

# **Panduan Praktikum Ekologi Dasar**

## **Tim Penulis:**

Dr. Eddy Nurtjahya, M.Sc.; Eka Sari, S.Si.; Ade Lia Putri, S.Si.

## **Editor:**

Dr. Eddy Nurtjahya, M.Sc.; Eka Sari, S.Si.

## **Gambar dan Foto:**

Aditya Ningrum; Agussalim dan Widyaiswara; Anonim a; Anonim b; Anonim c; Anonim d; Anonim e; Anonim f; Anonim g; Anonim h; Anonim i; Anonim j; Anonim k; Anonim l; Anonim m; Anonim n; Anonim o; Anonim p; Anonim q; Anonim r; Anonim s; Anonim t; Cavanihac; Christina; Debbi Arisandi; Eka Sari; Jhon; Mahasiswa Agroteknologi Angkatan Kedelapan, Mahasiswa Biologi Angkatan Keenam; Marinebio; Ramdan; Renfrewshire; Mega Ruslan; Setiadi dan Muhadiono; Silverside; Siti Nuraini, Sukajiyah; Susanti; Tsukii; Wikipedia; Yesi Afriani; Yunadevi; Yuniarti *et al.*\*

## **Desain Kulit Muka:**

Eka Sari, S.Si

Januari 2013

\* Ditulis berdasarkan abjad

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga Panduan Praktikum Ekologi Dasar dapat diselesaikan dengan baik. Panduan Praktikum Ekologi Dasar ini disusun untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa yang mengikuti praktikum Ekologi Dasar di Jurusan Biologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi. Panduan ini merupakan pengembangan lebih lanjut dari panduan yang sebelumnya disusun oleh Ade Lia Putri, S.Si. dan panduan ini mulai digunakan pada tahun 2013. Panduan ini diharapkan dapat memberi bekal dasar teori dan petunjuk-petunjuk untuk kelancaran pelaksanaan praktikum. Tujuan pelaksanaan praktikum Ekologi Dasar adalah agar mahasiswa dapat mengetahui, mempelajari dan memahami beberapa konsep ekologi dan ekosistem serta komponen-komponen di dalamnya.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan panduan praktikum ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Terima kasih dan semoga bermanfaat.

Balunijuk, 20 Januari 2013

Penyusun

## TATA TERTIB PRAKTIKUM

### A. Umum:

1. Setiap praktikan diwajibkan mengikuti semua acara praktikum. Jika berhalangan hadir diwajibkan mengikuti prosedur perizinan yang berlaku di Universitas Bangka Belitung.
2. Jika dengan sangat terpaksa tidak dapat mengikuti satu atau sebagian mata acara praktikum, praktikan wajib melaporkan kepada Pembimbing Praktikum untuk mendapatkan waktu pengganti atau tugas pengganti yang akan diberikan oleh asisten praktikum.

### B. Ketertiban Alat

1. Setiap praktikan dimohon bekerja hati-hati.
2. Kerusakan atau kehilangan akibat kecerobohan praktikan menjadi tanggungjawab yang bersangkutan atau kelompok yang bersangkutan dengan pilihan mengganti alat yang sama (fungsi dan kualitasnya) atau bentuk uang.
3. Laporan disampaikan pada hari kejadian dan diselesaikan paling lambat dalam waktu satu bulan setelah kejadian.
4. Pembimbing praktikum wajib mengecek keutuhan dan kelengkapan alat yang digunakan sesuai praktikum.
5. Peralatan dan bahan-bahan praktikum yang telah selesai digunakan harus segera dikembalikan ke laboratorium tempat meminjam.
6. Peralatan dan bahan-bahan praktikum yang dibawa kelapangan tidak boleh dibawa pulang jika sudah selesai digunakan dan harus segera dikembalikan hari itu juga atau selambat-lambatnya satu hari setelah peralatan dan bahan-bahan tersebut selesai digunakan.
7. Peralatan dan bahan praktikum yang dipinjam menjadi tanggung jawab penuh setiap kelompok mahasiswa.
8. Ketidaktertiban administrasi dan/atau penggantian alat yang rusak atau pecah menyebabkan nilai praktikum yang ditunda.

### **C. Pelaksanaan Praktikum**

1. Praktikan diwajibkan menggunakan jas lab jika praktikum dilakukan di Laboratorium. Bagi praktikan yang tidak menggunakan jas lab. tidak diperkenankan untuk ikut praktikum.
2. Para mahasiswa harus datang tepat pada waktunya, sehingga ketika praktikum dimulai semua sudah hadir di dalam ruang praktikum atau di lapangan.
3. Peralatan dan bahan-bahan praktikum harus sudah dipersiapkan sebelum praktikum dilaksanakan.
4. Bila praktikum dilakukan di lapangan maka mahasiswa harus membawa perlengkapan pribadi seperti jas hujan, payung, topi, obat-obatan, serta pakaian dan sepatu yang sesuai.
5. Hasil praktikum didiskusikan satu minggu setelah kegiatan praktikum dan dibuat dalam bentuk laporan yang dikumpulkan satu minggu setelah kegiatan diskusi.

### **D. Nilai Praktikum**

1. Bobot nilai praktikum adalah 25% dari total mata kuliah.
2. Nilai praktikum 100% terdiri dari: kehadiran (10%); pretest (10%); diskusi (15%); laporan (30%) dan ujian akhir (35%).
3. Praktikan yang tidak mengumpulkan laporan mendapat nilai **NOL** untuk mata praktikum tersebut.

### **E. Laporan Praktikum**

1. Hasil praktikum didiskusikan satu minggu setelah kegiatan praktikum dan dibuat dalam bentuk laporan yang dikumpulkan satu minggu setelah kegiatan diskusi.
2. Laporan praktikum ditulis oleh setiap praktikan sekalipun pada beberapa acara, materi praktikum dilakukan per kelompok
3. Laporan praktikum ditulis di atas kertas A-4 (bukan folio atau F4) dan ditulis tangan (bukan diketik komputer/mesin ketik)

4. Sistematika laporan praktikum sebagai berikut:

- a) Cover praktikum
- b) Halaman pengesahan
- c) Pendahuluan
  - Latar belakang
  - Tujuan
- d) Tinjauan Pustaka (minimal 3 lembar)
- e) Bahan dan Metode
  - Waktu dan tempat
  - Alat dan bahan
  - Prosedur kerja
- f) Hasil dan pembahasan (deskripsi atau uraian, gambar, tabel, grafik dan analisis lain)
- g) Kesimpulan
- h) Daftar Pustaka (minimal 4 pustaka)
- i) Lampiran (foto-foto kegiatan praktikum)

# DAFTAR ISI

## Halaman

TATA TERTIB PRAKTIKUM .....	iii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
Praktikum 1 Pengenalan Alat .....	1
Praktikum 2 Ekosistem Terrestrial dan Akuatik .....	2
Praktikum 3 Siklus Biogeokimia 1 (Siklus Karbon dan Oksigen) .....	8
Praktikum 4 Siklus Biogeokimia 2 (Siklus Hidrologi) .....	11
Praktikum 5 Faktor-Faktor Pembatas 1 (Perbedaan Lingkungan Tempat Tumbuh dan Mikroklimat terhadap Pertumbuhan Tanaman) .....	14
Praktikum 6 Faktor-Faktor Pembatas 2 (Kondisi Fisik, Kimia dan Biologi Air) .....	17
Praktikum 7 Populasi 1 (Pendugaan Cacing Tanah dan Organisme Pelapuk Bahan Organik) .....	22
Praktikum 8 Populasi 2 (Mesofauna Tanah) .....	25
Praktikum 9 Populasi 3 (Mikroba Tanah) .....	33
Praktikum 10 Komunitas 1 (Persaingan Intraspesifik dan Interspesifik) .....	37
Praktikum 11 Komunitas 2 (Pengaruh Allelopati Jenis Tanaman terhadap Perkecambahan) .....	41
Praktikum 12 Komunitas 3 (Analisis Vegetasi dengan Metode Kuadrat) .....	44
Praktikum 13 Ekosistem Air Tawar .....	51
Praktikum 14 Ekosistem Air Rawa .....	55
Praktikum 15 Ekosistem Air Laut .....	58
Praktikum 16 Ekosistem Estuari .....	61
Praktikum 17 Bertahan Hidup ( <i>Surviving</i> ) .....	64
Praktikum 18 Ekosistem Buatan (Kunjungan ke <i>Bangka Botanical Garden</i> ) .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	68

## DAFTAR TABEL

		Halaman
1	Hasil praktikum pengenalan alat .....	1
2	Komponen abiotik ekosistem terestrial .....	6
3	Komponen abiotik ekosistem akuatik .....	6
4	Komponen biotik ekosistem .....	7
5	Pengamatan piramida makanan pada ekosistem terestrial dan akuatik .....	7
6	Hasil pengamatan siklus siklus karbon terhadap toples (G1-G4) selama 7 hari dengan perlakuan gelap .....	10
7	Hasil pengamatan siklus karbon terhadap toples (T1-T4) selama 7 hari dengan perlakuan terang .....	10
8	Hasil pengamatan evaporasi lahan terbuka dan lahan ternaungi	12
9	Hasil pengamatan transpirasi daun di lahan terbuka dan lahan ternaungi .....	13
10	Pengamatan lingkungan tempat tumbuh terhadap tanaman kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai, kacang tanah selama 4 minggu di tempat .....	16
11	Pengamatan lingkungan tempat tumbuh terhadap tanaman kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai, kacang tanah selama 8 minggu	16
12	Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air di beberapa lokasi	18
13	Populasi dan biomasa cacing tanah pada beberapa lokasi dengan empat perlakuan larutan .....	24
14	Organisme pelapuk bahan organik yang berasal dari tumbuhan	24
15	Rata-rata jumlah semut dan <i>Collembola</i> per m <sup>2</sup> tanah di hutan lindung, lahan pasca tambang (TI) hutan lindung, kebun karet, lahan pasca tambang (TI) kebun karet, kebun lada, dan lahan pascatambang (TI) kebun lada .....	26
16	Hasil pengamatan warna tanah di lahan pasca tambang dan lahan non-tambang pada kedalaman tertentu .....	28
17	Hasil pengamatan <i>bulk density</i> pada kedalaman 0 - 20 dan 20 - 40 cm di lokasi pengamatan .....	29
18	Hasil pengamatan kondisi mikroklimat pada sepuluh titik sampel	29
19	Jumlah jenis mesofauna tanah pada sepuluh perangkap sumuran	32
20	Populasi mikroba tanah di hutan dan lahan bekas tambang pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm .....	36
21	Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman kacang hijau dan jagung dengan berbagai perlakuan .....	40

22	Hasil pengamatan pertumbuhan perkecambahan biji kacang hijau dan biji jagung dengan beberapa macam ekstrak tumbuhan .....	43
23	Luas petak minimum dari tahun 2005, 2010 dan 2012 di beberapa daerah di Pulau Bangka .....	44
24	Spesies dominan, famili dominan, indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks <i>richness</i> , dan indeks <i>evenness</i> tahun 2005, 2010, 2011, dan 2012 di Pulau Bangka .....	45
25	Hasil pengamatan KSA .....	48
26	Hasil pengamatan jumlah individu, jumlah jenis dan jumlah famili di hutan dan lahan pasca tambang timah .....	49
27	Analisis vegetasi tumbuhan di hutan/ lahan pasca tambang timah .....	50
28	Hasil pengukuran kondisi iklim mikro di hutan dan di lahan pasca tambang timah .....	50
29	Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air tawar di beberapa lokasi .....	53
30	Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air rawa di beberapa lokasi .....	57
31	Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air laut di beberapa lokasi .....	60
32	Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air estuari di beberapa lokasi .....	63
33	Hasil pengamatan film yang berjudul "Bertahan Hidup ( <i>Surviving</i> )"	65



## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

1	Ilustrasi dari tingkatan organisasi ekologi .....	2
2	Peta konsep ekologi dan ekosistem .....	3
3	Jaring-jaring makanan .....	4
4	Piramida makanan .....	4
5	Contoh ekosistem terestrial di hutan Jada Bahrin .....	5
6	Contoh ekosistem perairan di sekitar Kampus Universitas Bangka Belitung .....	5
7	Siklus karbon dan siklus oksigen di alam .....	8
8	Toples praktikum siklus karbon .....	9
9	Siklus hidrologi di alam .....	11
10	Pengukuran mikroklimat .....	13
11	Contoh ekosistem perairan .....	18
12	Foto beberapa spesies mikroalga Chlorophyta .....	19
13	Foto beberapa spesies mikroalga Cyanophyta .....	19
14	Foto beberapa spesies mikroalga Chrysophyta .....	20
15	Foto beberapa spesies mikroalga Euglenophyta .....	20
16	Foto-foto zooplankton .....	21
17	<i>Munsell Soil Colour Chart</i> .....	27
18	Garis transek perangkap sumuran dan cuplikan tanah .....	30
19	Modifikasi corong Barlesc .....	31
20	Perangkap sumuran .....	31
21	Alat corong kering Barlesc-Tulgren .....	31
22	Ilustrasi pola tanam kacang hijau dan jagung .....	39
23	Ilustrasi petak kurva spesies area .....	46
24	Contoh herbarium kering .....	49
25	Contoh ekosistem air rawa di daerah Air Anyer, Kecamatan Merawang .....	56
26	Contoh ekosistem air laut di daerah Air Anyer, Kecamatan Merawang .....	59
27	Perairan estuari .....	61
28	Kegiatan wawancara mahasiswa/wi di perkebunan sayuran organik di <i>Bangka Botanical Garden</i> .....	66

# Praktikum 1

## Pengenalan Alat

### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah untuk mengetahui alat-alat laboratorium yang berhubungan dengan materi ekologi dasar dan memahami cara penggunaannya.

### Landasan Teori

Alat laboratorium merupakan benda yang digunakan dalam kegiatan laboratorium kimia yang dapat dipergunakan berulang-ulang (Widhy 2009). Pengenalan alat-alat laboratorium merupakan materi awal yang harus dilakukan agar praktikan memahami cara penggunaan alat-alat tersebut. Pengenalan tersebut juga diperuntukkan agar tidak terjadi kesalahan dalam penggunaan alat terhadap praktikum selanjutnya dan menghindari terjadi kecelakaan, baik terhadap alat maupun praktikan sendiri. Beberapa alat yang sering digunakan dalam praktikum Ekologi Dasar, meliputi: thermometer; thermohigrometer; soil tester; lux meter dan lain sebagainya.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah: thermometer; thermohigrometer; soil tester; lux meter, *global positioning sistem* (GPS), EC meter, TDS meter, pH meter; DO meter, DO kit meter, TOC meter, turbidity meter, refraktometer, saltmeter, salttester, *total suspended solid* (TSS), *secchi disk*, tongkat berskala, *current meter*, *plankton net*, *water sample* dan mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah air dan tanah.

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu: alat-alat praktikum yang diperlukan dipersiapkan di atas meja, alat-alat tersebut digunakan sesuai dengan instruksi dari asisten atau dosen praktikum dan informasi yang didapatkan disesuaikan dengan tabel pengamatan (Tabel 1).

Tabel 1 Hasil praktikum pengenalan alat

No	Nama alat	Foto	Fungsi	Cara penggunaan
1				
2				
3				
4				
5				
dst				

## Praktikum 2

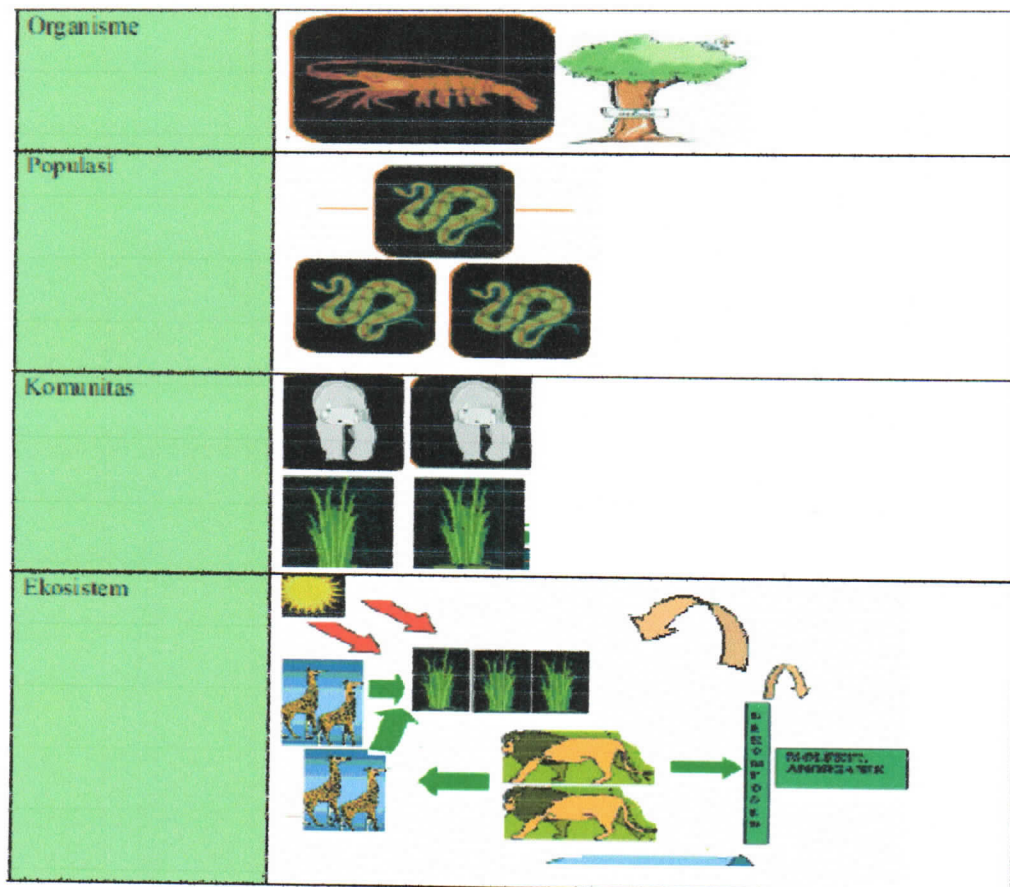
### Ekosistem Terrestrial dan Akuatik

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah mengenal komponen-komponen yang terdapat di dalam ekosistem dan kedudukannya dalam ekosistem tersebut.

