Beberapa jenis mamalia besar yang hidup di ekosistem hutan alami (harimau, gajah, kuda zebra) <http://simee.bravepages.com/member/choo/projek/projek9.html>).

Berdasarkan pembagian taksonomi mamalia besar menurut Jasin (1992) adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
- Subkingdom : Metazoa
- Filum : Chordata
- Subfilum : Craniata
- Kelas : Mamalia
- Sub Kelas :

1. Subkelas Prototheria, yang hanya terdiri atas satu ordo, yaitu Monotremata.
2. Subkelas Allotheria, jenis-jenis ini sudah punah dan tidak ditemukan lagi.
3. Subkelas Theria, terdiri atas 27 ordo, yaitu Marsupialia, Insectivora, Dermoptera, Chiroptera, Primata, Tillodontia (sudah punah), Taediodonta (sudah punah), Edentata, Pholidota, Lagomorpha, Rodentia, Cetacea, Carnivora, Condylantha, Litopterna, Notoungulata, Astrapotheria, Tubulidentata, Pantodonta, Dinocerata, Pyrotheria, Proboscidea, Embrithopoda, Hyracoidea, Sirenia, Perrysodactyla, dan Artiodactyla.

Semua jenis satwa mamalia dari ordo di atas masing-masing beradaptasi pada habitat yang berlainan mulai dari arboreal, terrestrial, satwa yang hidup di perairan air tawar dan air asin hingga kombinasi antara kedua habitat tersebut. Jika adaptasi terhadap lingkungannya tidak berhasil, akan terjadi kematian besar-besaran yang pada akhirnya akan menyebabkan kepunahan. Oleh karena itu, persyaratan habitat yang dihuni oleh masing-masing jenis harus mempunyai berbagai tipe makanan, adanya *cover* atau struktur dari sumber daya lingkungan yang mempertinggi reproduksi dan atau kelengkapan hidup satwa tersebut dan faktor-faktor lain yang dibutuhkan oleh suatu jenis satwa untuk melangsungkan hidupnya dan keberhasilan perkembangbiakannya.

Selanjutnya di dalam pembahasan mengenai metode *sampling* dari mamalia besar ini akan dilakukan berdasarkan identifikasi oleh *Forest Inventory and Monitoring Project (FIMP)* Uni Eropa, yaitu mamalia besar yang adalah semua jenis mamalia di luar ordo Primata yang memiliki berat tubuh dewasa di atas 5 kilogram.

*Sampling* terhadap satwa (mamalia) yang dilakukan pada suatu ekosistem adalah untuk:

- 1) pengumpulan data jenis, jumlah populasi/estimasi populasi dan distribusi serta kelimpahan mangsa (*prey*);
- 2) untuk mengetahui keberadaan populasi satwa yang dapat dijadikan indikator awal adanya perubahan lingkungan.

## 1. Pengumpulan Data Satwa

Jessop, *et al.* (tanpa tahun) menjelaskan, untuk alat penaksiran ukuran populasi dari satwa dalam suatu habitat dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Mark* atau *Recapture*. Dalam studi ekologi, hal ini sering diperlukan untuk mendapatkan penaksiran yang akurat tentang ukuran populasi dan organisme yang menjadi perhatian. Untuk melakukannya kita harus mengerjakan satu dari banyak teknik *Mark* atau *Recapture* (juga dikenal sebagai *Capture-Recapture*) untuk mendapatkan sebuah penaksiran dari ukuran populasi. *Mark-recapture* adalah metode yang umum digunakan untuk penaksiran ukuran populasi. Kemudahannya, metode *Mark-recapture* digunakan untuk menandai dalam satu kesempatan dan mencatat proporsi individu yang tertandai dalam penangkapan atau pengambilan sampel pada kesempatan kedua (binatang dapat juga mudah terlihat kembali pada kesempatan kedua daripada penangkapan ulang).

### Metode *Mark/Recapture*

Metode statistik *Mark* atau *Recapture* dibagi menjadi dua kategori, yaitu metode *Mark* atau *Recapture* untuk populasi tertutup dan populasi terbuka. Jika kita berencana menggunakan *sampling* jangka pendek misalnya hanya beberapa hari hingga beberapa minggu untuk mendapat perkiraan populasi, maka akan menjadi seperti menggunakan metode *Mark* atau *Recapture* untuk populasi tertutup.

Populasi tertutup adalah sebuah populasi satwa yang tertutup dari faktor tambahan (kelahiran dan imigrasi) dan faktor pengurangan (kematian dan emigrasi). Jadi populasi dianggap konstan selama waktu penelitian. Unsur pembatas populasi tertutup:

1. pembatas geografis: populasi tertutup oleh pembatas fisik sehingga

satwa tidak berpindah keluar area di mana populasi tersebut terperangkap;

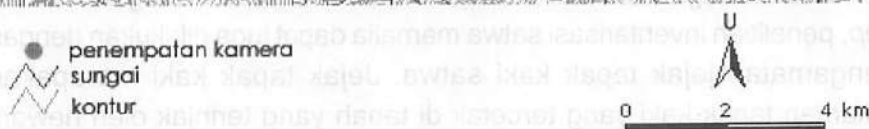
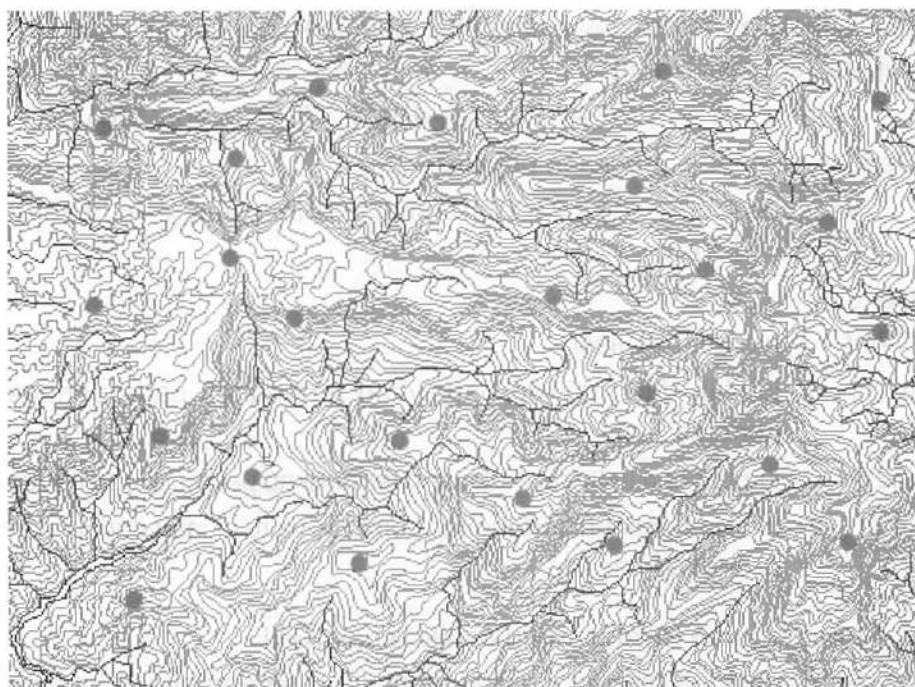
2. pembatas demografis: tertutup dari faktor kelahiran, imigrasi, kematian, dan emigrasi.

Pengumpulan data populasi satwa dapat dilakukan dengan penempatan kamera otomatis sebagai kamera trap yang dilakukan di sepanjang jalur yang dilewati satwa, jalur punggung atau pada lokasi makan satwa. Kegiatan ini akan mendapatkan data yang baik pada pola aktivitas, reaksi terhadap gangguan, pergerakan musiman dan pola perkembangbiakan, struktur sosial dan kecenderungan populasi untuk satwa pemalu dan sulit dijumpai. Satwa dapat diidentifikasi setiap individunya, seperti pada harimau dengan pola garis atau belang yang unik, kamera *trap* dapat digunakan untuk memperkirakan populasi kelimpahan melalui metode *capture-recapture*.

Sistem kamera otomatis ini diaktifkan dengan sinar inframerah, dioperasikan pada beberapa lokasi pemantauan untuk pengambilan gambar semua satwa mamalia yang besar. Apabila mempunyai keterbatasan kamera yang dimiliki, maka lokasi yang dipilih untuk penempatan kamera otomatis ini didasarkan pada survei lapangan terdahulu dan informasi tentang keberadaan satwa sasaran misalnya harimau, tapir, gajah, badak, dan sebagainya. Sensitivitas kamera diatur untuk dapat mengambil gambar pada kondisi sinar matahari lingkungan maksimum yang terjadi pada siang hari.

Lubis (2006) menjelaskan, *time delay* antarjepretan diatur setiap menit sehingga mengurangi pemborosan film akibat melintasnya sekelompok hewan yang bukan sasaran. Seluruh kamera dioperasikan selama 24 jam tanpa henti kecuali bila kamera dan film tidak berfungsi. Hasil jepretan selama masa pemantauan dicatat dalam *database* bersama data rincian yang akurat tentang waktu dan tanggal pengambilan foto serta karakteristik lokasi dan habitat di lokasi kamera. Posisi dibagi dalam *grid sampling* (cth: 1 trap/2 km<sup>2</sup> grid sel). Penempatan kamera sebaiknya tidak pada celah yang lebar sehingga pada saat harimau lewat tidak terdeteksi. Selama *sampling*, jika penempatan tersebut hasilnya kurang atau tidak menangkap satwa, maka dapat dipindahkan ke lokasi yang lebih baik. Tujuan utama adalah mendapatkan satwa sasaran.





**Gambar 4.3** Penempatan kamera trap pada lokasi yang telah ditentukan

([http://www.sumatran-tiger.org.uk/versi\\_indo/camera\\_trap\\_indo.htm](http://www.sumatran-tiger.org.uk/versi_indo/camera_trap_indo.htm) <-unavailable)

## 2. Analisis Data

Saat melakukan program kamera trap, diperlukan keseimbangan antara jumlah individu sasaran yang difoto (dikenal sebagai Mt+1) dan jumlah foto satwa sasaran setiap individunya (dikenal sebagai *recaptures*). Kamera ditempatkan pada wilayah *sampling* yang terlalu kecil (contoh: 5 km<sup>2</sup>) kemungkinan akan mendapatkan banyak foto dari satu atau dua individu saja, jika terlalu luas kemungkinan akan menaikkan jumlah individu baru yang difoto, tetapi hasil untuk jumlah penangkapan kembali akan rendah. Hal ini penting untuk dipertimbangkan karena deteksi satwa sasaran merupakan dasar selanjutnya

untuk analisis *capture-recapture* untuk memperkirakan ukuran populasi (dikenal sebagai  $N\text{-hat}$ ).

$$N\text{-hat} = [(n_1 + 1) (n_2 + 1) / (m_2 + 1)] - 1 \quad (\text{Chapman, 1951})$$

Dengan ketepatan perkiraan populasi dari,

$$\text{Var}(N\text{-hat}) = (n_1 + 1) (n_2 + 1) (n_1 - m_2) (n_2 - m_2) / (m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)$$

(Seber, 1970)

Dengan:

$N\text{-hat}$  = ukuran populasi

( $n_1$ ) = jumlah dari individu baru yang tertangkap pada periode pertama

( $n_2$ ) = jumlah dari individu baru yang tertangkap pada periode kedua

( $m_2$ ) = individu tersebut tertangkap kembali, yaitu dicatat dari  $n_1$  dan ditangkap pada  $n_2$

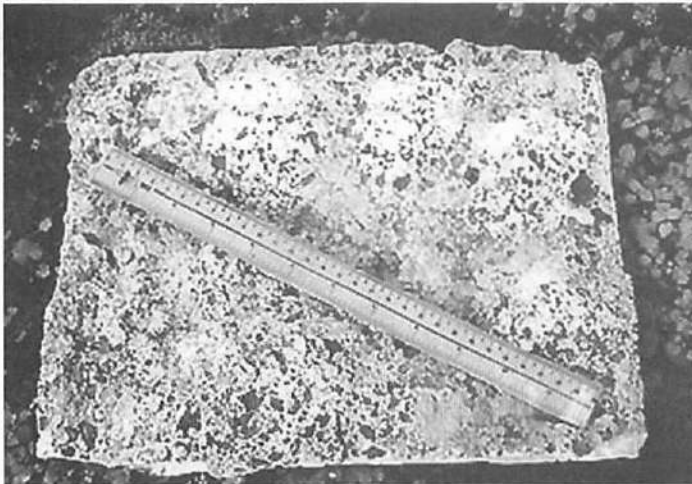
### 3. Pengamatan Berdasarkan Jejak Tapak Kaki

Selain dengan melihat individu mamalia sasaran dengan kamera *trap*, penelitian inventarisasi satwa mamalia dapat juga dilakukan dengan pengamatan jejak tapak kaki satwa. Jejak tapak kaki merupakan rekaman tapak kaki yang tercetak di tanah yang terinjak oleh hewan. Jejak tapak kaki dapat digunakan untuk mengetahui jenis hewan pemiliknya, karena setiap hewan mempunyai tipe jejak berbeda. Bukti temuan jejak memberikan informasi bahwa suatu hewan hadir di lokasi di mana jejak tersebut dijumpai. Misalnya, ciri jejak tapak kaki Harimau Jawa serupa dengan jejak kaki kucing, yaitu tidak adanya rekaman kuku kaki di bagian ujung jari yang terekam.

Apabila pengamatan dilakukan pada musim penghujan, jejak yang ditemukan sebaiknya jejak yang masih berumur satu hari. Hal ini disebabkan jika terjadi hujan, jejak akan terhapus dan tidak meninggalkan bekas, kecuali jejak yang terlindungi dari air hujan. Pada tanah berpasir lembut, untuk mengamati jejak sebaiknya dilakukan pada pagi hari, karena biasanya jejak pada tanah berpasir lembut hanya berumur beberapa jam saja, terutama pada pagi hari, setelah siang hari hilang terkena panas matahari, maka bagian tepi jejak akan memudar dan melebar. Jejak di pasir dapat terjadi di pantai atau puncak gunung.

Ukuran jejak juga berguna untuk memprediksikan besar tubuh hewan, misalnya untuk membedakan antara macan tutul dan harimau. Contohnya, kriteria standar yang digunakan untuk membedakan ukuran jejak milik macan tutul dengan harimau adalah diameter jejak secara keseluruhan. Alikodra (1981) dalam Anonimus (1998) mengatakan jejak kaki harimau berukuran 12 cm atau lebih. Adapun Seidensticker (1976) menyatakan ukuran jejak maksimal macan tutul hanya 10 cm. Jejak berukuran di bawah 12 cm dikategorikan sebagai jejak macan tutul, meskipun Harimau Jawa muda mempunyai ukuran jejak di bawah 12 cm. Perbedaan tersebut dipakai agar jejak Harimau Jawa dengan jejak Macan Tutul terpisah sehingga tidak rancu.

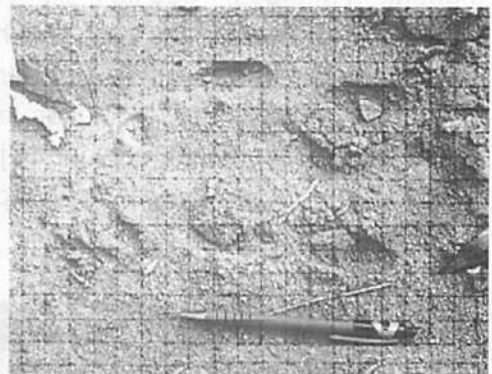
Tapak kaki depan harimau lebih besar daripada tapak kaki belakang. Kemungkinan karena kaki depan berfungsi untuk menangkap dan menerkam mangsa. Pada kaki dilengkapi kuku yang sangat tajam dan kuat. Pada keadaan biasa kuku kaki harimau tersembunyi di 'kantong', sehingga ketika berjalan jejaknya di tanah tidak merekam cetakan bekas kuku. Tidak adanya bekas cetakan kuku pada jejak yang ditinggalkan di tanah merupakan pembeda antara jejak kaki keluarga kucing dengan anjing. Beberapa jejak tapak kaki dapat dilihat pada gambar di bawah ini:





**Gambar 4.4** Cetakan jejak tapak kaki harimau

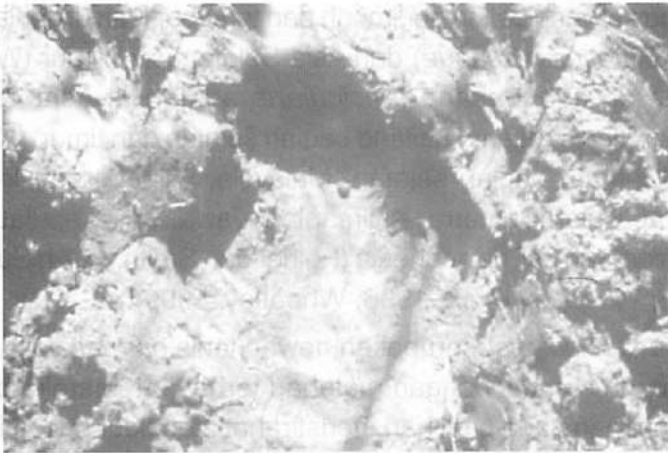
[www.javantiger.or.id/bukti/jejak.shtml](http://www.javantiger.or.id/bukti/jejak.shtml)



**Gambar 4.5** Jejak tapak kaki tapir



**Gambar 4.6** Jejak tapak kaki gajah



Gambar 4.7 Jejak tapak kaki badak

#### D. PRIMATA

Primata adalah anggota dari ordo biologi Primata. Grup tersebut terdiri atas seluruh lemur, monyet, dan manusia. Primata berasal dari kata Latin *Primates*, yang berarti salah satu yang pertama, terbaik, *noble*. Colin Groves mendata sekitar 350 spesies primata dalam *Primate Taxonomy*. Seluruh primata memiliki lima jari (*pentadactyly*), bentuk gigi yang umum dan sebuah rencana tubuh primitif (tidak terspesialisasi). Perbedaan lain dari primata adalah kuku jari. Jempol berlawanan juga salah satu karakteristik primata, tetapi tidak terbatas dalam primata saja; *opossum* juga memiliki jempol berlawanan. Dalam primata, kombinasi dari jempol berlawanan, jari kuku pendek (bukan cakar) dan jari yang panjang dan menutup ke dalam adalah sebuah reliq dari praktisi zaman dahulu dari *brachiation* melalui pohon. Pandangan yang menghadap ke depan dan berwarna juga berguna untuk *brachiating* orang zaman dahulu, terutama untuk menemukan dan mengumpulkan makanan. Semua primata, bahkan yang tidak memiliki sifat yang biasa dari primata lainnya (seperti *loris*), memiliki karakteristik orbit mata yang membedakan mereka dari order taksonomi lainnya (Wikipedia, 2006).

Pada bab ini yang akan dibahas mengenai pengambilan sampel untuk mamalia kelompok primata. Sebagai contoh yang pada umumnya banyak dilakukan adalah kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*). *Macaca fascicularis* telah digambarkan sebagai salah satu 'primata

bukan-manusia' yang paling berlimpah dan tersebar luas di dunia setelah *M. mullata* (*Rhesus macaque*) dari Asia Selatan dan Timur (Wheatley, 1999). Daerah asli *Macaca fascicularis* adalah di Asia Tenggara (Myanmar bagian selatan, Thailand bagian selatan dan timur), Kamboja, Laos dan Vietnam bagian selatan, Malaysia, Filipina, dan Indonesia bagian barat. Pulau Sumatra, Kalimantan, Jawa, Bali, kepulauan NTT merupakan daerah asli di Indonesia (Poirier dan Smith, 1974; Supriyanta *et al.*, 1996; Wheatley *et al.*; 1996; Wheatley, 1999).

*Macaca fascicularis* merupakan hewan jenis *diurnal*, yaitu mereka aktif dari subuh sampai dengan matahari terbenam. Mereka biasanya mencari makanan pada pagi hari, beristirahat atau tidur pada siang hari dan aktif kembali pada sore hari. Kadang-kadang *Macaca fascicularis* ini makan sepenuhnya di atas pohon (*arboreal*) (Wheatley, 1980), atau secara teratur turun ke tanah untuk makan di saat lain (Fittinghoff and Lindberg, 1980). Keragaman tingkah laku makan ini bergantung pada ketersediaan makanan di daerah jelajah mereka maupun kesukaannya pada musim tertentu.

Sekitar 60–90% kebutuhan pakan kera merupakan buah-buahan. Namun selain buah-buahan, kera juga memakan berbagai makanan termasuk daun, kulit pohon, tunas, bunga, biji, dan serangga (Bercovitch dan Huffman, 1999) sehingga dikategorikan sebagai makhluk *omnivora oportunis* (*opportunistic omnivore*) (Poirier dan Smith, 1974). *Macaca fascicularis* dapat bertahan hidup di berbagai jenis habitat tropis dan oleh karena itu disebut sebagai *ecologically diverse*. Mereka dikenal menghuni hutan bakau dan nipah, hutan pantai, hutan pinggiran sungai, baik di hutan primer maupun hutan sekunder. *Macaca fascicularis* dapat berhasil hidup di habitat-habitat yang terganggu, termasuk hutan di sepanjang sungai.

## 1. Pola Perilaku

Tiap pola perilaku mempunyai fungsi penyesuaian yang khusus dan tertentu yang umumnya dihubungkan dengan salah satu fungsi umum. Batasan perilaku atau aktivitas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Aktivitas makan (*feeding*), yaitu aktivitas yang dimulai ketika satwa menemukan makanan sampai ketika satwa berhenti makan, kejadian ini dihitung sebagai satu unit aktivitas.
- b. Aktivitas bergerak (*locomotion*), yaitu semua pergerakan satwa dari satu tempat ke tempat lainnya.
- c. Istirahat (*immobile*), yaitu aktivitas diam meliputi duduk, berdiri, dan tidur.
- d. *Grooming*, adalah aktivitas mencari kutu atau kotoran di tubuh sendiri atau pada tubuh individu lain. Pada aktivitas ini yang diamati adalah lamanya *grooming* tersebut.
- e. Aktivitas main (*playing*), pada aktivitas ini yang diamati adalah lamanya bermain dan lokasi bermain. Aktivitas ini biasanya terjadi pada anak-anak sampai remaja yang meliputi kejar-kejaran, berguling, berayun, dan latihan baku hantam.
- f. Lain-lain, yang diamati dalam hal ini adalah bersembunyi dan aktivitas lain yang tidak teridentifikasi.



**Gambar 4.8** Kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*) (Kemp dan Burnett, 2003)

Keluarga *Macaca fascicularis* merupakan binatang sosial yang hidup berkelompok dengan jumlah antara 6–100 ekor (Nowaks, 1995). Sementara Bercovitch dan Huffman (1999) menggambarkan pada umumnya kelompok berjumlah antara 20–50 ekor. Ukuran kelompok kera mencerminkan ketersediaan makanan, tekanan pemangsa serta mudah tidaknya terpengaruh oleh penyakit. Umumnya *Macaca fascicularis* memiliki ukuran kelompok yang lebih besar di dalam habitat yang terganggu aktivitas manusia daripada hutan primer (Bonadio; Sussman dan Tattersall, 1986). Hal ini dapat menandakan adanya kelimpahan makanan yang lebih tinggi (biji, buah, dan lain-lain) di habitat yang terganggu serta akses mudah ke kebun atau ladang pertanian yang terletak di sepanjang pinggir hutan.

Kelompok *Macaca fascicularis* adalah multi-jantan dan multi-betina dengan seekor jantan yang dominan (*alpha male*) dan merupakan subkelompok yang belum dewasa. Kera betina memiliki suatu *'hierarchy matrilineal*, yakni individu betina yang menduduki ranking lebih tinggi dapat memperoleh makanan yang lebih banyak, mendapat perlindungan dari para jantan, serta memiliki tingkat kesuburan yang lebih tinggi daripada yang menduduki tingkat lebih rendah.

## **2. Bahan dan Alat**

Sasaran utama dalam penelitian ini adalah populasi monyet ekor panjang. Alat-alat yang digunakan adalah peta lokasi, kompas, kamera, *stop watch*, alat perekam, binokuler, dan alat-alat tulis.

## **3. Metode Sampling**

Pada metode *sampling* primata ini sebagai contoh digunakan untuk mengetahui kondisi populasi primata dalam hal ini adalah monyet ekor panjang, adalah dengan melakukan inventarisasi jenis, mengetahui pola aktivitas, dan ukuran populasi jenis.

### **a. Inventarisasi Jenis**

#### **1) Metode Penghitungan Konsentrasi (Concentration Count)**

Metode yang dapat digunakan dalam inventarisasi monyet ekor panjang adalah metode penghitungan konsentrasi (*concentration*



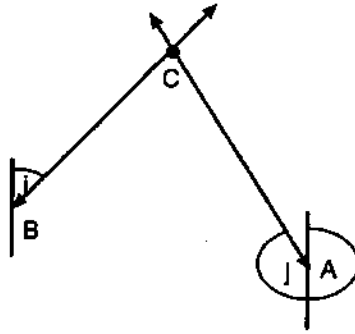
*count*), yaitu berdasarkan anggapan bahwa pada saat tertentu terutama pada waktu makan, monyet akan berkumpul pada lokasi tertentu (Alikodra, 1980).

Pendugaan populasi dilakukan dengan penghitungan langsung pada saat ada perjumpaan dengan monyet ekor panjang. Jumlah individu terbesar yang ditemui dari seluruh rangkaian pengamatan diasumsikan sebagai jumlah individu yang mewakili satu kelompok. Apabila jumlah individu terkecil yang ditemui diasumsikan bahwa individu yang lain tidak terlihat pada saat pengamatan. Kelemahan dari metode ini antara lain tidak semua individu dari jenis tertentu berkumpul pada suatu tempat yang sama dalam waktu yang relatif bersamaan.

Individu suatu jenis satwa liar seperti herbivora besar, pada umumnya akan berkumpul pada pagi hari antara pukul 07.00–09.00, di tempat yang memiliki sumber pakan berlimpah. Berbeda dengan primata lain, satwa tersebut seringkali berkumpul pada suatu pohon yang memiliki buah yang banyak dan yang sesuai dengan selera makannya. Berdasarkan perilaku tersebut metode penghitungan konsentrasi dapat dilakukan.

## 2) *Kombinasi Metode Triangle Count dan Line Transect*

Inventarisasi populasi dapat dilakukan dengan menggunakan kombinasi antara metode *Triangle Count* dan *Line Transect*. Metode *Triangle Count* pada prinsipnya didasarkan pada perpotongan dua garis lurus dari dua titik pasti atau titik yang dapat diketahui atau digambarkan di peta. Perpotongan dua garis lurus tersebut merupakan dugaan lokasi kelompok primata yang sedang bersuara, sedangkan titik pasti adalah tempat dilakukannya pembidikan azimuth atau sudut arah dengan kompas.



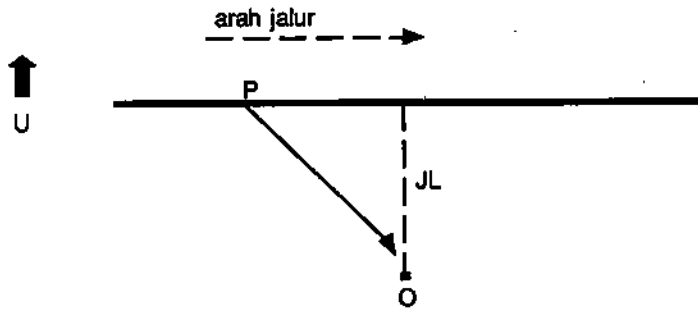
Keterangan:

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| A = titik pasti 1 | j = azimuth bidikan - 1 |
| B = titik pasti 2 | i = azimuth bidikan - 2 |
| C = Dugaan lokasi |                         |

Gambar 4.9 Dasar-dasar pendekatan metode *Triangle Count*

Metode *Line Transect* merupakan metode pengamatan atau pencatatan yang dilakukan, baik secara langsung maupun tidak dengan kelompok primata yang sebaiknya diamati pada saat kelompok yang sedang melakukan aktivitas hariannya, baik itu bersuara, makan, dan istirahat. Metode *Line Transect* dipakai untuk mengetahui jumlah populasinya. Dasar-dasar dari penggunaan metode *line transect* adalah sebagai berikut.

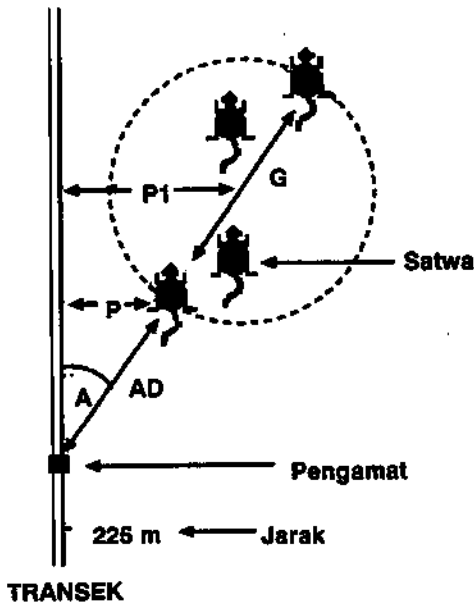
- Dibuat jalur transek memanjang dengan arah timur-barat atau utara-selatan dengan lebar kanan-kiri jalur masing-masing 50 meter.
- Panjang setiap jalur 25 meter. Panjang keseluruhan jalur disesuaikan dengan kondisi lapangan.
- Masing-masing jalur diberi tanda dengan menggunakan pita kuning (oranye) dan diberi nomor ( $O_1, \dots, O_n$ ) untuk menandakan tiap-tiap 25 meternya.
- Penghitungan jarak pengamat dengan objek didasarkan pada jarak datarnya. Gambaran keterangan lebih jelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Keterangan:

- P = posisi pengamat
- O = letak primata
- JL = jarak tegak lurus

Gambar 4.10 Dasar-dasar pendekatan metode *Line Transect*



Gambar 4.11 Pengamatan menggunakan metode *Line Transect*

**b. Pola Aktivitas**

Metode yang digunakan untuk pengamatan pola aktivitas monyet

ekor panjang adalah *focal animal sampling*. Metode ini merupakan suatu cara untuk mengetahui aktivitas monyet ekor panjang dengan cara mengamati satu individu yang menjadi fokus dan dianggap representatif untuk menyimpulkan aktivitas kelompok. Pengamatan ini dibagi menjadi tiga periode, yaitu

- a. periode pengamatan pagi: pukul 06.00–10.00;
- b. periode pengamatan siang: pukul 10.00–14.00;
- c. periode pengamatan sore: pukul 14.00–18.00.

Interval waktu yang digunakan adalah 10 menit. Selama interval tersebut semua kriteria dan aktivitas yang terjadi diamati secara cermat dan dicatat lamanya. Pola aktivitas yang diamati dikelompokkan dalam suatu rangkaian perilaku secara keseluruhan, yaitu

- a. istirahat: duduk, berbaring, dan berdiri;
- b. berpindah: berjalan, melompat, dan memanjat;
- c. makan: memegang, memetik, memasukkan ke dalam mulut;
- d. aktivitas sosial: bermain, kawin, *grooming*, dan bersuara.

Jika dalam pengamatan individu yang diamati lari dan tidak dapat diikuti, maka pengamatan dilanjutkan pada hari berikutnya dengan waktu serta pada individu yang sama. Untuk pengamatan monyet ekor panjang sampel yang diambil biasanya adalah jantan dominan, dengan alasan bahwa jantan dominan merupakan pemimpin dalam kelompok monyet ekor panjang. Dengan demikian, secara umum setiap individu dalam kelompok tersebut akan melakukan aktivitas yang hampir sama dengan yang dilakukan pemimpin kelompoknya. Oleh karena itu, jantan dominan sudah dianggap dapat mewakili aktivitas dari masing-masing kelompoknya.

#### **4. Analisis Data Primata**

##### **a. Ukuran Populasi**

Pendugaan populasi dilakukan dengan penghitungan langsung pada saat ada perjumpaan dengan primata. Jumlah individu terbesar yang ditemui dari seluruh rangkaian pengamatan diasumsikan sebagai jumlah individu yang mewakili satu kelompok, sedangkan apabila jumlah individu terkecil yang ditemui diasumsikan bahwa individu yang lain tidak terlihat pada saat pengamatan.