#### Landasan Teori

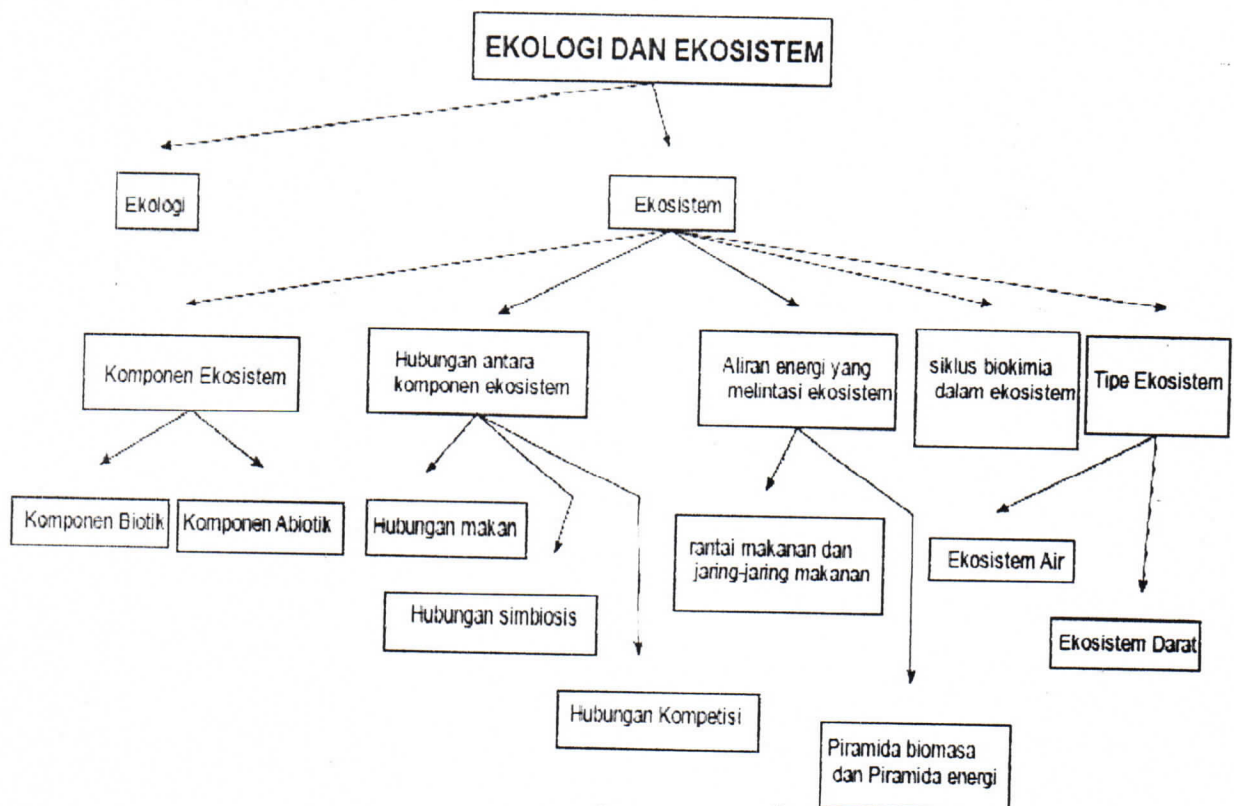
Ekologi merupakan gabungan dari dua kata dalam Bahasa Yunani yaitu *oikos* berarti rumah dan *logos* berarti ilmu atau pelajaran. Secara etimologis ekologi berarti ilmu tentang makhluk hidup dan rumah tangganya. Dengan kata lain defenisi dari ekologi ialah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Pratikno & Sunarsih 2010). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia (1982), ekosistem adalah tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi. Secara sederhana ekosistem adalah suatu sistem yang di dalamnya terdapat interaksi antara faktor-faktor biotik dan abiotik (Gambar 1).



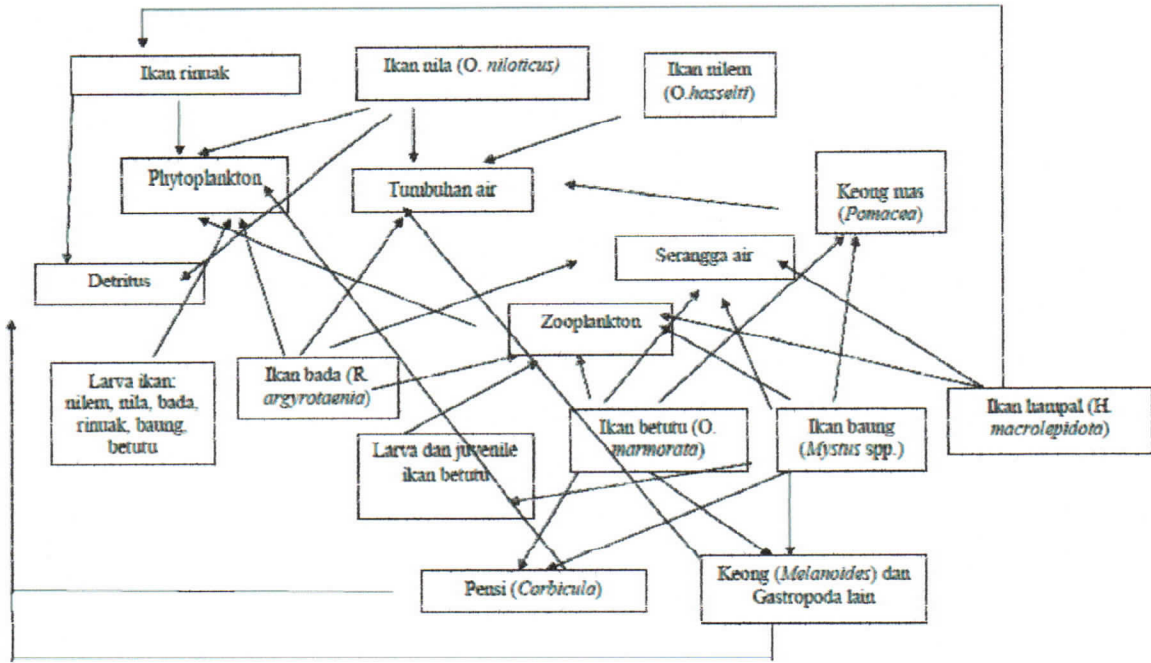
Gambar 1 Ilustrasi dari tingkatan organisasi ekologi (Anonim a tanpa tahun)

Komponen penyusun ekosistem terdiri dari faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik terdiri dari suhu, air, kelembapan, cahaya, angin, ketinggian tempat, tanah dan lain sebagainya, sedangkan faktor biotik adalah makhluk hidup yang terdiri dari manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroba (Hairiah *et al.* 2010). Peta konsep ekosistem dapat dilihat pada Gambar 2. Hubungan antara komponen biotik dalam ekosistem biasanya membuat keterkaitan dalam sistem rantai makanan. Beberapa rantai makanan yang saling berhubungan membentuk jaring-jaring kehidupan (Gambar 3). Tim IAD (2012) menyatakan bahwa penurunan jumlah/energi pada setiap tingkat tropik dalam rantai makanan disebut piramida makanan (Gambar 4)

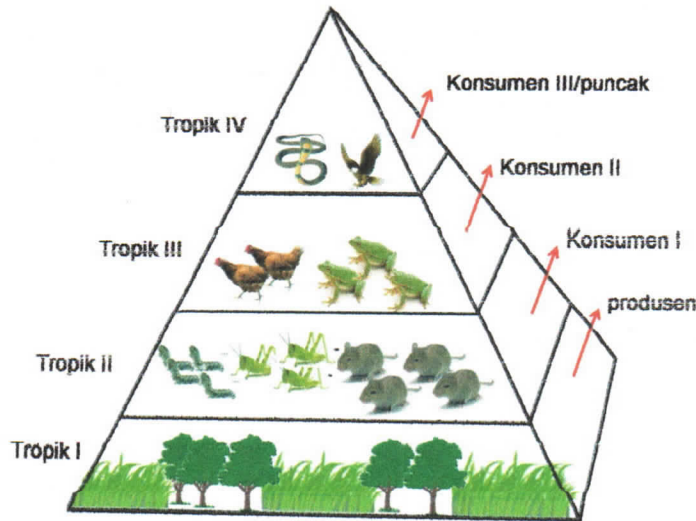
Menurut Odum (1983), struktur ekosistem terdiri dari beberapa indikator yang menunjukkan keadaan dari sistem ekologi pada waktu dan tempat tertentu. Beberapa penyusun struktur ekosistem antara lain adalah densitas (kecepatan), biomas, materi, energi, dan faktor-faktor fisik-kimia lain yang mencirikan keadaan sistem tersebut. *Fungsi* ekosistem menggambarkan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam sistem.



Gambar 2 Peta konsep ekologi dan ekosistem (Anonim t tanpa tahun)



Gambar 3 Jaring-jaring makanan (Yuniarti et al. 2010)



Gambar 4 Piramida makanan (Sukajiyah 2012)

Berdasarkan jenisnya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Menurut Irwan (2010), ekosistem terestrial merupakan suatu tipe ekosistem yang sebagian besar lingkungan fisiknya berupa daratan (Gambar 5), sedangkan ekosistem akuatik merupakan suatu tipe ekosistem yang sebagian lingkungan fisiknya berupa air (Gambar 6). Ekosistem darat dapat dibedakan menjadi sejumlah bioma, sedangkan ekosistem perairan dapat dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.



Gambar 5 Contoh ekosistem terestrial di hutan Jada Bahrin (Siti Nuraini 2013)



Gambar 6 Contoh ekosistem perairan di sekitar Kampus Universitas Bangka Belitung (Yesi Afriani 2013)

**Alat dan bahan**

Alat yang digunakan adalah GPS, termohigrometer, thermometer, pH meter, *soil tester*, *lux meire*, sedangkan obyek yang diamati berupa komponen biotik dan komponen abiotik.

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, terdiri atas:

1. Ekosistem terestrial dan ekosistem akuatik yang akan diamati yaitu ekosistem di sekitar kampus, dicatat titik koordinat lokasi pengamatan menggunakan GPS dan difoto lokasi pengamatan.
2. Beberapa komponen abiotik yang harus diukur yaitu: suhu udara<sup>#</sup>, kelembaban udara<sup>#</sup>, suhu tanah<sup>#</sup>, kelembaban tanah<sup>#</sup>, pH tanah<sup>#</sup>, suhu air<sup>\*</sup>, pH air<sup>\*</sup> dan intensitas cahaya<sup>#</sup> (Tabel 2; Tabel 3).
3. Setiap komponen biotik pada ekosistem terestrial dan ekosistem akuatik dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 4), kemudian difoto untuk dibuatkan rantai makanan, jaring-jaring makanan dan piramida makanan.
4. Pembuatan piramida makanan dilakukan dengan menghitung jumlah jenis tumbuhan dan hewan di masing-masing ekosistem (Tabel 5), setelah itu membuat piramida makanan (Gambar 4)

Keterangan= <sup>#</sup> terestrial; <sup>\*</sup> akuatik

Tabel 2 Komponen abiotik ekosistem terestrial

Lokasi	Ujangan	Titik koordinat	Parameter komponen abiotik					
			Suhu (°C)		Kelembaban (%)		pH tanah	Intensitas cahaya (Klx)
			Udara	Tanah	Udara	Tanah		
I	1							
	2							
	3							
II	1							
	2							
	3							

Tabel 3 Komponen abiotik ekosistem akuatik

Lokasi	Ujangan	Titik koordinat	Parameter komponen abiotik				
			Suhu (°C)		Kelembaban udara (%)	pH air	Intensitas cahaya (Klx)
			Udara	Air			
I	1						
	2						
	3						
II	1						
	2						
	3						

Tabel 4 Komponen biotik ekosistem .....(terrestrial/akuatik)

Lokasi	Ulangan	Titik koordinat	Tumbuhan			Hewan		
			Lokal	Botani	Famili	Lokal	Botani	Famili
Dst...								

Tabel 5 Pengamatan piramida makanan pada ekosistem terrestrial dan akuatik

Ekosistem	Nama lokal	Nama botani	Jumlah jenis	Kedudukan dalam ekosistem*
Terrestrial	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	Dst			
Akuatik	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	Dst			

Keterangan: Dst= dan seterusnya; \*diisi dengan (produsen, konsumen tingkat 1, konsumen tingkat 2, konsumen tingkat 3)



## Praktikum 3

### Siklus Biogeokimia 1 (Siklus Karbon dan Oksigen)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini untuk mempelajari hubungan antara produsen dan konsumen di dalam ekosistem, serta mempelajari siklus karbon dan siklus oksigen.

#### Landasan Teori

Siklus biogeokimia atau siklus organikanorganik adalah siklus unsur atau senyawa kimia yang mengalir dari komponen abiotik ke biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Siklus unsur-unsur tersebut tidak hanya melalui organisme, tetapi juga melibatkan reaksi kimia dalam lingkungan abiotik sehingga disebut siklus biogeokimia. Siklus-siklus tersebut antara lain: siklus air, siklus oksigen, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus sulfur. Di sini hanya akan dibahas 3 macam siklus, yaitu: siklus karbon, siklus oksigen dan siklus hidrologi (Anonim b tanpa tahun).

Siklus karbon dan siklus oksigen melibatkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Menurut Ni'mah *et al.* (2013), karbon dioksida diserap dan dilepaskan kembali ke atmosfer dengan berbagai cara. Salah satu proses penyerapan karbon di daratan dilakukan oleh tanaman. Melalui tanaman, karbon dioksida diserap dan digunakan dalam proses fotosintesis. Dalam proses tersebut dihasilkan bahan organik, yang apabila dioksidasi akan menghasilkan kembali karbon dioksida. Penyerapan karbon dioksida akan lebih banyak pada tanaman yang masih dalam masa pertumbuhan. Selain menghasilkan bahan organik, dalam fotosintesis juga dihasilkan oksigen yang dilepaskan ke udara. Oksigen ini kemudian digunakan oleh manusia dan hewan untuk melakukan respirasi dan menghasilkan karbon dioksida yang dilepaskan kembali ke atmosfer (Gambar 7).



Gambar 7 Siklus karbon dan siklus oksigen di alam (Anonim b tanpa tahun)

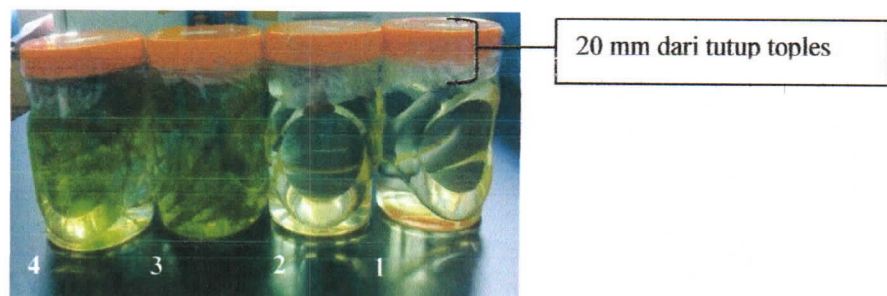
## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa toples, alat pembuatan larutan bromtimol biru (labu ukur, botol sampel, spatula dan sebagainya), kamar gelap. Bahan yang digunakan berupa: larutan bromtimol biru, air, *Hydrilla* sp. dan siput air (*Lymnaea* sp.)

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum ini, adalah sebagai berikut:

1. Setiap kelompok menyiapkan 8 buah toples minimal 500 mL dengan ukuran yang sama, dimana 4 toples akan digunakan untuk perlakuan di tempat gelap (G1, G2, G3, G4) dan 4 toples akan digunakan untuk perlakuan di tempat terang (T1, T2, T3, T4).
2. Masing-masing toples diisi air dengan volume sama banyak dengan ketinggian 20 mm di bawah mulut toples.
3. Larutan bromtimol biru ditambahkan ke masing-masing tabung sebanyak 10 – 20 tetes dan dihomogenkan.
4. Toples G1/T1 berisi air (kontrol); G2/T2 berisi *Lymnaea* sp.; G3/T3 berisi *Hydrilla* sp. dan G4/T4 berisi *Lymnaea* sp. + *Hydrilla* sp. (Gambar 8).
5. Toples ditutup rapat-rapat.
6. Hari pertama letakkan toples (G1-G4) di tempat yang gelap, sementara (T1-T4) di tempat yang terang dan diamati.
7. Hari kedua, toples di masing-masing tempat ditukar, yaitu toples (G1-G4) di tempat terang dan toples (T1-T4) di tempat gelap, kemudian diamati.
8. Lakukan pertukaran tempat setiap harinya hingga hari ketujuh. Setiap kegiatan praktikum didokumentasikan.
9. Data pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 6; Tabel 7). Pengamatan terdiri dari warna air di setiap toples dan keadaan *Lymnaea* sp. dan *Hydrilla* sp. dan buatlah gambar siklus karbon dan siklus oksigen.