1) Populasi Tiap Kelompok (Blok)

$$P_j = \frac{\sum X_j \text{ individu}}{n}$$

Dengan:

$P_j$  = populasi pada blok pengamatan ke  $j$  (individu)

$X_i$  = jumlah individu yang dijumpai pada pengamatan ke  $j$  (individu)

$n$  = jumlah ulangan pengamatan

2) Rata-Rata Populasi

$$\bar{P}_j = \frac{\sum P_j \text{ individu}}{j}$$

Dengan:

$\bar{P}_j$  = rata-rata populasi pada blok pengamatan ke  $j$  (individu)

$P_j$  = populasi pada blok pengamatan ke  $j$  (individu)

$j$  = jumlah blok pengamatan

3) Kerapatan Populasi

$$\bar{P}_j = \frac{P_j}{A_j} \text{ individu/ha}$$

Dengan:

$\bar{P}_j$  = Kerapatan populasi pada blok pengamatan ke  $j$  (individu/ha)

$A_j$  = Luas areal blok pengamatan ke  $j$  (ha)

**b. Jenis Pakan, Dilakukan dengan Analisis Deskriptif**

Pendugaan potensi pakan dilakukan setelah diketahui jenis dan bagian tumbuhan yang dimakan. Metode yang digunakan untuk menduga potensi pakan adalah metode *sampling* terhadap jenis tumbuhan yang diketahui sebagai sumber makanan monyet tersebut.

**c. Perilaku Primata**

Digunakan analisis deskriptif dari hasil data pengamatan di

lapangan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan perilaku selanjutnya dianalisis melalui teknik penyajian yang deskriptif. Analisis deskriptif kualitatif merupakan penguraian dan penjelasan mengenai setiap parameter ukuran pengamatan yang dideskripsikan secara kualitatif.

***d. Tipe Habitat Digunakan Analisis Deskriptif terhadap Vegetasi***



## BAB 5

# BIOTA PERAIRAN

### A. PENDAHULUAN

Ekosistem perairan, baik perairan sungai, danau, maupun perairan pesisir dan laut merupakan himpunan integral dari komponen abiotik (fisik-kimia) dan biotik (organisme hidup) yang berhubungan satu sama lain dan saling berinteraksi membentuk suatu struktur fungsional. Perubahan pada salah satu dari komponen tersebut tentunya akan dapat mempengaruhi keseluruhan sistem kehidupan yang ada di dalamnya.

Di perairan terdapat kelompok organisme yang tidak toleran dan kelompok organisme yang toleran terhadap bahan pencemar (Hawkes, 1979). Menurut Walker (1981), organisme yang dapat dijadikan sebagai indikator biologi pada perairan tercemar adalah organisme yang dapat memberikan respons terhadap sedikit-banyaknya bahan pencemar dan meningkatkan populasi organisme tersebut. Organisme yang tidak toleran akan mengalami penurunan, bahkan akan mengalami kemusnahan ataupun hilang dari lingkungan perairan tersebut. Jenis organisme yang tidak toleran ini dapat dijadikan indikator terhadap kualitas air yang bersih dan normal. Apabila ditemukan organisme yang dapat hidup pada lingkungan perairan yang banyak mengandung bahan-bahan organik, maka organisme ini dijadikan sebagai indikator pencemaran bahan-bahan organik (Hawkes, 1979).

Menurut Oey, dkk. (1978) dengan terjadinya perubahan faktor fisika, kimia, dan biologi maka jenis biota air yang mempunyai daya toleransi tinggi akan mengalami peningkatan dan penyebaran yang luas. Organisme yang toleran dapat tumbuh dan berkembang dalam kisaran

kondisi lingkungan yang kualitas buruk sekalipun. Sebaliknya, jenis biota air yang tidak toleran akan tersebar pada perairan tertentu. Organisme yang hidup di perairan ini dapat dijadikan pendeteksi kualitas suatu perairan, yang dikenal dengan nama Indikator Biologi atau Bioindikator.

Selanjutnya, organisme yang dijadikan sebagai indikator biologi harus memiliki sifat sebagai berikut (Harman, 1974):

1. mudah dikenal oleh peneliti yang bukan spesialis;
2. mempunyai sebaran yang luas di dalam lingkungan perairan;
3. memperlihatkan daya toleransi yang hampir sama pada kondisi lingkungan perairan yang sama;
4. jangka waktu hidupnya relatif lama;
5. tidak cepat berpindah tempat bila lingkungannya dimasuki bahan pencemar.

Penggunaan organisme indikator dalam penentuan kualitas air sangat bermanfaat karena organisme tersebut akan memberikan reaksi terhadap keadaan kualitas perairan. Dengan demikian, dapat melengkapi atau memperkuat penilaian kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia. Selanjutnya, untuk menggunakan komunitas organisme (biologi) sebagai indikator jenis diperlukan sifat atau ciri-ciri yang mendukung, yaitu

1. kehadiran atau ketidakhadiran suatu organisme dalam lingkungan perairan sebagai faktor ekologi;
2. terdapat sistem penilaian kualitas air yang mudah dan dapat memberikan perbandingan;
3. penilaian kondisi air selalu berhubungan dengan waktu yang panjang, tidak hanya pengambilan sesaat;
4. sistem penilaian harus berhubungan dengan banyaknya pengambilan contoh dari keseluruhan kondisi perairan.

Selanjutnya di bawah ini akan diuraikan metode yang dapat digunakan untuk penelitian biota perairan. Penggunaan metode ini akan dibedakan berdasarkan kelompok biota yang berada di perairan. Biota perairan diklasifikasikan menurut ukuran, sifat hidup, dan habitatnya menjadi tiga kelompok besar, yaitu plankton, bentos, dan nekton (ikan).



## **B. METODE SAMPLING PLANKTON (BIOTA MELAYANG DI PERAIRAN)**

### **1. Deskripsi Plankton**

Plankton adalah mikroorganisme yang ditemui hidup melayang di perairan, mempunyai gerak sedikit sehingga mudah terbawa arus, artinya biota ini tidak dapat melawan arus. Mikroorganisme ini baik dari segi jumlah dan jenisnya sangat banyak dan sangat beraneka ragam serta sangat padat. Selanjutnya diketahui bahwa plankton merupakan salah satu komponen utama dalam sistem mata rantai makanan (*food chain*) dan jaring makanan (*food web*). Mereka menjadi pakan bagi sejumlah konsumen dalam sistem mata rantai makanan dan jaring makanan tersebut.

Keberadaan plankton sangat mempengaruhi kehidupan di perairan karena memegang peranan penting sebagai makanan bagi berbagai organisme laut. Pada awalnya penelitian plankton di laut hanya untuk memenuhi rasa ingin tahu para peneliti akan aneka jenis biota tersebut, namun pada masa kini plankton sudah dianggap sebagai salah satu unsur penting dalam ekosistem bahari, baik positif maupun negatif bila dilihat melalui kaca mata manusia. Berubahnya fungsi perairan sering diakibatkan oleh adanya perubahan struktur dan nilai kuantitatif plankton. Perubahan ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari alam maupun dari aktivitas manusia seperti adanya peningkatan yang signifikan dari konsentrasi unsur hara secara sporadis. Dengan demikian, hal ini dapat menimbulkan peningkatan nilai kuantitatif plankton melampaui batas normal yang dapat ditolerir oleh organisme hidup lainnya.

Berdasarkan habitatnya plankton ditemui hidup di perairan, baik di sungai, danau, waduk, maupun di perairan payau dan laut. Plankton ini ada yang dapat bergerak aktif sendiri seperti satwa atau hewan dan disebut dengan Plankton Hewani (*Zooplankton*), dan ada juga plankton yang dapat melakukan asimilasi (Fotosintesis) seperti tumbuhan di darat, kelompok ini disebut dengan Plankton Nabati (*Fitoplankton*).

Organisme planktonik ini biasanya ditangkap menggunakan jaring, berdasarkan ukuran mata jaring, fitoplankton digolongkan berdasarkan

ukuran, yaitu *megaplankton* ialah plankton lebih besar dari 0,2 mm; yang berukuran 0,2 mm–2,0 mm digolongkan *makroplankton*; dan *mikroplankton* ialah plankton yang berukuran 20  $\mu\text{m}$ –0,2 mm. Adapun plankton yang tidak dapat ditangkap dengan jaring tetapi dengan filter milipor adalah *nanoplankton* ialah plankton sangat kecil yang berukuran 2  $\mu\text{m}$ –20  $\mu\text{m}$  dan *ultraplankton*, yaitu plankton yang berukuran lebih kecil dari 2  $\mu\text{m}$ .

*Fitoplankton* adalah mikroorganisme nabati yang hidup melayang di dalam air, relatif tidak mempunyai daya gerak sehingga keberadaannya dipengaruhi oleh gerakan air, serta mampu berfotosintesis. Kemampuan fitoplankton melakukan fotosintesis karena sel tubuhnya mengandung klorofil. Klorofil berfungsi untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik dengan bantuan sinar matahari. Zat organik yang dihasilkan dipergunakan untuk kebutuhan dirinya sendiri dan untuk kebutuhan organisme air lainnya (Davis, 1995).

Fitoplankton dapat ditemukan di seluruh massa air mulai dari permukaan sampai pada kedalaman di mana intensitas cahaya matahari masih memungkinkan untuk digunakan dalam proses fotosintesis (*zona eufotik*) merupakan komponen flora yang paling besar perannya sebagai produsen primer di perairan (Toha, 1991).

Salah satu sifat khas fitoplankton adalah dapat berkembang secara berlipat ganda dalam jangka waktu yang relatif singkat, tumbuh dengan kepadatan tinggi, melimpah, dan terhampar luas (Nontji, 1974). Menurut Praseno dan Adnan (1984), kelimpahan fitoplankton yang terkandung di dalam air laut akan menentukan kesuburan suatu perairan. Oleh karena itu, fitoplankton dapat digunakan sebagai jenis bio-indikator dari kondisi lingkungan perairan.

Penggunaan fitoplankton sebagai indikator kualitas lingkungan perairan dapat dipakai dengan mengetahui keseragaman jenisnya yang disebut juga keheterogenan jenis. Komunitas dikatakan mempunyai keseragaman jenis tinggi, jika kelimpahan masing-masing jenis tinggi, sebaliknya keanekaragaman jenis rendah jika hanya terdapat beberapa jenis yang melimpah.

Setiap jenis fitoplankton berbeda reaksi fisiologis dan tingkah lakunya terhadap perubahan kualitas lingkungan. Pencemaran

lingkungan berpengaruh terhadap stabilitas dan struktur ekosistem. Menurut Mit (dalam Park 1980), pencemaran merupakan kerusakan akibat akumulasi buangan yang dilakukan manusia, baik buangan yang berguna maupun tidak berguna.

Fungsi fitoplankton di perairan sebagai makanan bagi *zooplankton* dan beberapa jenis ikan serta larva biota yang masih muda, mengubah zat anorganik menjadi organik dan mengoksigenasi air (Wardiatno, 1990). Nutrien anorganik diabsorpsi menjadi nutrien organik melalui proses fotosintesis. Nutrien organik merupakan energi yang siap dimanfaatkan bagi pertumbuhan dan perkembangan dirinya sendiri maupun sebagai persediaan makanan bagi biota lain yang berada pada jenjang yang lebih atas. Fitoplankton berfungsi sebagai produsen utama karena merupakan biota awal yang menyerap energi sinar matahari (Odum, 1971).

Pertumbuhan fitoplankton yang tinggi tidak hanya selalu menguntungkan bagi kondisi perairan, tetapi dapat menyebabkan ledakan populasi fitoplankton (*blooming*), yang ditandai dengan warna menjadi merah, merah-cokelat atau dari biru atau biru hijau menjadi merah kecokelatan, dapat menghasilkan zat racun yang membahayakan bagi perairan, fenomena ini biasa disebut *red tide* (Nontji, 1993 dalam Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Keberadaan fitoplankton di suatu perairan juga dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi perairan di daerah tersebut (Odum, 1971). Perkembangan fitoplankton sangat ditentukan oleh intensitas sinar matahari, temperatur, unsur hara, dan tipe komunitas fitoplankton (Goldman dan Horne, 1983). Dalam suatu penelitian, fitoplankton sering dijumpai perbedaan baik jenis maupun jumlahnya pada daerah yang berdekatan, meskipun berasal dari massa air yang sama. Pada perairan sering didapatkan kandungan fitoplankton yang sangat melimpah, namun pada suatu stasiun di dekatnya kandungan fitoplankton sangat sedikit (Davis, 1995). Selanjutnya ditambahkan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan dan penyebaran fitoplankton antara lain angin, unsur hara, kedalaman perairan, dan aktivitas pemangsa (Fachrul, 1991).

Kebanyakan fitoplankton termasuk golongan alga. Diperkirakan ada 30.000 jenis alga yang tumbuh di bumi. Alga fitoplankton selain mempunyai klorofil juga mempunyai berbagai pigmen tambahan yang dapat menutupi klorofil. Kandungan pigmen yang mencolok tersebutlah yang menjadi dasar utama klasifikasi alga (Tjitrosoma, 1986).

Dalam perkembangan studi plankton, diketahui bahwa eksistensi *plankton (fito dan zooplankton)* pada perairan membantu para peneliti dalam menentukan kualitas perairan dari suatu ekosistem. Pendekatan tersebut dapat ditempuh melalui studi kualitatif dengan mengetahui struktur komunitas fitoplankton serta kelimpahan (biomassa), kandungan klorofil maupun produktivitasnya, tipe suatu perairan dapat ditentukan dalam kategori eutrofik, mesotrofik, atau oligotrofik.

Fitoplankton di dalam ekosistem perairan merupakan kelompok produsen dalam sistem mata rantai makanan. Mereka dapat melakukan aktivitas hidupnya sendiri dengan memanfaatkan cahaya matahari. Adapun plankton hewani (*zooplankton*) harus melakukan aktivitas makan untuk mempertahankan eksistensinya.

Zooplankton yang hidup di laut sangat beraneka ragam, yang terdiri atas berbagai bentuk larva dan bentuk dewasa yang dimiliki hampir seluruh filum hewan. Namun yang paling menonjol adalah *Crustacea planktonik*. Apabila ditinjau dari aspek ekologis, anggota *Crustacea* yang paling penting adalah *Copepoda* (Nybakken, 1988).

Selanjutnya diketahui bahwa zooplankton menempati posisi penting dalam rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan di perairan. Adanya pemanasan global, dapat diketahui bahwa beberapa populasi zooplankton telah mengalami gangguan. Oleh karena itu, dengan mengetahui keadaan plankton di perairan seluruh dunia, para peneliti berharap dapat mengukur pula pengaruh pemanasan global terhadap kehidupan di laut.

Keberadaan Zooplankton ini dipengaruhi oleh adanya fitoplankton yang terdapat di suatu perairan. Di dalam penelitian perairan, plankton (*fito dan zooplankton*) dapat menentukan kualitas suatu perairan tersebut. Pengumpulan sampel dapat dilakukan dengan metode yang terdiri atas pengumpulan sampel, pengawetan, pencacahan, dan analisis statistik.

## 2. Pengambilan dan Pencacahan Sampel

Plankton umumnya berukuran kecil, jumlahnya di perairan relatif sangat tidak padat, apalagi di laut bebas. Oleh karena itu, pengambilan sampel plankton harus dilakukan dengan alat yang dapat menyaring air sedemikian rupa sehingga plankton yang tersaring cukup jumlahnya untuk dianalisis. Untuk keperluan ini alat khusus yang biasa digunakan adalah jaring plankton atau *plankton net*. Setiap mata jaring yang digunakan ukurannya (*mesh-size*) harus berbeda, tergantung dari plankton yang akan dikumpulkan, apakah itu *fitoplankton* atau *zooplankton*. Jika yang diinginkan *fitoplankton*, maka ukuran mata jaring harus kecil, demikian sebaliknya untuk *zooplankton*.

Untuk penyeragaman alat dan metode *sampling*, para peneliti umumnya menggunakan jaring Kitahara yang dimodifikasi, yaitu jaring berbentuk kerucut, diameter mulut 0,30 m panjang 1,0 m dan lebar mata jaring 0,08 mm. Pengambilan sampel di perairan dangkal (< 10 m) dilakukan secara horizontal dengan menarik jaring selama 5 menit di bawah permukaan air. Di perairan laut yang relatif dalam (> 200 m), pengambilan fitoplankton hanya dibatasi mulai dari kedalaman 150 m ke atas sampai 0 m (permukaan laut).

Pada *sampling* zooplankton, digunakan jaring Norpac dengan diameter mulut jaring 0,45 m, panjang 1,80 m dan ukuran mata jaring 0,30 m, *sampling* zooplankton dilakukan mulai dari kedalaman 200 m ke atas sampai permukaan laut (0 m). Untuk mendapatkan zooplankton yang berukuran besar, dapat digunakan jaring berdiameter mulut jaring 0,45 m, panjang 2,10 m, dan ukuran mata jaring 0,50 mm.

Pengambilan sampel plankton di perairan dapat dilakukan secara tegak (vertikal), miring (*oblique*), ataupun mendatar (horizontal). Pengambilan sampel plankton harus sesuai dengan pengambilan sampel air untuk analisis faktor fisika dan kimia air dengan beberapa kali ulangan secara random.

Pengambilan sampel plankton pada perairan danau atau waduk atau sungai atau payau atau laut dilakukan dengan menyaring air sebanyak 100 liter dari lokasi *sampling*, dengan menggunakan *water sampler* 10 liter atau penyaringan dapat pula dilakukan dengan menggunakan ember ukuran 5 liter dan dilakukan sebanyak 20 kali

penyaringan. Selain itu, *sampling* dapat dilakukan dengan melakukan penyaringan dengan menarik jaring plankton dari atas kapal yang ditenggelamkan kira-kira 1 meter di bawah permukaan air selama 5 menit (kapal berputar di sekitar lokasi penelitian).

Air yang terkumpul kemudian disaring dengan *plankton net* di mana jaring plankton tersebut telah dilengkapi dengan tabung pengumpul plankton yang mempunyai ukuran 25 ml. Selanjutnya sampel plankton yang terjebak ditampung dalam tabung pengumpul plankton dan diawetkan dengan lugol atau formalin 4% yang telah dinetralkan dengan boraks atau alkohol 70% dan diberi label. Pada label dituliskan antara lain nomor stasiun, posisi stasiun, tanggal dan waktu pengambilan, metode pengambilan dan kedalaman kemudian disimpan dalam ruang gelap.

Setelah tiba di laboratorium, dari 25 ml sampel berisi plankton yang telah diberi pengawet, diambil larutan sampel dengan pipet dan diteteskan ke dalam *Sedwick Rafter Counting Cell* kapasitas 1 ml untuk diamati dengan mikroskop. Pengamatan dilakukan dengan metode zigzag menggunakan 3 garis pandang (1 *Sedwick* = 8 garis pandang), yaitu mengamati bagian atas, tengah, dan bawah. Selanjutnya diidentifikasi dengan mikroskop dengan perbesaran 10 x 10 atau 10 x 45.

Dalam mencacah fitoplankton dihitung persel bukan perrantai (rangkaiannya) karena rangkaiannya mudah putus dan hasil cacahan dinyatakan dalam sel/liter. Pencacahan zooplankton berdasarkan jumlah individu yang terlihat. Kemudian identifikasi jenis plankton dengan menggunakan buku pedoman identifikasi plankton dari:

1. Bold, H.C., M.J. Wynne. 1985. *Introduction to the Algae*. Second edition. Prentice-Hall. Inc. Englewood cliff. New Jersey.
2. Newel, G.E. & Newel, R.C., 1997. *Hutchinson of London, dan Coastal Marine Zooplankton: A Practical Manual*, by Cambridge University Press.
3. Yamaji, I. 1982. *Illustrations of the Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co., Ltd. 17-13, 1-chome, Uemachi, Higashi-ku, Osaka, 540 Japan.

### 3. Analisis Data

Pengukuran biomassa dengan menentukan volume plankton bertujuan untuk mengetahui banyaknya plankton secara kuantitatif tanpa mengidentifikasi komposisinya. Untuk mengetahui volume air yang masuk ke dalam jaring (volume contoh tersaring) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Volume tersaring} = \pi \times r^2 \times t$$

Dengan:

$\pi \cdot r^2$  = luas lingkaran jaring plankton

t = panjang tarikan (12 m)

#### a. Perhitungan Kelimpahan

Penentuan kelimpahan plankton dilakukan berdasarkan metode sapuan di atas gelas objek *Segwick Rafter*. Kelimpahan plankton dinyatakan secara kuantitatif dalam jumlah sel/liter. Kelimpahan plankton dihitung berdasarkan rumus:

$$N = n \times (V_r/V_o) \times (1/V_s)$$

Dengan:

N = Jumlah sel per liter

n = Jumlah sel yang diamati

$V_r$  = Volume air tersaring (ml)

$V_o$  = Volume air yang diamati (pada *Sedgwick Rafter*) (ml)

$V_s$  = Volume air yang disaring (l)

#### b. Indeks Kemerataan

Indeks ini menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak. Jika nilai indeks kemerataan relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata.

$$E = \frac{H}{H' \text{ maks}}$$

Dengan:

E = Indeks kemerataan

$H' \text{ maks}$  =  $\ln s$  (s adalah jumlah general)

$H'$  = Indeks keanekaragaman

Nilai indeks berkisar antara 0–1

$E \approx 0$ , pemerataan antara spesies rendah, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat jauh berbeda.

$E = 1$ , pemerataan antarspesies relatif merata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama.

### c. Indeks Keanekaragaman

Indeks ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shannon-Wiener (Basmi, 1999).

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Dengan:

$H'$  = indeks diversitas Shannon-Wiener

$P_i = n_i/N$

$n_i$  = jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  = jumlah total individu

$S$  = jumlah genera

Kriteria:

$H' < 1$  = Komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat

$1 < H' < 3$  = Stabilitas komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang

$H' > 3$  = Stabilitas komunitas biota dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas air bersih

### d. Indeks Dominansi

Menurut Odum (1997) untuk mengetahui adanya dominansi jenis tertentu di perairan dapat digunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan berikut:

$$D = \sum_{i=1}^S \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2$$



Dengan:

D = indeks dominansi Simpson

$n_i$  = jumlah individu jenis ke- $i$

N = jumlah total individu

S = jumlah genera

Indeks Dominansi antara 0–1

$D \approx 0$ , berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil.

$D = 1$ , berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis (stres).

#### e. Koefisien Saprobitas

Sistem Saprobitas ini hanya untuk melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan Dresscher dan van Der mark (Koesoebiono,1987):

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Dengan:

X = koefisien saprobik (-3 sampai dengan 3)

A = kelompok organisme *Cyanophyta*

B = kelompok organisme *Dinophyta*

C = kelompok organisme *Chlorophyta*

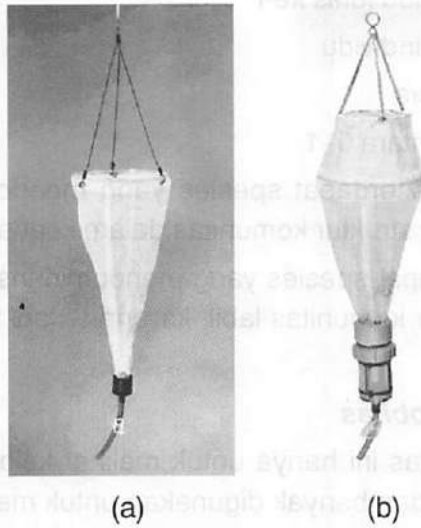
D = kelompok organisme *Chrysophyta*

Untuk kriteria penentuan pencemaran dengan menggunakan koefisien saprobik dapat dilihat pada Tabel 5.5.

#### 4. Peralatan Sampling

Peralatan yang biasa digunakan dalam pelaksanaan penghitungan komunitas plankton adalah *plankton net*, ukuran yang dipilih disesuaikan dengan keperluan *sampling*, di perairan danau, atau laut. Ukuran *plankton net* dan *mesh* juga disesuaikan dengan kebutuhan, menyaring

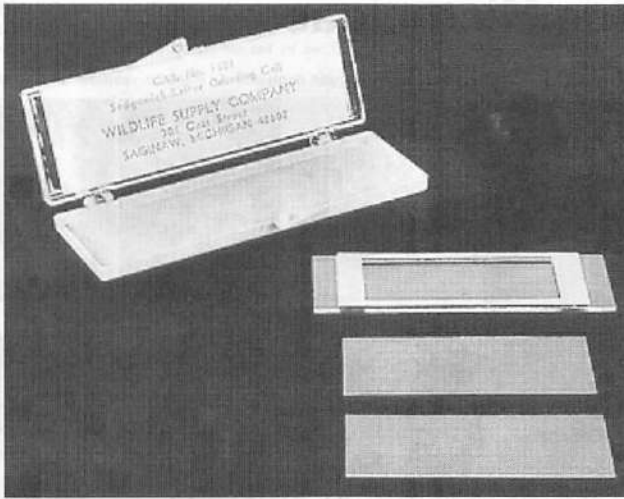
fitoplankton atau zooplankton. Beberapa jenis *plankton net* terlihat pada gambar di bawah ini:



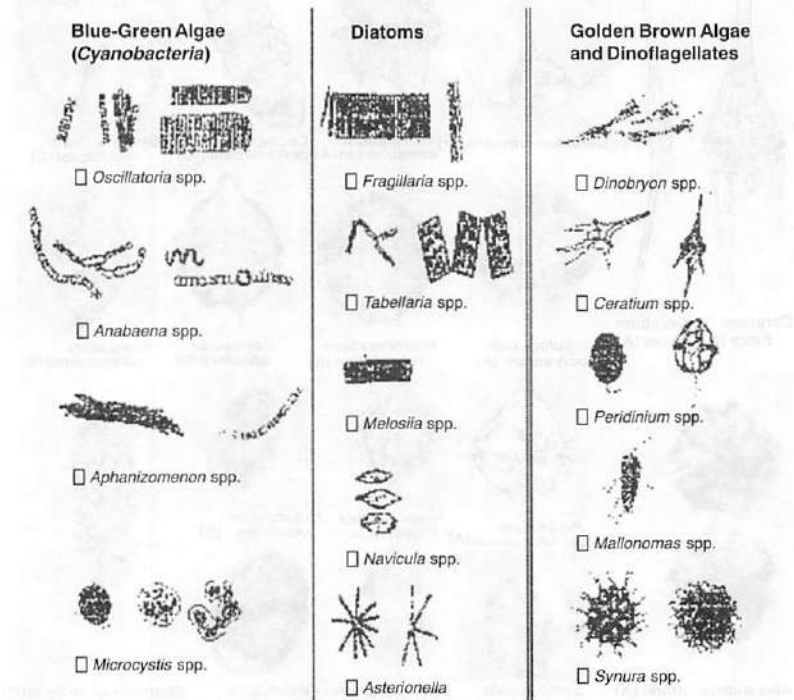
**Gambar 5.1** (a) *Plankton net* standar; (b) *Wisconsin Net*



**Gambar 5.2** *Plankton net* ini digunakan untuk menyaring plankton pada perairan laut dalam yang diturunkan dari atas kapal riset



Gambar 5.3 Segwick rafter digunakan untuk menghitung atau mencacah plankton yang telah tersaring, diletakkan di bawah mikroskop



Gambar 5.4 Jenis fitoplankton yang terdapat di perairan dari jenis *Blue-Green Algae*, *Diatom*, dan *Dinoflagelata*

# Red Tide Microalgae

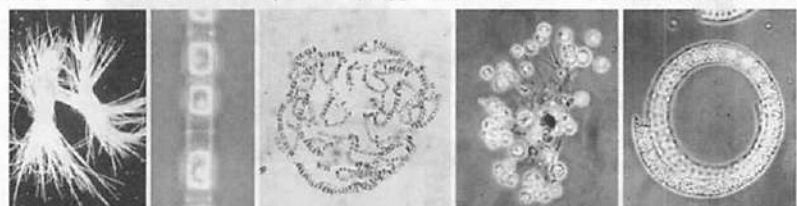
WESTPAC/IOC/UNESCO

Ver. 1.4 2000.1.1

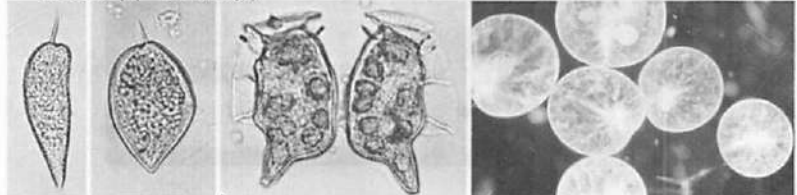
ed. by Yasuwo Fukuyo (ufukuyo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)



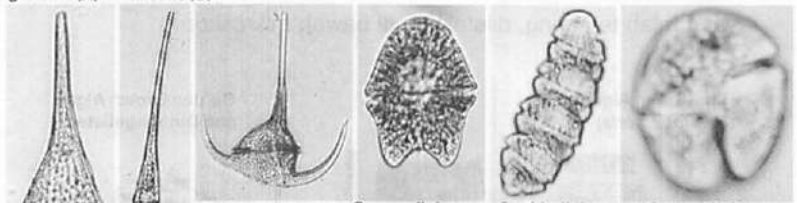
A: Useful, mostly harmless B: Potentially harmful by oxygen depletion C: Harmful, responsible for fish mass mortality



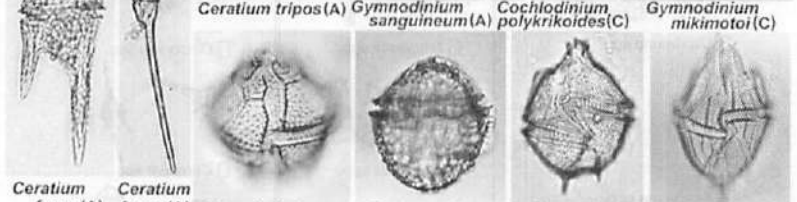
*Trichodesmium thiebautii* (A) *Skeletonema costatum* (B) *Chaetoceros sociale* (A) *Thalassiosira mala* (B) *Eucampia zodiacus* (A)



*Prorocentrum sigmoides* (A) *Prorocentrum micans* (B) *Dinophysis caudata* (B) *Noctiluca scintillans* (B)



*Ceratium tripos* (A) *Gymnodinium sanguineum* (A) *Cochlodinium polykrikoides* (C) *Gymnodinium mikimotoi* (C)



*Ceratium furca* (A) *Ceratium fusus* (A) *Lingulodinium polyedrum* (A) *Protoceratium reticulatum* (A) *Gonyaulax spinifera* (B) *Gonyaulax polygramma* (B)



*Alexandrium affine* (A) *Scrippsiella trochoidea* (A) *Heterocapsa triquetra* (A) *Heterosigma akashiwo* (B) *Fibrocapsa japonica* (C) *Chattonella antiqua* (C)

**Gambar 5.5** Jenis fitoplankton yang menyebabkan *red tide* di perairan laut

### C. METODE SAMPLING BENTOS (BIOTA DASAR PERAIRAN)

Bentos adalah organisme dasar perairan, baik berupa hewan maupun tumbuhan, baik yang hidup di permukaan dasar ataupun di dasar perairan. Semula bentos hanya digolongkan sebagai *fitobentos* dan *zoobentos*, tetapi Hutchinson (1976) menggolongkan bentos berdasarkan ukurannya, yaitu bentos mikroskopis atau dikenal dengan sebutan mikrobentos dan makrobentos. Selanjutnya Lind (1979) memberikan definisi, bentos adalah semua organisme yang hidup pada lumpur, pasir, batu, kerikil, maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau, kolam, ataupun sungai, merupakan hewan melata, menetap, menempel, memendam, dan meliang di dasar perairan tersebut.

Dalam subbab ini yang akan diuraikan mengenai metode *sampling* komunitas fauna benthik (*zoo-bentos*) yang hidup di dasar perairan. Komunitas fauna benthik terdiri atas lima kelompok, yaitu *Mollusca*, *Polychaeta*, *Crustacea*, *Echinodermata*, dan kelompok lain yang terdiri atas beberapa takson kecil seperti *Sipunculidae*, *Pogonophora*, dan lainnya. Berdasarkan kebiasaan hidupnya, fauna benthik dapat dikelompokkan sebagai infauna, yaitu yang hidup menetap di dalam sedimen dan epifauna, yakni yang hidup menempel pada daun lamun dan di atas dasar laut.