Gambar 8 Toples prsktikum siklus karbon: 1). Air (kontrol); 2). *Lymnaea* sp.; 3). *Hydrilla* sp. dan 4). *Lymnaea* sp.+*Hydrilla* sp. (Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013)

Tabel 6 Hasil pengamatan siklus siklus karbon terhadap toples (G1-G4) selama 7 hari dengan perlakuan gelap

Pengamatan hari	Tempat	Perlakuan tempat gelap			
		G1	G2	G3	G4
Pertama*	Gelap				
Kedua	Terang				
Ketiga	Gelap				
Keempat	Terang				
Kelima	Gelap				
Keenam	Terang				
Ketujuh	Gelap				

Keterangan: \* hari pertama belum ada pertukaran tempat; G= gelap

Tabel 7 Hasil pengamatan siklus karbon terhadap toples (T1-T4) selama 7 hari dengan perlakuan terang

Pengamatan hari	Tempat	Perlakuan tempat gelap			
		T1	T2	T3	T4
Pertama*	Terang				
Kedua	Gelap				
Ketiga	Terang				
Keempat	Gelap				
Kelima	Terang				
Keenam	Gelap				
Ketujuh	Terang				

Keterangan: \* hari pertama belum ada pertukaran tempat; T= Terang

## Praktikum 4

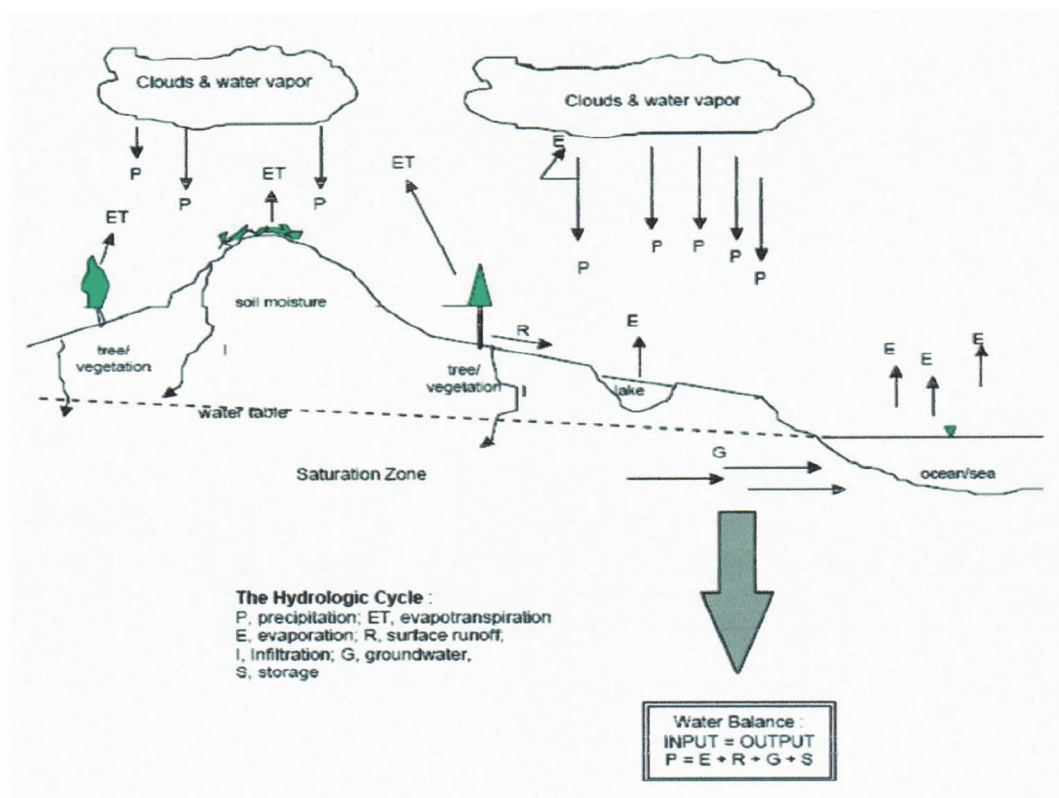
### Siklus Biogeokimia 2 (Siklus Hidrologi)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah mempelajari siklus hidrologi secara sederhana.

#### Landasan Teori

Ramdan (2010) menyatakan bahwa hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus-menerus tiada henti-hentinya. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (sleet), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda, yaitu evaporasi/transpirasi, infiltrasi/perkolasi ke dalam tanah dan air permukaan (Gambar 9).



Gambar 9 Siklus hidrologi di alam (Ramdan 2010)

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri dari: baskom merah dengan ukuran yang sama, gelas ukur 1 L, gelas ukur 100 mL, botol air minum minimal 5 galon ukuran 10 L, sedangkan bahan yang digunakan air mineral galon, plastik transparan ukuran 1 kg, dan tali nilon putih.

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum ini, terdiri dari:

### 1. Pengukuran evaporasi

- Enam buah baskom masing-masing diisi dengan air sebanyak 2 liter air (Gambar 10) dari air mineral galon (jangan air isi ulang).
- Letakkan ketiga baskom tersebut di tiga tempat berbeda (3 baskom di lahan terbuka dan 3 baskom lainnya di lahan ternaungi)
- Peletakan pertama baskom di lokasi pada pukul 07.00 WIB
- Pengukuran pengurangan air dilakukan di ketiga baskom tersebut pada pukul 09.00, 12.00, dan 16.00. Gunakan gelas ukur 100 mL untuk mengukur air. Air yang sisa menguap dihitung dengan cara mengurangi volume awal dengan volume akhir.
- Setiap selesai pengukuran, air di baskom diganti lagi dengan yang baru hingga volumenya menjadi 2 liter dan lakukan pengukuran pada waktu pengamatan berikutnya.
- Data dimasukkan ke dalam Tabel 8.
- Setiap kegiatan praktikum didokumentasikan.
- Buatlah gambar siklus hidrologi dari hasil pengamatanmu.

Tabel 8 Hasil pengamatan evaporasi lahan terbuka dan lahan ternaungi

Ulangan	Waktu pengamatan (WIB)	Lahan terbuka (ml)	Lahan ternaungi (ml)
1	Pagi (09.00)		
	Siang (12.00)		
	Sore (16.00)		
2	Pagi (09.00)		
	Siang (12.00)		
	Sore (16.00)		
3	Pagi (09.00)		
	Siang (12.00)		
	Sore (16.00)		

## 2. Pengukuran transpirasi daun

- Tumbuhan yang sama dipilih sebanyak 3 jenis di lahan terbuka dan 3 jenis di lahan tertutup
- Daun ke-3 ditentukan dari pucuk dan dipilih daun dengan pertumbuhan terbaik (warna hijau, tidak terserang penyakit). Pilih 3 buah daun pada cabang yang berbeda sebagai ulangan. Lakukan di lahan terbuka dan lahan ternaungi.
- Daun dibungkus (Gambar 9) dengan plastic transparan ukuran 1 kg dan diikat dengan tali nilon putih dan pangkal daun di selotip untuk menjaga agar air transpirasi tidak keluar.
- Daun dibungkus mulai dari jam 08.00 wib dan biarkan selama 8 jam.
- Tali nilon putih dibuka secara hati-hati setelah 8 jam, kemudian air dimasukkan ke dalam gelas ukur dan catat volumenya
- Laju transpirasi daun dihitung dengan membagi volume air yang didapat dengan luas daun dan dibagi delapan jam untuk mendapatkan laju transpirasi per jam.
- Data pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 9).
- Setiap kegiatan praktikum didokumentasikan

$$\text{Rumus: } \frac{\text{Volume air}}{\text{Luas daun}} = \text{total transpirasi daun (X)}$$

$$\text{Laju transpirasi perjam} = \frac{X}{8}$$



Gambar 10 Pengukuran mikroklimat: a). pengukuran evaporasi air dan b). pengukuran transpirasi daun (Mahasiswa/wi Agroteknologi Angkatan Kedelapan 2013)

Tabel 9 Hasil pengamatan transpirasi daun di lahan terbuka dan lahan ternaungi

Lokasi	Ulangan	Vol air transpirasi (ml)	Luas daun (cm <sup>2</sup> )	Total transpirasi daun (ml/cm <sup>2</sup> )	Laju transpirasi perjam (ml/jam)
Lahan terbuka	1				
	2				
	3				
Lahan ternaungi	1				
	2				
	3				

## Praktikum 5

### Faktor-Faktor Pembatas 1 (Perbedaan Lingkungan Tempat Tumbuh dan Mikroklimat terhadap Pertumbuhan Tanaman)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum, yaitu:

1. Mempelajari perbedaan pertumbuhan tanaman yang disimpan di ruangan terbuka dan ruangan tertutup.
2. Mengetahui hubungan antara faktor mikroklimat terhadap pertumbuhan tanaman.

#### Landasan Teori

Liebig adalah seorang pionir yang mempelajari pengaruh berbagai faktor pada pertumbuhan tanaman. Liebig menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman tergantung pada beberapa faktor mineral jumlah minimum. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Minimum Liebig. Maksud dari pernyataan tersebut adalah bahwa jumlah bahan utama yang dibutuhkan apabila mendekati keadaan minimum kritis cenderung menjadi pembatas. Ditambahkannya bahwa cahaya, suhu, zat makanan dan unsur-unsur utama menyebabkan hilangnya vegetasi pada ketinggian tertentu di pegunungan atau hilangnya beberapa tumbuhan dalam wilayah yang dinaungi (Rohmani 2013).

Suatu organisme dalam mempertahankan hidupnya dapat ditentukan oleh kekurangan atau kelebihan (kuantitatif dan kualitatif) beberapa faktor yang mendekati batas toleransinya. Bukan hanya dalam jumlah sedikit atau rendah yang bersifat membatasi tetapi juga dalam jumlah yang berlebihan atau tinggi. Kisaran minimum merupakan batas toleransi digambarkan sebagai Hukum Toleransi Shelford (1913). Dengan mengetahui kisaran toleransi suatu organisme dapat diketahui keberadaan dan penyebaran (distribusi) organisme tersebut (Heddy & Kurniati 1996).

Dengan menggabungkan konsep hukum minimum dan konsep toleransi, maka dapat dipahami konsep faktor pembatas (*limiting factor*). Faktor pembatas dapat diartikan sebagai keadaan yang mendekati atau melampaui ambang batas toleransi suatu kondisi. Faktor pembatas suatu organisme mencakup kisaran minimum atau maksimum dari faktor-faktor abiotik suatu ekosistem, misalnya: suhu, cahaya, pH yang terlalu rendah (minimum) atau terlalu tinggi (maksimum). Faktor lingkungan yang penting dalam setiap ekosistem berbeda beda seperti: di darat (sinar, suhu dan air); di laut (sinar, suhu dan salinitas); di perairan tawar (kandungan oksigen). Faktor fisik lainnya, selain disebutkan di atas adalah kekeruhan, warna dan bau (Rohmani 2013).

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa: ember (penyiram tanaman), sekop, thermometer, termohigrometer, *lux metre*, *colour chart*, *soil tester*, millimeter blok, oven, penggaris, sedangkan bahan yang digunakan berupa polybag, biji kacang hijau, biji kacang kedelai, tanah dan air.

## Prosedur Kerja

### 1. Pengaruh perbedaan lingkungan tempat tumbuh

- a. Polybag yang sudah berisi tanah hitam disiapkan, kemudian biji sebanyak 1 biji kacang hijau, kacang tanah, kacang kedelai, kacang merah dimasukkan ke dalam masing-masing polybag tersebut kemudian diletakkan di tempat terbuka.
- b. Ulangan untuk masing-masing kacang sebanyak 4 kali ulangan
- c. Kegiatan diulangi lagi seperti cara (a) untuk diletakkan di tempat yang tertutup
- d. Pada polybag yang diletakkan di tempat tertutup dilakukan penyiraman setiap hari (pagi dan sore), sedangkan pada polybag di tempat terbuka tidak perlu dilakukan penyiraman.
- e. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai minggu keempat
- f. Parameter yang diamati adalah jumlah biji yang tumbuh, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, warna daun, berat basah (tajuk dan akar), berat kering (tajuk dan akar), sedangkan faktor lingkungan yang diukur adalah suhu dan kelembaban udara.
- g. Dalam mengukur luas daun digunakan kertas millimeter blok.
- h. Data pengamatan dimasukkan ke dalam Tabel 10.
- i. Setiap kegiatan praktikum didokumentasikan.

### 2. Pengaruh faktor iklim terhadap pertumbuhan tanaman

- a. Kegiatan yang sama pada praktikum di atas (a-c) dilakukan, namun tanaman yang digunakan adalah kacang hijau.
- b. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai mulai terbentuknya fase generatif tanaman (7-8 minggu)
- c. Parameter yang diamati adalah jumlah biji yang tumbuh, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, sedangkan faktor lingkungan yang diukur adalah suhu dan kelembaban udara, suhu dan kelembaban tanah, pH tanah dan intensitas cahaya. Data pengamatan dimasukkan ke dalam Tabel 11.
- d. Setiap kegiatan praktikum didokumentasikan.



Tabel 10 Pengamatan lingkungan tempat tumbuh terhadap tanaman kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai, kacang tanah selama 4 minggu di tempat ..... (dipilih "terbuka atau tertutup)

Hari ke-	Minggu ke-	Parameter pengamatan	KH			KM			KD			KT		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	Suhu udara (°C)												
		Kelembaban udara (%)												
		Jumlah biji yang tumbuh (butir)												
		Tinggi tanaman (cm)												
		Jumlah daun (helai)												
		Panjang daun (cm)												
		Lebar daun (cm)												
		Warna daun (cm)												
		Bobot basah akar*												
		Bobot basah tajuk*												
		Bobot kering akar*												
		Bobot kering tajuk*												
		Kadar air akar (%)*												
		Kadar air tajuk (%)*												
Dst	Dst	Dst												

Keterangan: KH= kacang hijau; KM= kacang merah; KD= kacang kedelai; KT= kacang tanah \* = dilakukan setelah hari terakhir minggu keempat; Dst= dan seterusnya

Rumus perhitungan kadar air = ( bobot basah-bobot kering)/ bobot basah x 100%

Tabel 11 Pengamatan lingkungan tempat tumbuh terhadap tanaman kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai, kacang tanah selama 8 minggu

Hari ke-	Minggu ke-	Parameter pengamatan	KH			KM			KD			KT		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	Suhu udara (°C)												
		Kelembaban udara (%)												
		Kelembaban udara (%)												
		Suhu tanah (°C)												
		Kelembaban tanah (%)												
		pH tanah												
		Intensitas cahaya (klx)												
		Jumlah biji yang tumbuh (butir)												
		Tinggi tanaman (cm)												
		Jumlah daun (helai)												
		Panjang daun (cm)												
		Lebar daun (cm)												
		Luas daun (cm <sup>2</sup> )												
		Warna daun (cm)												
Dst	Dst	Dst												

Keterangan: KH= kacang hijau, KM= kacang merah, KD= kacang kedelai, KT= kacang tanah, \* = dilakukan setelah hari terakhir minggu keempat; Dst= dan seterusnya

## Praktikum 6

### Faktor-Faktor Pembatas 2 (Kondisi Fisik, Kimia dan Biologi Air)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum adalah mengetahui kondisi fisik kimia air dari beberapa ekosistem perairan.

#### Landasan Teori

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan digunakan masyarakat untuk berbagai kegiatan sehari-hari, termasuk kegiatan pertanian, perikanan, peternakan, industri, pertambangan, rekreasi, olah raga dan sebagainya (Raini *et al.* 2004). Faktor lingkungan abiotik secara garis besarnya dapat dibagi atas faktor iklim, fisika dan kimia. Faktor fisika di air, terdiri dari: warna, temperatur, cahaya, kecerahan, kekeruhan, arus dan daya hantar listrik. Adapun faktor kimia di air, antara lain: kadar oksigen terlarut, pH, alkalinitas, kesadahan, BOD, COD, unsur-unsur dan zat organik terlarut, sedangkan lingkungan biotik bagi organisme adalah organisme lain yang juga terdapat di habitatnya (Suin 2002 *diacu dalam* Silalahi 2009).

Ekosistem air yang terdapat di daratan (*inland water*) secara umum dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu perairan lentik dan perairan lotik. Perairan lentik disebut sebagai perairan tenang, contohnya: danau, rawa, waduk, telaga dan sebagainya. Perairan lotik disebut juga perairan arus deras, contohnya: sungai, kanal, kali, parit dan sebagainya. Perbedaan utama antara perairan lentik dan lotik adalah dalam kecepatan arus air. Perairan lentik mempunyai kecepatan arus lambat, serta terjadi akumulasi massa air yang berlangsung dengan cepat (Barus 2001 *diacu dalam* Silalahi 2009).

#### Alat dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang digunakan terdiri dari: pH meter, TSS, TDS meter, TOC meter, BOD meter, COD meter, EC meter, DO meter, *secchi disk*, *turbidity meter*, jaring plankton; botol sampel, spektrofotometri serapan atom (SSA), mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah: bahan preparasi sampel untuk analisa kandungan logam berat (aquades, HNO<sub>3</sub>, HCl, larutan standar logam), air *kolong* timah (Gambar 10), air sungai, air sumur dan air tambak ikan/udang (Gambar 11).

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Sampel air untuk uji fisik kimia air dimasukkan ke dalam botol sampel. Pengumpulan plankton dengan jaring plankton dan dimasukkan ke botol sampel.
2. Sampel air tersebut diuji fisika (warna, bau, suhu, kekeruhan), kimia (pH, TSS, TDS, TOC, DO, BOD, COD, daya hantar listrik, kandungan logam berat) dan biologi (fitoplankton dan zooplankton). Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 12).
3. Pengamatan terhadap fitoplankton (Gambar 12-15) dan zooplankton (Gambar 15) disesuaikan dengan panduan praktikum. Lokasi pengambilan sampel dan semua kegiatan praktikum didokumentasikan.

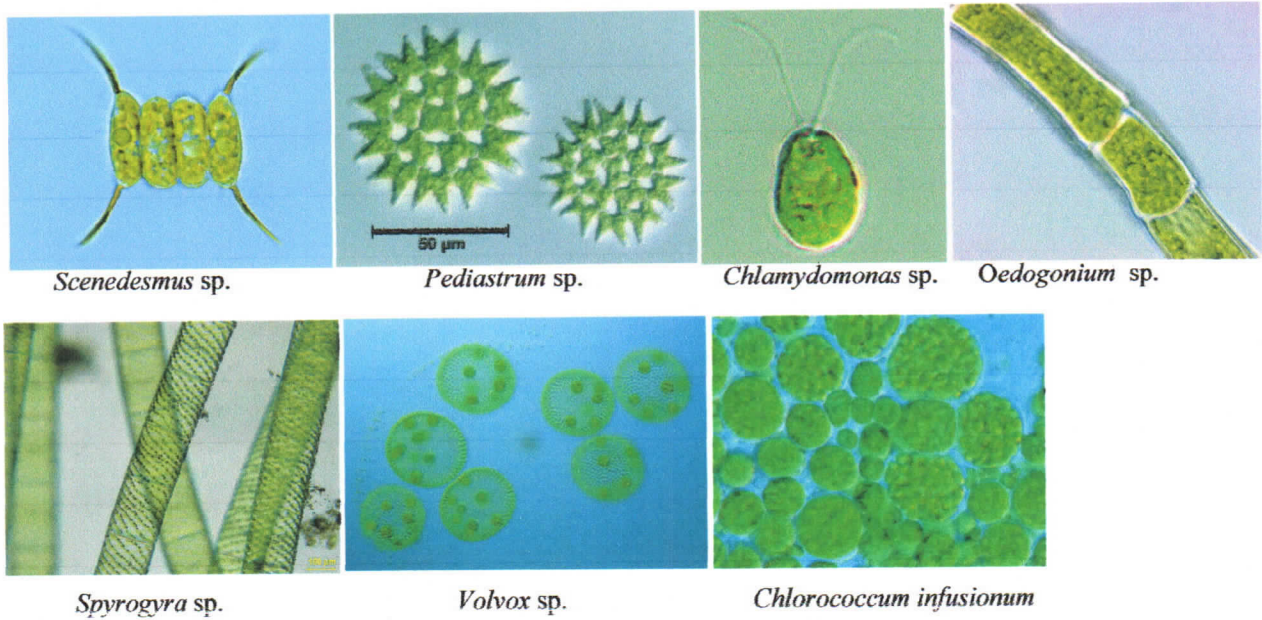


Gambar 11 Contoh ekosistem perairan: a). air *kolong* timah; b). bekas air tambak (Mahasiswa/wi Agroteknologi Angkatan Kedelapan 2013)

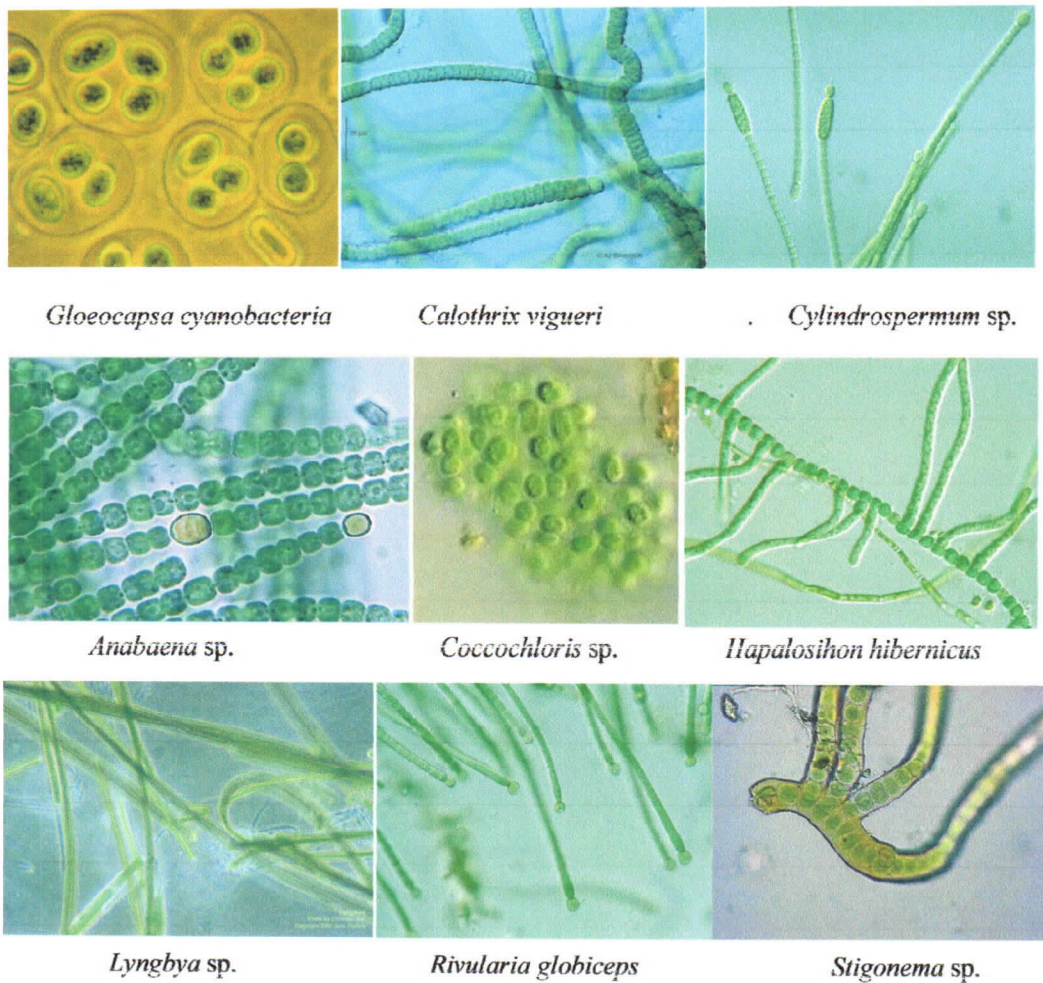
Tabel 12 Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air di beberapa lokasi

No	Parameter	Lokasi pengamatan			
		Sumur	Sungai	Air kolong	Air Tambak
1	Warna				
2	Bau				
3	Suhu ( $^{\circ}$ C)				
4	Kekeruhan air (NTU)				
5	pH				
6	TSS (mg/L)				
7	Dissolved oxygen (mg/L)				
8	Total organic carbon (mg/l.)				
9	Daya hantar listrik (mS)				
10	Total dissolved solid (mg/l.)				
11	Chemical oxygen demand (mg/L)				
12	Biological oxygen demand (mg/L)				
13	Kandungan logam berat (ppm)				
	Pb				
	Cu				
14	Zn				
	Fitoplankton				
15	- Jumlah				
	- Nama spesies				
15	Zooplankton				
	- Jumlah				
	- Nama spesies				

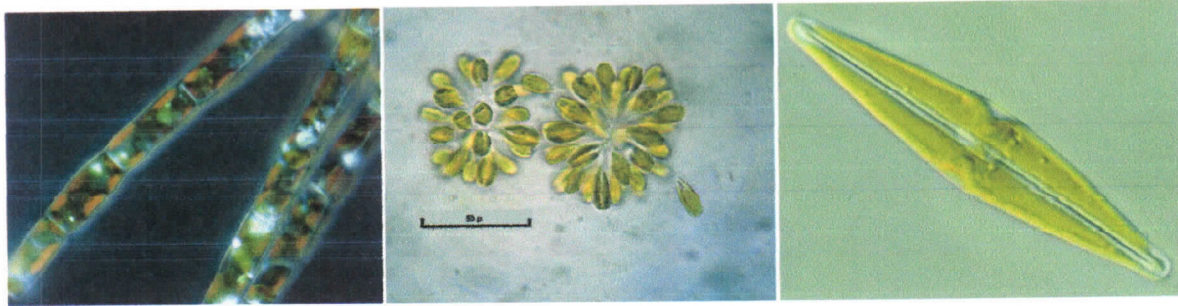
**Jenis-Jenis Fitoplankton**



Gambar 12 Foto beberapa spesies mikroalga Chlorophyta (Anonim c, d, e, f, g tanpa tahun).



Gambar 13 Foto beberapa spesies mikroalga Cyanophyta (Anonim h, i, j, k tanpa tahun; Jhon 2002; Christina 2003; Tsukii 2004a; Tsukii 2004b; Silverside 2010)



*Tribonema* sp.

*Synura uvella*

*Navicula* sp.



*Pinnularia* sp.

*Cyclotella* sp.

Gambar 14 Foto beberapa spesies mikroalga Chrysophyta (Anonim l, m tanpa tahun; Renfrewshire 2000; Cavanihac 2007)



*Euglena gracilis*

*Aesthion longicauda*

*Colacium* spp.



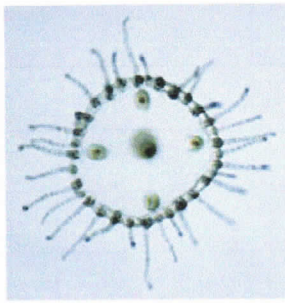
*Cryptomonas* sp.

*Phacus* sp.

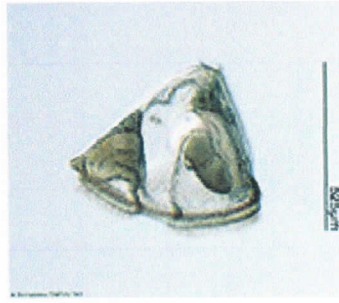
*Lepocinlis* sp.

Gambar 15 Foto beberapa spesies mikroalga Euglenophyta (Anonim o, p, q tanpa tahun)

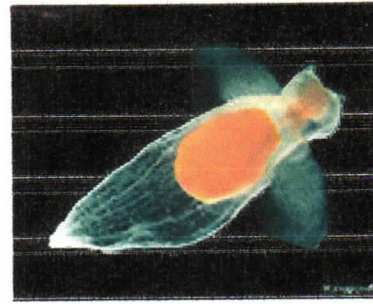
**Jeni-Jenis Zooplankton**



(Jellyfish larva) *Obelia sp.*



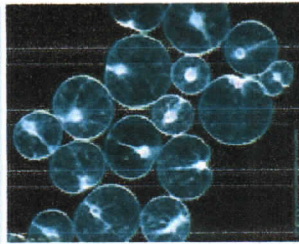
Pteropod *Cliona limacina*



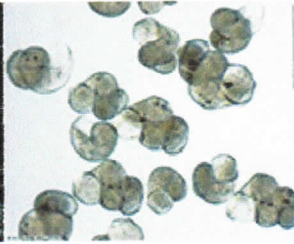
(Bryozoan) *Cyphonaute* larva



Copepod *Acartia tranteri*



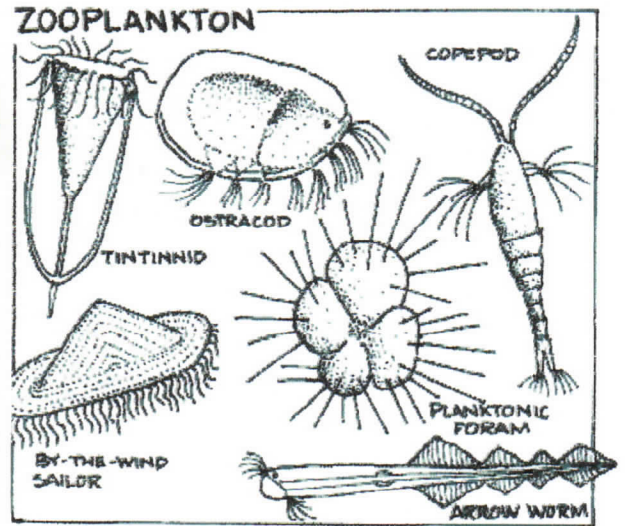
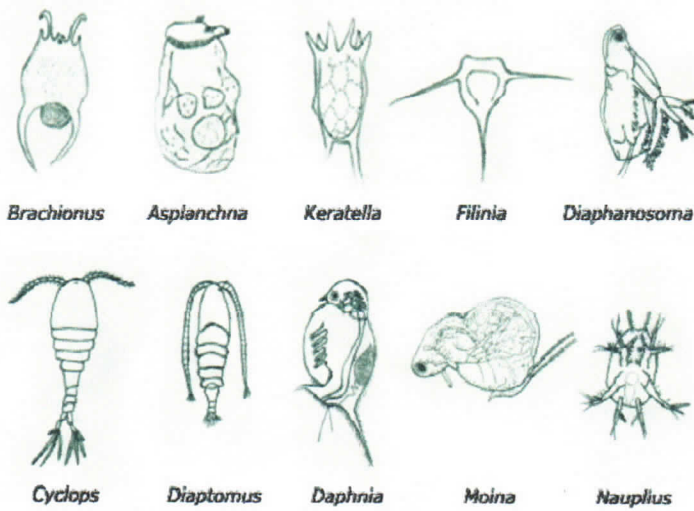
*Noctiluca scintillans*



Larva Mollusca



Fish egg 1 mm



Gambar 16 Foto-foto zooplankton (Rahman 2010; Anonim r 2012; Marinebio 2013; Wikipedia 2013 a)

## Praktikum 7

### Populasi 1

#### (Pendugaan Cacing Tanah dan Organisme Pelapuk Bahan Organik)

##### Tujuan

Tujuan dari praktikum adalah mengetahui jenis dan jumlah organisme yang terdapat dalam suatu komunitas atau ekosistem.

##### Landasan Teori

Perubahan bahan organik tanah tersebut akan berpengaruh pada aktivitas organisme dalam tanah. Alih guna lahan tersebut menyebabkan berkurangnya masukan bahan organik ke dalam tanah yang secara langsung akan mengurangi sumber energi cacing tanah. Selain itu, penutupan tanah yang berkurang menyebabkan suhu tanah menjadi lebih tinggi yang pada akhirnya dapat menekan populasi cacing tanah. Dengan berkurangnya cacing tanah maka perombakan bahan organik dalam mempertahankan kesuburan tanah akan terganggu (Anggraeni 2004). Bahan organik yang sudah mati merupakan makanan utama bagi cacing tanah. Ketersediaan bahan organik dan sifat-sifat tanah memengaruhi kelimpahan cacing tanah (Supriyo *et al.* 2011).

Bahan organik merupakan seluruh materi organik di dalam tanah termasuk bahan humat, sedangkan humus umumnya digunakan untuk mewakili substansi humat. Materi organik meliputi jaringan tanaman dan binatang yang belum lapuk. Bahan organik tersusun oleh komponen-komponen seperti: selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selain itu juga, bahan organik tersusun pula atas bahan-bahan terlarut di dalam air, seperti: gula sederhana, asam amino dan asam alfatik serta sedikit bahan yang larut dalam alkohol, yaitu lemak, lilin, resin dan pigmen (Alexander 1977 *diacu dalam* Anonim s 2011). Dalam proses dekomposisi, bahan yang sederhana dan larut air dapat dimanfaatkan oleh bakteri pendekomposisi, sedangkan penghancuran yang sukar didegradasi dilakukan oleh cacing tanah (Anonim s 2011)

##### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa: GPS, kamera, tali rafia, embrat, pinset, meteran, botol pengumpul material. Bahan yang digunakan berupa: formalin 40%,  $\text{KMnO}_4$  0,5%; detergen 1,25% dan minyak tanah.

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, sebagai berikut:

### 1. Pendugaan populasi cacing tanah

Tahapan dari praktikum ini, adalah sebagai berikut:

- a. Serasah penutup tanah dari ekosistem komunitas yang diamati dibersihkan
- b. Petak kuadrat berukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  dibuat dengan tali raffia
- c. Lokasi yang diamati yaitu di lahan terbuka dan lahan tertutup/ternaungi dengan masing-masing dua ulangan.
- d. Larutan yang disediakan berupa: formalin 40% (25 cc dalam 4,5 liter air);  $\text{KMnO}_4$  0,5% (5 gram untuk 1 L); detergen 1,25% (12,5 gram untuk 1 L) dan minyak tanah
- e. Lokasi yang sudah dipetak disemprotkan dengan embelat yang berisikan masing-masing larutan tersebut hingga keadaan jenuh, kemudian ditunggu selama 15-20 menit, lalu dikumpulkan jenis-jenis cacing tanah yang muncul di permukaan.
- f. Cara pengambilan harus hati-hati menggunakan pinset dan cacing tanah tidak boleh putus. Untuk mengangkat cacing dari lubangnya dibantu dengan lidi.
- g. Material ini disimpan ke dalam formalin 40%.
- h. Di dalam laboratorium, material yang dikumpulkan dari lapangan selanjutnya dibila dengan air lalu dikeringkan di atas kertas dan akhirnya ditimbang.
- i. Kegiatan praktikum dan lokasi didokumentasikan.
- j. Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 13).

### 2. Organisme pelapuk bahan organik dari tumbuhan

Tahapan dari praktikum ini, adalah sebagai berikut:

- a. Waktu yang tepat dipilih setelah organisme membentuk badan buah dan dibuat gambarnya atau difoto.
- b. Sejumlah bahan organik yang berasal dari tumbuhan (cabang, ranting, atau tonggak pohon) ditandai untuk melakukan pengamatan yang sistematis sepanjang arboretum atau tegakan alami.
- c. Urutan suksesi jamur pada beberapa jamur pada beberapa cabang/ranting atau tonggak kayu yang berbeda ukuran maupun jenisnya dibandingkan.
- d. Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 14).





## Praktikum 8

### Populasi 2 (Mesofauna Tanah)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah sebagai berikut mengetahui keanekaragaman jenis fauna tanah yang tertangkap.

#### Landasan Teori

Menurut Darwati (2007), mesofauna adalah jenis fauna yang memiliki ukuran tubuh 0,1-2 mm. Umumnya jenis yang mendominasi pada tanah hutan adalah arthropoda. Jenis-jenis Collembola, *sow bugs*, kutu dan rayap, jumlahnya banyak sekali pada semua tanah hutan dan sangat berperan dalam proses dekomposisi serasah. Jenis-jenis ini umumnya makan bahan organik dan melakukan pemindahan bahan organik dari permukaan ke dalam horison tanah. Beberapa jenis seperti *sow bugs* aktif sebagai pemakan daun atau kayu yang mati sehingga sangat penting dalam proses penghancuran daun-daun segar yang jatuh. Odum (1998) menyebutkan bahwa mesofauna tanah meliputi nematoda, cacing-cacing oligochaeta kecil enchytraeid, larva serangga yang lebih kecil dan terutama apa yang secara bebas disebut mikroarthropoda, tungau-tungau tanah (Acarina) dan Collembola seringkali merupakan bentuk-bentuk yang paling banyak tetap tinggal dalam tanah. Beberapa contoh organisme yang khas yang diambil dari tanah dengan menggunakan alat yang dikenal dengan corong *Barlese* atau corong *Tullgren* yang serupa, diantaranya: dua kutu oribatida (*Elulomannia*, *Pelops*); proturan (*Mikroentoman*); japygida (*Japyx*); *Thysanoptera*; simpilan (*Scolopendrella*); Pauropoda (*Pauropus*); kumbang pembajak (*Staphylinidae*); Collembola (*Entomobrya*); kalajengking semu (*cheloneathid*); miliped (*diplopoda*); centipede (*chilopoda*); larva kumbang *scarabarida* atau "grub". Beberapa contoh hasil mesofauna tanah di Pulau Bangka (Tabel 15)

Fauna tanah merupakan salah satu komponen tanah. Kehidupan fauna tanah sangat tergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat ditentukan oleh keadaan daerah tersebut. Dengan perkataan lain keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat tergantung dari faktor lingkungan, yaitu lingkungan biotik dan lingkungan abiotik. Fauna tanah merupakan bagian dari ekosistem tanah, oleh karena itu dalam mempelajari ekologi fauna tanah faktor fisika-kimia tanah selalu diukur (Suin 1997)

Tabel 15 Rata-rata jumlah semut dan Collembola per m<sup>2</sup> tanah di hutan lindung, lahan pasca tambang (TI) hutan lindung, kebun karet, lahan pasca tambang (TI) kebun karet, kebun lada, dan lahan pasca tambang (TI) kebun lada

	Jumlah individu/m <sup>2</sup>					
	Hutan lindung	TI hutan lindung	Kebun Karet	TI kebun karet	Kebun lada	TI kebun lada
Semut	1.3053,6	5.020,6	7.129,3	2.610,7	753,1	451,9
Collembola	4.317,7	903,7	8.133,4	2.610,7	11.898,9	3.313,6

Sumber: Nurtjahya *et al.* 2008

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa: GPS, kamera digital, botol film, tali raffia, termohigrometer, thermometer, soil tester, *lux metre*, mistar, pisau, perangkap sumuran (PSM), modifikasi corong Barlese, ring sampel cawan petri, mikroskop stereo, mikroskop cahaya dan buku *munsell soil colour chart* (MSCC). Bahan yang digunakan adalah etanol 95%, kertas furing, karet gelang, kertas label, dan selotif.