Menurut Vernberg (1981), berdasarkan ukurannya bentos dibedakan menjadi:

#### 1. Makrobentos

Organisme yang hidup di dasar perairan dan tersaring oleh saringan yang berukuran mata saring 1,0x1,0 milimeter atau 2,0x2,0 milimeter, yang pada pertumbuhan dewasanya berukuran 3–5 milimeter. Berdasarkan letaknya dibedakan menjadi infauna dan epifauna, di mana infauna adalah kelompok makrobentos yang hidup terpendam di bawah lumpur, sedangkan epifauna adalah kelompok makrobentos yang hidup di permukaan substrat.

#### 2. Mesobentos

Organisme yang mempunyai ukuran antara 0,1–1,0 milimeter, misalnya golongan Protozoa yang berukuran besar (*Cidaria*), cacing yang berukuran kecil dan *Crustacea* yang sangat kecil.

### 3. Mikrobentos

Organisme yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 milimeter, misalnya Protozoa. Daya tahan dan adaptasi bentos berbeda-beda antara jenis yang satu dengan yang lainnya, yaitu ada yang tahan terhadap keadaan perairan setempat, tetapi ada pula yang tidak tahan, sehingga keberadaan bentos tertentu dapat dijadikan petunjuk dalam menilai kualitas perairan tersebut. Selain itu, faktor lain yang mendasari penggunaan bentos sebagai organisme indikator kualitas perairan adalah karena sifat bentos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga sangat banyak mendapat pengaruh dari lingkungan, baik yang tergolong dalam kriteria parameter kualitas perairan maupun bukan parameter kualitas perairan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6 (Hawkes, 1979). Dengan demikian, penggunaan bentos sebagai indikator akan mempermudah dalam penafsiran tentang keadaan lingkungan perairan (Hellawel, 1986).

Daya toleransi bentos terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan menjadi tiga (Lee dkk., 1978 dan Ravera, 1979), yaitu sebagai berikut.

#### a. Jenis Intoleran

Jenis intoleran memiliki kisaran toleransi yang sempit terhadap pencemaran dan tidak tahan terhadap tekanan lingkungan, sehingga hanya hidup dan berkembang di perairan yang belum atau sedikit tercemar.

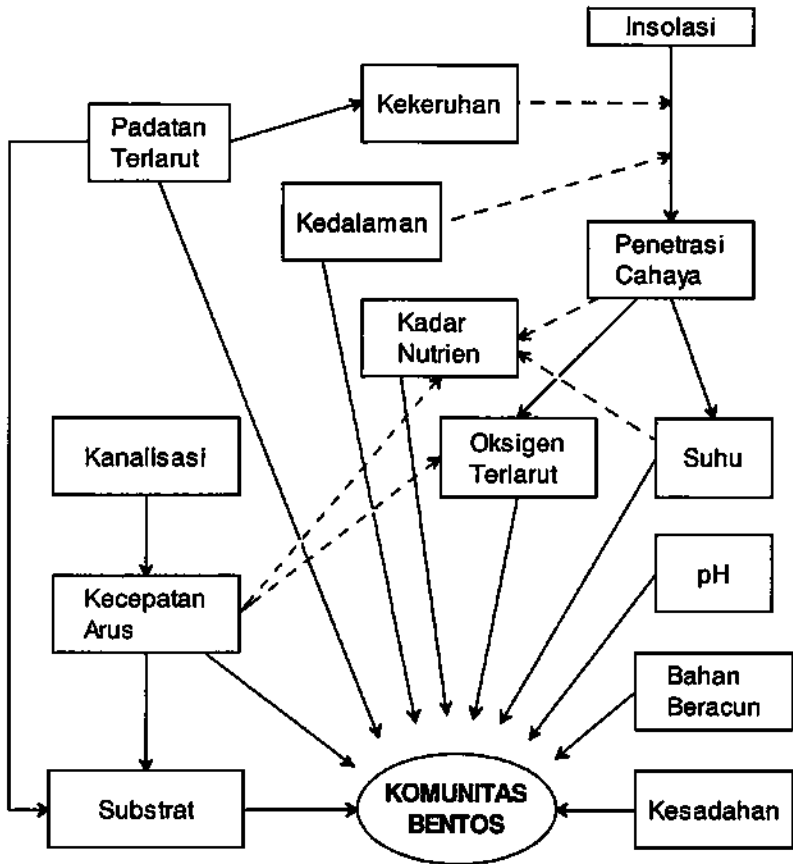
#### b. Jenis Toleran

Jenis toleran mempunyai daya toleran yang lebar, sehingga dapat berkembang mencapai kepadatan tertinggi dalam perairan yang tercemar berat. Oleh karena itu, untuk mengetahui kehadiran atau ketidakhadiran organisme pada lingkungan perairan digunakan indikator yang menunjukkan tingkat atau derajat kualitas suatu habitat.

#### c. Jenis Fakultatif

Jenis fakultatif dapat bertahan hidup terhadap lingkungan yang agak lebar, antara perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang dan masih dapat hidup pada perairan yang tercemar berat. Jenis ini dibedakan pula menjadi fakultatif intoleran dan fakultatif toleran.

Fakultatif intoleran adalah jenis yang hanya atau lebih banyak hidup di perairan tercemar ringan, sedangkan fakultatif toleran adalah jenis yang hanya atau banyak dijumpai di perairan tercemar sedang.



Keterangan:

—————> : pengaruh langsung

- - - -> : interaksi

**Gambar 5.6** Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi komunitas Bentos di perairan sungai (Hawkes, 1979)

Jenis yang berbeda menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap pencemaran, sehingga dengan adanya jenis bentos tertentu dapat

dijadikan petunjuk untuk menafsir kualitas suatu badan air tertentu, misalnya keberadaan cacing *Polychaeta* dari suku *Capitellidae*, yaitu *Capitella capitella* menunjukkan perairan tercemar, sedangkan *Capitella ambiesta* terdapat pada lingkungan yang tidak tercemar (Vemiati, 1987).

Secara umum berdasarkan derajat toleransinya terhadap pencemaran, bentos dikelompokkan menjadi tiga, yaitu seperti terlihat pada Tabel 5.1

**Tabel 5.1**

Kelompok Bentos Berdasarkan Derajat Toleransinya terhadap Pencemaran (Vemiati, 1987)

No.	Kelompok	Contoh Organisme
1.	Jenis yang tahan terhadap bahan pencemar.	Cacing-cacing <i>Tubificid</i> , larva nyamuk, siput, terutama <i>Masculium sp.</i> , dan <i>Psidium sp.</i>
2.	Jenis yang lebih jernih (bersih).	Siput-siput yang senang arus, <i>Bryozoa</i> , serangga air, dan <i>Crustacea</i> .
3.	Jenis yang hanya senang bersih.	Siput dari suku <i>Vivinatidae</i> dan <i>Amnicolidae</i> , serangga (larva/nimfa) dari bangsa <i>Ephemeridae</i> , <i>Odonata</i> , <i>Hemiptera</i> , dan <i>Coleoptera</i> .

### 1. Pengambilan Sampel

Pengambilan jumlah jenis dan jumlah individu *bentos* dilakukan dengan cara mengambil contoh substrat dasar perairan (lumpur dan atau pasir) dengan menggunakan *grab sampler* untuk perairan dalam dan jala surbur (*surbur net*) dengan menggunakan metode transek kuadrat untuk perairan dangkal. Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi *sampling* yang telah ditentukan dengan cara random atau acak dengan 2 atau 3 kali ulangan.

Sampel yang telah diambil dengan *grab* atau *surbur net* dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label. Untuk mengawetkan sampel digunakan larutan formalin 10% yang telah dibubuhi zat warna, yakni *rose bengal*. Di laboratorium, satu per satu isi kantong diayak dalam saringan no. 30 US Standar atau saringan bertingkat dengan mata saring 0,250 mm; 0,500 mm atau 1,00 mm (tergantung pada tujuan penelitian dan ukuran fauna benthik yang akan diamati), kemudian dicuci dengan

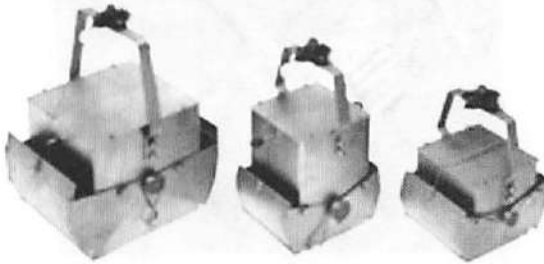


air tawar sehingga diperoleh fauna bentik yang bersih dan kemudian diawetkan kembali dalam formalin 10% atau alkohol 70% dimasukkan dalam botol kecil yang diberi label. Selanjutnya dilakukan indentifikasi menggunakan mikroskop binokuler dan penghitungan jumlah jenis per sampel dan tabulasi data.

Alat-alat yang umum digunakan dalam pengambilan sampel bentos adalah sebagai berikut.

a. *Ekman Grab*

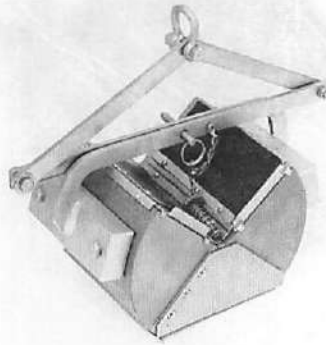
Terbuat dari baja tahan karat dengan berat 3,2 kg dengan ukuran 30 cm x 30 cm; 23 cm x 23 cm; dan 15 cm x 15 cm.



Gambar 5.7 Ekman Grab

b. *Ponar Grab*

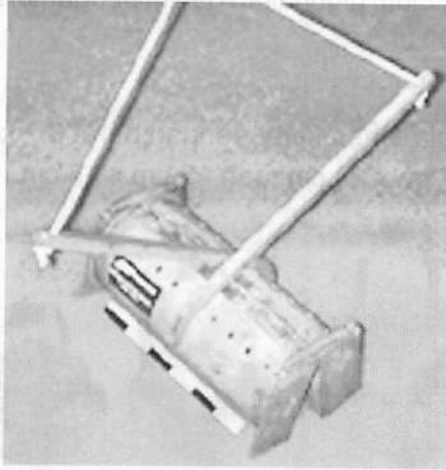
Terbuat dari baja tahan karat, ukuran luas 23 cm x 23 cm dengan berat  $\pm$  20 kg. Grab ini biasanya digunakan pada danau yang dalam dengan dasar perairan yang bervariasi.



Gambar 5.8 Ponar Grab

c. *Petersen Grab*

Terbuat dari baja tahan karat, luas 0,06 m x 0,09 m dengan berat yang bervariasi antara 13,7 kg–31,8 kg. Grab ini biasanya digunakan pada perairan yang berdasar keras, seperti sungai yang dasar perairannya terdiri atas lempung, batu, dan pasir.



Gambar 5.9 *Petersen Grab*

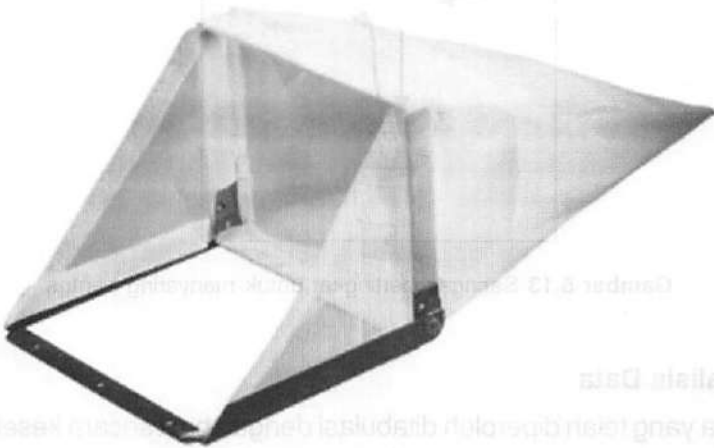
d. *Van Veen Grab*



Gambar 5.10 *Van Veen Grab*

e. Jala Surbur (*Surbur Net*)

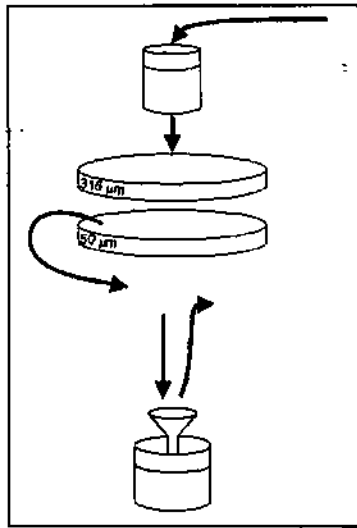
Terbuat dari benang nilon dengan ukuran mata jaring 0,595 mm dalam keadaan terbuka, panjang jala 69 cm dengan ukuran permukaan depan 30,5 cm x 30,5 cm. Jala ini biasanya digunakan pada sungai yang dangkal (< 0,6 m) dengan aliran deras (>5m/detik) dengan dasar perairan berbatu-batu.



Gambar 5.11 *Surbur Net*



Gambar 5.12 *Surbur net* yang digunakan pada perairan sungai yang dangkal



**Gambar 5.13** Saringan bertingkat untuk menyaring bentuk

## 2. Analisis Data

Data yang telah diperoleh ditabulasi dengan baik secara keseluruhan kemudian dianalisis dengan ekologi kuantitatif untuk mengetahui struktur komunitas (keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan jenis) dan situasi populasinya.

Karena sangat beraneka ragam ukurannya, bentuk, habitat, dan sifat hidup mereka maka banyak metode penelitian yang diciptakan yang disesuaikan dengan keempat faktor tersebut dengan tujuan penelitian yang berbeda.

Metode analisis di bawah ini dikembangkan berdasarkan terjadinya perubahan struktur habitat sebagai akibat perubahan yang terjadi dalam kualitas lingkungan karena pencemaran. Metode tersebut adalah sebagai berikut.

### a. Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener ( $H'$ )

Keanekaragaman suatu biota air dapat ditentukan dengan menggunakan teori informasi Shannon-Wiener ( $H'$ ). Tujuan utama teori ini adalah untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidakaturan dalam suatu sistem. Adapun Indeks tersebut adalah sebagai berikut (Koesoebiono, 1987):

$$H = \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

atau

$$H = \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

Dengan:

$p_i$  = jumlah individu masing-masing jenis ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )

$s$  = jumlah jenis

$H$  = penduga keragaman populasi

Komponen lingkungan, baik yang hidup (biotik) maupun yang mati (abiotik) akan mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman biota air yang ada pada suatu perairan, sehingga tingginya kelimpahan individu tiap jenis dapat dipakai untuk menilai kualitas suatu perairan. Perairan yang berkualitas baik biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan sebaliknya pada perairan yang buruk atau tercemar. Beberapa kriteria kualitas air berdasarkan Indeks Keragaman jenis Shannon-Wiener dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2**

Kriteria Kualitas Air Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

No.	Indeks Keragaman	Kualitas	Pustaka
I	> 3 1-3 < 1	Air bersih Setengah tercemar Tercemar berat	Wilha (1975)
II	3,0-4,0 2,0-3,0 1,0-2,0	Tercemar sangat ringan Tercemar ringan Setengah tercemar	Wilha (1975)
III	2,0 2,0-1,0 1,5-1,0 < 1,0	Tidak tercemar Tercemar ringan Tercemar sedang Tercemar berat	Lee, dkk. (1975)

**b. Indeks Keseragaman (E)**

$$E = \frac{H'}{H' \max} = \frac{H'}{\ln(s)}$$

Dengan:

S = jumlah keseluruhan dari spesies

H' max = keragaman maksimum

H' max akan terjadi apabila ditemukan dalam suasana di mana semua spesies adalah melimpah. Adapun, nilai E kisaran antara adalah 0 dan 1 yang mana nilai 1 menggambarkan suatu keadaan di mana semua spesies cukup melimpah.

**c. Indeks Keragaman Simpson (D)**

Indeks ini digunakan untuk menentukan kualitas perairan yang jumlah jenisnya banyak atau dengan keragaman jenisnya tinggi (Koesoebiono, 1987).

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{(n_i)^2}{N^2}$$

Resiprok Indeks Diversitas Simpson (Koesoebiono, 1987)

$$(1-D) = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{(n_i)^2}{N^2}$$

Dengan:

N = jumlah total individu

n = jumlah individu masing-masing jenis

Berdasarkan Indeks Diversitas Simpson tingkat pencemaran perairan diklasifikasikan dalam tiga tingkatan, seperti terlihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3**

Hubungan antara Indeks Diversitas Simpson dengan Tingkat Pencemaran Perairan (Odum, 1971)

Indeks Diversitas Simpson	Tingkat Pencemaran Perairan
> 0,8	Tercemar Ringan
0,6–0,8	Tercemar Sedang
<0.6	Tercemar Berat

**d. Indeks Dominansi (D), Menggunakan Simpson's Index**

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{(n_i (n_i - 1))}{(N (N - 1))}$$

Dengan:

$n_i$  = jumlah individu dari spesies ke-i

$N$  = jumlah keseluruhan dari individu

**e. Model Kelimpahan Spesies**

Kualitas lingkungan perairan dapat digambarkan dengan struktur komunitas bentos yang dianalisis dengan model distribusi kelimpahan spesies (Magurran, 1988). Model tersebut dapat menggambarkan proses yang terjadi dalam komunitas yang melibatkan pemanfaatan sumber daya alam dan stabilitas lingkungan perairan. Tiga model utama yang digunakan untuk melihat satu atau lebih penyebaran dari famili suatu komunitas, yaitu *the geometric series* (model Motomura); *log normal distribution* (model Preston) dan *broken stick model* (model MacArthur) adalah seperti berikut.

**1) The Geometric Series (Model Motomura)**

Model ini menggambarkan keadaan ekosistem di mana terjadi persaingan yang kuat, terjadi dominansi oleh salah satu spesies tertentu, pemanfaatan sumber daya alam tidak merata dan lingkungan sangat terganggu atau mungkin berada dalam tingkat suksesi permulaan. Di dalam model Motomora ini, kelimpahan dari spesies dibuat peringkatnya mulai dari yang besar hingga yang paling kecil, di mana kaidah yang digunakan adalah seperti berikut.

$$n_i = NC_k K (1 - k)^{i-1}$$

Dengan:

$n_i$  = jumlah dari individu dalam spesies ke- $i$  spesies

$N$  = jumlah keseluruhan dari individu

$C_k = [1 - (1 - k^S)]^{-1}$  = konstanta yang ditentukan oleh  $\sum n_i = N$

### 2) *Log Normal Distribution (Model Preston)*

Model ini menggambarkan organisasi komunitas yang layak dan pembagian relung yang mantap atau merata. Lingkungan perairan yang stabil sehingga mencirikan suatu komunitas yang seimbang. Dalam model ini kaidah yang digunakan adalah

$$S(R) = S_0 \exp(-a^2 R^2)$$

Dengan:

$S(R)$  = jumlah spesies dalam  $R$  (*octave*) kelas pada kanan dan kiri dari kurva simetrikal

$S_0$  = jumlah dari spesies dalam kelas *octave*

$a = (2\sigma^2)^{1/2}$  = invers keluasan dari penyebarannya

### 3) *The Broken Stick Model (Model MacArthur)*

Model ini menggambarkan organisasi komunitas yang merata dan stabil, tidak ada persaingan, tidak ada *niche* yang kosong dan jumlah spesies tetap. Model *Broken Stick* disarankan oleh MacArthur (1957):

$$N_i = \frac{N}{S \sum_{n=1}^S 1/n}$$

$$S(n) = [(S(S-1)/N)] (1-n/N)^{S-2}$$

Dengan:

$N$  = jumlah keseluruhan dari individu

$S$  = jumlah keseluruhan dari spesies

$S(n)$  = jumlah dari spesies dalam kelas kelimpahan pada  $n$  individu

Setelah semua data dianalisis dengan ketiga model tersebut, kemudian dilakukan uji kesesuaian model, dengan menggunakan Model



Uji Jarak Matsusita ( $D_M$ ), dengan persamaan seperti berikut:

$$D_M = \sum (p_i - a_i)$$

Dengan:

$$P_i = q_{oi} / \sum q_{oi}; q_{oi} = \text{kelimpahan spesies teori}$$

$$a_i = q_{oi} / \sum q_{oi}; q_{oi} = \text{kelimpahan spesies yang diperoleh}$$

#### f. Sistem Saprobitas

Sistem Saprobitas menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif.

##### 1) Pendekatan Kualitatif

Sistem ini hanya melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran (Koesoebiono, 1987). Menurut Suwignyo (1990), beberapa ahli membagi saprobitas dalam tingkatan yang berbeda-beda. Sebagai contoh akan di jelaskan kelompok organisme pada masing-masing tingkatan saprobitas (Tabel 5.4), menurut Ravera, (1979) adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.4**

Hubungan Antara Kelompok Organisme Perairan dengan Tingkat Pencemaran Perairan

Kelompok Organisme Perairan	Tingkat Pencemaran Perairan
a. Polisaprobik	Tercemar sangat berat
b. $\alpha$ - mesosaprobik	Tercemar berat
c. $\beta$ - mesosaprobik	Tercemar sedang
d. Oligosaprobik	Tercemar ringan

##### 2) Pendekatan Kuantitatif

(a) Indeks Saprobik menurut Pantle dan Buck (S) (Ravera, 1979)

$$S = \frac{\sum s \cdot h}{\sum h}$$

Dengan: S = indeks Saprobitas

s = tingkat saprobik berdasarkan Liebmann (1962)

**Tabel 5.5**

Hubungan Tingkat Saprobitas dengan Kelompok Organisme (Liebmann, 1962, dalam Ravera, 1979)

Tingkat Saprobitas (s)	Kelompok Organisme
1	Polisaprobik
2	$\alpha$ - mesosaprobik
3	$\beta$ - mesosaprobik
4	Oligosaprobik

Berdasarkan Indeks saprobik Pantle dan Buck, tingkat pencemaran perairan diklasifikasikan dalam tingkat seperti disajikan pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6**

Hubungan antara Indeks Saprobik (S) dengan Tingkatan Pencemaran Perairan (Liebmann, 1962 dalam Ravera 1979)

Kisaran Indeks Saprobitas (s)	Tingkat Pencemaran Perairan
1,0–1,5	Sedikit/tidak tercemar
1,5–2,5	Pencemaran bahan organik sedang
2,5–3,5	Pencemaran bahan organik berat
3,5–4,0	Pencemaran bahan organik sangat berat

(b) Koefisien Saprobik menurut Dresscher dan van der Mark (X)

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D}$$

Dengan:

X = koefisien saprobik (-3 sampai dengan 3)

A = kelompok organisme Ciliata

B = kelompok organisme Euglena

C = kelompok organisme Chlorococcales dan Diatomae

D = kelompok organisme Peridinae, Chrysophyceae, dan Conjugaceae

A, B, C, dan D = Jumlah organisme yang berbeda di dalam masing-masing kelompok

Berdasarkan nilai koefisien saprobik, pencemaran perairan diklasifikasikan dalam lima tingkatan, seperti disajikan pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7**

Hubungan Antara Koefisien Saprobik (X) dengan Tingkatan Pencemaran Perairan (Koesoebiono, 1987)

Bahan Pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprobik	Koefisien Saprobik
Bahan organik	Sangat berat	Polisaprobik Poli / $\alpha$ -mesosaprobik	$(-3) - (-2)$ $(-2) - (-1,5)$
	Cukup berat	$\alpha$ -meso / polisaprobik $\alpha$ -mesosaprobik	$(-1,5) - (-1)$ $(-1,0) - (0,5)$
Bahan organik dan anorganik	Sedang	$\alpha/\beta$ -mesosaprobik $\beta/\alpha$ -mesosaprobik	$(-0,5) - (0)$ $(0) - (0,5)$
	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik $\beta$ -meso/oligosaprobik	$(0,5) - (1,0)$ $(1,0) - (1,5)$
Bahan organik dan anorganik	Sangat ringan	Oligo/ $\beta$ -mesosaprobik Oligosaprobik	$(1,5) - (2)$ $(2,0) - (3,0)$

#### D. METODE SAMPLING NEKTON (IKAN)

Ikan merupakan biota akuatik yang bersifat mobil atau nekton yang hidup di perairan baik sungai, danau, ataupun di lautan. Hewan ini sudah lama menjadi salah satu sumber daya pangan yang dimanfaatkan oleh manusia karena mempunyai nilai ekonomis yang besar. Dengan sifatnya yang mobil, dalam batas tertentu ikan dapat memilih bagian perairan yang layak bagi kehidupannya. Ikan-ikan tertentu akan menghindarkan diri dari kondisi perairan yang mengalami perubahan lingkungan yang mengganggu kehidupannya, misalnya telah terjadi pencemaran asam atau sulfida, tetapi tidak menghindar pada perairan yang mengandung amonia dan tembaga. Akan tetapi, ikan mempunyai kemampuan yang terbatas untuk memilih daerah yang aman bagi kehidupannya, karena hal tersebut tergantung dari sifat dan kadar pencemar atau ketoksikan suatu perairan.

Berdasarkan keberadaannya di perairan, sumber daya ikan ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok ikan pelagis dan ikan demersal. Menurut Badrudin dan Wudianto (2004), sumber daya ikan pelagis adalah jenis ikan yang hidup di permukaan atau dekat permukaan perairan.

Berdasarkan ukurannya, ikan pelagis dibagi menjadi ikan pelagis besar seperti kelompok Tuna (*Thunidae*) dan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), kelompok Marlin (*Makaira* sp.), kelompok Tongkol (*Euthynnus* spp.) dan Tenggiri (*Scomberomorus* spp.), Selar (*Selaroides leptolepis*) dan Sunglir (*Elagastis bipinnulatus*), kelompok Kluped seperti Teri (*Stolephorus indicus*), Japuh (*Dussumieria* spp.), Tembang (*Sardinella fimbriata*), Lemuru (*Sardinella longiceps*) dan Siro (*Amblygaster sirm*), dan kelompok Skrombroid seperti Kembung (*Rastrellinger* spp.) (Aziz *et al.* 1988).

Adapun kelompok ikan demersal adalah jenis ikan yang hidup di dasar atau dekat dasar perairan. Ikan demersal ekonomis penting yang paling umum antara lain kakap merah, bawal putih, manyung, kuniran, gulamah, layur, dan peperek. Secara ekologis udang merupakan sumber daya demersal.

Berbagai jenis ikan demersal biasanya ditangkap dengan alat tangkap yang dioperasikan di dasar perairan seperti *trawl*, rawai dasar, jaring insang dasar, jaring klitik/*trammel* dan bubu. Pengelompokan jenis ikan sebenarnya lebih bersifat subjektif karena pemisahan jenis secara tajam sangat sulit dilakukan. Sebagai patokan umum yang lebih bersifat implikatif tentang kelompok ikan bisa dilihat dari alat tangkapnya.

Alat tangkap yang dioperasikan untuk menangkap ikan pelagis antara lain pukat cincin, jaring insang hanyut, payang, dan bagan apung. Jika tertangkap dengan pukat cincin, besar kemungkinan ikan tersebut adalah ikan pelagis, sedangkan jika tertangkap dengan *trawl* atau alat lain yang dioperasikan di dasar perairan, besar kemungkinan ikan tersebut adalah ikan demersal (Badrudin dan Wudianto, 2004).

Berbeda dengan plankton, ikan adalah hewan yang dapat berenang cepat dan sangat beragam jenisnya, sehingga alat tangkap yang digunakan juga sangat beragam jenisnya. Untuk metode penelitian nekton, digunakan metode penelitian ikan yang umum telah dikenal

masyarakat. Penelitian biologi ikan mencakup banyak segi, namun dalam uraian ini hanya diterangkan metodologi yang berbasis penelitian lapangan. Segi biologi yang metodologinya akan dibahas dalam buku ini adalah biometri, yakni tentang bentuk tubuh ikan yang terkait dengan beberapa segi biologi seperti struktur komunitas ikan.

### 1. Pengumpulan Sampel

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001), pengambilan sampel nekton atau ikan yang hidup di perairan laut, biasanya dilakukan dengan menggunakan alat penangkapan ikan yang biasa digunakan oleh nelayan. Tabel di bawah ini memberikan contoh tentang beberapa cara pengambilan sampel nekton, alat tangkap yang digunakan, dan kemudahan dalam melakukan penelitian ikan jenis tertentu.

Jenis Nekton	Cara Pengambilan Sampel
Ikan Cakalang ( <i>Katsuwonus pelagis</i> )	Mengikuti operasi penangkapan kapal cakalang yang menggunakan pancing <i>huhate (pole and line)</i> dan ditambah data dari tempat pelelangan ikan.
Cumi-cumi	Alat tangkap cumi-cumi disebut lambayang ( <i>jigs</i> ) dioperasikan oleh 2 nelayan dari 2 buah sampan, pada malam hari dengan cahaya lampu.
Fauna ikan padang lamun dan ikan pantai lainnya	Jaring tarik atau jaring pantai ( <i>beach seine</i> ).

Selain itu, pengambilan sampel juga dapat dilakukan dengan mendatangi alat tangkap bagan, yakni alat tangkap ikan yang menggunakan lampu untuk menarik ikan yang letak alatnya tetap (bagan tancap) atau dapat dipindahkan (bagan apung).

Selanjutnya untuk pengambilan sampel ikan di perairan sungai, dapat dilakukan secara transek horizontal, yakni menyilang arah aliran sungai dan transek vertikal, yaitu ke arah dasar sungai dengan menggunakan alat penangkap ikan. Pada transek horizontal, pengambilan sampel dilakukan di tepi kiri, kanan, dan bagian tengah dari sungai.

## 2. Analisis Data

Selanjutnya Romimohtarto dan Juwana (2001) menjelaskan, analisis data dapat dilakukan untuk menguji berbagai tujuan penelitian. Dalam contoh di bawah ini, analisis ditujukan untuk mengetahui struktur komunitas nekton, biometri, makanan dan kebiasaan, serta berbagai informasi yang berkaitan dengan pembiakan.

### a. Analisis Struktur Komunitas

Untuk penentuan struktur komunitas seperti derajat penting jenis ikan yang tertangkap, dapat digunakan indeks yang diuraikan di bawah ini.

#### 1) Indeks Biologi (IB)

Penentuan IB dilakukan dengan cara memberikan nilai menurut besarnya jumlah ekor satu jenis ikan yang tertangkap. Jumlah ekor satu jenis ikan terbesar diberi nilai tertinggi 10, urutan berikutnya diberi nilai 9 demikian seterusnya sampai dengan nilai 1. Nilai setiap jenis per sampel dijumlahkan sehingga memperoleh nilai total dari seluruh pengambilan sampel.

#### 2) Indeks Pengaruh terbesar/Indeks Dominan (*Index of Dominance*)

$$C = \sum_{i=1}^S (n_i/n)^2$$

C = indeks pengaruh

S = jumlah takson (jenis) biota dalam satu sampel

N = jumlah biota dalam jenis

#### 3) Indeks Keanekaragaman Jenis

– Shanon & Waver:  $H' = \sum_{i=1}^S (n_i/N) \ln (n_i/N)$

H' = indeks Keanekaragaman

S = jumlah jenis ikan

N = jumlah individu ikan

$n_i$  = jumlah individu ikan tiap jenis ke-i

## **b. Analisis Biometri**

Penentuan biometri ikan dilakukan dengan menghubungkan panjang ikan dengan beratnya atau panjang bagian tertentu dengan panjang bagian lainnya. Berikut adalah penghitungan biometrik:

### 1) Hubungan panjang-berat

Hubungan panjang-berat dianalisis dengan rumus umum, yaitu

$$W = a L^b$$

W = berat ikan (gram) – hasil pengukuran

L = panjang ikan (cm) – hasil pengukuran

a dan b = konstanta

### 2) Hubungan panjang-tinggi

Hubungan panjang dan tinggi dihitung dengan rumus regresi linier seperti berikut.

$$y = a + b x$$

y = panjang ikan (cm)

x = tinggi tubuh ikan (cm)

a dan b = bilangan yang harus dicari

Sebagai contoh analisis biometri, akan diuraikan mengenai hubungan panjang-berat dari penelitian terhadap ikan Layur (*Trichiurus lepturus*). Manfaat dari informasi tentang hubungan panjang-berat bahwa melalui persamaan matematik dapat memperkirakan berat ikan layur pada panjang tertentu atau sebaliknya.

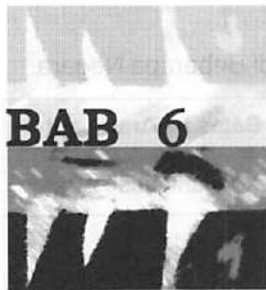
Menurut Badrudin dan Wudianto (2004), berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh, yaitu nilai b dalam hubungan panjang-berat ikan layur berada antara 2–4. Jika nilai b = 3 disebut *isometrik*, dan jika b > 3 disebut *allometrik*. Kecuali ikan layur dari perairan Indonesia di mana nilai b = 2,969 (yang secara statistik b = 3) tampak bahwa kemungkinan besar pertumbuhan ikan layur yang ada di berbagai belahan dunia lainnya lebih bersifat *allometrik* positif di mana nilai b > 3 (Tabel 5.8).

**Tabel 5.8****Parameter Hubungan Panjang Berat Ikan Layur (*Trichiurus Lepturus*)**

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>Kisaran Panjang (cm)</b>	<b>Peraliran</b>
0,0009	2,969	16–124	Paparan Sunda/Selat Malaka
0,0002	3,250	59–112	Gulf Salamanca, Colombia
0,0001	3,478	89–150	Rio Grande do Sul, Brazil
0,0008	3,480	28–105	South Zone, Cuba
0,0001	3,611	37,5–110	Red Sea-Gulf of Aden, Yaman
0,00001	3,813	43–122	Red Sea-Gulf of Aden, Yaman

Dilihat dari aspek aplikasi model analitik, besarnya nilai isometrik atau allometrik tersebut akan menentukan jenis model pengkajian stok yang dapat diterapkan dan mengarah kepada diperolehnya hasil tangkapan maksimum berkelanjutan.





# EKOSISTEM PESISIR PANTAI

## A. PENDAHULUAN

Kawasan pesisir pantai merupakan daerah terjadinya interaksi di antara tiga unsur alam utama yaitu, daratan, perairan, dan udara. Proses interaksi tersebut berlangsung sejak ketiga unsur ini terbentuk. Bentuk kawasan pesisir pantai seperti yang dijumpai sekarang merupakan hasil keseimbangan dinamik dari proses penghancuran dan pembentukan dari ketiga unsur alam tersebut. Sebagai tempat peralihan antara daratan dan laut, kawasan pesisir pantai ditandai oleh kelandaian (*gradient*) perubahan ekologi yang tajam. Kawasan ini juga berfungsi sebagai zona penyangga (*buffer zone*) bagi banyak hewan yang bermigrasi (ikan, udang, ataupun burung) untuk tempat mencari makan, berkembang biak, dan membesarkan anaknya (Pariwono, 1996).

Menurut Hansom (1988), kawasan pesisir meliputi daratan yang mengelilingi benua (*continents*) dan kepulauan, merupakan perluasan daratan yang dibatasi oleh pengaruh pasang surut yang terluar dari suatu paparan benua (*continental shelf*). Oleh karena itu, setiap aspek pengelolaan kawasan pesisir dan lautan secara terpadu, baik secara langsung maupun tidak langsung, selalu berhubungan dengan air. Hubungan tersebut terjadi melalui pergerakan air sungai, aliran air limpasan (*run-off*), aliran air tanah (*ground water*), air tawar beserta segenap isinya (seperti unsur nutrien, bahan pencemar, dan sedimen) yang berasal dari ekosistem daratan, dan akhirnya akan bermuara di perairan pesisir.

Batasan kawasan pesisir suatu negara dapat berbeda dengan negara lainnya karena setiap negara memiliki karakteristik lingkungan,

sumber daya dan sistem pemerintahan tersendiri. Perbedaan penentuan batas kawasan pesisir di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 6.1.

**Tabel 6.1**  
Pelaksanaan Penentuan Batasan Kawasan Pesisir di Beberapa Negara

No.	Negara	Batas ke Arah Darat	Batas ke Arah Laut
1.	Brasilia	2 km dari garis RPT	12 km dari garis RPT
2.	California 1972–1976 1977–sekarang	1000 m dari garis RPT Batas arbitrer tergantung isu pengelolaan	3 mil laut dari GD 3 mil laut dari GD
3.	Costa Rica	200 m dari garis RPT	Garis pantai saat RPR
4.	Cina	10 km dari RPT	Sampai kedalaman laut/ isobath 15 m
5.	Ekuador	Batas arbitrer tergantung isu pengelolaan	BL
6.	Israel	1–2 km tergantung jenis sumberdaya dan lingkungan	500 m dari garis pantai saat RPR
7.	Afrika Selatan	1 km dari garis RPT	BL
8.	Australia Selatan	100 km dari garis RPT	3 mil laut dari GD
9.	Quennland	400 m dari garis RPT	3 mil laut dari GD
10.	Spanyol	500 m dari garis RPT	12 mil laut/batas perairan teritorial
11.	Washington State Batas peren- canaan Batas penga- turan	Batas darat dari negara pantai 61 m dari garis RPT	3 mil laut dari GD 3 mil laut dari GD

**Keterangan:**

RPT = Rata-Rata Pasang Tinggi (*mean high tide*)

RPR = Rata-Rata Pasang Rendah (*mean low tide*)

GD = Garis Dasar (*coastal baseline*)

BL = Belum ditetapkan

Kawasan pesisir pantai tersusun oleh berbagai ekosistem yang dicirikan oleh sifat dan proses biotik dan abiotik yang jelas, satu sama lain tidak berdiri sendiri-sendiri, bahkan saling berkaitan (Nybakken, 1988). Seperti yang dijelaskan pula oleh Dahuri (1996), bahwa kawasan pesisir pantai adalah unik, karena dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia dan proses alami yang terdapat, baik di kawasan bagian atas daratan (*upland areas*) ataupun di lautan atau samudera (*oceans*).

Sebagai ekosistem yang unik, beberapa hal yang perlu diketahui adalah sebagai berikut.

1. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang mempunyai daya dukung yang sangat tinggi, sehingga wilayah ini menjadi tempat terkonsentrasinya berbagai kegiatan manusia. Bukanlah secara kebetulan apabila banyak kota besar terletak di pesisir.
2. Akibat aktivitas manusia yang tinggi di wilayah ini dan akibat posisi geografisnya, maka wilayah pesisir rentan terhadap kerusakan lingkungan.
3. Kerusakan wilayah pesisir akan berpengaruh besar bagi wilayah lainnya.
4. Dalam rangka globalisasi dan zaman informasi seperti saat ini wilayah pesisir menjadi semakin penting sebagai pintu gerbang informasi, lalu lintas barang, dan transportasi masal yang relatif murah.

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang unik karena ditemukan berbagai ekosistem mulai dari daerah pasang surut, estuari, hutan bakau, terumbu karang, padang lamun, estuaria, dan sebagainya. Wilayah pesisir merupakan pertemuan antara darat dan laut yang meliputi wilayah sekitar 8% permukaan bumi (Clark, 1996). Berikut ini diuraikan metode pemantauan dan penelitian sumber daya pesisir yang dipaparkan secara sederhana, namun bisa menghasilkan data yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan pengelolaan. Walaupun metode yang digunakan sederhana, tetapi dapat dijamin bahwa indikator yang menjadi amatan dari metode ini penting untuk keperluan masyarakat.

## B. EKOSISTEM TERUMBU KARANG

Terumbu karang (*coral reefs*) merupakan ekosistem yang khas di laut tropis, tetapi ekosistem itu dapat pula dijumpai di beberapa daerah subtropis, walaupun perkembangannya tidak sebaik di perairan laut tropis. Terumbu karang merupakan masyarakat organisme yang hidup di dasar laut daerah tropis dan dibangun oleh biota laut penghasil kapur khususnya jenis karang dan alga penghasil kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) dan menjadi ekosistem yang cukup kuat menahan gelombang laut (Nybakken, 1988).

Ekosistem terumbu karang terdapat di lingkungan perairan yang agak dangkal. Untuk mencapai pertumbuhan maksimumnya, terumbu karang memerlukan perairan yang jernih, dengan suhu yang hangat, gerakan gelombang yang besar, serta sirkulasi yang lancar dan terhindar dari proses sedimentasi.

Ekosistem ini mempunyai fungsi dan manfaat penting, baik dari segi ekonomi maupun ekologi. Dari segi ekonomi ekosistem terumbu karang memiliki nilai estetika dan tingkat keanekaragaman biota yang tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan, bahan obat-obatan ataupun sebagai objek wisata bahari.

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang dinamis, mengalami perubahan terus-menerus namun sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang berasal dari luar terumbu dan mempunyai produktivitas dan keanekaragaman hayati yang tinggi, sehingga menjadi sumber plasma nutfah bagi kehidupan biota laut. Di samping itu, ekosistem terumbu karang yang juga merupakan tempat hidup, tempat mencari makan (*feeding ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan tempat memijah (*spawning ground*) bagi berbagai biota laut.

Ditinjau dari fungsi ekologisnya, terumbu karang yang sangat beraneka ragam tersebut memegang peranan yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan menyumbangkan stabilitas fisik, yaitu mampu menahan hampasan gelombang yang kuat sehingga dapat melindungi pantai dari abrasi. Adapun dari sisi sosial ekonomi, terumbu karang adalah sumber perikanan yang produktif, sehingga dapat meningkatkan pendapatan nelayan, penduduk pesisir, dan devisa negara yang berasal dari perikanan dan pariwisata. Oleh karena itu, ekosistem ini harus dilindungi dan dikembangkan secara

terus-menerus baik untuk kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang.

Fungsi terumbu karang adalah sebagai berikut.

1. Pelindung pantai dari aspek oseanografi dan klimatologi seperti angin pasang surut, arus, dan badai.
2. Sumber plasma nutfah dan biodiversitas atau keanekaragaman yang diperlukan bagi industri pangan, bioteknologi, dan kesehatan.
3. Tempat hidup ikan, baik ikan hias maupun ikan target, yaitu ikan-ikan yang tinggal di terumbu karang.
4. Tempat perlindungan avertebrata kecil dari predator.
5. Penghasil organik (produktivitas organik) yang sangat tinggi sehingga menjadi tempat mencari makan, tempat tinggal, maupun penyamaran bagi komunitas ikan.
6. Khusus untuk karang batu, sebagai konstruksi jalan dan bangunan, bahan baku industri dan perhiasan.
7. Komoditi perdagangan untuk jenis teripang (kelas *Holothuroidea*).
8. Secara sosial ekonomi sebagai daerah perikanan tangkap, wisata, maupun penambangan batu.

Kehidupan terumbu karang sangat mudah terpengaruh oleh kondisi lingkungan sekitarnya, baik secara fisik maupun biologis. Akibat kombinasi dampak negatif langsung dan tidak langsung pada terumbu karang, sebagian besar terumbu karang di wilayah perairan dangkal saat ini sudah mengalami kerusakan yang sangat parah. Bagaimanapun juga, tekanan terhadap keberadaan terumbu karang paling banyak diakibatkan oleh kegiatan manusia, sehingga perlu dilakukan langkah pencegahan. Adapun faktor lingkungan yang diketahui dapat mempengaruhi kehidupan dan laju pertumbuhan karang antara lain:

- a. suhu alami dengan kisaran rata-rata tahunan antara 26–28°C, tetapi masih dapat tumbuh pada suhu 18°C;
- b. salinitas alami dengan kisaran antara 32–36‰, pada kondisi ekstrem karang masih mampu berkembang pada salinitas 47‰;
- c. pH alami berkisar antara 7,2–8,5;
- d. kecerahan perairan yang tinggi dengan penetrasi cahaya tidak

kurang dari 10 meter pada kedalaman dengan intensitas cahaya 30–40%;

- e. konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi;
- f. masukan air tawar yang sedikit dari sungai;
- g. perairan bebas dari bahan pencemar seperti logam berat, minyak, dan pencemar lainnya;
- h. konsentrasi nutrien anorganik dan padatan tersuspensi yang rendah.

Pertumbuhan karang dan penyebaran terumbu karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia (*antrophogenik*). Faktor alam secara fisik-kimia yang mempengaruhi kehidupan dan atau laju pertumbuhan karang antara lain cahaya matahari, perubahan suhu air laut yang ekstrem, adanya gelombang pasang dengan kekuatan besar (*tsunami*). Adapun faktor biologi, biasanya akibat pemangsaan oleh predator seperti bulu babi, ikan kakak tua, ikan kepe-kepe, dan biota lain pemakan karang. Faktor manusia adalah meningkatnya kegiatan di sepanjang garis pantai yang semakin memperparah kondisi terumbu karang seperti pengambilan karang, penangkapan ikan dengan menggunakan bom atau potas, pengerukan dan reklamasi pantai, dan kegiatan lain yang menimbulkan limbah ke perairan pantai.

Berdasarkan geomorfologinya, ekosistem terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu terumbu karang tepi (*fringing reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*), dan terumbu karang cincin (*atoll*).

Untuk mengetahui kondisi suatu ekosistem karang diperlukan beberapa metode antara lain:

### 1. Metode *Sampling*

Penggunaan metode survei dalam menggambarkan kondisi terumbu karang biasanya disajikan dalam bentuk struktur komunitas yang terdiri atas data persentase tutupan karang hidup, persentase tutupan karang mati, jumlah marga, jumlah jenis, jumlah koloni, ukuran koloni, kelimpahan, frekuensi kehadiran, bentuk pertumbuhan, dan indeks keanekaragaman jenis (Suharsono, 1994). Untuk keperluan

inventarisasi, pada umumnya peneliti yang melakukan pendataan karang jarang mengambil sampel. Mereka melakukan penyelaman atau *snorkling* sepanjang garis transek dan langsung mencatat atau mendata di bawah air. Pengambilan sampel biasanya hanya dilakukan di saat memberikan kursus pengenalan karang atau untuk keperluan pembuatan preparat histologis pada temuan jenis baru.

Ada beberapa alasan yang menyebabkan sulitnya menggambarkan kondisi terumbu karang dengan metode survei yang ada saat ini antara lain:

1. terumbu karang yang tumbuh di tempat geografis yang berbeda mempunyai tipe yang berbeda;
2. ukuran individu atau koloni sangat bervariasi dari beberapa sentimeter hingga beberapa meter;
3. satu koloni karang dapat terdiri atas beberapa individu sampai jutaan individu;
4. bentuk pertumbuhan sangat bervariasi seperti bercabang, masif, merayap, seperti daun, dan sebagainya;
5. tata nama jenis karang masih relatif belum stabil dan adanya perbedaan jenis yang hidup pada lokasi geografis yang berbeda, serta adanya variasi morfologi dari jenis yang sama yang hidup pada kedalaman maupun tempat yang berbeda.

Beberapa metode sampling telah dikembangkan oleh para pakar untuk pemantauan komunitas karang antara lain sebagai berikut.

#### **a. Metode Transek Garis (*Line Transect*)**

Metode ini telah berkembang cukup lama dan menjadi metode yang paling konsisten digunakan oleh para pakar. Prinsip dari metode ini adalah menggunakan suatu garis transek yang diletakkan di atas koloni karang. Dalam perkembangannya metode transek garis mengalami penyesuaian, baik panjang garis transek maupun pemakaian bahan yang digunakan untuk membuat garis transek tersebut.

Transek garis digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas karang dengan melihat tutupan karang hidup, karang mati, bentuk substrat (pasir, lumpur), alga, dan keberadaan biota lain. Spesifikasi karang yang diharapkan dicatat adalah berupa bentuk tumbuh karang

(*life form*) dan diperbolehkan bagi peneliti yang telah memiliki keahlian untuk mencatat karang hingga tingkat genus atau spesies.

Langkah-langkah dari metode transek garis sebagai berikut. Alat-alat yang digunakan terdiri atas *scuba*, alat tulis bawah air, *roll meter*, tas nilon, palu geologi, dan pahat untuk mengambil sampel karang yang belum bisa diidentifikasi, dan kapal atau boat.

Garis transek dimulai dari kedalaman yang masih dapat ditemukan terumbu karang batu ( $\pm 25$  m) sampai di daerah pantai mengikuti kedalaman mengikuti garis kontur. Pembuatan transek dengan *roll meter* dengan panjang setiap tali transek 10 m, 30 m, atau 50 m dan dibuat sejajar garis pantai. Umumnya dilakukan pada tiga kedalaman, yaitu 3 m, 5 m, dan 10 m, tergantung keberadaan karang pada lokasi di masing-masing kedalaman. Jarak antara garis transek yang satu dan berikutnya adalah 1 m. Koloni karang yang terletak di bawah tali transek diukur mengikuti pola pertumbuhan koloni karang.

Pengukuran dilakukan dengan ketelitian mendekati cm. Koloni karang yang telah diketahui jenisnya langsung dicatat, sedangkan yang belum diambil contohnya sebagian kecil saja dan diidentifikasi di laboratorium. Di dalam penelitian tersebut satu koloni dianggap satu individu. Apabila satu koloni dari jenis yang sama dipisahkan oleh satu atau beberapa bagian yang mati, maka tiap bagian yang hidup dianggap sebagai satu individu tersendiri. Apabila dua koloni atau lebih tumbuh di atas koloni yang lain, maka masing-masing koloni tetap dihitung sebagai koloni yang terpisah. Pencatatan panjang tumpang-tindih koloni nantinya akan dipergunakan untuk menganalisis kelimpahan jenis. Pada penelitian, yang perlu dicatat juga adalah kondisi dasar dan kehadiran karang lunak, karang mati lepas atau masif dan biota lain. Selain itu, dilakukan juga koleksi bebas di sekitar daerah transek, untuk mengetahui komposisi dan kekayaan jenis karang batu. Jika terjadi kondisi ombak cukup kuat, dianjurkan transek terbuat dari *roll meter* digantikan dengan rantai yang terbuat dari logam. Hal itu dimaksudkan agar tidak mudah terombang-ambing sewaktu dihempas ombak dan dapat mengikuti kontur permukaan koloni karang secara mudah.

Penggunaan metode itu mempunyai kelebihan, yaitu akurasi data dapat diperoleh dengan baik dan lebih banyak seperti struktur komunitas



yaitu persentase tutupan karang hidup/mati, kekayaan jenis, dominansi, frekuensi kehadiran, ukuran koloni, dan keanekaragaman jenis dapat disajikan secara lebih menyeluruh. Juga struktur komunitas biota yang berasosiasi dengan terumbu karang dapat disajikan secara baik. Namun, metode tersebut menuntut kemampuan individu yang tinggi, yaitu selain mempunyai kemampuan untuk mengidentifikasi jenis karang secara langsung atau dituntut keahlian peneliti dalam identifikasi karang, minimal *life form* dan sebaliknya genus atau spesies, peneliti juga dituntut sebagai penyelam yang baik. Selain itu, waktu yang diperlukan cukup lama, tenaga peneliti yang banyak dan biaya yang diperlukan relatif besar.

### **b. Metode Transek Kuadrat (*Quadrat Transect*)**

Metode transek kuadrat pada umumnya digunakan untuk memantau komunitas makrobentos di suatu perairan. Pada survei karang metode itu pun dapat digunakan, biasanya untuk pengamatan yang meliputi kondisi biologi, pertumbuhan, tingkat kematian, dan rekrutmen karang di lokasi yang ditandai secara permanen. Pada pengamatan dengan metode ini perlu melakukan pengambilan foto bawah air (*underwater photo*) pada transek kuadrat yang telah ditetapkan. Selain itu, untuk mendukung data tentang laju pertumbuhan dan tingkat kematian karang yang diamati perlu dilakukan pengukuran laju sedimentasi.

Peralatan yang dibutuhkan untuk survei adalah kapal atau *boat*, peralatan *scuba*, transek kuadrat berukuran 1 m x 1 m dan sudah dibagi setiap 10 cm, GPS, dan *underwater camera*. Data yang diperoleh dengan metode tersebut adalah persentase tutupan relatif, jumlah koloni, frekuensi relatif, dan keanekaragaman jenis.

Kelebihan metode tersebut, yaitu sumber informasi yang bagus dalam pemantauan laju pertumbuhan, tingkat kematian, laju rekrutmen sedimen, dengan bantuan *underwater photo* data yang diperoleh lengkap dengan menggambar posisi biota yang ditemukan pada kuadrat. Di samping kelebihanannya, metode tersebut terdapat kekurangannya, yaitu peralatan yang digunakan tidak praktis dan susah bekerja pada lokasi yang berarus, dengan demikian metode itu hanya cocok pada luasan perairan yang kecil karena *trap* tidak bisa ditinggal dalam waktu lama dan tidak efektif pada daerah yang berarus, sedangkan proses kerjanya lambat dan membutuhkan waktu lebih lama.

### **c. Metode Transek Sabuk (*Belt Transect*)**

Transek sabuk digunakan untuk menggambarkan kondisi populasi suatu jenis karang yang mempunyai ukuran relatif beragam atau mempunyai ukuran maksimum tertentu, misalnya karang dari genus *Fungia*. Metode itu bisa juga digunakan untuk mengetahui keberadaan karang hias (jumlah koloni, diameter terbesar, jumlah jenis) di daerah terumbu karang.

Panjang transek yang digunakan adalah 10 m dan lebar satu m atau dapat pula menggunakan panjang transek 30 m dan lebar dua meter (satu m sisi kiri dan kanan meteran transek) untuk pengamatan keberadaan karang hias. Pencatatan dilakukan pada semua individu yang menjadi tujuan penelitian yang berada pada luasan transek.

Pada metode tersebut terdapat beberapa kelebihan dan kekurangannya. Kelebihannya, yaitu data yang diperoleh mempunyai akurasi yang cukup tinggi dan dapat menggambarkan struktur populasi karang, pencatatan data jumlah individu lebih teliti. Adapun kekurangannya antara lain dibutuhkan waktu yang cukup lama dan keahlian untuk mengidentifikasi karang secara langsung serta dibutuhkan penyelaman yang baik.

Modifikasi dari metode tersebut dapat dilakukan dengan melakukan rekaman video *belt transect*, yaitu video untuk merekam sepanjang transek dan luasan yang dilalui. Kemudian hasil rekaman diputar ulang untuk pencatatan dan identifikasi jenis karang agar mendapatkan persentase karang hidup dan kriteria lain seperti pada metode yang lainnya. Keuntungan metode tersebut, waktu kerja di laut dapat lebih efisien, tidak membutuhkan tenaga dan biaya banyak. Hanya saja peralatan *underwater* video yang masih tergolong mahal untuk peneliti di Indonesia.

### **d. Metode Manta Tow**

Metode Manta Tow adalah metode pengamatan terumbu karang yang paling sederhana dan sangat mudah dilakukan. Metode tersebut merupakan kegiatan mengobservasi wilayah bersih di bawah air yang masih dapat dilihat dengan baik (jarak pandang sampai kedalaman tertentu) oleh perenang yang ditarik di belakang kapal atau perahu. Survei bertujuan untuk mendeskripsikan gambaran umum tipe-tipe dan

jumlah habitat serta segala hal yang ada di wilayah tersebut. Selain itu, juga digunakan untuk mengamati perubahan secara menyeluruh pada komunitas bentik yang ada pada terumbu karang, termasuk kondisi terumbu karang tersebut.

Metode tersebut sangat cocok untuk memantau daerah terumbu karang yang luas dalam waktu yang pendek, biasanya untuk melihat kerusakan akibat adanya badai topan, *bleaching*, daerah bekas bom. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk:

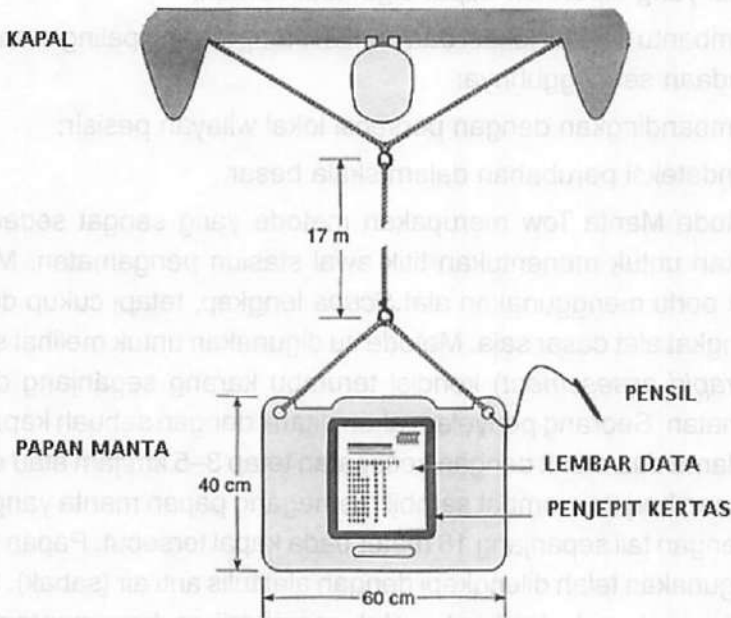
1. membantu seleksi lokasi dan jumlah sampel yang paling mendekati keadaan sesungguhnya;
2. membandingkan dengan persepsi lokal wilayah pesisir;
3. mendeteksi perubahan dalam skala besar.

Metode Manta Tow merupakan metode yang sangat sederhana, digunakan untuk menentukan titik awal stasiun pengamatan. Metode itu tidak perlu menggunakan alat *Scuba* lengkap, tetapi cukup dengan seperangkat alat dasar saja. Metode itu digunakan untuk melihat secara cepat (*rapid assessment*) kondisi terumbu karang sepanjang daerah pengamatan. Seorang penyelam akan ditarik dengan sebuah kapal atau *boat* selama dua menit dengan kecepatan tetap 3–5 km/jam atau seperti orang yang berjalan lambat sambil memegang papan manta yang akan diikat dengan tali sepanjang 18 meter pada kapal tersebut. Papan manta yang digunakan telah dilengkapi dengan alat tulis anti air (*sabak*). Setiap 2 menit kapal perlu berhenti untuk memberikan kesempatan pada penyelam untuk mencatat semua kondisi yang ada. Teknik tersebut juga sering digunakan untuk mendapatkan daerah yang mewakili untuk disurvei lebih lanjut dan lebih teliti dengan metode transek garis.

Johan (2003) menjelaskan, apabila ada faktor lain yang menghambat seperti arus yang kencang, maka kecepatan perahu dapat ditambah sesuai dengan tanda dari si pengamat yang berada di belakang perahu. Peneliti akan mengamati beberapa objek sepanjang daerah yang dilewati dan persentase penutupan karang hidup (karang keras dan karang lunak) dan karang mati. Data yang diamati dicatat pada tabel data dengan menggunakan nilai kategori atau dengan nilai persentase bilangan bulat. Untuk tambahan informasi yang menunjang pengamatan, dapat pula memasukkan penutupan pasir, patahan karang,

objek lain (*Tridacna*, *Diadema*, dan *Acanthaster*) sebagai objek yang diamati, semua tergantung tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Peralatan yang digunakan dalam metode Manta Tow berupa kaca mata selam (masker), *snorkel*, *fin*, perahu motor minimal 5 PK, papan manta yang berukuran panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tebal 2 cm, tali yang panjangnya 20 m dan berdiameter 1 cm, pelampung kecil, alat tulis bawah air, *stop watch*, dan GPS.

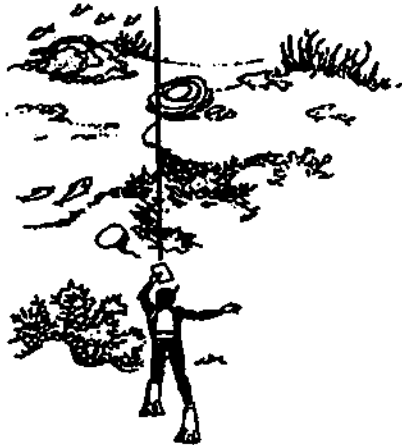


**Gambar 6.1** Rincian dari papan manta tempat tabel data serta rincian kategori diletakkan yang akan memudahkan pengamat dalam pencatatan data (English, 1994; Sukmara *dkk.*, 2002).

Penggunaan metode tersebut terdapat kelebihanannya antara lain: mudah dipraktikkan, biaya yang dibutuhkan tidak begitu mahal, daerah yang luas dapat disurvei dalam waktu singkat, sehingga peneliti tidak terlalu lelah. Adapun kekurangannya, yaitu survei secara tidak sengaja dapat dilakukan pada lokasi di luar terumbu karang (pasir, perairan yang dalam), kemungkinan ada objek (binatang) yang terlewatkan karena peneliti sering lupa bila terlalu banyak objek yang diingat dan metode tidak cocok bila *visibility* rendah (kurang dari 6 m).

**e. Metode Transek Garis Intersep (*Line Intercept Transect - LIT*)**

Metode LIT merupakan metode yang paling umum digunakan. Metode itu memerlukan alat selam *Scuba* lengkap. Pada titik yang telah ditetapkan dengan metode Manta Tow dilakukan transek garis menyinggung garis pantai yang dipasang paralel dengan kontur kedalaman dan sejajar garis pantai. Pengamatan dengan metode itu dilakukan pada dua kedalaman, yaitu kedalaman yang mewakili daerah flat/datar dan kedalaman yang mewakili daerah *slope*, pada umumnya karang dapat tumbuh dengan baik dan keanekaragaman jenis yang tinggi. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pencatatan bentuk-bentuk pertumbuhan karang dan abiotik yang menyinggung *roll meter* serta mengukur kisaran penutupan bentuk pertumbuhan tersebut pada angka yang terbaca pada *roll meter* sepanjang 50 meter. Pencatatan dilakukan dengan sabak bawah air. Metode *sampling* dan pencatatan data karang dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Metode pengambilan data karang

Dalam hal pengamatan asosiasi antara fauna *Echinodermata* dengan karang batu perlu dilakukan koleksi karang berikut fauna penghuninya, karena pengamatan dan pencacahan biota dilakukan di laboratorium. Karang batu dikumpulkan dari stasiun penelitian yang telah ditentukan lokasinya. Sekitar 20 sampai 30 koloni karang batu dikumpulkan pada setiap stasiun pada kedalaman 3 m sampai 5 m.

Setiap koloni karang dipotong pada pangkalnya dan dimasukkan ke dalam kantong plastik.

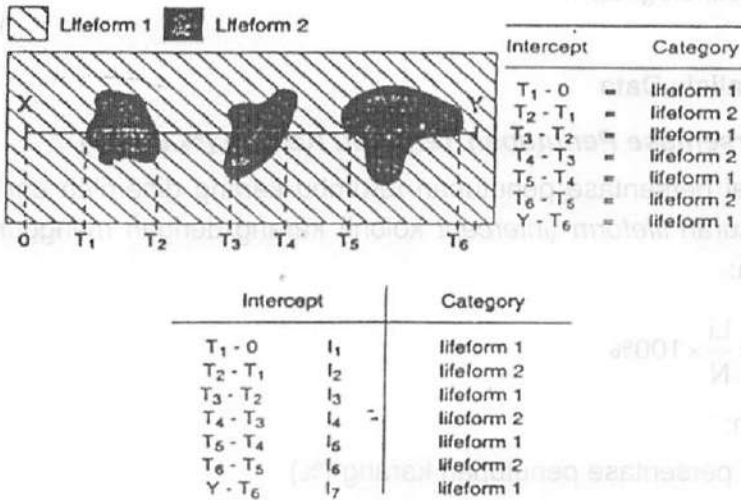
#### **f. Metode Transek Bentuk Pertumbuhan (Lifeform Transect)**

Dengan bertambahnya penduduk dan semakin tingginya limbah yang masuk ke perairan pantai menyebabkan semakin tingginya tekanan terhadap terumbu karang. Di samping oleh tingkah laku manusia terumbu karang juga mengalami kerusakan yang cukup besar oleh faktor alami. Dalam memantau tingkat kerusakan tersebut dibutuhkan suatu metode penilaian kondisi terumbu karang yang cepat, murah, dan cukup informatif. Dengan demikian, keterbatasan tenaga peneliti yang mempunyai latar belakang ekologi terumbu karang dan terbatasnya waktu yang ada serta hasil dari penelitian itu harus dapat dibandingkan sehingga dikembangkan metode penilaian terumbu karang yang dapat memenuhi persyaratan cepat, murah, dan bukan harus seorang ahli karang. De Vantier *et al.*, (1985) dalam ASEAN-Australia Project mengembangkan metode yang cukup sederhana, dapat dilakukan oleh hampir semua peneliti dan dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Metode itu disebut metode *lifeform* yang menekankan pada bentuk pertumbuhan karang. Oleh karena *Acropora* hampir ditemukan di semua terumbu karang dan merupakan komponen utama pembentuk terumbu karang, maka pada metode *lifeform transect* bentuk pertumbuhan tersebut dikelompokkan tersendiri, yaitu *Acropora* dan *non-Acropora*.