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum sebagai berikut:

### 1. Sifat Fisik Kimia Tanah

Sifat fisik kimia tanah yang diamati berupa: penetapan warna tanah di beberapa kedalaman menggunakan MSCC (Gambar 17), pengukuran keasaman tanah, suhu tanah, kelembaban tanah dan kadar air tanah.

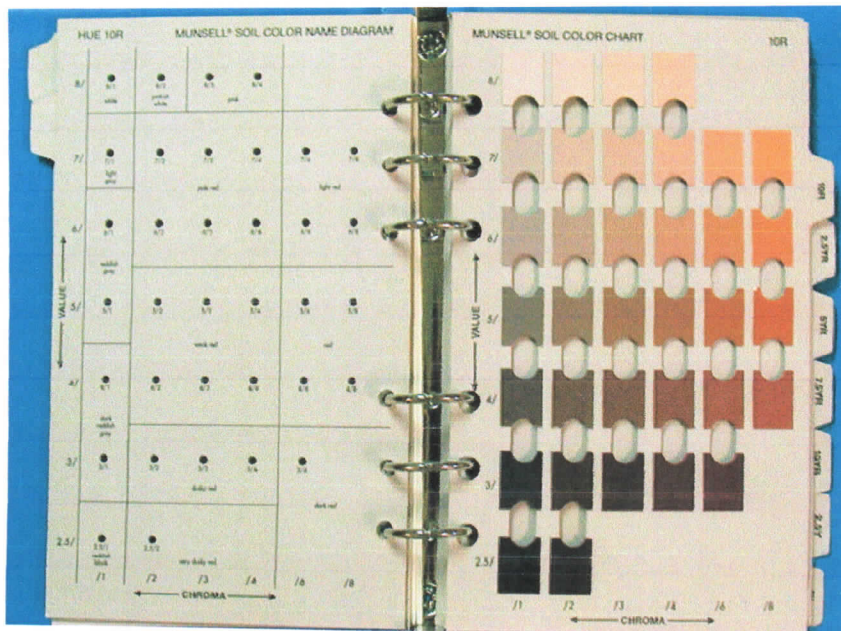
Prosedur kerja penetapan warna tanah, yaitu:

- a. Segumpal tanah asli diambil menggunakan bor tanah sesuai dengan kedalamannya.
- b. Sampel tanah diletakkan di atas kertas karton putih, dideretkan sesuai dengan kedalaman kemudian di foto, kemudian warna tanah tersebut dibandingkan dengan warna yang terdapat dalam lembaran buku *Munsell Soil Color Chart*.
  - i. Setelah diperoleh hue yang tepat, warna tanah dicocokkan dengan lembaran warna menurut lajur chroma dan value. Geserkan ke kanan atau ke kiri sampai diperoleh chroma dan value yang paling cocok.
  - j. Satuan/kode yang terdapat dalam lembaran kerja ini dicatat, yaitu kilapan (*hua*) contoh YR, nilai (*value*) contoh 5 dan chroma (*chrome*) contoh /6.
  - k. Sebagai contoh kode warna yang lengkap pada no. 3 adalah 5 YR 5/6 yang berarti *yellowish red* (merah kekuning-kuningan).

- l. Biasanya warna ini dicatat pada dua keadaan yaitu pada keadaan lembab (*wet*) dan kering (*dry*), oleh sebab itu yang kering, agar ditentukan juga warna lembabnya dengan cara membasahi contoh tanah sedikit.
- m. Pengamatan warna dilakukan pada setiap lapisan horizon tanah dan tuliskan hasil pengamatan Anda pada daftar isian penampang.
- n. Hasil pengamatan dituliskan sesuai dengan tabel pengamatan (Tabel 16)
- o. Dokumentasikan setiap kegiatan yang berhubungan dengan praktikum yang berlangsung

Keterangan:

- Chroma adalah tingkatan warna berdasarkan ketajamannya berfungsi untuk mendefinisikan warna suatu objek cenderung murni atau cenderung kotor.
- Hue adalah warna persyaratan warna yang paling dasar dan sifat alaminya menunjukkan warna obyek.



Gambar 17 Munsell Soil Colour Chart (Tufte tanpa tahun)

Tabel 16 Hasil pengamatan warna tanah di lahan pasca tambang dan lahan non-tambang pada kedalaman tertentu

Ulangan	Kedalaman tanah (cm)	Kode warna tanah + foto warna dari MSCC	Foto warna tanah
1	0-10		
	10-20		
	20-30		
	30-40		
	40-50		
	50-60		
2	0-10		
	10-20		
	20-30		
	30-40		
	40-50		
	50-60		
3	0-10		
	10-20		
	20-30		
	30-40		
	40-50		
	50-60		

Prosedur kerja kadar air tanah, sebagai berikut:

- Ring sampel yang masih kosong ditimbang beratnya dan diukur diameternya.
- Kedalaman tanah yang diukur yaitu pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm.
- Meletakkan ring sampel di atas tanah datar yang telah digali dan pukul hingga ring sampel terbenam untuk kedalaman 0-20 cm, dan melakukan hal yang sama untuk kedalaman 20-40 cm pada tempat yang sama.
- Mengangkat ring sampel, menjaga agar tanah yang berada di dalam ring tersebut tidak terlepas (jatuh). Meratakan bagian atas dengan pisau dan bagian bawahnya hingga rata dan tidak ada yang keluar dari dalam ring sampel.
- Siapkan potongan koran untuk meletakkan sampel, kemudian koran ditimbang beratnya
- Setelah sampel tanah diambil, sampel tanah dimasukkan ke dalam koran kemudian menimbang berat awal dari tanah sampel tersebut.
- Setelah mengukur berat dan volumenya, tanah sampel tersebut dimasukan ke dalam oven yang kemudian dipanaskan selama 2×24 jam dengan suhu 80°C.
- Setelah dipanaskan dalam oven, ukur berat total padatan kering (ring + berat kering tanah (MP)).
- Data pengamatan diisi sesuai tabel pengamatan (Tabel 17).
- Dokumentasikan setiap kegiatan yang berhubungan dengan praktikum yang berlangsung
- Hitunglah menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Berat Basah Tanah} = (\text{berat tanah} + \text{berat ring}) - \text{berat ring}$$

$$\text{Berat Kering Tanah} = (\text{berat tanah kering} + \text{berat ring}) - \text{berat ring}$$

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{\text{berat basah tanah} - \text{berat kering tanah}}{\text{Berat kering tanah}} \times 100\%$$

$$\text{Volume ring sampel} = \pi \times r^2 \times \text{tinggi ring}$$

$$\text{Berat tanah kering mutlak} = \frac{100\%}{100\% + \text{kadar air tanah}} \times \text{berat kering tanah}$$

$$\text{Bulk density tanah} = \frac{\text{berat tanah kering mutlak (g)}}{\text{volume ring sampel (cm}^3\text{)}}$$

Tabel 17 Hasil pengamatan *bulk density* pada kedalaman 0 - 20 dan 20 - 40 cm di lokasi pengamatan

TS	TKO	KDN (cm)	V.Ring (cm <sup>3</sup> )	Massa (gram)						Kadar air (%)	BD (g/cm <sup>3</sup> )	Rerata KA (%)		Rerata BD (g/cm <sup>3</sup> )	
				Ring	RTB	TB	RTK	TK	BKM			0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
1		0-20													
		20-40													
2		0-20													
		20-40													
3		0-20													
		20-40													
4		0-20													
		20-40													
5		0-20													
		20-40													
6		0-20													
		20-40													
7		0-20													
		20-40													
8		0-20													
		20-40													
9		0-20													
		20-40													
10		0-20													
		20-40													

Keterangan: TS= titik sampel; TKO= titik koordinat; V. Ring= volume ring; BD= bulk density; KA= kada air; RTB= ring + tanah basah; TB= tanah basah; RTK = ring + tanah kering; TK= tanah kering; BKM= berat kering mutlak;

2. Kondisi mikroklimat

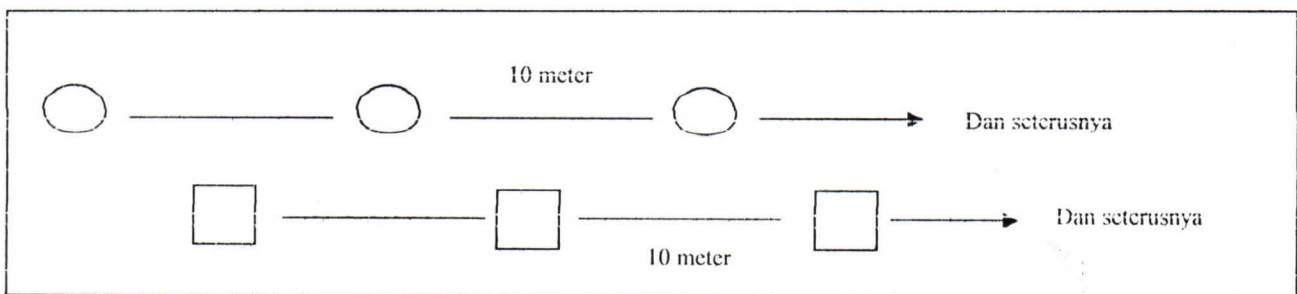
Kondisi mikroklimat yang diukur terdiri dari: suhu dan kelembaban udara, suhu dan kelembaban tanah, pH tanah, intensitas cahaya. Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 18).

Tabel 18 Hasil pengamatan kondisi mikroklimat pada sepuluh titik sampel

Titik sampel	Titik koordinat	Parameter mikroklimat					
		Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (%)	Suhu tanah (°C)	Kelembaban tanah (%)	pH tanah	Intensitas cahaya (Klx)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

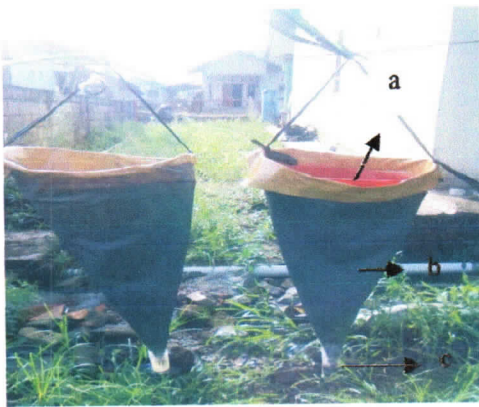
3. Penempatan plot pengamatan dan pengumpulan mesofauna tanah menurut Rahmadi *et al.* (2004); Suhardjono (*pers comm diacu dalam* Ruslan 2012), sebagai berikut:

- Sepuluh perangkat sumuran dipasang pada satu jalur transek sepanjang 100 meter dengan jarak masing-masing 10 meter (Gambar 18) selama 3 x 24 jam.
- Perangkat berupa gelas plastik berdiameter bibir atas 7 cm, diameter dasar dan ketinggian 9,5 cm yang diberi etanol 95% setinggi 3 cm dan ditanam dengan permukaan atas gelas rata permukaan tanah (Gambar 19). Di atas perangkat diberi peneduh untuk menghindari jatuhnya daun kering dan kemungkinan hujan (Gambar 20).
- Sampel mesofauna tanah yang masuk perangkat dimasukkan ke dalam botol film dan diberi etanol 95% kemudian diberikan label nama.
- Cuplikan tanah diambil menggunakan ring sampel sebanyak 10 sampel sepanjang jalur transek 100 meter dengan jarak masing-masing 10 meter (Gambar 18). Mesofauna tanah dalam tanah dari ring sampel dan dipilah dari tanah menggunakan modifikasi corong Barlese dari karpet plastik berbentuk kerucut terbalik dengan ukuran diameter dasar kerucut 30 cm, panjang selimut kerucut 60 cm dan tinggi 58 cm.
- Saringan sampel adalah saringan aluminium berdiameter 20 cm dengan diameter lubang 1 cm, ditambah lapisan jarang nyamuk dengan diameter lubang 0,3 cm, kemudian dikeringkan selama satu minggu menggunakan cahaya matahari atau dengan modifikasi lain menggunakan lampu (Gambar 20). Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 19). Selain itu dapat dibuat juga modifikasi corong kering Barlese-Tulgren (Gambar 21).



Gambar 18 Garis transek perangkat sumuran dan cuplikan tanah (Ruslan 2012)

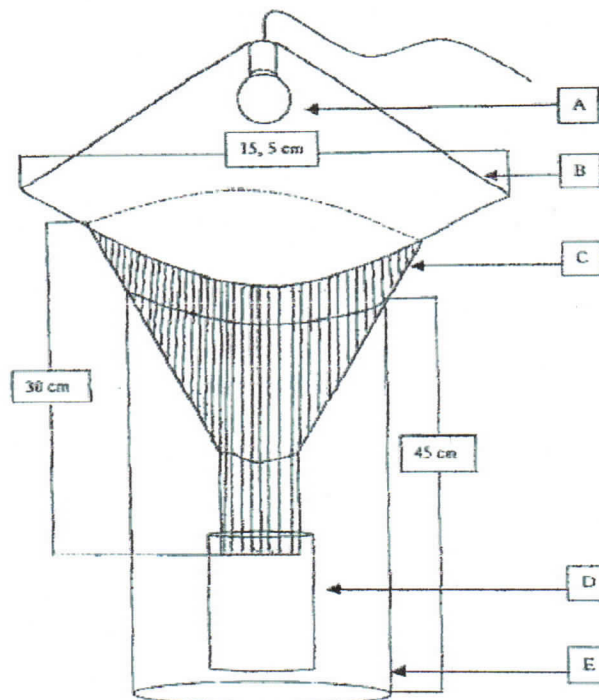
○ : perangkat sumuran      □ : cuplikan tanah



Gambar 19 Modifikasi corong Barlese: a). saringan; b). karpet plastik; c). botol sampel (Debbi Arisandi, Aditya Ningrum, Susanti 2013)



Gambar 20 Perangkat sumuran (Debbi Arisandi, Aditya Ningrum, Susanti 2013)



Gambar 21 Alat corong kering Barlese-Tulgren: A). lampu 25 watt; B). tutup corong terbuat dari gelas; C). corong tempat saringan kasa dan tanah; D). tabung penampung; E). penyangga corong yang terbuat dari besi  $\phi$  23 cm (Yuanadevi 2001)

#### 4. Analisis Data

Keanekaragaman jenis mesofauna tanah ditetapkan berdasarkan:

##### a. Indeks keanekaragaman

Keanekaragaman mesofauna dihitung dengan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (Odum 1992):

$$H' = - \sum p_i \times \ln p_i$$

Keterangan:  $H'$  = indeks keanekaragaman

$$p_i = n_i/N$$

$n_i$  = jumlah individu ke-i

$N$  = total jumlah individu





## **Praktikum 9**

### **Populasi 3 (Mikroba Tanah)**

#### **Tujuan**

Tujuan dari praktikum adalah menghitung jumlah koloni mikroba tanah (bakteri, fungi, actinomycetes)

#### **Landasan Teori**

Mikroba tanah berfungsi sebagai agen biokemik dalam pengubahan senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa anorganik. Perubahan senyawa kimia di dalam tanah, terutama, pengubahan senyawa organik yang mengandung karbon, nitrogen, sulfur, dan fosfor menjadi senyawa anorganik. Proses ini disebut mineralisasi, yang di dalamnya melibatkan sejumlah besar perubahan senyawa kimia serta peranan bermacam-macam spesies mikroba. Mikroba, khususnya bakteri dan fungi berperan pula dalam siklus mineral atau daur mineral seperti S, C dan P. Kehadiran mikroba di dalam tanah, khususnya tanah pertanian dan pertambangan mempunyai nilai ekonomi yang baik dalam menyuburkan tanah, menyediakan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman serta dalam mengelola endapan mineral dan proses pencucian dan pemurnian mineral. Golongan utama yang penyusun populasi mikroba tanah adalah prokariotik (bakteri dan actinomycetes), fungi, algae, mikrofauna (protozoa, archezoa), mesofauna (nematoda), makrofauna (semut, cacing tanah, dan lainnya), dan mikrobiota (mycoplasma, virus, viroid, dan prion) (Waluyo 2008).

#### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam praktikum ini adalah bor tanah, cawan petri, tabung reaksi, pipet tetes, erlenmeyer, mikropipet, pembakar spiritus, autoklaf, kompor gas, timbangan, inkubator, *autoclave*, erlenmeyer, *laminar air flow* (LAF), kertas indikator pH universal, gelas ukur, gelas piala, dan Bahan yang digunakan adalah sampel tanah yang akan dianalisis, alkohol 70%, aquades steril, media PDA (*potato dextrose agar*), media PCA (*plate count agar*), *aluminum foil* dan media GAA (*glucose asparagin agar*).

## Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum ini, terdiri dari:

### 1. Teknik pengambilan sampel tanah

Contoh tanah diambil dengan menggunakan bor tanah pada dua kedalaman, yaitu 0-20 cm dan 20-40 cm, kemudian diambil secara diagonal di lahan bekas tambang timah dengan 2 kali pengulangan kemudian dikompositkan. Sampel tanah diambil secara acak sebanyak 1 kg dan ditaruh di dalam *cool box* yang berisi batu es. Setelah itu sampel tanah tersebut disimpan di dalam lemari es dengan suhu 4-8°C untuk dianalisis di laboratorium.

### 2. Pembuatan media

#### a. Media PDA

Siapkan bahan berupa: Dextrose 20 gr, bacto agar 15 gr, kloramfenicol 500 mg, aquades 1L dan kentang 200 gr. Kentang dikupas, dicuci bersih dan dipotong dadu, kemudian masukkan dalam *beker glass*, tambahkan 1L aquades. Panaskan kentang dan aquades tersebut di atas kompor/hot plate, kemudian disaring. Campurkan ekstrak kentang bacto agar, dextrose dan kloramfenicol ke dalam *beker glass*, kemudian diaduk di atas kompor/hot plate hingga homogen.

#### b. Media PCA

Media PCA ditimbang sebanyak 22,5 gram, dimasukkan ke dalam tabung dan dilarutkan (dihomogenisasi) dengan aquades sebanyak 1000 ml, kemudian dipanaskan diatas *hot plate* sampai mendidih, disterilisasi dengan autoclave pada temperatur 121°C selama 15 detik (Sa'idah *et al.* 2011).

#### c. Media GAA

Media GAA ditimbang 18 gr, dilarutkan dalam 1 L aquades dan dipanaskan hingga mendidih hingga homogen. Larutan dimasukkan dalam erlenmeyer dan pH diukur dengan kertas indikator pH universal. Erlenmeyer yang telah berisi larutan tadi ditutup dengan *aluminum foil*, kemudian plastik dan karet gelang.