Pada metode itu bukan hanya ditekankan pada karangnya sendiri, tetapi juga biota yang berasosiasi dengan karang seperti *algae*, *sponge*, dan lain-lain. Panjang garis yang digunakan adalah 100 m yang diletakkan sejajar garis pantai pada kedalaman 3 dan 10 m. Letak garis transek pada kedalaman 3 dan 10 m dianggap mewakili kondisi karang di daerah tersebut, sehingga biasanya tumbuh pada kedalaman tersebut. Dalam metode itu dituntut seseorang menghafal 27 kriteria. Metode itu cukup sederhana dan dapat dilakukan oleh semua orang tanpa harus mempunyai latar belakang taksonomi karang.

Metode inventarisasi karang juga dilakukan dengan transek kuadrat. Sedangkan penelitian yang bersifat pengamatan asosiasi antara biota laut (tumbuh-tumbuhan laut dan hewan laut), misalnya antara fauna *Echinodermata* dengan koloni karang (misalnya karang batu) pada

dasarnya tidak berbeda dengan metode inventarisasi biota laut seperti yang telah diuraikan di atas.



**Gambar 6.3** Kategori dan persentase tutupan karang untuk menilai berapa persentase karang hidup, karang mati, karang lunak, pasir dan kerikil (English *et al.*, 1994; Sukmara *dkk.*, 2002).

## 2. Pengawetan Sampel

Untuk keperluan pengenalan jenis dalam kegiatan inventarisasi, karang yang bersifat keras diawetkan dengan pengeringan di bawah cahaya matahari. Hewan lain yang bersifat lunak (*spon*) diawetkan dalam larutan alkohol 70%. Adapun untuk penelitian asosiasi fauna dengan karang batu, semua biota yang tertangkap dari setiap koloni karang dikumpulkan dalam botol berlabel dan diawetkan dengan alkohol 70%.

Karang yang diamati adalah jenis karang yang mempunyai percabangan rapat, yaitu karang batu jenis *Pocillopora verrucosa*, *P. Damicornis*, dan *Seratopora hystrix*. Volume karang batu ditentukan dengan teknik pemindahan volume air.

Untuk identifikasi contoh karang, dapat digunakan buku:

1. Ditlev, H. 1980. *Corals of the Indo-Pacific. A. Field Guide to the Coral Reef Building*. Scandinavian Science press. Ltd. Klampenborg.

2. Suharsono. 1996. *Jenis-Jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Proyek Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI.

### 3. Analisis Data

#### a. *Persentase Penutupan Terumbu Karang (% Cover)*

Nilai persentase penutupan terumbu karang diperoleh dari hasil pengukuran *lifeform* (*intercept* koloni) karang dengan menggunakan formula:

$$L = \frac{Li}{N} \times 100\%$$

Dengan:

L = persentase penutupan karang (%)

Li = panjang *lifeform* (*intercept* koloni) jenis kategori ke-i

N = panjang transek (50 m)

Persentase tutupan adalah persentase luas area yang ditutupi oleh pertumbuhan karang. Persentase tutupan diperoleh dengan mengukur *intercept* koloni karang yang dilewati garis transek. Jumlah panjang *intercept* koloni karang sepanjang garis transek dibagi dengan panjang transek x 100% memberikan nilai persentase tutupan. Kondisi terumbu karang dari persen penutupan karang hidup yang diperoleh dengan kategori sebagai berikut.

- Kategori 1 = 0–10%
- Kategori 2 = 11–30%
- Kategori 3 = 31–50%
- Kategori 4 = 51–75%
- Kategori 5 = 76–100%

Kondisi terumbu karang berdasarkan persen penutupan karang hidup menurut Gomes dan Yap (1988) adalah:

- Sangat baik = 75%–100%
- Baik = 50%–74,9%
- Sedang = 25%–49,9%



– Buruk = 0%–24,9%

Persentase penutupan karang hidup yang tinggi biasanya menandakan bahwa terumbu karang di suatu daerah berada dalam keadaan sehat.

### **b. Indeks Mortalitas (Mortality Index)**

Indeks *Mortality* merupakan nilai yang digunakan untuk menduga tingkat kesehatan atau kondisi dari ekosistem terumbu karang dengan formula:

$$MI = \frac{\% \text{ Karang mati}}{\% \text{ Karang mati} + \% \text{ Karang hidup}}$$

Dengan:

$MI = \text{Mortality Index}$  (Indeks Mortalitas)

Nilai MI mempunyai kisaran antara 0–1, apabila nilai MI mendekati 0, berarti kondisi terumbu karang dikatakan memiliki rasio kematian karang yang kecil atau tingkat kesehatan karang tinggi. Nilai MI mendekati 1 berarti kondisi terumbu karang dikatakan memiliki rasio kematian yang besar atau memiliki kesehatan yang rendah.

Untuk memperoleh parameter komunitas dipergunakan formula dari Randall, sebagai berikut.

1. Kerapatan total adalah jumlah individu untuk semua jenis dibagi dengan luas area transek.
2. Dominansi total adalah total transek.
3. Dominansi adalah total nilaiutupan jenis dibagi dengan luas transek.
4. Dominansi relatif adalah dominansi masing-masing jenis dibagi dengan total dominansi x 100%.
5. Kerapatan relatif adalah kerapatan masing-masing jenis dibagi dengan total kerapatan jenis x 100%.
6. Frekuensi adalah jumlah plot yang dijumpai jenis tertentu dibagi dengan seluruh plot transek nilaiutupan untuk semua jenis dibagi dengan luas area.
7. Frekuensi relatif adalah nilai frekuensi untuk suatu jenis dibagi

dengan total nilai frekuensi untuk semua jenis  $\times 100\%$ .

8. Nilai penting adalah kerapatan relatif ditambah dominansi relatif ditambah dengan frekuensi relatif.

### C. EKOSISTEM HUTAN MANGROVE

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang khas terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai, yang telah menyesuaikan diri dari terpaan ombak yang kuat dengan tingkat salinitas yang tinggi serta tanah yang senantiasa digenangi air. Hutan pantai tersebut tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Istilah mangrove digunakan untuk masyarakat tumbuh-tumbuhan (*hidrosere communities*) dari beberapa jenis tumbuhan pantai dan hutan itu disebut hutan pantai (*coastal woodland*) atau hutan pasang surut (*tidal forest*) (Atmawijaya, 1986).

Mangrove, mangal, bakau, hutan pantai, dan hutan api-api adalah sebutan untuk komunitas tumbuhan pantai yang memiliki adaptasi khusus. Mangrove memegang peranan penting untuk kehidupan laut. Di kawasan pesisir, mangrove dapat hidup dengan baik, maka ekosistem tersebut akan mendukung lingkungan pantai, menjadi tempat yang ideal bagi ikan-ikan untuk berkembang biak, rumah yang nyaman bagi kepiting dan burung air, pada saat berbahaya mangrove juga berfungsi menyaring pencemaran logam berat dari daratan sebelum masuk lautan.

Hutan mangrove dan ekosistemnya adalah hutan yang menempati zona neritik yang berbatasan dengan daratan (*coastal wetland*), yakni daerah pantai yang seringkali tergenang air asin di pantai-pantai terlindung daerah tropika dan subtropika. Meskipun daerah itu hanya 10% luas laut, namun menampung 90% kehidupan laut (Suryoatmodjo, 1996).

Tumbuhan mangrove tumbuh di atas dataran lumpur digenangi air laut atau air payau sewaktu air pasang atau digenangi air sepanjang hari. Secara ekologis, hutan mangrove dapat menjamir terpeliharanya lingkungan fisik, seperti penahan ombak, angin dan intrusi air laut, serta merupakan tempat perkembangbiakan bagi berbagai jenis kehidupan laut seperti ikan, udang, kepiting, kerang, siput, dan hewan jenis lainnya. Di samping itu, hutan mangrove juga merupakan tempat habitat kehidupan satwa liar seperti monyet, ular, berang-berang, biawak, dan

burung. Adapun arti penting hutan mangrove dari aspek sosial ekonomis dapat dibuktikan dengan kegiatan masyarakat memanfaatkan hutan mangrove untuk mencari kayu dan juga tempat wisata alam. Selain itu, juga sebagai kehidupan dan sumber rezeki masyarakat nelayan dan petani di tepi pantai yang sangat tergantung kepada sumber daya alam dari hutan mangrove yang ada.



**Gambar 6.4** Hutan mangrove yang terdapat di sepanjang pantai Sei Beduk, Pulau Batam

Fungsi mangrove yang terpenting bagi daerah pesisir adalah menjadi penyambung darat dan laut, serta peredam gejala-gejala alam yang ditimbulkan oleh perairan, seperti abrasi, gelombang, badai dan juga menjadi penyangga bagi kehidupan biota lainnya yang merupakan sumber penghidupan masyarakat sekitarnya. Selain itu, fungsi ekologis hutan mangrove yang penting sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*), dan daerah pemijahan (*spawning ground*) berbagai biota perairan (ikan, udang, dan kerang-kerangan) baik yang hidup di perairan pantai maupun lepas pantai.

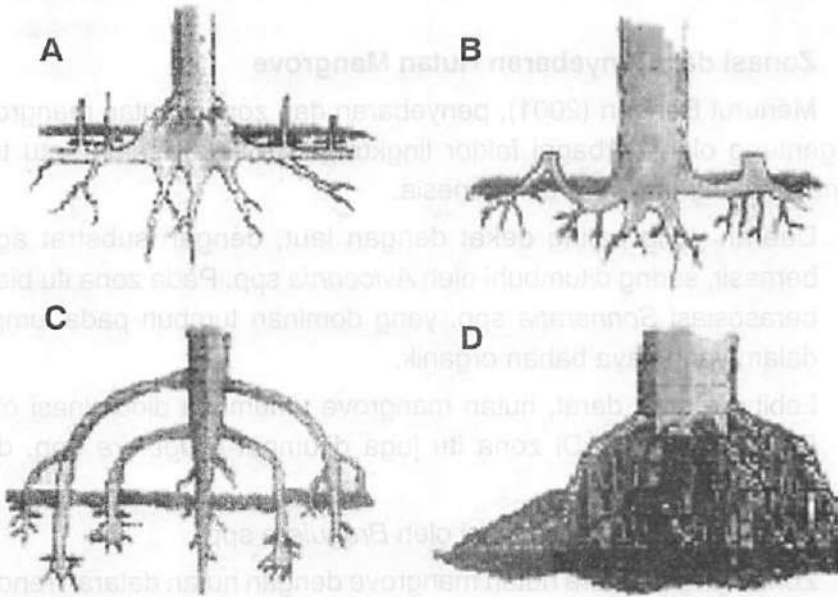
Menurut Kusmana (2002) pada tingkat ekosistem sebagai *wetland* secara keseluruhan hutan mangrove berfungsi sebagai (1) pembangunan lahan dan pengendapan lumpur; (2) habitat fauna terutama fauna laut; (3) lahan pertanian dan kolam garam; (4) melindungi ekosistem pantai secara global; (5) keindahan bentang darat; (6) pendidikan dan pelatihan.

Tumbuhan mangrove mempunyai daya adaptasi yang khas sesuai dengan habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut dan salinitas. Adaptasi terhadap genangan air dicerminkan dengan pembentukan akar napas (*Pneumatofor*), akar lutut, akar tunjang, dan perkecambahan biji pada waktu buah masih menempel di pohon (*vivipari*). Kandungan garam sangat menentukan kemampuan tumbuhan dan reproduksi mangrove. Hampir semua jenis mangrove merupakan jenis yang toleran terhadap garam, tetapi bukan menjadi jenis yang membutuhkan garam untuk hidupnya.

Sukardjo (1984) menjelaskan, perakaran pada pohon mangrove berfungsi untuk membantu tumbuhan mangrove bernapas dan agar tetap berdiri tegak. Bagian perakaran yang ada di dalam tanah umumnya horizontal, bercabang banyak dan berakar rambut yang kecil dan halus. Akar utamanya menembus ke dalam tanah dan mempunyai banyak akar samping yang panjang berfungsi sebagai jangkar. Akar samping yang mencuat ke permukaan tanah disebut juga akar napas atau *pneumatofor* (lihat Gambar 6.5).

Pada umumnya terdapat empat jenis tumbuhan yang dijumpai di hutan mangrove, yaitu pohon Api-api (*Avicennia*), Bakau (*Rhizophora*), Tanjung (*Bruguiera*), dan Pedada (*Sonneratia*). Pohon Api-api mempunyai akar udara yang menuju ke atas dan tajam, buahnya agak ceper dengan panjang kurang lebih 1–2,5 cm dan berwarna kuning. Pohon Bakau mempunyai akar cerucuk yang tumbuh dari batang dan dahan pohon dan mencengkeram ke dalam tanah seperti kaki laba-laba. Buah Bakau berbentuk seperti kubus panjang, berwarna kekuningan dengan ujungnya yang tajam. Pedada juga mempunyai akar udara seperti jarum, panjangnya 40–60 cm. Buahnya berwarna hijau, keras, diameternya kurang lebih 5 cm. Buahnya mudah dikenal karena bentuknya bulat dan besar. Tanjung mempunyai akar banir dan akar

lutut apabila pohon telah dewasa. Buah Tanjung berbentuk kubus juga, tetapi jauh lebih pendek dibandingkan dengan buah pohon Bakau.



**Gambar 6.5** Jenis-jenis perakaran tumbuhan mangrove: A. Api-api (*Avicennia* spp.), B. Pedada (*Sonneratia* spp.), C. Bakau (*Rhizophora* spp.), dan D. Tanjung (*Bruguiera* spp.)

Mangrove diketahui mempunyai daya adaptasi fisiologis yang sangat tinggi. Mereka tahan terhadap lingkungan dengan suhu perairan yang tinggi, fluktuasi salinitas yang luas dan tanah yang anaerob. Salah satu faktor yang penting dalam adaptasi fisiologis adalah sistem akar udara. Tidak semua tumbuhan mangrove memperoleh oksigen untuk akar-akarnya dari tanah yang mengandung oksigen, mangrove tumbuh di tanah yang tidak mengandung oksigen dan memperoleh hampir seluruh oksigen untuk akar-akar mereka dari atmosfer. Spesies *Rhizophora* memenuhi kebutuhan tersebut dengan akar-akar tunjang yang mencuat sampai satu meter atau lebih di atas permukaan tanah.

Berbeda dengan *Rhizophora*, spesies dari genera *Sonneratia*, *Avicennia*, *Lumnitzera*, dan *Xylocarpus* tidak memiliki akar-akar tunjang, akan tetapi mereka mempunyai pneumatofor, yaitu akar-akar yang mencuat secara vertikal keluar dari bawah tanah sampai pada ketinggian

sekitar 20–30 cm dari atas tanah. Pada saat air surut udara masuk melalui pneumatofor dan menyebarkan ke bawah selanjutnya ke seluruh jaringan hidup di akar.

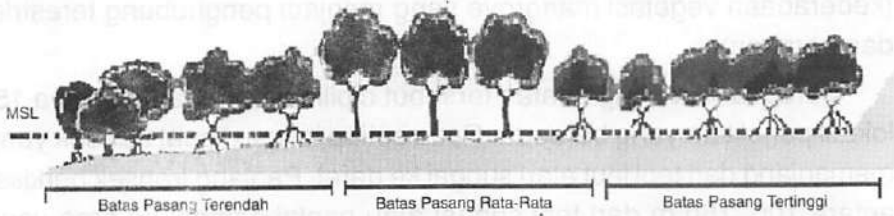
### 1. Zonasi dan Penyebaran Hutan Mangrove

Menurut Bengen (2001), penyebaran dan zonasi hutan mangrove tergantung oleh berbagai faktor lingkungan. Berikut salah satu tipe zonasi hutan mangrove di Indonesia.

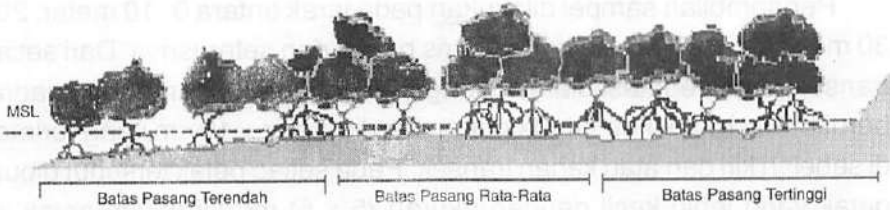
1. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia* spp. Pada zona itu biasa berasosiasi *Sonneratia* spp. yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
2. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* spp. Di zona itu juga dijumpai *Bruguiera* spp. dan *Xylocarpus* spp.
3. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera* spp.
4. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh tumbuhan nipah *Nypa fruticans* dan beberapa spesies palem lainnya.

Mangrove umumnya berupa hutan yang terletak di tepi pantai laut di mintakat pasang surut. Hutan tersebut umumnya lebat dan berawarawa, sehingga penelitian dengan menggunakan metode transek tidak mudah. Para peneliti harus bekerja keras untuk dapat melakukan penelitian dengan metode tersebut.

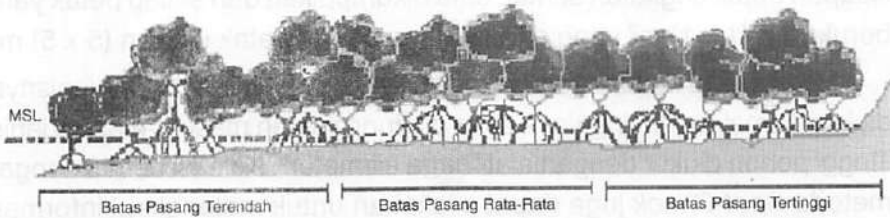
Di daerah tropik hutan mangrove dieksploitasi manusia untuk kayu bakar, tetapi sebagian lagi terkadang dirusak untuk dibuka menjadi kolam-kolam ikan dan budi daya udang, atau untuk memproduksi garam, atau ditimbun menjadi lahan bangunan. Kegiatan tersebut akan berdampak negatif pada ekosistem pesisir dan lautan. Tekanan lingkungan tersebut bahkan telah mengancam kapasitas keberlanjutan (*sustainable capacity*) ekosistem pesisir dan lanjutan di beberapa kawasan dalam menopang kehidupan manusia seperti penciptaan dan degradasi hutan mangrove. Zonasi yang terjadi mempunyai beberapa model yang berbeda pada setiap stasiun *sampling*. Di bawah ini terlihat beberapa zonasi hutan mangrove yang terdapat di wilayah pesisir pantai.



Gambar 6.6 Profil zonasi vegetasi mangrove (model 1)



Gambar 6.7 Profil zonasi vegetasi mangrove (model 2)



Gambar 6.8 Profil zonasi vegetasi mangrove (model 3)

## 2. Pengumpulan dan Pengawetan Sampel

Sebelum mengadakan pengumpulan data, dilakukan pengamatan lapangan yang meliputi keseluruhan kawasan hutan dengan tujuan untuk melihat secara umum keadaan fisiognomi dan komposisi tegakan hutan serta keadaan pasang surut daerah setempat dan lain sebagainya. Selanjutnya dilakukan pembagian daerah pengamatan menjadi tiga stasiun sampel untuk mengetahui struktur dan komposisi jenis komunitas mangrove, yaitu stasiun yang mewakili daerah yang masih memiliki vegetasi mangrove tebal, vegetasi sedang dan stasiun yang mewakili daerah yang hanya sedikit ditumbuhi vegetasi mangrove. Pada masing-masing stasiun ini dibuat transek garis tegak lurus garis pantai ke arah darat. Panjang garis transek bervariasi menurut ketebalan garis hijau

(keberadaan vegetasi mangrove yang menjadi penghubung terestrial dan perairan).

Berdasarkan pengamatan tersebut dipilih beberapa (misalnya 15) lokasi penelitian yang berbeda. Pada setiap lokasi dibuat transek yang memanjang dari tepi laut atau sungai ke darat. Panjang transek berkisar antara 100–150 m dari tepi sungai atau pantai sampai ke area yang tidak ada pohon mangrovenya.

Pengambilan sampel dilakukan pada jarak antara 0–10 meter, 20–30 meter, dan 40–50 meter dari garis pantai dan seterusnya. Dari setiap transek, data vegetasi diambil dengan menggunakan metode kuadrat berukuran (10 x 10) m<sup>2</sup> untuk pohon berdiameter > 10 cm yang terletak di sebelah kiri dan atau kanan transek. Pada setiap petak tersebut dibuat petak yang lebih kecil dengan ukuran (5 x 5) m<sup>2</sup>. Di dalam petak itu dikumpulkan data tentang belta/anak pohon berdiameter 2–10 cm. Adapun untuk tingkatan semai, data dikumpulkan dari setiap petak yang berukuran (1 x 1) m<sup>2</sup> yang ditempatkan dalam petak ukuran (5 x 5) m<sup>2</sup>.

Pada setiap kuadrat tersebut, semua tegakan diidentifikasi jenisnya, diukur diameter dan tingginya serta dihitung jumlah masing-masing jenis. Tinggi pohon diukur dengan alat "haga altimeter". Koleksi bebas dengan metode *Spot Check* juga dapat dilakukan untuk melengkapi informasi komposisi jenis, distribusi jenis, dan kondisi umum ekosistem mangrove yang tidak teramati pada metode transek-kuadrat. Metode tersebut dilakukan dengan cara mengamati dan memeriksa zona-zona tertentu dalam ekosistem mangrove yang memiliki ciri khusus. Informasi yang diperoleh melalui metode itu bersifat deskriptif.

#### 4. Analisis Ekologi Ekosistem Mangrove

##### 1) Keragaman (*Diversity*) Shannon-Wiener;

$$H' = \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

Dengan:

H' = indeks keragaman ; ni = nilai tiap individu ke-i

N = total nilai; s = jumlah genera



2) Kekayaan jenis (*Species Richness*) Margalef;

$$R = \frac{S-1}{\ln(n)}$$

Dengan:

S = jumlah jenis; n = jumlah seluruh individu.

3) Kemerataan jenis (*Species Evenness*) Pielou;

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dengan: E = kemerataan jenis

H' = indeks keanekaragaman Shannon

S = jumlah jenis

Untuk mengetahui potensi hutan dilakukan dengan cara kuantitatif dan kualitatif. Cara kualitatif dilakukan dengan melihat besar kecilnya indeks nilai penting, sedangkan cara kuantitatif dapat diketahui dengan mencari volume pohon berdasarkan rumus sebagai berikut. Data yang diperoleh dianalisis menurut cara COX, yaitu dengan menghitung nilai penting kerapatan relatif, dominansi relatif, frekuensi, dan kemudian nilai pentingnya.

a. Indeks Nilai penting:  $INP = Kr + Dr + Fr$

b. Kerapatan =  $\frac{\text{Jumlah total individu spesies}}{\text{Luas petak pengamatan (ha)}}$

c. Dominansi =  $\frac{\text{Luas basal area (m}^2\text{)}}{\text{Luas petak pengamatan (ha)}}$

d. Frekuensi =  $\frac{\text{Jumlah petak ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh anak}}$

e. Kerapatan Relatif =  $\frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$

f. Frekuensi Relatif =  $\frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$

g. Dominansi Relatif =  $\frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$

#### D. EKOSISTEM PADANG LAMUN

Lamun (*seagrass*) adalah satu-satunya kelompok tetumbuhan berbunga (*Angiospermeae*) yang secara penuh mampu beradaptasi di lingkungan laut. Tetumbuhan itu hidup di habitat perairan pantai yang dangkal, mampu beradaptasi dalam perairan asin, mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam, seperti halnya rumput di darat, mereka mempunyai tunas, berdaun tegak, dan tangkai-tangkai merayap yang efektif untuk berkembang biak, serta mampu bersaing atau berkompetisi dengan organisme lain di bawah kondisi lingkungan yang kurang stabil (Gambar 6.6; 6.7; dan 6.8).



Gambar 6.9 Hamparan padang lamun yang mempunyai daun-daun tegak



**Gambar 6.10** Hampanan padang lamun di perairan dangkal



**Gambar 6.11** Daun-daun lamun yang tegak dan tangkai-tangkai yang merayap yang efektif untuk berkembang biak

Sebagian besar lamun mempunyai bentuk morfologi luar yang hampir sama. Lamun mempunyai daun-daun panjang, tipis mirip pita yang mempunyai saluran-saluran air, serta bentuk pertumbuhan monopodial. Lamun tumbuh dari rhizoma yang merambat. Bagian tubuh lamun dapat dibedakan ke dalam morfologi yang tampak seperti daun, bunga, dan buah.

Di dalam ekosistem perairan, komunitas padang lamun biasanya terdapat dalam suatu area yang luas dan rapat. Ada 3 (tiga) tipe vegetasi padang lamun, yaitu (1) padang lamun vegetasi tunggal; (2) padang lamun yang berasosiasi dengan dua atau tiga jenis (spesies), padang lamun seperti itu lebih sering dijumpai dibanding jenis tunggal; (3) padang lamun vegetasi campuran (*mixed seagrass beds*). Zona sebaran lamun dari pantai ke arah tubir secara umum berkesinambungan, namun bisa terdapat perbedaan pada komposisi jenisnya maupun luas penutupannya.

Kedalaman air, pengaruh pasang surut, serta struktur substrat (pasir, pasir berlumpur, lumpur lunak, dan karang) mempengaruhi zonasi sebaran jenis lamun dan bentuk pertumbuhannya. Jenis lamun yang sama dapat tumbuh pada habitat yang berbeda dengan menunjukkan bentuk pertumbuhan yang berlainan dan kelompok jenis lamun membentuk zonasi tegakan yang jelas baik murni ataupun asosiasi dari beberapa jenis.

Lamun biasanya terdapat dalam jumlah yang melimpah dan sering membentuk padang yang lebat dan luas di perairan tropis. Sifat lingkungan pantai, terutama dekat estuari, sangat cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan lamun. Namun seperti halnya mangrove, lamun juga hidup di lingkungan yang sulit. Pengaruh gelombang, sedimentasi, panas air, pergantian pasang dan surut dan curah hujan, semuanya harus dihadapi dengan gigih melalui penyesuaian secara morfologis dan secara *faal*.

Lamun di dalam suatu perairan mempunyai manfaat, baik ditinjau dari segi ekonomi maupun ekologis. Secara ekonomis lamun dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan ternak, bahan baku kertas, bahan kerajinan, pupuk, dan bahan obat-obatan. Adapun secara ekologis, lamun memainkan peranan penting di perairan laut dangkal,

sebagai habitat biota lainnya seperti ikan, produsen primer, melindungi dasar perairan dari erosi. Daun lamun yang lebat dapat memperlambat gerakan air yang disebabkan oleh arus dan ombak, sehingga menyebabkan perairan di sekitarnya menjadi tenang. Di samping itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan menangkap sedimen sehingga dapat untuk stabilitas dasar perairan sedimen, pendaur ulang zat hara, dan elemen kelumit (*trace element*) penting di lingkungan laut, serta berperan sebagai bioindikator logam berat.

Produktivitas primer komunitas lamun mencapai 1 kg C/m<sup>2</sup>/th. Namun, menurut Kirman dan Reid (1979) dalam Supriharyono, (2000) dari jumlah tersebut hanya 3% yang dimanfaatkan oleh herbivora, 37% tenggelam ke perairan dan dimanfaatkan oleh bentos dan 12% mengapung di permukaan dan hilang dari ekosistem. Padang lamun mendukung kehidupan biota yang cukup beragam dan berhubungan satu sama lain. Jaringan makanan yang terbentuk antara padang lamun dan biota lain adalah sangat kompleks.

Sebagian besar dari organisme yang terdapat pada komunitas lamun yang tidak memiliki suatu hubungan trofik dengan lamun itu sendiri, tidak mempunyai keuntungan ekonomi secara langsung. Meskipun demikian, di antara organisme yang mendiami komunitas lamun sebagai tempat asuhan dengan menghabiskan waktu dewasanya di lingkungan lain, beberapa mempunyai nilai kepentingan ekonomi yang besar seperti ikan baronang, kepiting batu, dan lainnya.

Melihat fungsi dari padang lamun tersebut, kerusakan dapat juga menyebabkan terganggunya ekosistem perairan laut. Hal itu dapat mengakibatkan potensi sumber daya alam laut lain yang merupakan sumber bahan pangan menjadi berkurang pula. Secara tidak langsung padang lamun berperan dalam pelaksanaan konservasi sumber hayati laut dan kelestariannya. Hilangnya sebagian padang lamun itu akan mempengaruhi biota yang hidup dan mencari makan di ekosistem tersebut.

Berbagai jenis spesies padang lamun mengalami kerusakan akibat meningkatnya aktivitas manusia di perairan laut dangkal atau daerah pantai dengan adanya kegiatan reklamasi, baik untuk keperluan industri maupun pembangunan pelabuhan, tempat rekreasi, pabrik dengan hasil

buangannya, pangkalan perahu motor dan juga pengambilan lamun secara terus-menerus tanpa memperhatikan daya dukung lingkungan dapat mempercepat terjadinya kerusakan komunitas lamun itu sendiri.

Di Indonesia, padang lamun sering dijumpai berdekatan dengan ekosistem *mangrove* dan terumbu karang, sehingga interaksi ketiga ekosistem tersebut sangat erat. Struktur komunitas dan sifat fisik ketiga ekosistem tersebut saling mendukung, sehingga bila salah satu ekosistem terganggu, ekosistem yang lain akan terpengaruh.

## 1. Metode *Sampling*

Sebelum melakukan *sampling*, pada lokasi pengamatan perlu dilakukan penentuan stasiun *sampling* yang ditentukan berdasarkan aksesibilitas atau karakteristik areal yang akan diamati. Misalnya, perairan yang mempunyai kemiringan landai dengan substrat dasar lumpur berpasir, pasir berlumpur atau terdiri atas pecahan karang, perairan yang dekat dengan permukiman penduduk atau perairan yang berdekatan dengan ekosistem pantai lainnya, seperti dekat dengan hutan pantai atau terumbu karang.

Untuk pengambilan data lamun diperlukan beberapa alat antara lain, bingkai kuadran dari besi berukuran 0,5 m x 0,5 m, kantong plastik, peralatan *snorkel*, botol sampel, meteran, *cutter*, kertas label, alat tulis, dan buku identifikasi.

Metode pada penelitian lamun, di samping struktur komunitas yang dikaji, juga akan dijelaskan metode penelitian yang berkaitan dengan pertumbuhan dan produksi serta manfaat lamun. Metode pengamatan lamun yang sering digunakan adalah

- a. metode pemetaan sebaran lamun,
- b. pengamatan struktur komunitas padang lamun, dan
- c. pengamatan pertumbuhan dan produksi lamun.

### a. Metode Pemetaan Sebaran Lamun

Pemetaan sebaran lamun dibuat berdasarkan peta dasar lokasi penelitian dengan skala 1 : 25.000. Pengamatan sebaran dan penutupan lamun serta sifat khas habitat padang lamun dilakukan dengan berjalan

kaki pada waktu air surut dan *snorkling* atau menyelam dengan *scuba* pada waktu air pasang.

Pada peta dasar dibuat rencana pengukuran posisi titik batas terluar sebaran lamun yang berbentuk menyilang padang lamun. Pengukuran titik batas terluar sebaran lamun dilakukan dengan menggunakan GPS. Dari satu titik ke titik lain, keadaan lamun dan luas penutupan di batas sebaran lamun dicatat. Selain itu, pada peta dasar digambarkan pula batas-batas terluar dari sebaran lamun, yang digunakan untuk membantu pada saat pembuatan peta. Di laboratorium, titik posisi batas terluar sebaran lamun dan penutupannya saling dihubungkan sehingga dapat dibuat peta sebaran jenis-jenis lamun.

Pengamatan habitat lamun dilakukan dengan mencatat tipe substrat dan kedalaman air dari setiap titik posisi pengukuran untuk pemetaan maupun untuk koleksi bebas.

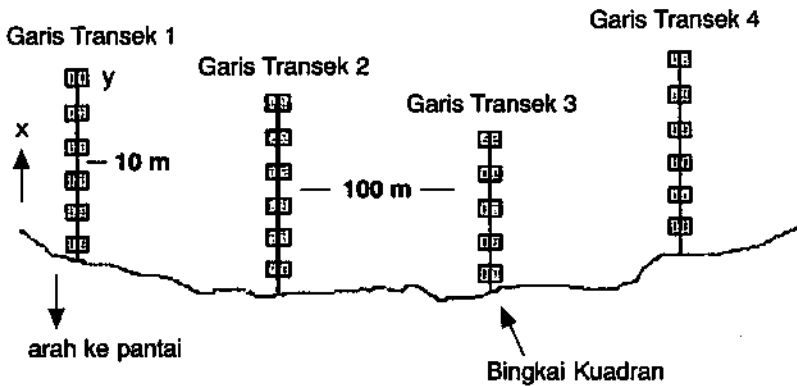
#### **b. Pengamatan Struktur Komunitas Padang Lamun**

Untuk mengetahui pemintakatan sebaran lamun atau struktur komunitas lamun, pada pengambilan sampel dapat digunakan teknik garis transek (*line transect technique*). Garis transek ditarik dari pantai menuju ke arah tubir pada ekosistem lamun secara tegak lurus terhadap garis pantai sampai batas terumbu karang. Untuk pengamatan kerapatan jenis dan penutupan jenis lamun dilakukan dengan metode *sampling* acak sistematis, yaitu pengambilan sampel pada transek yang telah ditetapkan.

Pada masing-masing transek diletakkan plot-plot berukuran 1 x 1 m. Plot-plot tersebut mulai diletakkan pada jarak 100 m dari garis pantai. Jarak antarplot adalah 10 m, jumlah plot yang diletakkan pada masing-masing transek bisa tidak sama tergantung pada batas terumbu karangnya. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.12.

Sampel lamun yang ada dalam kuadran diambil dan dimasukkan ke dalam kantong plastik, diberi label dan dilakukan identifikasi di laboratorium. Di laboratorium, sampel dicuci untuk menghilangkan lumpur dan biota penempelnya, kemudian lamun yang sudah bersih dipisahkan menurut jenisnya lalu dihitung jumlah tunasnya atau tegakannya. Setelah itu sampel lamun dipisahkan lagi menurut bagian tumbuhannya (akar rimpang, seludang daun, helaian daun, bunga, dan

buah) dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat basahnya. Bagian tanaman lamun tersebut setelah sampai di laboratorium dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 24 jam, kemudian ditimbang beratnya.



**Gambar 6.12** Skematik transek *sampling* lamun (x: arah ke terumbu karang; y: plot 1x 1 m).

## 2. Analisis Data

Untuk mengetahui kondisi ekosistem lamun tersebut, dilakukan pengolahan data. Analisis yang dilakukan adalah menghitung komposisi jenis lamun, menghitung frekuensi jenis dan frekuensi relatif, menghitung kerapatan jenis dan kerapatan relatif, menghitung penutupan jenis dan penutupan relatif dan untuk menduga keseluruhan dari peranan suatu jenis lamun dilakukan perhitungan Indeks Nilai Penting. Secara jelas rumus perhitungan tersebut diuraikan di bawah ini.

### a. Komposisi Jenis

Untuk mengetahui komposisi jenis dilakukan dengan membandingkan antara jumlah individu masing-masing jenis dengan jumlah total individu jenis lamun yang ditemukan.

### b. Frekuensi

- 1) Frekuensi Jenis (F), yaitu peluang suatu jenis ditemukan dalam titik sampel yang diamati. Frekuensi jenis lamun dihitung dengan rumus:



$$F_i = \frac{P_i}{\sum P}$$

Dengan:

$F_i$  = Frekuensi jenis ke-i

$P_i$  = Jumlah petak sampel tempat ditemukan jenis ke-i

$\sum P$  = Jumlah total petak sampel yang diamati

- 2) Frekuensi Relatif (FR), yaitu perbandingan antara frekuensi jenis ke-i ( $F_i$ ) dan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis. Frekuensi Relatif lamun dihitung dengan rumus:

$$FR = \frac{F_i}{\sum F}$$

Dengan:

FR = Frekuensi Relatif

$F_i$  = Frekuensi jenis ke-i

$\sum F$  = Jumlah frekuensi untuk seluruh jenis

### c. *Kerapatan*

- 1) Kerapatan Jenis ( $K_i$ ), yaitu jumlah total individu jenis dalam suatu unit area yang diukur. Kerapatan jenis lamun dihitung dengan rumus:

$$K_i = \frac{n_i}{A}$$

Dengan:

$K_i$  = Kerapatan jenis ke-i

$n_i$  = Jumlah total individu dari jenis ke-i

$A$  = Luas area total pengambilan sampel ( $m^2$ )

- 2) Kerapatan Relatif (KR), yaitu perbandingan antara jumlah individu jenis dan jumlah total individu seluruh jenis. Kerapatan Relatif lamun dihitung dengan rumus:

$$KR = \frac{n_i}{\sum n}$$

Dengan:

KR = Kerapatan Relatif

$n_i$  = Jumlah individu ke-i

$\Sigma n$  = Jumlah individu seluruh jenis

**d. Penutupan**

- 1) Penutupan jenis (P), yaitu luas area yang ditutupi oleh jenis lamun. Penutupan jenis lamun dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{\text{Luas total penutupan ke - i}}{\text{Luas total pengambilan sampel}}$$

- 2) Penutupan Relatif (PR), yaitu perbandingan antara penutupan individu jenis ke-i dan total penutupan seluruh jenis. Penutupan relatif lamun dapat dihitung dengan rumus:

$$PR = \frac{\text{Penutupan jenis ke - i}}{\text{Penutupan seluruh jenis}}$$

**e. Indeks Nilai Penting**

Indeks Nilai Penting (INP), digunakan untuk menghitung dan menduga keseluruhan dari peranan jenis lamun di dalam satu komunitas. Semakin tinggi nilai INP suatu jenis relatif terhadap jenis lainnya, semakin tinggi peranan jenis pada komunitas tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung INP adalah

$$INP = FR + KR + PR$$

Dengan:

INP = Indeks Nilai Penting

FR = Frekuensi Relatif

KR = Kerapatan Relatif

PR = Penutupan Relatif

## DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P.D. 1989. *Water Pollution Biology*. Ellis Horwood. Ltd. John wiley & Sons West Sussex. England.
- Alikodra, H.S. 1980. *Dasar-Dasar Pembinaan Margasatwa*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- . 1990. *Pengelolaan Satwaliar Jilid I*. Pusat Antaruniversitas Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- . 1993. *Pengelolaan Satwa Liar Jilid II*. Bogor: Pusat Antaruniversitas Institut Pertanian Bogor bekerja sama dengan LSI-IPB.
- American Public Health Association (APHA). 1995. *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>th</sup> Edition*, American Public Health Association Inc, Washington.
- Anggraeni, R. 2004. *Kajian Kondisi Perairan Teluk Jakarta Menggunakan Fitoplankton sebagai Indikator Pencemaran*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Anwar, J., S. Damanik, N. Hisyam, dan A.J. Whitton. 1980. *Ekologi Ekosistem Sumatra*. Yogyakarta: UGM Press.
- Arinardi, O.H. dan Trimaningsih *et al.* 1994. *Pengantar tentang Plankton serta Kisaran Kelimpahan dan Plankton Predominan di Sekitar Pulau Jawa dan Bali*. Jakarta: Puslitbang - LIPI.
- Arinardi, O.H. dan Sutomo *et al.* 1997. *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia*. Jakarta: Puslitbang - LIPI.

- Badrudin dan Wudianto. 2004. *Biologi, Habitat, dan Sebaran Ikan Layur serta Beberapa Aspek Perikanannya*. Makalah Disajikan pada Workshop Rencana Pengelolaan Perikanan Layur. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Trenggalek/Co-Fish Project. Kediri, 20–22 Juli 2004.
- Bailey, J.A. 1984. *Principle of Wildlife Management*. New York: John Willey and Sons. Inc.
- Basmi. 1998. *Perkembangan Komunitas Fitoplankton sebagai Indikator Perubahan Tingkat Kesuburan Kualitas Perairan*. Jurusan Ilmu Perairan Fakultas Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Begen, Dietrich G. (Penyunting). 2000. *Prosiding Pelatihan untuk Pelatih Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu*. Bogor: Proyek Pesisir-IPB.
- Bengen, D.G. 1999. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bercovitch, F.B. and M.A. Huffman. 1999. *The Macaques*. In *The Nonhuman Primates*. Dolhinow, P and A. Fuentes (Eds.). California: Mayfield Publishing.
- Berwick, N.K. 1983. *Guidelines for the Analysis of Biophysical Impacts to Tropical Coastal Marine Resources*. The Bombay Natural History Society Centenary Seminar Conservation in Developing Countries. Bombay. India.
- Best G.A. and S.L. Ross. 1977. *Water Pollution Studies*. London: Liverpool University Press.
- Ch'ng, Kim Looi. 1996. *Internasional Environmental Agreement and Arrangement for Sustainable Development*, pp 189–252. In Kenchington, R. (red) *Integrated Coastal Zone Management*. RCU/EAS Technical Report Series No. 12. Bangkok: United Nations Environment Programme.
- Clark, John R. 1996. *Coastal Zone Management Handbooks*. New York: Lewis Publisher.

- Dahuri, Rokhmin, J. Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Davis, C.C. 1995. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State Univ. Press, 562.
- English S., C. Wilkinson, & V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources
- . 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Second Edition. Australian Institute of Marine Science. Townsvilli. Australia.
- Ewusie, J.Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Diterjemahkan oleh U. Tanuwidjaja. Bandung: Penerbit ITB.
- Faaborg, J and Chaplin, S. B. 1988. *Ornithology. An Ecological Approach*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Ferianita Fachrul, M. 2002. *Metode Ekologi untuk Penentuan Pencemaran Perairan. (Tinjauan Terhadap: Bentos Sebagai Bio-Indikator)*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Fittinghoff, N.A., Jr., and Lindburg, D.G. 1980. *Riverine Refuging in East Bornean Macaca Fascicularis*. In: *The Macaques: Studies in Ecology, Behavior and Evolution*. Lindburg, D.G. (ed). 1980. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Gonzales, J.C.T. 1993. *An Avian Survey of Puerto Galera*. Oriental Mindoro, Philipne, Asian Life Science, 2(2): 163–176.
- Harman, W.N. 1974. *Snails (Mollusca: Gastropoda) dalam Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Hart, C.W and S.L.H. Fuller (Eds.). New York: Academic Press.
- Hawkes, H.A. 1979. *Invertebrates as Indicators of River Water Quality*. Dalam: *Biological Indicator of Water Quality*. James, A and L. Evison (Eds.). New York: John Wiley and Sons.
- Hellawell, J.M. 1986. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Pollution Monitoring Series*. Elsevier Applied Science Publ. London and New York. P.45

- Helvoort, V.B. 1981. *A Study of Bird Population in The Rural Ecosystem of West Java, Indonesia - a Semi Quantitative Approach*. Nature Conservation Dept. of Agriculture University Wageningen. The Netherland.
- Huntingford, F. 1984. *The Study of Animal Behaviour*. Chapman and Hall, London, 166–193.
- Hutchinson, G.E. 1976. *A Treatise on Limnology (I)*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Hynes, H.B.N. 1972. *The Ecology of Running Water*. Canada: Univ. Toronto Press.
- . 1978. *The Biological of Polluted Water*. Cambridge: Liverpool University Printing Houses.
- Jasin, M. 1992. *Zoologi Vertebrata untuk Perguruan Tinggi*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Johan, O 2003. *Metode Survei Terumbu Karang Indonesia*, Training Course: Karakteristik Biologi Karang, Tanggal 7-12 Juli, yang Diselenggarakan oleh PSK-UI dan Yayasan Terangi, dan Didukung Oleh IOI-Indonesia.
- Johnsing, A.J.T. dan J. Joshua, 1994. *Avifauna in Three Vegetation Types on Mundanthurai Plateau*. South India. *Journal of Tropical Ecology*, 10:323.
- Keith, L. H (ed). 1996. *Principles of Environmental Sampling. Second Edition*. AC S Profesional Reference Book. American Chemical Society Washington DC.
- Kenk, R. 1974. *Flatworms (Plathyhelminthes:Tricladida)*. Dalam: *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Hart, C.W and S.L. H. Fuller (Eds.). London: Academic Press.
- Koesoebiono. 1987. *Metode dan Teknik Pengukuran Biologi Perairan*. Kursus Amdal Angkatan V. Bogor.
- Kováč. M (Ed). 1992. *Biological Indicators in Environmental Protection*. England: Ellis Horwood Ltd. West Sussex.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper & Row Inc. Publisher.

- Krebs, J.R. and Davies, N.B. 1978. *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Blackwell Scientific Publications.
- Krenkel, P.A. and V. Novotny. 1980. *Water Quality Management*. New York: Academic Press.
- Lee, C.D., S.B. Wang, and C.L. Kuo. 1978. *Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicator of Water Quality with Reference to Community Diversity Development Countries*. Bangkok. p. 233.
- Lind O.T. 1979. *Hand Book of Common Methods in Limnology*. Sec Ed. Mosby Company, St. Louis, Toronto, London.
- Longhurst, A.R. and D. Pauly. 1987. *Ecology of Tropical Oceans*. ICLARM Contribution No. 389. Academic Press, INC.
- Lubis, A.H. 2006. *Memantau Satwa Menggunakan Perangkat Kamera Otomatis*. Conservation International Indonesia.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Manuputty, A.E.W. 1986. *Karang Lunak, Salah Satu Penyusun Terumbu Karang*. Oseana. Vol XI. No. 4. P3O LIPI. Jakarta 131–141.
- Misra, R. 1973. *Ecology Work Book*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co.
- Mitchell, dkk. 1997. *Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- McKenzie, L.J, and Cambell, S.J. 2002. *Seagrass-watch; Western Pacific Manual for Community (Citizen) Monitoring of Seagrass Habitat*. QFS, NFS, Cairns.
- Moosa et al. 1995. *Indonesian Country Study on Integrated Coastal and Marine Biodiversity Management*, Ministry of State for Environment Republic of Indonesia in with Cooperation with Directorate for Nature Management Kingdom of Norway.
- Nontji A. 1987. *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Nontji, O.H. Arinardi et al. 1990. *Plankton, dalam Kondisi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia*. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional - LIPI.

- Nowak, R.M. 1995. *Walker's Mammals of the World*. The Johns Hopkins University Press (Online at: <http://www.press.jhu.edu/books/walker/primates.cercopithecidae.macaca.html>).
- Nybakken, J.W. 1982. *Biologi Laut suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh H.M. Eidman, Koesbiono *et al.* Jakarta: Gramedia.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Ongkosongo, O.S.R. 1988. *The Seribu Coral Reef*. PT. Stanvac. Indonesia.
- Park, C.C. 1980. *Ecology and Enviromental Management*. London: Butter Worths.
- Phillips, D.J.H. 1978. *Use of Biological Indicator Organisms to Quantitative Organochlorine Pollutants*. Environ. Pollution. 3: 167.
- Poirier, F. E. and E.O. Smith. 1974. *The Crab-Eating Macaque (Macaca Fascicularis) of Angaur Island, Palau, Micronesia*. Folia Primatology 22: 258–306.
- Ravera, O. 1979. *Biological Aspect of Freshwater Pollution*. Pergamon Press, Oxford.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan & Perikanan, Universitas Diponegoro, Semarang. 70–78.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 1988. *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Soeriatmadja, R.E. 1997. *Ilmu Lingkungan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Stone, D. 1997. *Biodiversity of Indonesia*. Singapore: Tien Wah Press.
- Strein, van N.J. 1983. *A Guide to the Track of Mammals of Western Indonesia*. Bogor: Ciawi School of Environmental Conservation Management.
- Suharsono. 1994. *Metode Penelitian Terumbu Karang*. Pelatihan Metode Penelitian dan Kondisi Terumbu Karang. Materi Pelatihan Metodologi Penelitian Penentuan Kondisi Terumbu Karang.



- . 1996. *Jenis-Jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Proyek Penelitian dan Pengembangan Daerah Pantai.
- Sukarno, N. Naamin and M. Hutomo. 1986. *The Station of Coral Reef in Indonesia*. Proc. MAB-COMAR. Regional Workshop on Coral Reef Ecosystem. UNESCO: MAB - COMAR, LIPI. Jakarta.
- Sukmara, A., A.J. Siahainenia & C. Rotinsulu. 2002. *Panduan Pemantauan Terumbu Karang Berbasis Masyarakat dengan Metode Manta Tow*. Departemen Kelautan dan Perikanan & Coastal Resources Center University of Rhode Island.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sutomo, A.D., Q. Adnan et al. 1994. *Pelacakan Noctiluca Milianus Suriray di Teluk Jakarta, Dalam Proceeding Seminar Pemantauan Pencemaran Laut*, Puslitbang - LIPI, Jakarta, 109 - 112.
- Swanson, R.B. and Frenzel, S.A. 2005. *Methods for Characterizing Physical, Chemical, and Biological Conditions in Central Nebraska*, U.S. Geological Survey, WRD, North Platte, NE, HTML coding by Kurt Davis, graphics by Mark Lippincott.
- Van Balen, S. 1984. *Comparison of Bird Count and Bird Observation in the Neighbourhood of Bogor (Indonesia) Student Report*. Dept. of Agriculture University Wageningen. The Netherland.
- Vernberg, S. 1987. *Pencemaran Ditinjau dari Segi Indikator Biologis di Sungai Sunter-Cipinang DKI Jaya*. Purwokerto: Tesis Fak. Biologi Unsoed.
- Vernberg, W.B., F.P. Thurberg., A. Calabrese and F.J. Vernberg. 1981. *Marine Pollution: Functional Responses*. London: Academia Press. Inc.
- Walker, K.F. 1981. *Ecology of Freshwater Mussels in the River Murray*. Series Australia. Water Resources Council Technical Paper No. 63.
- Wardoyo. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Welty dan Baptista. 1988. Welty, J.C. and L. Baptista. 1988. *The Life of Bird*. New York: Sounders College Publishing.
- Wheatley, B.P. 1999. *The Sacred Monkeys of Bali*. Waveland Press. 189 pp.
- Wheatley, B.P., Harya Putra, D.K., and Gonder, M.K. 1996. *A Comparison of Wild and Food-Enhanced Long-Tailed Macaques (Macaca Fascicularis)*. In *Evolution and Ecology of Macaque Societies*. Fa, J.E. and D.G. Lindberg (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wheatley, B.P., Stephenson, R., and Kurashina, H. 1999. *The Effects of Hunting on the Longtailed Macaques of Ngeaur Island, Palau*. In *The Nonhuman Primates*. Dolhinow, P and A. Fuentes (eds.). California: Mayfield Publishing.
- Wheatley, B.P. 2001. *Personal Communication*. 27 September 2001. Primatologist, University of Alabama, Birmingham.
- Wiens, J.A. 1992. *The Ecology of Bird Communities*. Vol. I. Foundations and Patterns. Cambridge University Press, 241–374.
- Yamaji, Isamu. 1984. *Illustration of The Marine Plankton of Japan*, Hoikusha, Publishing Co. Ltd, Japan, 1–161.
- Zottoli, R dan Mc. Connaughey, B. 1983. *Pengantar Biologi Laut*, The Mosby Company, London, 3–113.

### Sumber Internet

- <http://dbp.gov.my/mab2000/Penerbitan/Rampak/khasanah.pdf>.
- <http://ioc.unesco.org/oceanteacher/OceanTeacher2/other/AndersonBook/SampEquip.htm>
- [http://www.afcd.gov.hk/conservation/eng/sea\\_grass.htm](http://www.afcd.gov.hk/conservation/eng/sea_grass.htm)
- <http://www.biosbcc.net/ocean/marinesci/04benthon/crform.htm>
- [http://www.cifor.cgiar.org/mla/\\_ref/ina/metode](http://www.cifor.cgiar.org/mla/_ref/ina/metode)
- [http://www.conservation.or.id/publikasi/Ringkasan\\_Eksektif.pdf](http://www.conservation.or.id/publikasi/Ringkasan_Eksektif.pdf).
- [http://www.conservation.or.id/tropika.php?catid=34&tcatid=125&page=g\\_tropika.index](http://www.conservation.or.id/tropika.php?catid=34&tcatid=125&page=g_tropika.index)

- [http://www.djgsm.esdm.go.id/index.php?fuseaction=p.kpdetail&id=32\\_1](http://www.djgsm.esdm.go.id/index.php?fuseaction=p.kpdetail&id=32_1)
- [http://www.geocities.com/project\\_tambopata\\_peru/mammals\\_methods.htm](http://www.geocities.com/project_tambopata_peru/mammals_methods.htm)
- [http://www.icbb.org/indonesia/anekahayati/biodiv\\_eah.htm](http://www.icbb.org/indonesia/anekahayati/biodiv_eah.htm)
- [http://www.komodonationalpark.org/downloads/materi\\_kursus\\_sensus\\_populasi.pdf](http://www.komodonationalpark.org/downloads/materi_kursus_sensus_populasi.pdf).
- <http://www.library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Downloads&file=index&req=getit&lid=327>.
- <http://www.nps.gov/piro/lp12.htm>
- <http://www.profauna.or.id/Indo/regulasi/pp7th1999.html>
- <http://www.spiritone.com/~brucem/bigfsec4.htm>
- <http://www.statpac.com/surveys/sampling.htm>
- <http://www.tamug.edu/seacamp/virtual/methods.htm>
- [http://www.warsi.or.id/Highlight/Advocacy/Preview\\_TNBT.htm](http://www.warsi.or.id/Highlight/Advocacy/Preview_TNBT.htm)
- <http://www.xerces.org>
- [http://www.offwell.free-online.co.uk/images-howto\\_](http://www.offwell.free-online.co.uk/images-howto_)
- [http://www.sumatran-tiger.org.uk/versi\\_indo/camera\\_trap\\_indo.htm](http://www.sumatran-tiger.org.uk/versi_indo/camera_trap_indo.htm)  
<http://javantiger.or.id/bukti/jejak.shtml>
- [www.seagrasswatch.org.au/What%20is%20Seagrass-images-Seagrass\\_.htm](http://www.seagrasswatch.org.au/What%20is%20Seagrass-images-Seagrass_.htm)

# LAMPIRAN

## LAMPIRAN I

**PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 7 TAHUN 1999  
TENTANG  
PENGAWETAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA**

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

**Menimbang:**

- a. bahwa tumbuhan dan satwa adalah bagian dari sumber daya alam yang tidak ternilai harganya sehingga kelestariannya perlu dijaga melalui upaya pengawetan jenis;
- b. bahwa berdasarkan hal tersebut di atas dan sebagai pelaksanaan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, dipandang perlu untuk menetapkan peraturan tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa dengan Peraturan Pemerintah.

**Mengingat:**

1. Pasal 5 ayat (2) dan Pasal 33 ayat (3) Undang-Undang Dasar 1945;
2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Kehutanan (Lembaran Negara Tahun 1967 Nomor 8, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2823);
3. Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1985 tentang Perikanan (Lembaran Negara Tahun 1985 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3299);
4. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara 3419);
5. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budi Daya Tanaman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3478);
6. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 56, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3482);
7. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1994 tentang Pengesahan Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Keanekaragaman Hayati

- (Lembaran Negara Tahun 1994 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3556);
8. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
  9. Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 1994 tentang Perburuan Satwa Buru (Lembaran Negara Tahun 1994 Nomor 19, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3544);
  10. Peraturan Pemerintah Nomor 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam (Lembaran Negara Tahun 1998 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3776).

## **MEMUTUSKAN:**

### **Menetapkan:**

**PERATURAN PEMERINTAH TENTANG PENGAWETAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA.**

## **BAB I KETENTUAN UMUM**

### **Pasal 1**

Dalam Peraturan Pemerintah ini yang dimaksud dengan:

1. Pengawetan adalah upaya untuk menjaga agar keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya baik di dalam maupun di luar habitatnya tidak punah.
2. Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya adalah upaya menjaga keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa agar tidak punah.
3. Lembaga Konservasi adalah lembaga yang bergerak di bidang konservasi tumbuhan dan atau satwa di luar habitatnya (*ex situ*), baik berupa lembaga pemerintah maupun lembaga nonpemerintah.
4. Identifikasi jenis tumbuhan dan satwa adalah upaya untuk mengenal jenis, keadaan umum, status populasi, dan tempat hidupnya yang dilakukan di dalam habitatnya.
5. Inventarisasi jenis tumbuhan dan satwa adalah upaya mengetahui kondisi dan status populasi secara lebih rinci serta daerah penyebarannya yang dilakukan di dalam dan di luar habitatnya maupun di lembaga konservasi.
6. Jenis tumbuhan atau satwa adalah jenis yang secara ilmiah disebut species atau anak-anak jenis yang secara ilmiah disebut subspecies baik di dalam maupun di luar habitatnya.

7. Populasi adalah kelompok individu dari jenis tertentu di tempat tertentu yang secara alami dan dalam jangka panjang mempunyai kecenderungan untuk mencapai keseimbangan populasi secara dinamis sesuai dengan kondisi habitat beserta lingkungannya.
8. Menteri adalah menteri yang bertanggung jawab di bidang kehutanan.

## **Pasal 2**

Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa bertujuan untuk:

- a. menghindarkan jenis tumbuhan dan satwa dari bahaya kepunahan;
- b. menjaga kemurnian genetik dan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa;
- c. memelihara keseimbangan dan kemantapan ekosistem yang ada; agar dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia secara berkelanjutan.

## **BAB II UPAYA PENGAWETAN**

### **Pasal 3**

Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa dilakukan melalui upaya:

- a. penetapan dan penggolongan yang dilindungi dan tidak dilindungi;
- b. pengelolaan jenis tumbuhan dan satwa serta habitatnya; pemeliharaan dan pengembangbiakan.

## **BAB III PENETAPAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA**

### **Pasal 4**

- (1) Jenis tumbuhan dan satwa ditetapkan atas dasar golongan:
  - a. tumbuhan dan satwa yang dilindungi;
  - b. tumbuhan dan satwa yang tidak dilindungi.
- (2) Jenis-jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf a adalah sebagaimana terlampir dalam Peraturan Pemerintah ini.
- (3) Perubahan dari jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi menjadi tidak dilindungi dan sebaliknya ditetapkan dengan Keputusan Menteri setelah mendapat pertimbangan Otoritas Keilmuan (*Scientific Authority*).

### **Pasal 5**

- (1) Suatu jenis tumbuhan dan satwa wajib ditetapkan dalam golongan yang dilindungi apabila telah memenuhi kriteria:
  - a. mempunyai populasi yang kecil;
  - b. adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam;

- c. daerah penyebaran yang terbatas (endemik).
- (2) Terhadap jenis tumbuhan dan satwa yang memenuhi kriteria sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) wajib dilakukan upaya pengawetan.

#### **Pasal 6**

Suatu jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi dapat diubah statusnya menjadi tidak dilindungi apabila populasinya telah mencapai tingkat pertumbuhan tertentu sehingga jenis yang bersangkutan tidak lagi termasuk kategori jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1).

### **BAB IV**

## **PENGELOLAAN JENIS TUMBUHAN DAN SATWA SERTA HABITATNYA**

### **Bagian Pertama Umum**

#### **Pasal 7**

Pengelolaan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana diatur dalam ketentuan Peraturan Pemerintah ini tidak mengurangi arti ketentuan tentang pengelolaan jenis tumbuhan dan satwa pada kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah yang mengatur mengenai kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam.

#### **Pasal 8**

- (1) Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa dilakukan melalui kegiatan pengelolaan di dalam habitatnya (*in situ*).
- (2) Dalam mendukung kegiatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan kegiatan pengelolaan di luar habitatnya (*ex situ*) untuk menambah dan memulihkan populasi.
- (3) Pengelolaan jenis tumbuhan dan satwa di dalam habitatnya (*in situ*) dilakukan dalam bentuk kegiatan:
  - a. identifikasi;
  - b. inventarisasi;
  - c. pemantauan;
  - d. pembinaan habitat dan populasinya;
  - e. penyelamatan jenis;
  - f. pengkajian, penelitian, dan pengembangannya.
- 4. Pengelolaan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya (*ex situ*) dilakukan dalam bentuk kegiatan:
  - a. pemeliharaan;



- b. pengembangbiakan;
- c. pengkajian, penelitian dan pengembangan;
- d. rehabilitasi satwa;
- e. penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa.

## **Bagian Kedua** **Pengelolaan dalam Habitat (*In Situ*)**

### **Pasal 9**

- (1) Pemerintah melaksanakan identifikasi di dalam habitat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf a untuk kepentingan penetapan golongan jenis tumbuhan dan satwa.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai identifikasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 10**

- (1) Pemerintah melaksanakan inventarisasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf b, untuk mengetahui kondisi populasi jenis tumbuhan dan satwa.
- (2) Inventarisasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi survei dan pengamatan terhadap potensi jenis tumbuhan dan satwa.
- (3) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat dalam pelaksanaan survei dan pengamatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2).
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai inventarisasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 11**

- (1) Pemerintah melaksanakan pemantauan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf c, untuk mengetahui kecenderungan perkembangan populasi jenis tumbuhan dan satwa dari waktu ke waktu.
- (2) Pemantauan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan melalui survei dan pengamatan terhadap potensi jenis tumbuhan dan satwa secara berkala.
- (3) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat dalam pelaksanaan survei dan pengamatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2).
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pemantauan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 12**

- (1) Pemerintah melaksanakan pembinaan habitat dan populasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf d, untuk menjaga keberadaan populasi jenis tumbuhan dan satwa dalam keadaan seimbang dengan daya dukung habitatnya.

- (2) Pembinaan habitat dan populasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan melalui kegiatan:
  - a. pembinaan padang rumput untuk makan satwa;
  - b. penanaman dan pemeliharaan pohon pelindung dan sarang satwa, pohon sumber makan satwa;
  - c. pembuatan fasilitas air minum, tempat berkubang dan mandi satwa;
  - d. penjarangan jenis tumbuhan dan atau populasi satwa;
  - e. penambahan tumbuhan atau satwa asli;
  - f. pemberantasan jenis tumbuhan dan satwa pengganggu.
- (3) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat untuk melaksanakan kegiatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2).
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pembinaan habitat dan populasi tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 13**

- (1) Pemerintah melaksanakan tindakan penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf e, terhadap jenis tumbuhan dan satwa yang terancam bahaya kepunahan yang masih berada di habitatnya.
- (2) Penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan melalui pengembangbiakan, pengobatan, pemeliharaan dan atau pemindahan dari habitatnya ke habitat di lokasi lain.
- (3) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat untuk melakukan tindakan penyelamatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2).
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 14**

- (1) Pemerintah melaksanakan pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (3) huruf f, untuk menunjang tetap terjaganya keadaan genetik dan ketersediaan sumber daya jenis tumbuhan dan satwa secara lestari.
- (2) Pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan melalui pengkajian terhadap aspek-aspek biologis dan ekologis baik dalam bentuk penelitian dasar, terapan dan uji coba.
- (3) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat melaksanakan kegiatan pengkajian, penelitian dan pengembangan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2).

- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Bagian Ketiga** **Pengelolaan di Luar Habitat (*Ex Situ*)**

#### **Pasal 15**

- (1) Pemeliharaan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4) huruf a dilaksanakan untuk menyelamatkan sumber daya genetik dan populasi jenis tumbuhan dan satwa.
- (2) Pemeliharaan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi juga koleksi jenis tumbuhan dan satwa di lembaga konservasi.
- (3) Pemeliharaan jenis di luar habitat wajib memenuhi syarat:
  - a. memenuhi standar kesehatan tumbuhan dan satwa;
  - b. menyediakan tempat yang cukup luas, aman dan nyaman;
  - c. mempunyai dan mempekerjakan tenaga ahli dalam bidang medis dan pemeliharaan.
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pemeliharaan jenis di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

#### **Pasal 16**

- (1) Pengembangbiakan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4) huruf b dilaksanakan untuk pengembangan populasi di alam agar tidak punah.
- (2) Kegiatan pengembangbiakan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan dengan tetap menjaga kemurnian jenis dan keanekaragaman genetik.
- (3) Pengembangbiakan jenis di luar habitatnya wajib memenuhi syarat:
  - a. menjaga kemurnian jenis;
  - b. menjaga keanekaragaman genetik;
  - c. melakukan penandaan dan sertifikasi;
  - d. membuat buku daftar silsilah (*studbook*).
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengembangbiakan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

#### **Pasal 17**

- (1) Pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4) huruf c dilakukan sebagai upaya untuk menunjang tetap terjaganya keadaan

genetik dan ketersediaan sumber daya jenis tumbuhan dan satwa secara lestari.