#### d. Aquades steril

Aquades sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk pengenceran pertama, namun untuk pengenceran selanjutnya menggunakan Aquades sebanyak 9 mL. Tabung reaksi yang telah berisi aquades ditutup dengan *aluminum foil* dan plastik kemudian didikat karet.

### 3. Isolasi bakteri

- a. Tanah sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam aquades steril yang 10 mL untuk pengenceran pertama.
- b. Dari pengenceran pertama diambil 1 mL menggunakan step dimasukkan ke dalam tabung aquades steril 9 mL (pengenceran kedua) begitu seterusnya hingga sampai  $10^{-5}$
- c. Larutan pengenceran  $10^{-5}$  dimasukkan ke dalam cawan petri. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.
- d. Medium PCA yang telah diencerkan ditambahkan, kemudian dicampur dengan memutar-mutar cawan petri.
- e. Media dibiarkan membeku kemudian diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam.

### 4. Isolasi fungi

- a. Tanah sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam aquades steril yang 10 mL untuk pengenceran pertama.
- b. Dari pengenceran pertama diambil 1 mL menggunakan step dimasukkan ke dalam tabung aquades steril 9 mL (pengenceran kedua) begitu seterusnya hingga sampai  $10^{-5}$   
Larutan pengenceran  $10^{-5}$  dimasukkan ke dalam cawan petri. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan
- a. Medium PDA yang telah diencerkan ditambahkan, kemudian dicampur dengan memutar-mutar cawan petri.
- b. Media dibiarkan membeku kemudian diinkubasi pada suhu ruang ( $25^{\circ}\text{C}$ ) selama 5-7 hari.

### 5. Isolasi actinomycetes

- a. Tanah sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam aquades steril yang 10 mL untuk pengenceran pertama.
- b. Dari pengenceran pertama diambil 1 mL menggunakan step dimasukkan ke dalam tabung aquades steril 9 mL (pengenceran kedua) begitu seterusnya hingga sampai  $10^{-5}$
- c. Larutan pengenceran  $10^{-5}$  dimasukkan ke dalam cawan petri. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.
- a. Sampel actinomycetes 1 mL dibuat dari pengenceran  $10^{-3}$  sampai  $10^{-5}$  kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri. Lakukan 3 kali pengulangan.
- b. Medium GAA yang telah diencerkan ditambahkan, kemudian dicampur dengan memutar-mutar cawan petri.
- c. Media dibiarkan membeku kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari.

## 6. Perhitungan jumlah koloni

Jumlah koloni bakteri, cendawan dan actinomycetes masing-masing dihitung secara manual setelah masa inkubasi selesai dengan metode *total plate count* (TPC) (Sunatmo 2007). Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 20). Rumus metode hitungan cawan sebagai berikut:

$$\text{Total mikroba tanah} = \text{jumlah koloni terhitung} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Tabel 20 Populasi mikroba tanah di hutan dan lahan bekas tambang pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm

Lokasi	Ulangan	Total mikroba tanah (cfu/g)								
		Bakteri		Rerata	Fungi		Rerata	Actinomycetes		Rerata
		0-20	20-40		0-20	20-40		0-20	20-40	
Hutan	1									
	2									
	Rerata									
Lahan bekas tambang	1									
	2									
	Rerata									

Keterangan: cfu= *colony forming unit*

**Praktikum 10**  
**Komunitas 1**  
**(Persaingan Intraspesifik dan Interspesifik)**

**Tujuan**

Tujuan dari praktikum, yaitu untuk mengamati pengaruh kompetisi intraspesifik dan interspesifik terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan kacang hijau.

**Landasan Teori**

Persaingan dapat terjadi antara individu yang sejenis ataupun antara individu yang berbeda jenis. Persaingan yang terjadi antara individu yang berbeda disebut dengan persaingan interspesifik. Persaingan yang terjadi antara organisme-organisme tersebut mempengaruhi pertumbuhan dan hidupnya (Odum 1983). Setiap organisme yang berinteraksi akan dirugikan jika sumber daya alam menjadi terbatas jumlahnya. Penyebab terjadinya persaingan, yaitu: makanan atau zat hara, sinar matahari dan lain-lain (Setiadi & Muhadiono 2001). Faktor-faktor intraspesifik merupakan mekanisme interaksi dari dalam individu organisme yang turut mengendalikan kelimpahan populasi. Pada hakikatnya mekanisme intraspesifik yang dimaksud merupakan perubahan biologi yang berlangsung dari waktu ke waktu (Wirakusumah 2003 *diacu dalam* Mulyani 2010).

Interaksi adalah hubungan antara makhluk hidup yang satu dengan yang lainnya. Ada dua macam interaksi berdasarkan jenis organisme yaitu intraspecies dan interspecies. Interaksi intraspecies adalah hubungan antara organisme yang berasal dari satu species, sedangkan interaksi interspecies adalah hubungan yang terjadi antara organisme yang berasal dari species yang berbeda. Secara garis besar interaksi intraspecies dan interspecies dapat dikelompokkan menjadi beberapa bentuk dasar hubungan, yaitu (i) netralisme yaitu hubungan antara makhluk hidup yang tidak saling menguntungkan dan tidak saling merugikan satu sama lain, (ii) mutualisme yaitu hubungan antara dua jenis makhluk hidup yang saling menguntungkan, bila keduanya berada pada satu tempat akan hidup layak tapi bila keduanya berpisah masing-masing jenis tidak dapat hidup layak, (iii) parasitisme yaitu hubungan yang hanya menguntungkan satu jenis makhluk hidup saja, sedangkan jenis lainnya dirugikan, (iv) predatorisme yaitu hubungan pemangsaan antara satu jenis makhluk hidup terhadap makhluk hidup yang lain, (v) kooperasi adalah hubungan antara dua makhluk hidup yang bersifat saling membantu antara keduanya, (vi) kompetisi adalah bentuk hubungan yang terjadi akibat adanya keterbatasan sumber daya alam pada suatu tempat, (vii) komensalisme adalah hubungan antara dua makhluk hidup, makhluk hidup

yang satu mendapat keuntungan sedang yang lainnya tidak dirugikan, (viii) antagonis adalah hubungan dua makhluk hidup yang bersifat permusuhan (Dwidjoseputro 1991).

### Alat dan Bahan

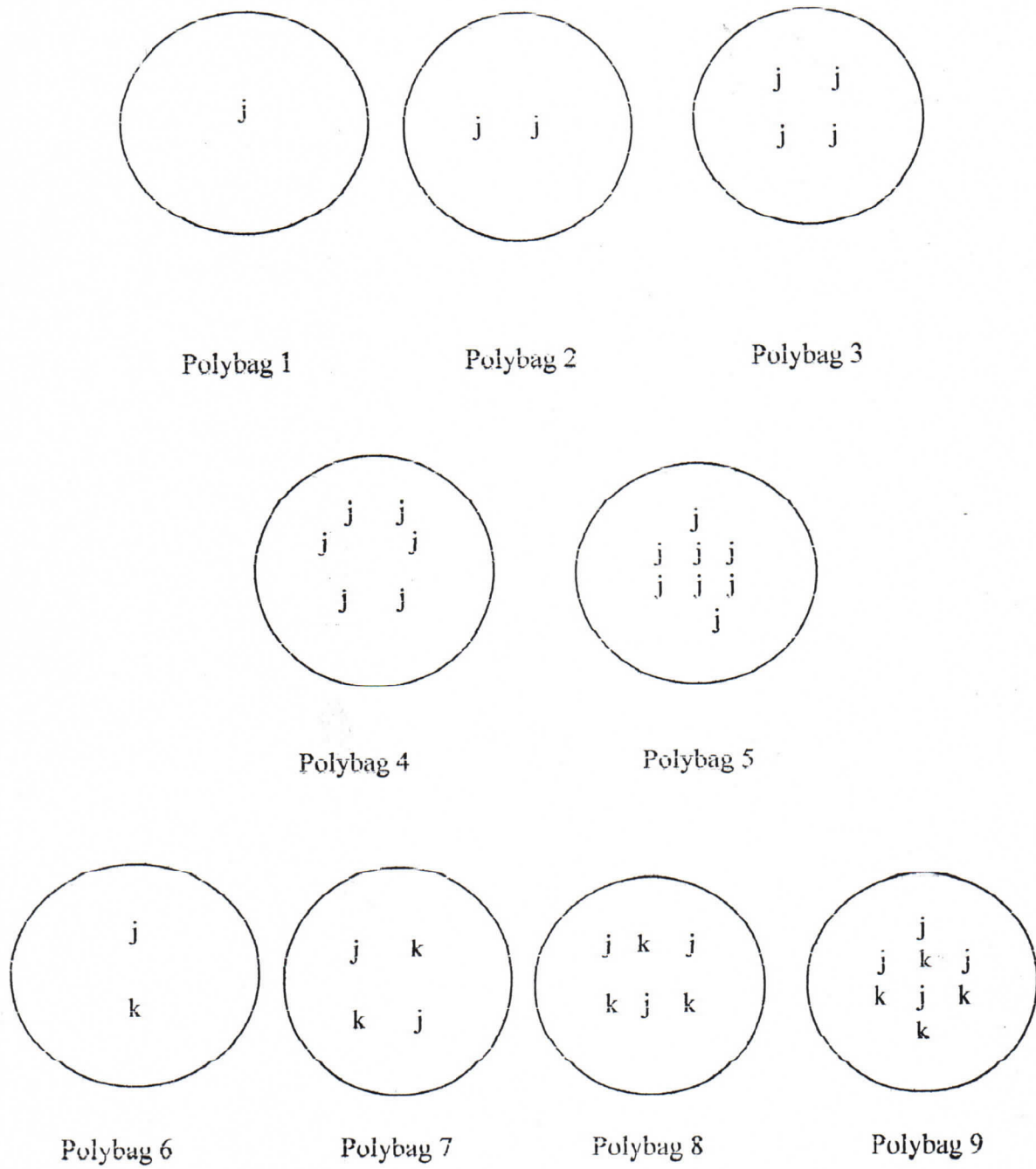
Alat yang digunakan berupa: ember (penyiram tanaman), sekop, thermometer, termohigrometer, *lux metre*, *colour chart*, *soil tester*, jangka sorong, oven, penggaris, sedangkan bahan yang digunakan berupa polybag, biji jagung, biji kacang hijau, tanah dan air

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Biji-biji yang sudah dipilih dengan baik kemudian ditanam di dalam polybag yang telah diisi dengan tanah.
2. Setiap polybag yang telah ditanami biji ditandai dengan menggunakan kertas label.
3. Pola penanaman kacang hijau dan jagung (Gambar 22), sebagai berikut:
  - a. Pada polybag 1 ditanami 1 biji jagung/kacang hijau,
  - b. pada polybag 2 ditanami 2 biji jagung/kacang hijau,
  - c. pada polybag 3 ditanami 4 biji jagung/kacang hijau,
  - d. pada polybag 4 ditanami 6 biji jagung/kacang hijau,
  - e. pada polybag 5 ditanami 8 biji jagung/kacang hijau,
  - f. pada polybag 6 ditanam 1 biji jagung dan 1 biji kacang hijau,
  - g. pada polybag 7 ditanami 2 biji jagung dan 2 biji kacang hijau,
  - h. pada polybag 8 ditanam 3 biji jagung dan 3 biji kacang hijau,
  - i. pada polybag 9 ditanam 4 biji jagung dan 4 biji kacang hijau.
4. Jarak masing-masing biji diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu berdekatan.
5. Semua tanaman disiram setiap hari (pagi dan sore) sebanyak 30 ml air.
6. Pengamatan dilakukan selama tanaman berumur 4 minggu.
7. Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 21).

**Tugas:** Mahasiswa/wi mendokumentasikan dan menjelaskan kegiatan interaksi makhluk hidup (mutualisme, komensalisme, parasitisme) di lingkungan sekitar.



Gambar 22 Ilustrasi pola tanam kacang hijau dan jagung (j= jagung; k= kacang hijau) (Eka Sari 2013)





## Praktikum 11

### Komunitas 2

#### (Pengaruh Alelopati Jenis Tanaman Terhadap Perkecambahan)

##### Tujuan

Tujuan dari praktikum adalah untuk mempelajari pengaruh alelopati dari beberapa jenis tanaman terhadap perkecambahan.

##### Landasan Teori

Istilah alelopati (*allelopathy*) pertama kali dikemukakan oleh Hans Molisch tahun 1937. Alelopati berasal dari kata *allelon* (saling) dan *pathos* (menderita). Menurut Molisch, alelopati meliputi interaksi biokimiawi secara timbal balik, yaitu yang bersifat penghambatan maupun perangsangan antara semua jenis tumbuhan termasuk mikroba (Junaedi *et al.* 2006). Salah satu unsur atau senyawa yang bersifat toksik bagi tanaman adalah senyawa alelopati. Senyawa alelopati bisa berasal dari eksudasi atau ekskresi dari akar, volatilisasi dari daun yang berupa gas melalui stomata, larut atau *leaching* dari daun segar melalui air hujan atau embun, larut dari serasah yang telah terdekomposisi, dan transformasi dari mikroba tanah. Selain pengaruh negatif bagi pertumbuhan tanaman lain dan dirinya sendiri, senyawa alelopati ternyata mempunyai potensi yang sangat baik untuk bahan baku herbisida organik. Sebagai contoh, eksudat rhizome alang-alang sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan gulma daun lebar, sedangkan ekstrak akar jagung dapat digunakan untuk menghambat gulma melalui peningkatan aktivitas enzim katalase dan peroksidase.

Menurut Odum (1992) dalam persaingan antara individu-individu dari jenis yang sama atau jenis yang berbeda untuk memperebutkan kebutuhan-kebutuhan yang sama terhadap faktor-faktor pertumbuhan, kadang-kadang suatu jenis tumbuhan mengeluarkan senyawa kimia yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dari anaknya sendiri. Peristiwa semacam ini disebut alelopati. Alelopati terjadi karena adanya senyawa yang bersifat menghambat. Senyawa tersebut tergolong senyawa sekunder karena timbulnya sporadis dan tidak berperan dalam metabolisme primer organisme organisme. Hambatan dan gangguan alelopati dapat terjadi pada perbandingan dan perpanjangan sel, aktivitas giberelin dan IAA, penyerapan hara mineral, laju fotosintesis, respirasi, pembukaan stomata, sistem protein, dan aktivitas enzim tanaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya daya hambat senyawa kimia penyebab alelopati dari tanaman antara lain jenis tanaman yang menghasilkan, macam tanaman yang dipengaruhi, keadaan pada waktu sisa tanaman mengalami perombakan.

Senyawa alelopati kebanyakan dikandung pada jaringan tanaman, seperti akar, ubi, rhizome, batang, daun, bunga, buah dan biji yang dikeluarkan tanaman melalui cara penguapan, eksudasi akar, hasil lindihan dan pelapukan sisasisa tanaman (Moenandir 1988 *diacu dalam* Kristanto 2006) yang mampu mengganggu pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya. Senyawa alelopati yang bersifat racun tersebut dapat terjadi di tanah melalui beberapa cara: eksudasi atau ekrsesi dari akar, volatilasi dari daun yang berupa gas melalui stomata, larut atau leaching dari daun segar melalui air hujan atau embun, larut dari serasah yang telah terdekomposisi, dan transformasi dari mikroba tanah. Pada umumnya konsentrasi senyawa alelopati yang berasal dari *leaching* daun segar jauh lebih rendah dibandingkan yang berasal dari serasah yang telah terdekomposisi (Djazuli 2011)

Ada beberapa tumbuhan dan tanaman yang dilaporkan menghasilkan senyawa alelopati. Kelompok gulma antara lain: *Agropyron repens* L. (rumput Quack), *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. (alang-alang), *Cyperus rotundus* L. (rumput teki) dan lain sebagainya. Golongan tanaman tahunan yang berupa pohon antara lain adalah *Acasia* sp., *Centaurea* sp. L. Senyawa bahan aktif catechin ada pada *Centaurea* sp L. potensial menghambat pertumbuhan tanaman di sekitarnya (Bais *et al.* 2003 *diacu dalam* Djazuli 2011). Senyawa alelopati dapat dikelompokkan pada 5 jenis, yaitu: 1. asam fenolat, 2. kumarat, 3. terpinoid, 4. flavonoid dan 5. scopulaten (penghambat fotosintesis). Sebagian besar senyawa alelopati yang dihasilkan melalui eksudat akar adalah berupa asam fenolat (Djazuli 2011).

### **Alat dan Bahan**

Alat praktikum yang digunakan adalah cawan petri, mortal, penumbuk, gelas kimia, corong gelas, gelas ukur, pipet tetes, sedangkan bahan yang digunakan adalah ekstrak umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L), ekstrak akar umpot ilalang (*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv), ekstrak daun *Acacia mangium* Wild. , ekstrak daun *Pinus* sp. biji kacang hijau, biji jagung, kapas, air, kertas saring.

### **Prosedur Kerja**

Prosedur kerja dari praktikum adalah:

1. Biji kacang hijau dan biji jagung dipilih yang baik
2. Beberapa cawan petri disiapkan di atas meja dan diisikan kapas di dalam cawan secara merata.

3. Ekstrak dari tumbuhan dibuat dengan cara:
  - a. Bagian tumbuhan dari tumbuhan di atas di haluskan dengan mortal.
  - b. Ekstrak dibuat dengan perlakuan sebagai berikut: 1 gram bagian tumbuhan: 7 mL air (1:7); 1 gram bagian tumbuhan: 14 mL air (1:14); 1 gram bagian tumbuhan: 21 mL air (1:21); 3 gram bagian tumbuhan: 9 mL air (3:9) dan dibiarkan selama 24 jam.
  - c. Ekstrak disaring dengan menggunakan alat penyaring (corong gelas+kertas saring) setelah 24 jam
4. Masing-masing 10 biji kacang hijau dan biji jagung diletakkan ke dalam cawan petri berbeda yang sudah diisi kapas tadi.
5. Sebanyak 5 mL aquades disiram ke dalam cawan petri yang sudah berisi biji-biji tersebut (kontrol). Sebanyak 5 mL ekstrak umbi rumput teki disiram ke dalam cawan petri yang sudah berisi biji-biji tersebut. Hal yang sama dilakukan untuk ekstrak akar ilalang, ekstrak daun akasia dan ekstrak daun pinus.
6. Pertumbuhan perkecambahan biji-biji tersebut diamati selama 1 minggu.
7. Jumlah biji yang hidup dihitung dan panjang kecambahnya diukur (Tabel 22).
8. Hasil percobaan tersebut dibandingkan dengan perkecambahan yang hanya diberi perlakuan disiram air.

Tabel 22 Hasil pengamatan pertumbuhan perkecambahan biji kacang hijau dan biji jagung dengan beberapa macam ekstrak tumbuhan

Perlakuan	Taraf perlakuan	Jumlah biji tanaman yang tumbuh		Panjang perkecambahan (cm)	
		Kacang hijau	Jagung	Kacang hijau	Jagung
Air (kontrol)	1 : 7				
	1 : 14				
	1 : 21				
	3 : 9				
Ekstrak umbi rumput teki ( <i>C. rotundus</i> )	1 : 7				
	1 : 14				
	1 : 21				
	3 : 9				
Ekstrak umbi ilalang ( <i>I. cylindrica</i> )	1 : 7				
	1 : 14				
	1 : 21				
	3 : 9				
Ekstrak daun <i>A. mangium</i>	1 : 7				
	1 : 14				
	1 : 21				
	3 : 9				
Ekstrak daun <i>Pinus</i> sp.	1 : 7				
	1 : 14				
	1 : 21				
	3 : 9				

**Praktikum 12**  
**Komunitas 3**  
**(Analisis Vegetasi dengan Metode Kuadrat)**

**Tujuan**

Tujuan dari praktikum ini adalah mempelajari komposisi dan struktur vegetasi di hutan dan lahan bekas tambang.

**Landasan Teori**

Kurva spesies area (KSA) merupakan langkah awal yang digunakan untuk menganalisis vegetasi yang menggunakan petak contoh (kuadrat). Fungsi dari KSA ini adalah memperoleh luas petak minimum petak contoh yang dianggap dapat mewakili suatu tipe vegetasi pada suatu habitat tertentu yang sedang dipelajari (Kusmana 1997). Luas petak minimum dari tahun 2005 hingga tahun 2012 di beberapa daerah di Pulau Bangka mengalami penurunan (Tabel 23).

Analisis vegetasi adalah suatu cara mempelajari susunan dan/atau komposisi vegetasi secara bentuk (struktur) vegetasi dari masyarakat tumbuh-tumbuhan (Soerianegara & Indrawan 1998). Unsur struktur vegetasi adalah bentuk pertumbuhan, stratifikasi dan penutupan daun. Data-data jenis, diameter dan tinggi untuk menentukan indeks nilai penting dari penyusun komunitas hutan tersebut diperlukan untuk analisis vegetasi (Setiadi & Muhadiono 2001). Jumlah jenis, jumlah individu dan jumlah famili di Pulau Bangka juga mengalami sedikit penurunan (Tabel 24).

Tabel 23 Luas petak minimum dari tahun 2005, 2010 dan 2012 di beberapa daerah di Pulau Bangka

Lokasi	Luas petak minimum (ha)	Sumber
Hutan sekunder di Desa Sempan, Bangka	0.2	Tarmie (2005)
Hutan sekunder di Dusun Air Abik Desa Gunung Muda Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka Induk	0.2	Nugroho (2005)
Hutan sekunder di Dusun Tanjung Tedung Kecamatan Sungai Selan, Kabupaten Bangka	0.2	Jaya (2005)
Hutan sekunder di Tanjung Besar Kecamatan Tukak Sadai Kabupaten Bangka Selatan	0.2	Frilano <i>et al.</i> (2010)
Perbukitan, dataran rendah, hutan mangrove, hutan pantai, dan rawa di Bangka Barat	0.1	Ropika (2011)
Hutan sekunder Desa Bencah, Bangka Selatan	0.1	Sari (2012)

Tabel 24 Spesies dominan, famili dominan, indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks richness, dan indeks evenness tahun 2005, 2010, 2011, dan 2012 di Pulau Bangka

Lokasi	Fase pertumbuhan	Spesies dominan	Famili Dominan	INP	C	H	D	e	Sumber
Hutan sekunder di Desa Sempan, Bangka	Semai	Mengkumang	-	31.92	1	1.25	-	-	Tarmie (2005)
	Sapihan	Mentangur ( <i>Calophyllum lanigerum</i> )	-	14.43	1	1.50	-	-	
	Tiang	Rempala ( <i>Ilex</i> sp.)	-	68.97	1	1.23	-	-	
	Pohon	Seruk ( <i>Schima wallichii</i> )	-	65.3	1	0.97	-	-	
Hutan sekunder di dusun Tanjung Tedung Kecamatan Sungai Selan, Kabupaten Bangka Tengah	Semai	Keladi utan ( <i>Athyrium</i> sp.)	-	-	-	0.94	-	-	Jaya (2005)
	Sapihan	Medang lutung	-	27.49	-	1.26	-	-	
	Tiang	Rebekik ( <i>Baccaurea racemosa</i> )	-	78.33	-	0.93	-	-	
Hutan sekunder di Dusun Air Abik Desa Gunung Muda Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka Induk	Pohon	Mata kurung	-	38.19	-	0.98	-	-	Nugroho (2005)
	Semai	Silok ( <i>Gironniera subaequalis</i> )	<i>Ulmaceae</i>	36.24	0.06	3.34	-	-	
	Sapihan	Uber ( <i>Syzygium</i> sp.)	<i>Myrtaceae</i>	10.46	0.01	4.47	-	-	
	Tiang	Uber ( <i>Syzygium</i> sp.)	<i>Myrtaceae</i>	36.93	0.06	0.15	-	-	
Hutan sekunder di Tanjung Besar Kecamatan Tukak Sadai Kabupaten Bangka Selatan	Pohon	Rempudung laki ( <i>Elaeocarpus</i> sp.)	-	31.07	0.04	3.24	-	-	Frilano et al. (2010)
	Semai	Betur/mentangor ( <i>Calophyllum lanigerum</i> )	<i>Clusiaceae</i>	54.42	-	-	-	-	
	Sapihan	Beruas ( <i>Santiria leavigata</i> )	<i>Burseraceae</i>	61.90	-	-	-	-	
	Tiang	Seru ( <i>Schima wallichii</i> )	<i>Theaceae</i>	72.75	-	-	-	-	
Hutan perbukitan di Gunung Menumbing	Pohon	Jingkat ( <i>Glochidion philippicum</i> )	<i>Euphorbiaceae</i>	207.8	-	-	-	-	Ropika (2011)
	Semai	Puli ( <i>Eurycoma longifolia</i> )	<i>Simaroubaceae</i>	58.3	-	-	-	-	
	Sapihan	Mentangor prit ( <i>Calophyllum pulcherrimum</i> )	<i>Clusiaceae</i>	80	-	-	-	-	
	Tiang	Mentangor prit ( <i>Calophyllum pulcherrimum</i> )	<i>Clusiaceae</i>	123.6	-	-	-	-	
Hutan sekunder Desa Bencah, Bangka Selatan	Pohon	Tisel ( <i>Syzygium attenuatum</i> )	<i>Myrtaceae</i>	56.6	-	-	-	-	Sari (2012)
	Semai	Rumput perangkap perba ( <i>Paspalum conjugatum</i> )	<i>Myrtaceae</i>	46.89	0.05	0.16	20.66	0.70	
	Sapihan	Pelempang putih ( <i>Gordonia excelsa</i> )	<i>Euphorbiaceae</i>	23.84	0.01	0.12	11.29	0.89	
	Tiang	Mentangor perit ( <i>Calophyllum pulcherrimum</i> )	<i>Theaceae</i>	74.21	0.06	0.14	8.13	0.93	
	Pohon	Seru ( <i>Schima wallichii</i> )	<i>Theaceae</i>	97.28	0.11	0.16	5.76	0.91	

Keterangan: INP= indeks nilai penting; c=indeks dominansi; H= indeks keragaman; d=indeks spesies richness; e=indeks evenness

### Alat dan Bahan

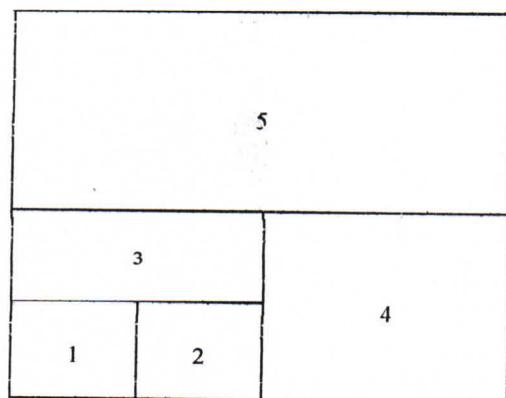
Obyek studi lapang berupa sampel tumbuhan di hutan dan di lahan bekas penambangan timah. Alat yang digunakan pada studi lapang ini adalah *cool box* (tempat mengisi bahan-bahan), gunting (untuk memotong sampel), global positioning sistem (GPS) untuk menentukan posisi lokasi studi lapang, kompas (menentukan arah rintis), oven, alat analisis vegetasi di lapangan (roll meter, meteran, patok, parang, tali plastik berwarna cerah), kamera, alat mengukur kondisi

mikroklimat (*lux metre, soil tester, thermohigrometer, thermometer*), sask herbarium dan tali herbarium. Bahan yang digunakan terdiri dari: bahan koleksi herbarium (spiritus/alkohol 70%, plastik, label gantung), bahan pembuatan herbarium (kertas merang, kardus herbarium, kertas spesies)

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja untuk KSA, sebagai berikut:

1. Satu tipe vegetasi dipilih yang dapat digunakan sebagai contoh dan batas-batasnya ditentukan
2. Petak contoh 1 ditentukan di tengah komunitas tersebut dengan ukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$
3. Jumlah jenis yang terdapat dalam petak 1 dicatat dalam tabel lembar data.
4. Petak contoh 1 diperluas menjadi dua kali lipatnya dan catat penambahan jenis yang terdapat pada petak contoh 2.
5. Petak contoh 2 diperluas menjadi dua kali lipatnya dan catat penambahan jenis yang terdapat pada petak contoh 3.
6. Penambahan petak contoh dihentikan apabila tidak ada kenaikan jumlah jenis atau penambahan jenis sudah tidak berarti atau kurang dari 10% (Gambar 23)
7. Titik awal pengukuran KSA ditentukan dengan cara memperhatikan gradien lingkungan (Nurtjahya E 2012, komunikasi pribadi).
8. Hasil pengamatan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 25)



Gambar 23 Ilustrasi petak kurva spesies area (Setiadi & Muhadiono 2001)

Keterangan:

Petak contoh 1 =  $1 \text{ m}^2$ ; petak contoh 2 = petak contoh 1 + 2 =  $2 \text{ m}^2$ ; petak contoh 3 = petak contoh 1 + 2 + 3 =  $4 \text{ m}^2$ ; petak contoh 4 = petak contoh 1 + 2 + 3 + 4 =  $8 \text{ m}^2$ ; petak contoh 5 = petak contoh 1 + 2 + 3 + 4 + 5 =  $16 \text{ m}^2$ , dan seterusnya.

KSA dilakukan untuk menentukan luas petak minimum. Luas minimum digunakan untuk memperoleh luasan petak contoh (*sampling area*) yang dianggap representatif dengan suatu tipe vegetasi pada suatu habitat tertentu yang sedang dipelajari. Metode yang digunakan dalam analisa vegetasi adalah metode kuadrat (Setiadi & Muhadiono 2001) dengan dua ulangan (Nurtjahya E 2012, komunikasi pribadi). Bentuk kuadratnya adalah  $1 \times 1 \text{ m}^2$  atau  $2 \times 2 \text{ m}^2$  untuk semai dan/atau vegetasi bawah (diameter  $\leq 2 \text{ cm}$ , tinggi  $\leq 1,5 \text{ cm}$ ),  $5 \times 5 \text{ m}^2$  untuk sapuhan (diameter 2-10 cm),  $10 \times 10 \text{ m}^2$  untuk tiang (diameter 10-20 cm),  $20 \times 20 \text{ m}^2$  untuk pohon (diameter  $> 20 \text{ cm}$ ).

Prosedur kerja metode kuadrat, meliputi:

1. Suatu areal ditentukan tipe vegetasi yang menjadi objek untuk dianalisis
2. Luas petak contoh ditentukan dari hasil pembuatan kurva spesies area
3. Penentuan awal petak contoh dilakukan secara acak atau secara sistematis atau kombinasi keduanya, yaitu pertama dibuat acak dan selanjutnya dilakukan sistematis, dengan memperhatikan gradien lingkungan (Nurtjahya E 2012, komunikasi pribadi).
4. Data dikumpulkan dari petak contoh adalah jenis, jumlah individu tiap jenis, jenis yang ditemukan, dan luas bidang dasar untuk tingkat pertumbuhan tiang dan pohon (Tabel 26)
5. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung: kerapatan mutlak, kerapatan relatif, frekuensi mutlak, dominansi mutlak, dominansi relatif, dan indeks nilai penting (INP). Nama jenis sekurang-kurangnya mempergunakan nama lokal.
6. Hasil pengamatan di lapangan dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 27)
7. Kondisi mikroklimat seperti suhu tanah, kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya dan keasamaan tanah di ukur di kedua lokasi (Tabel 28)
8. Perhitungan dalam analisa vegetasi (Setiadi & Muhadiono 2001; Odum 1992), meliputi:

Kerapatan mutlak jenis *i* atau KM (*i*)

$$KM (i) = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis } i}{\text{Jumlah total luas area yang digunakan}}$$

Kerapatan relatif jenis *i* atau KR (*i*)

$$KR (i) = \frac{\text{Kerapatan mutlak jenis } i}{\text{Kerapatan total seluruh jenis yang terambil dalam penarikan contoh}} \times 100\%$$

Frekuensi mutlak jenis *i* atau FM (*i*)

$$FM (i) = \frac{\text{Jumlah petak ditemukannya jenis } (i)}{\text{Jumlah petak keseluruhan}}$$

Frekuensi relatif jenis *i* atau FR (*i*)

$$FR (i) = \frac{\text{Jumlah frekuensi mutlak jenis } (i)}{\text{Jumlah frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$



$$\text{Dominansi mutlak jenis } i \text{ atau DM } (i) \\ \text{DM } (i) = \frac{\text{Jumlah luas bidang dasar jenis } (i)}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominasi relatif jenis } i \text{ atau DR } (i) \\ \text{DR } (i) = \frac{\text{Jumlah dominasi jenis } (i)}{\text{Jumlah dominasi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Indeks nilai penting (INP) untuk fase pertumbuhan semai dan/atau vegetasi bawah dan stadium sapihan adalah  $\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$ , dan INP untuk fase pertumbuhan tiang dan pohon adalah  $\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$ .

$$\text{Indeks kemiripan dua lokasi } (IS) = \frac{2 \times \Sigma \text{ INP jenis sama dua lokasi}}{\Sigma \text{ INP yang dibandingkan}}$$

$$\text{Indeks dominansi suatu lokasi } (c) = \Sigma (\text{INP suatu jenis} / \text{INP semua jenis})^2$$

$$\text{Indeks diversitas Shannon dan Wiener} \\ \text{suatu lokasi } (\hat{H}) = - \frac{\Sigma \text{ individu suatu jenis} \times \log \frac{\Sigma \text{ individu suatu jenis}}{\Sigma \text{ individu semua jenis}}}{\Sigma \text{ individu semua jenis}}$$

$$\text{Indeks species richness} \\ \text{suatu lokasi } (d) = \frac{\text{jumlah jenis minus satu}}{\logaritma \text{ jumlah individu di suatu lokasi}}$$

$$\text{Indeks evenness suatu lokasi } (e) = \frac{\text{jumlah indeks diversitas semua jenis}}{\logaritma \text{ jumlah jenis suatu lokasi}}$$

9. Tumbuhan yang dikoleksi dibuat herbarium, dengan cara sebagai berikut:

a. Koleksi Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013

Semua jenis tumbuhan hasil analisis vegetasi dikoleksi. Masing-masing sampel diberi label gantung dan deskripsi singkat (nama lokal/ilmiyah, lokasi, tanggal, deskripsi singkat mengenai morfologi).

b. Pengawetan Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013

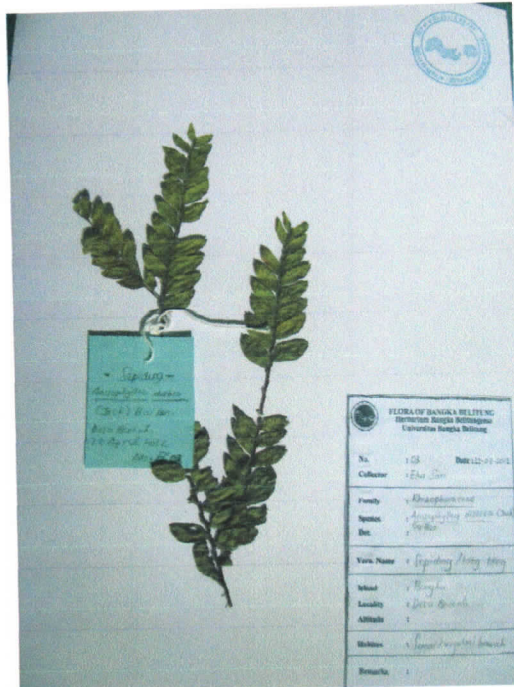
Koleksi Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013 disusun diantara lembar koran, disiram alkohol 70% sampai basah agar tidak rontok dan busuk.

c. Pengapitan dan pengeringan Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013 di laboratorium

Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013 ditata kembali dalam lipatan kertas koran kering, ditekan antara kertas kardus/bisa juga dengan sasak, kemudian diikat. Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013 dikeringkan dalam oven suhu  $60^{\circ}\text{C}$  sampai kering/dijemur dengan sinar matahari selama 5-6 hari.

d. Identifikasi tumbuhan

Koleksi specimen (Gambar 24) dibandingkan dengan specimen Herbarium Bangka Belitungense/Herbarium Bogoriense LIPI. Identifikasi tumbuhan juga merujuk pada Heyne (1987) dan Fakhurrozi (2001). Nama-nama ilmiah tumbuhan dikoreksi melalui *international plant name index* (IPNI).