- (2) Kegiatan pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan melalui pengkajian terhadap aspek-aspek biologis dan ekologis baik dalam bentuk penelitian dasar, terapan dan uji coba.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengkajian, penelitian dan pengembangan jenis tumbuhan dan satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur oleh Menteri.

#### **Pasal 18**

- (1) Rehabilitasi satwa di luar habitatnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4) huruf d dilaksanakan untuk mengadaptasikan satwa yang karena suatu sebab berada di lingkungan manusia, untuk dikembalikan ke habitatnya.
- (2) Rehabilitasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan melalui kegiatan-kegiatan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyakit, mengobati dan memilih satwa yang layak untuk dikembalikan ke habitatnya.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai rehabilitasi satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur oleh Menteri.

#### **Pasal 19**

- (1) Penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa di luar kawasan habitatnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4) huruf e dilaksanakan untuk mencegah kepunahan lokal jenis tumbuhan dan satwa akibat adanya bencana alam dan kegiatan manusia.
- (2) Penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan melalui kegiatan-kegiatan:
  - a. memindahkan jenis tumbuhan dan satwa ke habitatnya yang lebih baik;
  - b. mengembalikan ke habitatnya, rehabilitasi atau apabila tidak mungkin, menyerahkan atau menipkan di Lembaga Konservasi atau apabila rusak, cacat atau tidak memungkinkan hidup lebih baik memusnahkannya.

#### **Pasal 20**

- (1) Pengelolaan di luar habitat jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi hanya dapat dilakukan oleh Pemerintah.
- (2) Pemerintah dapat bekerja sama dengan masyarakat untuk melaksanakan kegiatan pengelolaan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

### **Pasal 21**

- (1) Jenis tumbuhan dan satwa hasil pengelolaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15, Pasal 16, Pasal 17, Pasal 18, dan Pasal 19 dapat dilepaskan kembali ke habitatnya dengan syarat:
  - a. habitat pelepasan merupakan bagian dari sebaran asli jenis yang dilepaskan;
  - b. tumbuhan dan satwa yang dilepaskan harus secara fisik sehat dan memiliki keragaman genetik yang tinggi;
  - c. memperhatikan keberadaan penghuni habitat.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai pelepasan kembali jenis tumbuhan dan satwa ke habitatnya sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur oleh Menteri.

## **BAB V LEMBAGA KONSERVASI**

### **Pasal 22**

- (1) Lembaga Konservasi mempunyai fungsi utama yaitu pengembangbiakan dan atau penyelamatan tumbuhan dan satwa dengan tetap mempertahankan kemurnian jenisnya.
- (2) Di samping mempunyai fungsi utama sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Lembaga Konservasi juga berfungsi sebagai tempat pendidikan, peragaan dan penelitian serta pengembangan ilmu pengetahuan.
- (3) Lembaga Konservasi dapat berbentuk Kebun Binatang, Musium Zoologi, Taman Satwa Khusus, Pusat Latihan Satwa Khusus, Kebun Botani, Herbarium dan Taman Tumbuhan Khusus.
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai Lembaga Konservasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 23**

- (1) Dalam rangka menjalankan fungsinya, Lembaga Konservasi dapat memperoleh tumbuhan dan atau satwa baik yang dilindungi maupun tidak dilindungi melalui:
  - a. pengambilan atau penangkaran dari alam;
  - b. hasil sitaan;
  - c. tukar-menukar;
  - d. pembelian, untuk jenis-jenis yang tidak dilindungi.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara memperoleh tumbuhan dan satwa untuk Lembaga Konservasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur oleh Menteri.

### **Pasal 24**

- (1) Dalam rangka pengembangbiakan dan penyelamatan jenis tumbuhan

dan satwa, Lembaga Konservasi dapat melakukan tukar-menukar tumbuhan atau satwa yang dilindungi dengan lembaga sejenis di luar negeri.

- (2) Tukar-menukar sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus dilakukan dengan jenis-jenis yang nilai konservasinya dan jumlahnya seimbang.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai tukar-menukar sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur oleh Menteri.

## **BAB VI PENGIRIMAN ATAU PENGANGKUTAN TUMBUHAN DAN SATWA YANG DILINDUNGI**

### **Pasal 25**

- (1) Pengiriman atau pengangkutan tumbuhan dan satwa dari jenis yang dilindungi dari dan ke suatu tempat di wilayah Republik Indonesia atau dari dan keluar wilayah Republik Indonesia dilakukan atas dasar izin Menteri.
- (2) Pengiriman atau pengangkutan tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus:
  - a. dilengkapi dengan sertifikat kesehatan tumbuhan dan satwa dari instansi yang berwenang;
  - b. dilakukan sesuai dengan persyaratan teknis yang berlaku.

Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara pengiriman atau pengangkutan jenis tumbuhan dan satwa sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) diatur oleh Menteri.

## **BAB VII SATWA YANG MEMBAHAYAKAN KEHIDUPAN MANUSIA**

### **Pasal 26**

- (1) Satwa yang karena suatu sebab keluar dari habitatnya dan membahayakan kehidupan manusia, harus digiring atau ditangkap dalam keadaan hidup untuk dikembalikan ke habitatnya atau apabila tidak memungkinkan untuk dilepaskan kembali ke habitatnya, satwa dimaksud dikirim ke Lembaga Konservasi untuk dipelihara.
- (2) Apabila cara sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) tidak dapat dilaksanakan, maka satwa yang mengancam jiwa manusia secara langsung dapat dibunuh.
- (3) Penangkapan atau pembunuhan satwa yang dilindungi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) dilakukan oleh petugas yang berwenang.
- (4) Ketentuan lebih lanjut mengenai petugas dan perlakuan terhadap satwa

yang membahayakan kehidupan manusia sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) diatur oleh Menteri.

## **BAB VIII PENGAWASAN DAN PENGENDALIAN**

### **Pasal 27**

- (1) Dalam rangka pengawetan tumbuhan dan satwa, dilakukan melalui pengawasan dan pengendalian.
- (2) Pengawasan dan pengendalian sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan oleh aparat penegak hukum yang berwenang sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- (3) Pengawasan dan pengendalian sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) dilakukan melalui tindakan:
  - a. preventif; dan
  - b. represif.
- (4) Tindakan preventif sebagaimana dimaksud dalam ayat (3) huruf a meliputi:
  - a. penyuluhan;
  - b. pelatihan penegakan hukum bagi aparat-aparat penegak hukum;
  - c. penerbitan buku-buku manual identifikasi jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi dan yang tidak dilindungi.
- (5) Tindakan represif sebagaimana dimaksud dalam ayat (3) huruf b meliputi tindakan penegakan hukum terhadap dugaan adanya tindakan hukum terhadap usaha pengawetan jenis tumbuhan dan satwa.

## **BAB IX KETENTUAN PERALIHAN**

### **Pasal 28**

Dengan ditetapkannya Peraturan Pemerintah ini, maka segala peraturan pelaksanaan peraturan perundang-undangan yang mengatur tentang pengawetan jenis tumbuhan dan satwa yang telah ada sebelum berlakunya Peraturan Pemerintah ini dinyatakan tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan atau belum dicabut atau diganti berdasarkan Peraturan Pemerintah ini.

## **BAB X KETENTUAN PENUTUP**

### **Pasal 29**

Peraturan Pemerintah ini mulai berlaku sejak tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Pemerintah ini dengan penempatannya dalam Lembaran Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
Pada tanggal 27 Januari 1999  
**PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA**

ttd.

**BACHARUDDIN JUSUF HABIBIE**

Diundangkan di Jakarta  
Pada tanggal 27 Januari 1999  
**MENTERI NEGARA SEKRETARIS NEGARA  
REPUBLIK INDONESIA**

ttd.

**AKBAR TANDJUNG**

**TAMBAHAN LEMBARAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 3803**



**PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 7 TAHUN 1999  
TANGGAL 27 JANUARI 1999**

**Jenis-Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi**

No.	Nama Ilmiah	Nama Indonesia
<b>SATWA</b>		
<b>I. MAMALIA (Menyusul)</b>		
1	<i>Anoa depressicornis</i>	Anoa dataran rendah, Kerbau pendek
2	<i>Anoa quarlesi</i>	Anoa pegunungan
3	<i>Arctictis binturong</i>	Binturong
4	<i>Arctonyx collaris</i>	Puluan
5	<i>Babyrousa babyrussa</i>	Babirusa
6	<i>Balaenoptera musculus</i>	Paus biru
7	<i>Balaenoptera physalus</i>	Paus bersirip
8	<i>Bos sondaicus</i>	Banteng
9	<i>Capricornis sumatrensis</i>	Kambing Sumatera
10	<i>Cervus kuhli</i> ; <i>Axis kuhli</i>	Rusa Bawean
11	<i>Cervus</i> spp.	Menjangan, Rusa sambar (semua jenis dari genus <i>Cervus</i> )
12	<i>Cetacea</i>	Paus (semua jenis dari famili <i>Cetacea</i> )
13	<i>Cuon alpinus</i>	Ajag
14	<i>Cynocephalus variegatus</i>	Kubung, Tando, Walangkekes
15	<i>Cynogale bennetti</i>	Musang air
16	<i>Cynopithecus niger</i>	Monyet hitam Sulawesi
17	<i>Dendrolagus</i> spp.	Kanguru pohon (semua jenis dari genus <i>Dendrolagus</i> )
18	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>	Badak Sumatera
19	<i>Dolphinidae</i>	Lumba-lumba air laut (semua jenis dari famili <i>Dolphinidae</i> )
20	<i>Dugong dugon</i>	Duyung
21	<i>Elephas indicus</i>	Gajah
22	<i>Felis badia</i>	Kucing merah

23	<i>Felis bengalensis</i>	Kucing hutan, Meong congkok
24	<i>Felis marmorata</i>	Kuwuk
25	<i>Felis planiceps</i>	Kucing dampak
26	<i>Felis temmincki</i>	Kucing emas
27	<i>Felis viverrinus</i>	Kucing bakau
28	<i>Helarctos malayanus</i>	Beruang madu
29	<i>Hylobatidae</i>	Owa, Kera tak berbuntut (semua jenis dari famili Hylobatidae)
30	<i>Hystrix brachyura</i>	Landak
31	<i>Iomys horsfieldi</i>	Bajing terbang ekor merah
32	<i>Lariscus hosei</i>	Bajing tanah bergaris
33	<i>Lariscus insignis</i>	Bajing tanah, Tupai tanah
34	<i>Lutra lutra</i>	Lutra
35	<i>Lutra sumatrana</i>	Lutra Sumatera
36	<i>Macaca brunnescens</i>	Monyet Sulawesi
37	<i>Macaca maura</i>	Monyet Sulawesi
38	<i>Macaca pagensis</i>	Bokoi, Beruk Mentawai
39	<i>Macaca tonkeana</i>	Monyet jambul
40	<i>Macrogalidea musschenbroeki</i>	Musang Sulawesi
41	<i>Manis javanica</i>	Trenggiling, Peusing
42	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Paus bongkok
43	<i>Muntiacus muntjak</i>	Kijang, Muncak
44	<i>Mydaus javanensis</i>	Sigung
45	<i>Nasalis larvatus</i>	Kahau, Bekantan
46	<i>Neofelis nebulosa</i>	Harimau dahan
47	<i>Nesolagus netscheri</i>	Kelinci Sumatera
48	<i>Nycticebus coucang</i>	Malu-malu
49	<i>Orcaella brevirostris</i>	Lumba-lumba air tawar, Pesut
50	<i>Panthera pardus</i>	Macan kumbang, Macan tutul
51	<i>Panthera tigris sondaica</i>	Harimau Jawa
52	<i>Panthera tigris sumatrae</i>	Harimau Sumatera
53	<i>Petaurista elegans</i>	Cukbo, Bajing terbang
54	<i>Phalanger spp.</i>	Kuskus (semua jenis dari genus Phalanger)
55	<i>Pongo pygmaeus</i>	Orang utan, Mawas
56	<i>Presbitys frontata</i>	Lutung dahi putih
57	<i>Presbitys rubicunda</i>	Lutung merah, Kelasi
58	<i>Presbitys aygula</i>	Surili

59	<i>Presbitys potenzi</i>	Joja, Lutung Mentawai
60	<i>Presbitys thomasi</i>	Rungka
61	<i>Prionodon linsang</i>	Musang congkok
62	<i>Prochidna bruijni</i>	Landak Irian, Landak semut
63	<i>Ratufa bicolor</i>	Jelarang
64	<i>Rhinoceros sondaicus</i>	Badak Jawa
65	<i>Simias concolor</i>	Simpei Mentawai
66	<i>Tapirus indicus</i>	Tapir, Cipan, Tenuk
67	<i>Tarsius</i> spp.	Binatang hantu, Singapuar (semua jenis dari genus <i>Tarsius</i> )
68	<i>Thylogale</i> spp.	Kanguru tanah (semua jenis dari genus <i>Thylogale</i> )
69	<i>Tragulus</i> spp.	Kancil, Pelanduk, Napu (semua jenis dari genus <i>Tragulus</i> )
70	<i>Ziphiidae</i>	Lumba-lumba air laut (semua jenis dari famili <i>Ziphiidae</i> )

## II. AVES (Burung)

71	<i>Accipitridae</i>	Burung alap-alap, Elang (semua jenis dari famili <i>Accipitridae</i> )
72	<i>Aethopyga exima</i>	Jantingan gunung
73	<i>Aethopyga duyvenbodei</i>	Burung madu Sangihe
74	<i>Alcedinidae</i>	Burung udang, Raja udang (semua jenis dari famili <i>Alcedinidae</i> )
75	<i>Alcippe pyrrhoptera</i>	Brencet wergan
76	<i>Anhinga melanogaster</i>	Pecuk ular
77	<i>Aramidopsis plateni</i>	Mandar Sulawesi
78	<i>Argusianus argus</i>	Kuau
79	<i>Bubulcus ibis</i>	Kuntul, Bangau putih
80	<i>Bucerotidae</i>	Julang, Enggang, Rangkong, Kangkareng (semua jenis dari famili <i>Bucerotidae</i> )
81	<i>Cacatua galerita</i>	Kakatua putih besar jambul kuning
82	<i>Cacatua goffini</i>	Kakatua gofin
83	<i>Cacatua moluccensis</i>	Kakatua Seram
84	<i>Cacatua sulphurea</i>	Kakatua kecil jambul kuning
85	<i>Cairina scutulata</i>	Itik liar
86	<i>Caloenas nicobarica</i>	Junai, Burung mas, Minata
87	<i>Casuarius bennetti</i>	Kasuari kecil
88	<i>Casuarius casuarius</i>	Kasuari
89	<i>Casuarius unappendiculatus</i>	Kasuari gelambir satu, Kasuari leher kuning

90	<i>Ciconia episcopus</i>	Bangau hitam, Sandanglawe
91	<i>Colluricincla megarrhyncha</i>	Burung sohabe cokelat
92	<i>Crocius albonotatus</i>	Burung matahari
93	<i>Ducula whartoni</i>	Pergam raja
94	<i>Egretta sacra</i>	Kuntul karang
95	<i>Egretta</i> spp.	Kuntul, Bangau putih (semua jenis dari genus <i>Egretta</i> )
96	<i>Elanus caeruleus</i>	Alap-alap putih, Alap-alap tikus
97	<i>Elanus hypoleucus</i>	Alap-alap putih, Alap-alap tikus
98	<i>Eos histrio</i>	Nuri Sangir
99	<i>Esacus magnirostris</i>	Wili-wili, Uar, Bebek laut
100	<i>Eutrichomyias rowleyi</i>	Seriwang Sangihe
101	<i>Falconidae</i>	Burung alap-alap, Elang (semua jenis dari famili <i>Falconidae</i> )
102	<i>Fregata andrewsi</i>	Burung gunting, Bintayung
103	<i>Garrulax rufifrons</i>	Burung kuda
104	<i>Goura</i> spp.	Burung dara mahkota, Burung titi, Mambruk (semua jenis dari genus <i>Goura</i> )
105	<i>Gracula religiosa mertensi</i>	Beo Flores
106	<i>Gracula religiosa robusta</i>	Beo Nias
107	<i>Gracula religiosa venerata</i>	Beo Sumbawa
108	<i>Grus</i> spp.	Jenang (semua jenis dari genus <i>Grus</i> )
109	<i>Himantopus himantopus</i>	Trulek lidi, Lilimo
110	<i>Ibis cinereus</i>	Bluwok, Walangkadak
111	<i>Ibis leucocephala</i>	Bluwok berwarna
112	<i>Lorius roratus</i>	Bayan
113	<i>Leptoptilos javanicus</i>	Marabu, Bangau tongtong
114	<i>Leucopsar rothschildi</i>	Jalak Bali
115	<i>Limnodromus semipalmatus</i>	Blekek Asia
116	<i>Lophozosterops javanica</i>	Burung kacarnata leher abu-abu
117	<i>Lophura bulweri</i>	Beleang ekor putih
118	<i>Loriculus catamene</i>	Serindit Sangihe
119	<i>Loriculus exilis</i>	Serindit Sulawesi
120	<i>Lorius domicellus</i>	Nori merah kepala hitam
121	<i>Macrocephalon maleo</i>	Burung maleo
122	<i>Megalaima armillaris</i>	Cangcarang
123	<i>Megalaima corvina</i>	Haruku, Ketuk-ketuk
124	<i>Megalaima javensis</i>	Tufung tumpuk, Bultok Jawa
125	<i>Megapodidae</i>	Maleo, Burung gosong (semua jenis dari famili <i>Megapodidae</i> )

126	<i>Megapodius reinwardtii</i>	Burung gosong
127	<i>Meliphagidae</i>	Burung sesap, Pengisap madu (semua jenis dari famili <i>Meliphagidae</i> )
128	<i>Musciscapa ruecki</i>	Burung kipas biru
129	<i>Mycteria cinerea</i>	Bangau putih susu, Bluwok
130	<i>Nectarinidae</i>	Burung madu, Jantingan, Klaces (semua jenis dari famili <i>Nectarinidae</i> )
131	<i>Numenius spp.</i>	Gagajahan (semua jenis dari genus <i>Numenius</i> )
132	<i>Nycticorax caledonicus</i>	Kowak merah
133	<i>Otus migicus beccarii</i>	Burung hantu Biak
134	<i>Pandionidae</i>	Burung alap-alap, Elang (semua jenis dari famili <i>Pandionidae</i> )
135	<i>Paradiseidae</i>	Burung cenderawasih (semua jenis dari famili <i>Paradiseidae</i> )
136	<i>Pavo muticus</i>	Burung merak
137	<i>Pelecanidae</i>	Gangsa laut (semua jenis dari famili <i>Pelecanidae</i> )
138	<i>Pittidae</i>	Burung paok, Burung cacing (semua jenis dari famili <i>Pittidae</i> )
139	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis hitam, Roko-roko
140	<i>Polyplectron malacense</i>	Merak kerdil
141	<i>Probosciger aterrimus</i>	Kakatua raja, Kakatua hitam
142	<i>Psaltria exilis</i>	Glatik kecil, Glatik gunung
143	<i>Pseudibis davisoni</i>	Ibis hitam punggung putih
144	<i>Psitttrichas fulgidus</i>	Kasturi raja, Betet besar
145	<i>Ptilonorhynchidae</i>	Burung namdur, Burung dewata
146	<i>Rhipidura euryura</i>	Burung kipas perut putih, Kipas gunung
147	<i>Rhipidura javanica</i>	Burung kipas
148	<i>Rhipidura phoenicura</i>	Burung kipas ekor merah
149	<i>Satchyris grammiceps</i>	Burung tepus dada putih
150	<i>Satchyris melanothorax</i>	Burung tepus plpi perak
151	<i>Sterna zimmermanni</i>	Dara laut berjambul
152	<i>Sternidae</i>	Burung dara laut (semua jenis dari famili <i>Sternidae</i> )
153	<i>Sturnus melanopterus</i>	Jalak putih, Kaleng putih
154	<i>Sula abbotti</i>	Gangsa batu aboti
155	<i>Sula dactylatra</i>	Gangsa batu muka biru
156	<i>Sula leucogaster</i>	Gangsa batu
157	<i>Sula sula</i>	Gangsa batu kaki merah

158	<i>Tanygnathus sumatranus</i>	Nuri Sulawesi
159	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Ibis putih, Platuk besi
160	<i>Trichoglossus ornatus</i>	Kasturi Sulawesi
161	<i>Tringa guttifer</i>	Trinil tutul
162	<i>Trogonidae</i>	Kasumba, Suruku, Burung luntur
163	<i>Vanellus macropterus</i>	Trulek ekor putih

### III. REPTILIA (Melata)

164	<i>Batagur baska</i>	Tuntong
165	<i>Caretta caretta</i>	Penyu tempayan
166	<i>Carettochelys insculpta</i>	Kura-kura Irian
167	<i>Chelodina novaeguineae</i>	Kura Irian leher panjang
168	<i>Chelonia mydas</i>	Penyu hijau
169	<i>Chitra indica</i>	Labi-labi besar
170	<i>Chlamydosaurus kingii</i>	Soa payung
171	<i>Chondropython viridis</i>	Sanca hijau
172	<i>Crocodylus novaeguineae</i>	Buaya air tawar Irian
173	<i>Crocodylus porosus</i>	Buaya muara
174	<i>Crocodylus siamensis</i>	Buaya siam
175	<i>Dermochelys coriacea</i>	Penyu belimbing
176	<i>Elseya novaeguineae</i>	Kura Irian leher pendek
177	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Penyu sisik
178	<i>Gonycephalus dilophus</i>	Bunglon sisir
179	<i>Hydrasaurus amboinensis</i>	Soa-soa, Biawak Ambon, Biawak pohon
180	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Penyu ridel
181	<i>Natator depressa</i>	Penyu pipih
182	<i>Oritia borneensis</i>	Kura-kura gading
183	<i>Python molurus</i>	Sanca bodo
184	<i>Phyton timorensis</i>	Sanca Timor
185	<i>Tiliqua gigas</i>	Kadal Panan
186	<i>Tomistoma schlegelii</i>	Senyulong, Buaya sapit
187	<i>Varanus borneensis</i>	Biawak Kalimantan
188	<i>Varanus gouldi</i>	Biawak cokelat
189	<i>Varanus indicus</i>	Biawak Maluku
190	<i>Varanus komodoensis</i>	Biawak komodo, Ora
191	<i>Varanus nebulosus</i>	Biawak abu-abu
192	<i>Varanus prasinus</i>	Biawak hijau
193	<i>Varanus timorensis</i>	Biawak Timor
194	<i>Varanus togianus</i>	Biawak Togian

#### IV. INSECTA (Serangga)

195	<i>Cethosia myrina</i>	Kupu bidadari
196	<i>Ornithoptera chimaera</i>	Kupu sayap burung peri
197	<i>Ornithoptera goliath</i>	Kupu sayap burung goliath
198	<i>Ornithoptera paradisea</i>	Kupu sayap burung surga
199	<i>Ornithoptera priamus</i>	Kupu sayap priamus
200	<i>Ornithoptera rotschildi</i>	Kupu burung rotsil
201	<i>Ornithoptera tithonus</i>	Kupu burung titon
202	<i>Trogonotera brookiana</i>	Kupu trogon
203	<i>Troides amphrysus</i>	Kupu raja
204	<i>Troides andromanche</i>	Kupu raja
205	<i>Troides criton</i>	Kupu raja
206	<i>Troides haliphron</i>	Kupu raja
207	<i>Troides helena</i>	Kupu raja
208	<i>Troides hypolitus</i>	Kupu raja
209	<i>Troides meoris</i>	Kupu raja
210	<i>Troides miranda</i>	Kupu raja
211	<i>Troides plato</i>	Kupu raja
212	<i>Troides rhadamantus</i>	Kupu raja
213	<i>Troides riedeli</i>	Kupu raja
214	<i>Troides vandepolli</i>	Kupu raja

#### V. PISCES (Ikan)

215	<i>Homaloptera gymnogaster</i>	Selusur Maninjau
216	<i>Latimeria chalumnae</i>	Ikan raja laut
217	<i>Notopterus</i> spp.	Belida Jawa, Lopis Jawa (semua jenis dari genus <i>Notopterus</i> )
218	<i>Pritils</i> spp.	Pari Sentani, Hiu Sentani (semua jenis dari genus <i>Pritils</i> )
219	<i>Puntius microps</i>	Wader goa
220	<i>Scleropages formosus</i>	Peyang malaya, Tangkelasa
221	<i>Scleropages jardini</i>	Arowana Irian, Peyang Irian, Kaloso

#### VI. ANTHOZOA

222	<i>Anthiphatas</i> spp.	Akar bahar, Korall hitam (semua jenis dari genus <i>Anthiphatas</i> )
-----	-------------------------	---

#### VII. BIVALVIA

223	<i>Birgus latro</i>	Ketam kelapa
224	<i>Cassiss cornuta</i>	Kepala kambing

225	<i>Charonia tritonis</i>	Triton terompet
226	<i>Hippopus hippopus</i>	Kima tapak kuda, Kima kuku beruang
227	<i>Hippopus porcellanus</i>	Kima Cina
228	<i>Nautilus popillius</i>	Nautilus berongga
229	<i>Tachipleus gigas</i>	Ketam tapak kuda
230	<i>Tridacna crocea</i>	Kima kunia, Lubang
231	<i>Tridacna derasa</i>	Kima selatan
232	<i>Tridacna gigas</i>	Kima raksasa
233	<i>Tridacna maxima</i>	Kima kecil
234	<i>Tridacna squamosa</i>	Kima sisik, Kima seruling
235	<i>Trochus niloticus</i>	Troka, Susur bundar
236	<i>Turbo marmoratus</i>	Batu laga, Siput hijau

## TUMBUHAN

### I. PALMAE

237	<i>Amorphophallus decussilvae</i>	Bunga bangkai jangkung
238	<i>Amorphophallus titanum</i>	Bunga bangkai raksasa
239	<i>Borassodendron borneensis</i>	Bindang, Budang
240	<i>Caryota no</i>	Palem raja/Indonesia
241	<i>Ceratolobus glaucescens</i>	Palem Jawa
242	<i>Cystostachys lakka</i>	Pinang merah Kalimantan
243	<i>Cystostachys ronda</i>	Pinang merah Bangka
244	<i>Eugeissona utilis</i>	Bertan
245	<i>Johanneste ijsmaria altifrons</i>	Daun payung
246	<i>Livistona spp.</i>	Palem kipas Sumatera (semua jenis dari genus <i>Livistona</i> )
247	<i>Nenga gajah</i>	Palem Sumatera
248	<i>Phoenix paludosa</i>	Korma rawa
249	<i>Pigafatia filaris</i>	Manga
250	<i>Pinanga javana</i>	Pinang Jawa

### II. RAFFLESIANCEA

251	<i>Rafflesia spp.</i>	Rafflesia, Bunga padma (semua jenis dari genus <i>Rafflesia</i> )
-----	-----------------------	---

### III. ORCHIDACEAE

252	<i>Ascocentrum miniatum</i>	Anggrek kebutan
253	<i>Coelogyne pandurata</i>	Anggrek hitan
254	<i>Corybas fornicatus</i>	Anggrek koribas



255	<i>Cymbidium hartinahianum</i>	Anggrek hartinah
256	<i>Dendrobium catinecloesum</i>	Anggrek karawai
257	<i>Dendrobium d'albertisii</i>	Anggrek albert
258	<i>Dendrobium lasianthera</i>	Anggrek stuberi
259	<i>Dendrobium macrophyllum</i>	Anggrek jamrud
260	<i>Dendrobium ostrinoglossum</i>	Anggrek karawai
261	<i>Dendrobium phalaenopsis</i>	Anggrek larat
262	<i>Grammatophyllum papuanum</i>	Anggrek raksasa Irian
263	<i>Grammatophyllum speciosum</i>	Anggrek tebu
264	<i>Macodes petola</i>	Anggrek ki aksara
265	<i>Paphiopedilum chamberlainianum</i>	Anggrek kasut kumis
266	<i>Paphiopedilum glaucophyllum</i>	Anggrek kasut berbulu
267	<i>Paphiopedilum praestans</i>	Anggrek kasut pita
268	<i>Paraphalaenopsis denevei</i>	Anggrek bulan bintang
269	<i>Paraphalaenopsis laycockii</i>	Anggrek bulan Kalimantan Tengah
270	<i>Paraphalaenopsis serpentilingua</i>	Anggrek bulan Kalimantan Barat
271	<i>Phalaenopsis amboinensis</i>	Anggrek bulan Ambon
272	<i>Phalaenopsis gigantea</i>	Anggrek bulan raksasa
273	<i>Phalaenopsis sumatrana</i>	Anggrek bulan Sumatera
274	<i>Phalaenopsis violacose</i>	Anggrek kelip
275	<i>Renanthera matutina</i>	Anggrek jingga
276	<i>Spathoglottis zurea</i>	Anggrek sendok
277	<i>Vanda celebica</i>	Vanda mungil Minahasa
278	<i>Vanda hookeriana</i>	Vanda pensil
279	<i>Vanda pumila</i>	Vanda mini
280	<i>Vanda sumatrana</i>	Vanda Sumatera

#### IV. NEPENTACEAE

281	<i>Nepenthes</i> spp.	Kantong semar (semua jenis dari genus <i>Nepenthes</i> )
-----	-----------------------	--

#### V. DIPTEROCARPACEAE

282	<i>Shorea stenopten</i>	Tengkawang
283	<i>Shorea stenoptera</i>	Tengkawang
284	<i>Shorea gysberstiana</i>	Tengkawang

285	<i>Shorea pinanga</i>	Tengkawang
286	<i>Shorea compressa</i>	Tengkawang
287	<i>Shorea seminis</i>	Tengkawang
288	<i>Shorea martiana</i>	Tengkawang
289	<i>Shorea mexistopteryx</i>	Tengkawang
290	<i>Shorea beccariana</i>	Tengkawang
291	<i>Shorea micrantha</i>	Tengkawang
292	<i>Shorea palembanica</i>	Tengkawang
293	<i>Shorea lepidota</i>	Tengkawang
294	<i>Shorea singkawang</i>	Tengkawang

### LAMPIRAN III

#### **DASAR HUKUM/PERATURAN PERUNDANGAN PERLINDUNGAN FAUNA DI INDONESIA**

- A = Peraturan Perlindungan Binatang Liar 1931 No. 266
- B = SK. Menteri Pertanian tanggal 26 Agustus 1970 No. 421/Kpts/Um/8/1970
- C = SK. Menteri Pertanian tanggal 29 Juli 1972 No. 327/Kpts/Um/2/1972
- D = SK. Menteri Pertanian tanggal 14 Februari 1973 No. 66/Kpts/Um/2/1973
- E = SK. Menteri Pertanian tanggal 29 Januari 1975 No. 35/Kpts/Um/1/1975
- F = SK. Menteri Pertanian tanggal 21 Februari 1977 No. 90/Kpts/Um/2/1977
- G = SK. Menteri Pertanian tanggal 7 Desember 1977 No. 537/Kpts/Um/12/1977
- H = SK. Menteri Pertanian tanggal 29 Mei 1978 No. 327/Kpts/Um/5/1978
- I = SK. Menteri Pertanian tanggal 2 Desember 1978 No. 742/Kpts/Um/12/1978
- J = SK. Menteri Pertanian tanggal 5 April 1979 No. 247/Kpts/Um/4/1979
- K = SK. Menteri Pertanian tanggal 5 Desember 1979 No. 757/Kpts/Um/12/1979
- L = SK. Menteri Pertanian tanggal 6 Agustus 1980 No. 576/Kpts/Um/8/1980
- M = SK. Menteri Pertanian tanggal 4 Oktober 1980 No. 716/Kpts/Um/10/1980
- N = SK. Menteri Pertanian tanggal 12 Januari 1987 No. 12/Kpts/Um/11/1987
- O = SK. Menteri Pertanian tanggal 5 Februari 1972 No. 54/Kpts/Um/2/1972
- P = Red Data Book (IUCN, 1978)
- Q = SK. Menteri Kehutanan tanggal 10 Juni 1991 No. 310/Kpts-II/1991

## JENIS MAMALIA YANG DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DI INDONESIA

No.	Nama Indonesia	Spesies	Famili	Inggris	Dasar Hukum
1	Ajag	<i>Cuon alpinus</i>	Canidae	Asiatic wild dog	A, Q
2	Anoa dataran rendah	<i>Bubalus depressicornis</i>	Bovidae	Lowland anoa	A, Q
3	Anoa pegunungan	<i>Bubalus quarlesi</i>	Bovidae	Highland anoa	A, Q
4	Babi rusa	<i>Babryoussa babirussa</i>	Suidae	Babyrusa	A, Q
5	Badak Jawa	<i>Rhinoceros sondaicus</i>	Rhinocerotidae	Javan rhino	A, Q
6	Badak Sumatera	<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>	Rhinocerotidae	Sumatran rhino	A, Q
7	Bajing tanah bergaris empat	<i>Lariscus hosei</i>	Sciuridae	Fourstriped ground squirrel	J, Q
8	Bajing tanah, Tupai tanah	<i>Lariscus insignis</i>	Sciuridae	Threestriped ground squirrel	D, Q
9	Bajing terbang ekor	<i>Lomys horsfieldii</i>	Sciuridae	Red tailed flying squirrel	J, Q
10	Bakkol, Beruk mentawai	<i>Macaca pagensis</i>	Cercopithecoidea	Mentawai pigtailed macaque	F, Q
11	Banteng	<i>Bos javanicus</i>	Bovidae	Banteng	A, Q
12	Beruang madu	<i>Helarctos malayanus</i>	Ursidae	Malayan sun bear	D, Q
13	Bintang hantu, Singapur	<i>Tarsius bancanus</i>	Tarsiidae	Tarsier	A, Q
14	Binturong	<i>Arctictis binturong</i>	Viverridae	Binturong	J, Q
15	Cokbo, Bajing terbang	<i>Petaurista elegans</i>	Sciuridae	Spotted giant flying squirrel	D, Q
16	Duyung	<i>Dugong dugon</i>	Dugongidae	Dugong	H, Q
17	Gajah	<i>Elephas maximus</i>	Elephantidae	Asian elephant	A, Q
18	Harimau dahan	<i>Neofelis nebulosa</i>	Felidae	Clouded leopard	D, Q
19	Harimau Jawa	<i>Panthera tigris sondaica</i>	Felidae	Javan tiger	B, Q
20	Harimau Sumatera	<i>Panthera tigris sumatrae</i>	Felidae	Sumatran tiger	C, Q
21	Jaya, Lutung mentawai	<i>Presbytis potenziani</i>	Cercopithecoidea	Mentawai langur	F, Q
22	Jelarang	<i>Ratufa bicolor</i>	Sciuridae	Black giant squirrel	D, Q
23	Kahau	<i>Nasalis larvatus</i>	Cercopithecoidea	Proboscis monkey	A, Q
24	Kambing Sumatera	<i>Capricornis sumatrensis</i>	Bovidae	Sumatran serow	A, Q
25	Kancil, Napu, Pelanduk	<i>Tragulus javanicus</i> <i>Tragulus navu</i>	Tragulidae	Smaller mouse deer large mouse deer	A, Q

26	Kanguru pohon	<i>Debdrolagus dorianus</i>	Macropodidae	Unicolored tree kangaroo	J, Q
27	Kanguru pohon	<i>Dendrolagus inustus</i>	Macropodidae	Grizzled tree kangaroo	J, Q
28	Kanguru pohon	<i>Dendrolagus goodfellowi</i>	Macropodidae	Ornata tree Kangaroo	J, Q
29	Kanguru pohon	<i>Dendrolagus ursinus</i>	Macropodidae	Dusty tree kangaroo	J, Q
30	Kanguru tanah	<i>Thilogale bruijni</i>	Macropodidae	Dusky pademeton	J, Q
31	Kanguru tanah	<i>Dorcopsis muelleri</i>	Macropodidae	Wallaby	B, Q
32	Kanguru tanah	<i>Thylogale stigmatica</i>	Macropodidae	Red legged pademelon	J, Q
33	Kelinci liar sumatera	<i>Nesolagus netscheri</i>	Leporidae	Sumateared rabbit	C, Q
34	Kijang	<i>Muntiacus muntjak</i>	Cervidae	Barking deer	A, Q
35	Klompiau	<i>Hylobates muelleri</i>	Hylobalidae	Grey gibbon	A, Q
36	Krubung, Tando	<i>Cynocephalus variegatus</i>	Cynocphalidae	Flying lemur	D, Q
37	Kucing bakau	<i>Felis bengalensis</i>	Felidae	Fishing cat	J, Q
38	Kucing dampak	<i>Felis</i>	Felidae	Flat headed cat	J, Q
39	Kucing emas	<i>Felis temminckii</i>	Felidae	Golden cat	J, Q
40	Kucing hutan, Meong congkok	<i>Felis bengalensis</i>	Felidae	Leopard cat	D, Q
41	Kucing merah	<i>Felis badia</i>	Felidae	Bornean bay cat	J, Q
42	Kuskus	<i>Phalanger atrimaculatus</i>	Phalangeridae	Black spotted	J, Q
43	Kuskus	<i>Phalanger celebensis</i>	Phalangeridae	Celebes phalanger	J, Q
44	Kuskus	<i>Phalanger ursinus</i>	Phalangeridae	Bear phalanger	J, Q
45	Kuskus	<i>Phalanger orientalis</i>	Phalangeridae	Common phalanger	J, Q
46	Kuskus	<i>Phalanger maculatus</i>	Phalangeridae	Spotted cuscus	J, Q
47	Kuskus	<i>Phalange gymnotis</i>	Phalangeridae	Gray phalanger	J, Q
48	Landak	<i>Hystrix brachyura</i>	Hystriidae	Porcupine	J, Q
49	Landak Irian, Nokdiak	<i>Zaglossus bruijni</i>	Tachyglossidae	Spiny anteater	D, Q
50	Lumba-lumba borneo	<i>Sotalia borneensis</i>	Stonidae	Indonesian white dolphin	E, Q
51	Lumba-lumba botol	<i>Truslops</i> spp.	Delphinidae	Bottle nose dolphin	E, Q
52	Lumba-lumba Cina	<i>Sotalia chinensis</i>	Stonidae	Chinese white dolphin	E, Q
53	Lumba-lumba delphia	<i>Delphinus delphis</i>	Delphinidae	Common dolphin	E, Q
54	Lumba-lumba glgi kasar	<i>Steno bredanensis</i>	Stonidae	Rough toothed dolphin	E, Q

55	Lumba-lumba gramphus	<i>Gramphus griscus</i>	Delphinidae	Bottle nosed gramphus	E, Q
56	Lumba-lumba malaya	<i>Stenella malayana</i>	Stonidae	Malayan dolphin	E, Q
57	Lumba-lumba pemangsa kecil	<i>Peponocephala electra</i>	Delphinidae	Little killer	E, Q
58	Lumba-lumba perut merah	<i>Dolphinus rosaliastris</i>	Delphinidae	Red bellied dolphin	E, Q
59	Lumba-lumba tidak berstrip punggung	<i>Neophocaean phocaenoides</i>	Phocoenidae	Black finless porpoise	E, Q
60	Lumba-lumba timah	<i>Sotalia plumbea</i>	Stonidae	Plumboesus dolphin	E, Q
61	Lumba-lumba trawedl	<i>Orcella brevirostris</i>	Delphinidae	Inrawayd dolphin	E, Q
62	Lutung dahi putih	<i>Presbytis frontata</i>	Cercopitheidae	White fronted leaf monkey	J, Q
63	Lutung merah	<i>Presbytis rubicunda</i>	Cercopitheidae	Maroon leaf monkey	F, Q
64	Lutung surfil	<i>Presbytis aygula</i>	Cercopitheidae	Javan leaf monkey	J, Q
65	Luwak	<i>Felis marmorata</i>	Felidae	Marble cat	D, Q
66	Macan kumbang, macan tutul	<i>Pantherpardus</i>	Felidae	Leopard panther	B, Q
67	Malu-malu/ Kukang	<i>Nicticabus coucang</i>	Lorisidae	Slow loris	D, Q
68	Monyet buntung	<i>Macaca bruescans</i>	Cercopitheidae	Booted macaque	F, Q
69	Monyet dare	<i>Macaca maura</i>	Cercopitheidae	Moor macaque	F, Q
70	Monyet digo	<i>Macaca tonkeana</i>	Cercopitheidae	Tonkean macaque	F, Q
71	Monyet dihe	<i>Macaca nigra</i>	Cercopitheidae	Crested celebes macaque	B, Q
72	Monyet hitam Sutawesi	<i>Cynopithecus niger</i>	Cercopitheidae	Celebes crested macaque	B, Q
73	Musang air	<i>Cynogale bennetti</i>	Viverridae	Otter civet	C, Q
74	Musang congkok	<i>Prionodon linsang</i>	Viverridae	Banded linsang	J, Q
75	Musang Sulawesi	<i>Macrogalidea musschenbrockii</i>	Viverridae	Celebes palm civer	J, Q
76	Orang hutan, Mawas	<i>Pongo pygmaeus</i>	Pongidae	Orang utan	A, Q
77	Owa	<i>Hylobates moloch</i>	Hylobatidae	Silvery gibbon	A, Q
78	Owa tidak berbuntut	<i>Hylobates Agilis</i>	Hylobatidae	Klose gibbon	A, Q
79	Paus	<i>Cetacea</i>	Balaenopteridae	Whale's (all spc)	C, Q
80	Paus bersirip	<i>Balaenoptera physalis</i>	Balaenopteridae	Fin whale, Razorback	H, Q

81	Paus biru	<i>Balaenoptera musculus</i>	Balaenopteridae	Blue whale	H, Q
82	Paus bongkok	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Balaenopteridae	Humpback whale	H, Q
83	Paus paruh angsa	<i>Ziphius cavirostris</i>	Ziphiidae	Cuvier's whale	E, Q
84	Pesut	<i>Orcella</i> sp.	Delphinidae	Mahakam dolphin	E, Q
85	Pulusan	<i>Arctonyx collaris</i>	Mustellidae	Hognose badger	J, Q
86	Rungka, Kedih	<i>Presbytis thomasi</i>	Cercopithecidae	Banded leaf monkey, Thomas leaf monkey	F, Q
87	Rusa	<i>Cervus timorensis</i>	Cervidae	Deer	A, Q
88	Rusa bawean	<i>Hyelaghus kuhlii (Axis kuhlii)</i>	Cervidae	Bawean deer, Kuw's deer	B, Q
89	Sambar	<i>Cervus unicolor</i>	Cervidae	Sambar	A, Q
90	Sarudung	<i>Hylobates lar</i>	Hylobatidae	White handed gibbon	A, Q
91	Sigung, Toledu	<i>Mydaus javanensis</i>	Mustelidae	Malay stink badger	J, Q
92	Simakobu, Simpai mentawai	<i>Simias concolor</i>	Cercopithecidae	Pigtailed langur, Snubnosed monkey	J, Q
93	Tapir, Cipan, Tanuk	<i>Tapirus indicus</i>	Tapiridae	Malay tiger	A, Q
94	Trenggiling	<i>Manis javanica</i>	Manidae	Scaly anteater, Pangolin	A, Q
95	Ungko	<i>Hylobates agilis</i>	Hylobatidae	Darks handed gibbon	A, Q

## JENIS MELATA/REPTILIA YANG DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DI INDONESIA

*(Reptiles Species Protected by the Above Regulation at Indonesia)*

No.	Nama Indonesia	Species	Famili	Inggria	Dasar Hukum
1	Biawak abu-abu	<i>Varanus bengalensis</i>	Varanidae	Grey monitor	H, Q
2	Biawak cokelat	<i>Varanus gouldii</i>	Varanidae	Brown monitor	H, Q
3	Biawak hijau	<i>Varanus parasilus</i>	Varanidae	Green monitor lizard	M, Q
4	Biawak Kalimantan	<i>Varanus vorneensis</i>	Varanidae	Centarus lizard	M, Q
5	Biawak komodo	<i>Varanus komodoensis</i>	Varanidae	Komodo dragon	A, Q
6	Biawak Maluku	<i>Varanus indicus</i>	Varanidae	Indian water monitor	H, Q
7	Biawak timor	<i>Varanus timorensis</i>	Varanidae	Timor lizard	M, Q
8	Biawak togian	<i>Varanus salvator togianus</i>	Varanidae	Togian monitor	H, Q
9	Buaya capit senyulong	<i>Tomistoma schlegelii</i>	Crocodylidae	Malayan gavia, false gavia	H, Q
10	Buaya air tawar Papua	<i>Crocodylus novaeguinae</i>	Crocodylidae	New guinea fresh water crocodile	H, Q

11	Buaya muara	<i>Crocodylus porosus</i>	Crocodylidae	Marsh crocodile	M, Q
12	Buaya slam	<i>Crocodylus siamensis</i>	Crocodylidae	Siamese crocodile	H, Q
13	Bunglon sisir, bunglon raksasa	<i>Gonyocephalus dilophus</i>	Agamidae	Giant chameleon	H, Q
14	Kura-kura	<i>Orlitta borneensis</i>	Emydidae	Aquatic tortoise	H, Q
15	Kura-kura papua	<i>Caretta chelys insculpta</i>	Corotochelidae	Papua tortoise	H, Q
16	Kura-kura papua leher panjang	<i>Chelodina novaguineae</i>	Chelydidae	Long necked tortoise	M, Q
17	Kura-kura papua leher pendek	<i>Eiseya novaguineae</i>	-	Newguinea snapper	M, Q
18	Labi-labi besar	<i>Chitra inica</i>	Trotychdae	Giant fresh water turtle	H, Q
19	Penyu belimbing, penyu raksasa	<i>Dermochelys coriacea</i>	Dermochelyidae	Leather back turtle	H, Q
20	Penyu ridel	<i>Lepidochelys olivacea</i>	-	Grey olive longgerhead	M, Q
21	Penyu tempayan	<i>Caretta caretta</i>	-	Red brown longgerhead	M, Q
22	Sanca bodo	<i>Python molurus</i>	Boidae	Rock python	H, Q
23	Sanca hijau	<i>Chondropython viridis</i>	Boidae	Green python	M, Q
24	Sanca timor	<i>Python timorensis</i>	Boidae	Timor python	M, Q
25	Soa payung	<i>Chlamydosaurus kingi</i>	Agamidae	Collar skin flapped lizard	M, Q
26	Soa-soa	<i>Hydrasaurus ambonensis</i>	Agamidae	Fintailed lizard	D, Q
27	Tuntong	<i>Batagus baska</i>	Emydidae	River terrapin	H, Q
28	Ular kaki empat, blawak panama	<i>Tiliqua gigas</i>	Scincidae	Giant skink	H, Q

## JENIS IKAN/PISCES YANG DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DI INDONESIA

(Fishes Species Protected by the Above Regulation at Indonesia)

No	Nama Indonesia	Species	Famili	Inggris	Dasar Hukum
1	Balida jawa	<i>Notopterus sp.</i>	-	Maninjau loach	M, Q
2	Pari sentani	<i>Pristis sp.</i>	-	Sentani shark	M, Q
3	Peyang Irian	<i>Schlerophages leichardti</i>	-	Dawson river salmon	M, Q
4	Peyang malaya	<i>Schlerophages formosus</i>	-	Asian bonitangue	M, Q
5	Seluser maninjau	<i>Homaloptera gymogaster</i>	-	Maninjau loach	M, Q
6	Wader goa	<i>Puntius microps</i>	-	Maninjau loach	M, Q



**JENIS KERANG/KORAL YANG DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DI INDONESIA**

*(Corals Species Protected by the Above Regulation at Indonesia)*

No	Nama Indonesia	Speeles	Familli	Ingggris	Dasar Hukum
1	Akar bahar, koral hitam	<i>Antiphatos sp.</i>	-	Black coral	N, Q
2	Batu laga, siput hijau	<i>Turbo marmoratus</i>	-	Green snail	N, Q
3	Kepala kambing	<i>Cassia cornuta</i>	-	Giant helmet shell	N, Q
4	Ketam kelapa kuda	<i>Tachypleus gigas</i>	-	Horse shoe crab	N, Q
5	Ketam kelapa	<i>Birgus latro</i>	-	Coconut crab/robber	N, Q
6	Kima besar	<i>Tridacna maxima</i>	-	Small giant clam	N, Q
7	Kima kunia lubang	<i>Tridacna crocea</i>	-	Saffron coloured/ Boring clam	N, Q
8	Kima selatan	<i>Tridacna derasa</i>	-	Shoutern giant clam	N, Q
9	Kima telapak kuda (Kima kuku beruang)	<i>Hippopus hippopus</i>	-	Horse hoof (Bears pawlam)	N, Q
10	Kima cina	<i>Hippopus porcellanus</i>	-	Cina clam	C, Q
11	Kima raksasa	<i>Tridacna gigas</i>	-	Giant clam	N, Q
12	Kima sisik (Kima seruling)	<i>Tridacna squamosa</i>	-	Scaly clam	N, Q
13	Mimi	<i>Tchypuleus tridentatus</i>	-	King crab	N, Q
14	Nautilus berongga	<i>Nautilus pompilus</i>	-	Pearly/Chambered nautilus	N, Q
15	Triton terompet	<i>Cheronia tritonis</i>	-	Triton thrumpet	N, Q
16	Troka, susu bundar	<i>Trochus nikoticus</i>	-	Mother of pearl/Top shell	N, Q

**JENIS SERANGGA YANG DILINDUNGI UNDANG-UNDANG DI INDONESIA**

*(Insects Species Protected by the Above Regulation at Indonesia)*

No.	Nama Indonesia	Speeles	Familli	Ingggris	Daasr Hukum
1	Kupu raja hipolitus	<i>Troides hypolitus</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
2	Kupu raja vandepel	<i>Troides vadepoll</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
3	Kupu sayap burung peri	<i>Ornithoptera chimaera</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q

4	Kupu bidadari	<i>Cethosia myrina</i>	Papilionidae	Nympha butterfly	L, Q
5	Kupu burung fiton	<i>Ornithoptera tithonus</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	M, Q
6	Kupu burung priamus	<i>Ornithoptera priamus</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	M, Q
7	Kupu burung rotsil	<i>Ornithoptera rotschildi</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	M, Q
8	Kupu raja amprisus	<i>Troides amparysus</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
9	Kupu raja halifrom	<i>Troides haliphnon</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
10	Kupu raja helena	<i>Troides helena</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
11	Kupu raja miranda	<i>Troides miranda</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
12	Kupu raja neoris	<i>Troides criton</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
13	Kupu raja noris	<i>Troides meoris</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
14	Kupu raja odromas	<i>Troides andromene</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
15	Kupu raja plato	<i>Troides plato</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
16	Kupu raja radaman	<i>Troides rhadamantus</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
17	Kupu raja ridei	<i>Troides rideii</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
18	Kupu sayap burung goliath	<i>Ornithoptera goliath</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
19	Kupu sayap burung sorga	<i>Ornithoptera paradisea</i>	Papilionidae	Birdwing butterfly	L, Q
20	Kupu tragon	<i>Trogonotera brookiana</i>	Papilionidae	Trogon butterfly	L, Q

## BIOGRAFI PENULIS



**Melati Ferianita Fachrul**, lahir di Jakarta, sampai sekarang sebagai Dosen Tetap Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan (FALTL) Universitas Trisakti, Jakarta. Mengajar mata kuliah Pengelolaan Kualitas Lingkungan, Pengelolaan Sumber Daya Air, Konservasi Lingkungan, Seminar, Pembimbing, dan Penguji Tugas Akhir. Pada tahun 1992–1996, penulis juga sebagai dosen luar biasa S-1 dan D-3

Jurusan Real Estate, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta, mengajar mata kuliah Pengetahuan Lingkungan dan AMDAL. Jabatan akademik saat ini sebagai Lektor Kepala IV-A.

Sebagai instruktur/pengajar pada beberapa pelatihan atau kursus mengenai Pengelolaan Kawasan Pesisir dan Lautan serta pelatihan Pemantauan Kualitas Lingkungan, dan AMDAL.

Memperoleh pendidikan Sarjana Biologi pada Universitas Nasional, Magister Sains bidang Studi Ilmu Perairan Institut Pertanian Bogor, Doctor of Filosofi bidang Teknik Lingkungan Universiti Teknologi Malaysia (UTM).

Pengalaman profesional banyak diperoleh melalui proyek-proyek Penelitian, proyek AMDAL, Pemantauan Kualitas Lingkungan, Pariwisata Bahari, dan sebagainya.

Menulis pada jurnal ilmiah dan sebagai pembicara pada seminar nasional maupun internasional serta mengikuti berbagai pelatihan, baik

di dalam maupun di luar negeri, antara lain di Malaysia, Singapura, Thailand, Korea, Vietnam, Cina, Jepang, dan sebagainya.

Penulis aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah yang diadakan oleh Intergovernmental Oceanographic Commission-Western Pacific (IOC/WESTPAC) UNESCO, Indonesia Water Partnership (IWP), Society for Ecological Restoration International (SER), Environmental Management and Research Association of Malaysia (ENSEARCH).

Buku yang telah diterbitkan adalah

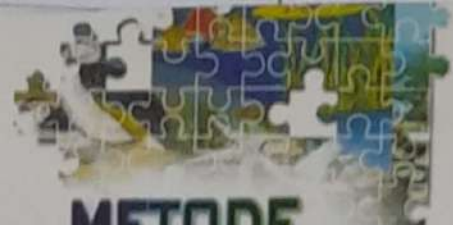
1. AMDAL untuk Real Estate;
2. Pencegahan Erosi Tanah.



Penerbit

**BUMI AKSARA**Menerbitkan Buku-Buku Pelajaran SD, SLTP,  
SMU, Perguruan Tinggi, dan Umum**Kantor Pemasaran:**

■ **CABANG SUMATRA UTARA**, Komp. PWI Krakatau, Jl. Karikatur No. 21, Medan, Telp. (061) 6616202 ■ **Pwk. Medan**, Komp. Wartawan, Jl. Letter Press No. 9, Telp. (061) 6614057 ■ **Pwk. Langkat/Binjai**, Jl. Teuku Amir Hamzah, Perum. Binjai Indah Permai Blok D No. 5, Telp. (061) 8829956 ■ **CABANG RIAU**, Jl. Amilin/Semangka Gg. Deli No. 11 Sukajadi, Pekanbaru, Telp. (0761) 856571 ■ **Pwk. Pekanbaru**, Jl. Amilin/Semangka Gg. Deli No. 11 Sukajadi, Telp. (0761) 856571 ■ **Pwk. Dumai**, Jl. Belimbing Gg. Srikaya No. 6, Kel. Simba Sekampung, Dumai Barat, Telp. (0765) 32810 ■ **Pwk. Tambilahan**, Jl. Batang Tuaka No. 102, Telp. (0768) 22941 ■ **CABANG SUMATRA BARAT**, Jl. Surian No. 2, Lolong, Padang, Telp. (0751) 7050178 ■ **Pwk. Padang**, Jl. Surian No. 2, Lolong, Telp. (0751) 7050178 ■ **Pwk. Bukittinggi**, Jl. Birugo Puhun No. 254, Telp. (0752) 23400 ■ **Pwk. Pariaman**, Jl. Sheek Burhanuddin No. 41 Kel. Karan Aur, Kec. Pariaman Tengah, Kota Pariaman, Telp. (0751) 92919 ■ **Pwk. Solok**, Simpang SGQ Jl. Tandikat No. 3345 D Kel. Enam Suku, Kec. Lubuk Sikana, Telp. (0755) 21464 ■ **CABANG SUMBAGSEL**, Jl. Nurul Iman No. 1839a Rt.50 Sekip Tengah, Palembang, Telp. (0711) 364567 ■ **Pwk. Palembang**, Jl. Proklamasi Kampus (PAM) Blok K 26 No. 1943, Rt. 32, Telp. (0711) 354564 ■ **Pwk. Jambi**, Jl. Slamet Riyadi LRG Empu Ganding/Sukadama Rt. 15/05 No. 06, Kel. Solok Sipin, Kec. Telenapura, Telp. (0741) 669632 ■ **Pwk. Bengkulu**, Jl. Ratu Agung No. 39 Kel. Angkut Bawah Kec. Gading Cempaka, Telp. (0736) 26752 ■ **Pwk. Lampung**, Jl. Pangeran Antasari Gg. Hi Arief No. 28/8, Kel. Kedamaian, Kec. Tanjung Karang Timur, Bandar Lampung, Telp. (0721) 269048 ■ **CABANG JABOTABEK**, Jl. Duren III No. 3, Rawamangun, Jakarta Timur, Telp. (021) 4717027 ■ **Pwk. Jakarta I**, Jl. Tebet Barat Dalam III D No. 6, Jakarta Selatan, Telp. (021) 8297259 ■ **Pwk. Jakarta Part I**, Jl. Duren III No. 3, Rawamangun, Jakarta Timur, Telp. (021) 4717027 ■ **Pwk. Jakarta II**, Jl. Melati Dalam No. 3, Rawamangun, Jakarta Timur, Telp. (021) 9255672, 4757547 ■ **Pwk. Bekasi**, Perumahan Bekasi Permai Blok BI No. 2, Bekasi Timur, Telp. (021) 8805563 ■ **Pwk. Tangerang**, Jl. Prambanan Raya No. 77, Telp. (021) 5510762 ■ **Pwk. Serang**, Jl. Baru Blok F No. 153, Pasir Indah, Telp. (0254) 204224 ■ **Pwk. Bogor**, Jl. Mendut Blok N3 Perumahan Cimanggu Permai I, Kel. Bedung Badak, Kec. Tanah Sereal, Telp. (0251) 317325, 376680 ■ **CABANG JAWA BARAT**, Jl. Ranca Goong No. 19, Bandung, Telp. (022) 7317825 ■ **Pwk. Bandung**, Jl. Ranca Goong No. 19, Telp. (022) 7317825 ■ **Pwk. Purwakarta**, Jl. Flamboyan No. 46, Telp. (0264) 201938 ■ **Pwk. Cirebon**, Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo No. 167, Telp. (0231) 211504 ■ **Pwk. Subang**, Komplek Yayasan Soklat, Jl. Pulau Seram No. 11, Telp. (0260) 413626 ■ **Pwk. Sukabumi**, Jl. Sriwedari No. 44 Rt.06/01 Kel. Selabatu Kec. Cikole, Telp. (0266) 213133 ■ **Pwk. Tasikmalaya**, Komplek Pondok Indah Panglayungan, Jl. Bougenville Blok C2 No. 2, Telp. (0265) 342365 ■ **CABANG JAWA TENGAH dan DIY**, Jl. Ring Road Barat No. 25 D Nogosaren, Nogotirta - Gamping, Sleman, Telp. (0274) 622330 ■ **Pwk. Semarang**, Jl. Cermal Raya No. 5A, Telp. (024) 8444385 ■ **Pwk. Purwokerto**, Jl. Bobosan No. 19 Rt./Rw. 04/01, Telp. (0281) 825536 ■ **Pwk. Kudus**, Perum Kudus Permai, Jl. Permai VII No. 20, Telp. (0291) 431842 ■ **Pwk. Tegal**, Jl. Kutlang No. 49, Kel. Randupingting, Telp. (0283) 320849 ■ **Pwk. Yogyakarta**, Jl. Ring Road Barat No. 25 D Nogosaren, Nogotirta - Gamping, Sleman, Telp. (0274) 622330, 7465457 ■ **Pwk. Solo**, Jl. Puroboyo No. 30 Purbayan Rt. 05/01 Singopuran, Kartosuro, Surakarta, Telp. (0271) 782828 ■ **Pwk. Magelang**, Perum Griya Asri I No. D-4, Telp. (0293) 314039 ■ **CABANG JAWA TIMUR**, Jl. Dukuh Kupang XXXI No. 25, Surabaya, Telp. (031) 5671186 ■ **Pwk. Surabaya**, Jl. Dukuh Kupang XXXI No. 25, Telp. (031) 5671186 ■ **Pwk. Malang**, Perum Bumi Meranti Wangi Blok E/05, Telp. (0341) 480075 ■ **Pwk. Kediri**, Jl. Walis Mulya I No. 17, Telp. (0354) 775841 ■ **Pwk. Madiun**, Jl. Taman Asri Gg. II No. 182, Telp. (0351) 499039 ■ **Pwk. Jember**, Perum. Gunung Batu Blok. GG No. 37, Telp. (0331) 333123 ■ **Pwk. Denpasar**, Perum. Unud No. 61 Manguntur Batu Bulan Gianyar Bali, Telp. (0361) 298983 ■ **CABANG KALIMANTAN TIMUR**, Komp. Perum. Sambutan Permai (ARISCO) Blok AF No. 5, Rt. 21, Samarinda, Telp. (0541) 240423 ■ **Pwk. Samarinda**, Komp. Perum. Sambutan Permai (ARISCO) Blok AF No. 5, Rt. 21, Telp. (0541) 240423 ■ **Pwk. Bontang**, Jl. K.H. Dewantara II No. 91 Rawa Indah Rt. 049 Rw. 019, Telp. (0548) 28755 ■ **Pwk. Balikpapan**, Komp. Perusda II Bukit Damai Lestari 2 Blok E No. 3, Telp. (0542) 877495 ■ **CABANG SULAWESI SELATAN**, Jl. Poros Malino No. 86 B Sungguminasa - Gowa, Telp. (0411) 8220526 ■ **Pwk. Makassar**, Perumahan Bumi Permata Hijau, Jl. Sultan Alauddin Blok A6 No. 6, Telp. (0411) 865817 ■ **Pwk. Pare-Pare**, Jl. Baumassepe Lumpeu, Kec. Bacukiki (Samping Jembatan Timbang), Telp. (0421) 25151 ■ **Pwk. Bulukumbah**, Jl. Abdul Karim No. 32, Telp. (0413) 82094 ■ **Pos Manado**, Jl. Manguni VIII BTN PUSKOPAD Blok D No. 60 Perkami, Telp. (0431) 854377



# METODE SAMPLING BIOEKOLOGI

*"Dengan membaca buku ini, berarti pikiran Anda dibawa ke arah penguasaan ilmu tentang proses penelitian yang ideal."*

*"Menelaah buku ini, berarti Anda mempersiapkan diri menjadi peneliti yang andal."*



*Dr. Melati Ferianita Fachrul*

Pengambilan sampel bukanlah hal yang mudah, karena hal itu dipengaruhi oleh banyak faktor. Untuk memperoleh sampel yang representatif diperlukan teknik yang tepat sehingga dapat menggeneralisasikan seluruh populasi.

Komprensif dan sistematis, itulah metode pengambilan sampel yang tersaji, sehingga buku ini dapat dijadikan pemandu untuk para peneliti ekologi, pemantauan kualitas lingkungan berupa satwa liar, biota perairan, serta ekosistem pesisir pantai. Dilengkapi dengan uraian cerdas mengenai analisis vegetasi dalam ekologi tumbuhan, membuat buku ini semakin pantas Anda miliki.

**B**eliau sosok yang sangat profesional. Banyak menimba ilmu pengetahuan terutama yang berkenaan dengan teknik lingkungan, baik di dalam maupun di luar negeri. Berprofesi sebagai seorang dosen, sekaligus instruktur Pengelolaan Kawasan Pesisir dan Lautan serta pelatihan Pemantauan Kualitas Lingkungan, dan AMDAL. Sebagai seorang akademisi, ia telah memberi warna tersendiri dalam dunia ilmu pengetahuan Indonesia, khususnya di bidang lingkungan hidup.

ISBN (13) 978-979-010-065-7

ISBN (10) 979-010-065-5



9 789790 100657  
Metode Sampling Bioekologi