Gambar 24 Contoh herbarium kering (Eka Sari 2013)

Tabel 25 Hasil pengamatan KSA (di hutan/di lahan pasca tambang)

Petak (m <sup>2</sup> )	Petak (ha)	Σ jenis	Penambahan	
			Jenis	%
1 x 1	0.0001			
1 x 2	0.0002			
2 x 2	0.0004			
2 x 4	0.0008			
4 x 4	0.0016			
4 x 8	0.0032			
8 x 8	0.0064			
8 x 16	0.0128			
16 x 16	0.0256			
16 x 32	0.0512			
32 x 32	0.1024			
Dst				

Tabel 26 Hasil pengamatan jumlah individu, jumlah jenis dan jumlah famili di hutan dan lahan pasca tambang timah

Lokasi	Jumlah individu					Jumlah jenis					Jumlah famili				
	SM	SP	TG	PN	Σ	SM	SP	TG	PN	Σ	SM	SP	TG	PN	Σ
Hutan															
Lahan pasca tambang															

Keterangan: SM= semai/vegetasi bawah; SP= sapuhan; TG= tiang; PN= pohon

Tabel 27 Analisis vegetasi tumbuhan di hutan/ lahan pasca tambang timah (pilih salah satu)

Plot	Petak (cm)	Nama		Famili	Σ individu	Keliling*	Diameter*	
		Lokal	Ilmiah					
1	2x2	1						
		2						
		Dst						
	5x5	1						
		2						
		Dst						
	10x10	1						
		2						
		Dst						
	20x20	1						
		2						
		Dst						
2	2x2	1						
		2						
		Dst						
	5x5	1						
		2						
		Dst						
	10x10	1						
		2						
		Dst						
	20x20	1						
		2						
		Dst						
Dst								

Keterangan: Dst= dan seterusnya; \* fase pertumbuhan tiang (10 x 10) dan pohon (20 x 20)

Tabel 28 Hasil pengukuran kondisi mikroklimat di hutan dan di lahan pasca tambang timah

Waktu pengamatan	Ulangan	Suhu Udara (°C)		Kelembaban Udara (%)		Suhu tanah (°C)		Kelembaban tanah (%)		Intensitas cahaya (Klx)		pH tanah	
		Hutan	LPT	Hutan	LPT	Hutan	LPT	Hutan	LPT	Hutan	LPT	Hutan	LPT
Pagi	07.00	1											
		2											
		3											
Pagi	09.30	1											
		2											
		3											
Siang	12.00	1											
		2											
		3											
Siang	14.00	1											
		2											
		3											
Sore	15.30	1											
		2											
		3											
Sore	17.00	1											
		2											
		3											

Keterangan: LPT= Lahan pasca tambang

## **Praktikum 13**

### **Ekosistem Air Tawar**

#### **Tujuan**

Tujuan dari praktikum adalah untuk mempelajari ciri-ciri fisik, kimia dan biologi. ekosistem air tawar.

#### **Landasan Teori**

Odum (1992) mengklasikan habitat air tawar menjadi dua tipe, yaitu air tergenang atau habitat lentik (contohnya: danau, kolam, rawa, pasir terapung) dan air mengalir atau habitat lotik (contohnya: mata air, aliran air atau sungai). Ewusie (2000 *diacu dalam* Onrizal 2005) menyatakan bahwa ada satu perbedaan antara danau (air diam) dengan air sungai (air mengalir), yaitu danau terbentuk karena cekungannya sudah ada dan air mengisi cekungan itu, tetapi danau itu setiap saat dapat terisi oleh endapan sehingga menjadi tanah kering. Sebaliknya, sungai terjadi karena airnya sudah ada, sehingga air itulah yang membentuk dan menyebabkan tetap adanya saluran selama masih terdapat air yang mengisinya.

Menurut Odum (1992) perbedaan antara aliran air (sungai) dengan air tergenang (kolam) terkait dengan 3 kondisi, yaitu: arus (faktor yang paling penting mengendalikan dan merupakan faktor pembatas di aliran air), pertukaran tanah-air relative lebih ekstensif pada aliran air yang menghasilkan ekosistem yang lebih "terbuka" dan suatu metabolisme komunitas tipe "heterotropik dan tekanan oksigen biasanya lebih merata dalam aliran air dan stratifikasi termal maupun kimiawi tidak ada atau dapat diabaikan.

Ciri-ciri dari ekosistem air tawar adalah: kadar garam/salinitasnya sangat rendah, bahkan lebih rendah dari, kadar garam protoplasma organisme akuatik, variasi suhu sangat rendah, penetrasi cahaya matahari kurang, dan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Hampir semua golongan tumbuhan terdapat pada ekosistem air tawar, tumbuhan tingkat tinggi (dikotil dan monokotil), tumbuhan tingkat rendah (jamur, ganggang biru, ganggang hijau). Hampir semua filum dari dunia hewan terdapat pada ekosistem air tawar, misalnya protozoa, spons, cacing, moluska, serangga, ikan, amfibi, reptilia, burung, mammalia. Ada yang selalu hidup di air, ada pula yang ke air bila mencari makanan saja (Pustakaaji tanpa tahun a).

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang digunakan terdiri dari: pH meter, TSS, TDS meter, TOC meter, BOD meter, COD meter, EC meter, DO meter, refraktometer/salt tester/salimeter, tongkat berskala, *current meter*, *stop watch*, *secchi disk*, *turbidity meter*, *ekman grab*, jaring plankton, tongkat berskala, baskom, botol sampel, spektrofotometri serapan atom (SSA), mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah: bahan preparasi sampel untuk analisa kandungan logam berat (aquades, HNO<sub>3</sub>, HCl, larutan standar logam), air *kolong* timah dan air sungai, formalin 4%,

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Sampel air untuk uji fisik kimia air dimasukkan ke dalam botol sampel.
2. Pengumpulan plankton dengan jaring plankton dan dimasukkan ke botol sampel.
3. Pengumpulan benthos dengan *ekman grab*. Pengawetan benthos dengan formalin 4%.
4. Sampel air tersebut diuji fisika, kimia dan biologi.
5. Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari.
6. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 29).
7. Pengamatan terhadap biologi, yaitu: plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston dan vegetasi. Lokasi pengambilan sampel dan semua kegiatan praktikum didokumentasikan.

Keterangan:

- a. Plankton adalah organisme (mikro) bebas mengapung (mengambang) atau bias bergerak sesuai dengan arus air. Umumnya plankton hewan (zooplankton) lebih besar daripada plankton tumbuhan (fitoplankton).
- b. Benthos adalah organisme yang hidup di dasar kolam (permukaan dasar kolam). Hewan benthos dibagi berdasarkan cara makannya, yaitu pemakan penyaring, seperti kerang dan pemakan deposit seperti siput.
- c. Perifiton adalah organisme yang tumbuh atau hidup pada permukaan bebas yang melayang dalam air seperti tanaman, kayu, batu dan permukaan yang menonjol. Umumnya organisme yang termasuk benthos didominasi oleh hewan-hewan dari kelompok gastropoda, bivalvia, *Crustaceae* dan annelida.
- d. Nekton adalah organisme yang dapat bergerak dan berenang dengan kemauan sendiri.
- e. Neuston adalah organisme yang beristirahat dan pada permukaan perairan

Tabel 29 Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air tawar di beberapa lokasi

No	Parameter	Lokasi pengamatan			Air kolong timah
		Sungai			
		Inlet	Midlet	Outlet	
<b>Fisika</b>					
1	Warna				
2	Bau				
3	Suhu (°C)				
4	Kekeruhan air (NTU)				
5	Kececahan (cm)				
6	Kedalaman (m)				
7	Kecepatan arus air (m/s)				
<b>Kimia</b>					
1	pH				
2	Salinitas (% atau ppt)*				
3	TSS (mg/L)				
4	Dissolved oxygen (mg/L)				
5	Total organik carbon (mg/L)				
6	Daya hantar listrik (mS)				
7	Total dissolved solid (mg/L)				
8	Chemical oxygen demand (mg/L)				
9	Biological oxygen demand (mg/L)				
10	Kandungan logam berat (ppm)				
	Pb				
	Cu				
	Zn				
Fe					
<b>Biologi</b>					
1	Fitoplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
2	Zooplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
3	Perifiton				
	- Jumlah - Nama spesies				
4	Benthos				
	- Jumlah - Nama spesies				
5	Nekton				
	- Jumlah - Nama spesies				
6	Neuston				
	- Jumlah - Nama spesies				
7	Vegetasi tumbuhan				
	- Jumlah - Nama spesies				

Keterangan: \* pilih salah satu

**Tugas:** Buatlah gambar jaring-jaring makanan dan piramida makanan dari ekosistem air tawar seperti praktikum 2 pada Tabel 2.

### Parameter Fisika

▪ Kececahan

$$\text{Kececahan (cm)} = \frac{(d1 + d2)}{2} \quad d1 = \text{kedalaman saat sechhi disk tepat menghilang}; d2 = \text{kedalaman saat sechhi disk terlihat kembali}$$

▪ Kecepatan arus ( $v = s/t$ ) ; dimana  $v$  = kecepatan arus (m/s);  $s$  = jarak tempuh (m);  $t$  = waktu jarak tempuh (s)

**Parameter Biologi**

## ▪ Kelimpahan plankton

$$N_i = \frac{O_i}{O_p} \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{I}{V_s} \times \frac{N}{UP}$$

Keterangan:

- $N_i$  : Kepadatan plankton jenis ke-i  
 $O_i$  : Luas gelas penutup ( $\text{mm}^2$ )  
 $O_p$  : Luas penampang pandang ( $\text{mm}^2$ )  
 $V_r$  : Volume botol contoh (ml)  
 $V_o$  : Volume 1 tetes air contoh (ml)  
 $V_s$  : Volume air yang disaring pada planktonet (100L)  
 $N$  : Jumlah plankton yang tercacah  
 $U$  : Ulangan  
 $P$  : Jumlah lapang pandang

## ▪ Kepadatan perifeton

$$N_i = \frac{O_i}{O_p} \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{I}{A_s} \times \frac{N}{UP}$$

Keterangan:

- $N_i$  : Kepadatan plankton jenis ke-i  
 $O_i$  : Luas gelas penutup ( $\text{mm}^2$ )  
 $O_p$  : Luas penampang pandang ( $\text{mm}^2$ )  
 $V_r$  : Volume botol contoh (ml)  
 $V_o$  : Volume 1 tetes air contoh (ml)  
 $A_s$  : Luas kerikan ( $\text{cm}^2$ )  
 $N$  : Jumlah plankton yang tercacah  
 $U$  : Ulangan  
 $P$  : Jumlah lapang pandang

## ▪ Kepadatan benthos

$$X = \frac{N}{\mu \cdot m}$$

Keterangan:

- $X$  : Kepadatan benthos ( $\text{ind}/\text{m}^2$ )  
 $n$  : Jumlah individu per satuan alat  
 $\mu$  : Luas bukaan mulut alat ( $\text{m}^2$ )  
 $m$  : Jumlah ulangan

## Praktikum 14

### Ekosistem Air Rawa

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum adalah untuk mempelajari ciri-ciri fisik, kimia dan biologi ekosistem air rawa.

#### Landasan Teori

PP No. 27 (1991) menjelaskan bahwa rawa adalah lahan genangan air secara alamiah yang terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat serta mempunyai ciri-ciri khusus secara fisik, kimiawi, dan biologis. Konservasi rawa adalah pengelolaan rawa sebagai sumber air yang berdasar pertimbangan teknis, social ekonomis dan lingkungan, bertujuan menjamin dan memelihara kelestarian keberadaan rawa sebagai sumber dari dan/atau meningkatkan fungsi dan pemanfaatannya.

Menurut Kemendikbud RI (tanpa tahun), rawa (Gambar 25) adalah daerah di sekitar sungai atau muara sungai yang cukup besar yang merupakan tanah berlumpur dengan kadar air relatif tinggi. Rawa juga dikatakan sebagai genangan air di daratan pada cekungan yang relatif dangkal. Genangan rawa bisa juga terjadi karena terjebak pada suatu daerah cekungan dan lapisan batuan di bawah rawa merupakan batuan yang *impermiabile*. Manfaat rawa diantaranya adalah sebagai berikut: rawa yang terdapat pergantian air tawar dapat untuk areal sawah, rawa yang airnya tidak terlalu asam dapat untuk daerah perikanan, sebagai sumber pembangkit listrik, dan sebagai objek pariwisata. Jenis-jenis rawa dibedakan menjadi:

1. Berdasarkan sifat airnya dibagi menjadi 3, yaitu:
  - a. Rawa air tawar, adalah rawa yang airnya tawar karena letaknya di pinggir sepanjang sungai.
  - b. Rawa air payau adalah rawa yang airnya percampuran antara tawar dan asin, biasanya letaknya di muara sungai menuju laut.
  - c. Rawa air asin adalah rawa yang airnya asin dan letaknya di daerah pasang surut laut.
2. Berdasarkan keadaan airnya dibagi menjadi 2, yaitu:
  - a. Rawa yang airnya terlalu tergenang, adalah rawa yang selalu tergenang airnya, tidak dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, karena lahannya tertutup tanah gambut yang tebal.
  - b. Rawa yang airnya tidak selalu tergenang, adalah rawa yang menampung air tawar dilimpahkan air sungai pada saat air laut pasang dan airnya relatif mengering pada saat air laut surut.



3. Berdasarkan letaknya dibagi menjadi 3, yaitu:

- a. Rawa pantai, adalah rawa yang berada di muara sungai. Air pada jenis rawa ini selalu mengalami pergantian karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut.
- b. Rawa pinggiran, adalah rawa sepanjang aliran sungai.
- c. Rawa abadi, adalah rawa yang airnya terjebak dalam sebuah cekungan dan tidak memiliki pelepasan ke laut. Air hujan yang tertampung dalam rawa hanya dapat menguap tanpa ada aliran yang berarti.



Gambar 25 Contoh ekosistem air rawa di daerah Air Anyer, Kecamatan Merawang (Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013)

#### Alat dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang digunakan terdiri dari: pH meter, TSS, TDS meter, TOC meter, BOD meter, COD meter, EC meter, DO meter, refraktometer/salt tester/saltmeter, tongkat berskala, *current meter*, *stop watch*, *secchi disk*, *turbidity meter*, *ekman grab*, jaring plankton, tongkat berskala, baskom, botol sampel, spektrofotometri serapan atom (SSA), mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah: bahan preparasi sampel untuk analisa kandungan logam berat (aquades,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ , larutan standar logam), air rawa, formalin 4%,

#### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Sampel air untuk uji fisik kimia air dimasukkan ke dalam botol sampel.
2. Pengumpulan plankton dengan jaring plankton dan dimasukkan ke botol sampel.
3. Pengumpulan benthos dengan *ekman grab*. Pengawetan benthos dengan formalin 4%.
4. Sampel air tersebut diuji fisika (warna, bau, suhu, kekeruhan, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus air), kimia (pH, salinitas, TSS, TDS, TOC, DO, BOD, COD, daya hantar

listrik, kandungan logam berat) dan biologi (plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston, vegetasi tumbuhan). Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari. Pengamatan terhadap biologi, yaitu: plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston dan vegetasi. Lokasi pengambilan sampel dan semua kegiatan praktikum didokumentasikan.

5. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 30).

Tabel 30 Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air rawa di beberapa lokasi

No	Parameter	Lokasi pengamatan			
		Rawa 1	Rawa 2	Rawa 3	Rawa 4
<b>Fisika</b>					
1	Warna				
2	Bau				
3	Suhu ( $^{\circ}$ C)				
4	Kekeruhan air (NTU)				
5	Kecerahan (cm)				
6	Kedalaman (m)				
7	Kecepatan arus air (m/s)				
<b>Kimia</b>					
1	pH				
2	Salinitas (% atau ppt)*				
3	TSS (mg/L)				
4	Dissolved oxygen (mg/L)				
5	Total organik carbon (mg/L)				
6	Daya hantar listrik (mS)				
7	Total dissolved solid (mg/L)				
8	Chemical oxygen demand (mg/L)				
9	Biological oxygen demand (mg/L)				
10	Kandungan logam berat (ppm)				
	Pb				
	Cu				
	Zn				
	Fe				
<b>Biologi</b>					
1	Fitoplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
2	Zooplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
3	Perifiton				
	- Jumlah - Nama spesies				
4	Benthos				
	- Jumlah - Nama spesies				
5	Nekton				
	- Jumlah - Nama spesies				
6	Neuston				
	- Jumlah - Nama spesies				
7	Vegetasi tumbuhan				
	- Jumlah - Nama spesies				

Keterangan: \* pilih salah satu

**Tugas:** Buatlah gambar jaring-jaring makanan dan piramida makanan dari ekosistem air rawa seperti praktikum 2 pada Tabel 2

## **Praktikum 15**

### **Ekosistem Air Laut**

#### **Tujuan**

Tujuan dari praktikum adalah untuk mempelajari ciri-ciri fisik, kimia dan biologi ekosistem air laut.

#### **Landasan Teori**

Ekosistem laut (Gambar 26) merupakan suatu kumpulan integral dari berbagai komponen abiotik (fisika-kimia) dan biotik (organisme hidup) yang berkaitan satu sama lain dan saling berinteraksi membentuk suatu unit fungsional. Komponen-komponen ini secara fungsional tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Luas ekosistem air lebih dari 2/3 permukaan bumi (+70%). Karena luas dan potensinya sangat besar, ekosistem laut menjadi perhatian, khususnya yang berkaitan dengan revolusi biru (Kusfebriani *et al.* 2011).

Ciri-ciri dari ekosistem air laut adalah: memiliki kadar mineral yang tinggi, ion terbanyak ialah Cl (55%), namun kadar garam di laut bervariasi, ada yang tinggi (seperti di daerah tropika) dan ada yang rendah (di laut beriklim dingin); dan tidak dipengaruhi oleh cuaca dan iklim. Menurut fungsinya, komponen biotik ekosistem laut dapat dibedakan menjadi 3, yaitu: produsen (terdiri atas fitoplankton dan ganggang laut lainnya); konsumen (terdiri atas berbagai jenis hewan, dari hampir semua filum); zooplankton (terdiri atas bakteri dan hewan-hewan pemakan bangkai atau sampah). Daerah batial dan abisal pada ekosistem laut dalam merupakan daerah gelap sepanjang masa. Di daerah tersebut tidak berlangsung kegiatan fotosintesis, berarti tidak ada produsen, sehingga yang ditemukan hanya konsumen dan dekomposer saja. Pada hewan dan tumbuhan tingkat rendah tekanan osmosisnya kurang lebih sama dengan tekanan osmosis air laut sehingga tidak terlalu mengalami kesulitan untuk beradaptasi. Cara ikan beradaptasi dengan kondisi seperti itu adalah: banyak minum; air masuk ke jaringan secara osmosis melalui usus; sedikit mengeluarkan urine; pengeluaran air terjadi secara osmosis dan garam-garam dikeluarkan secara aktif melalui insang (Puatakaaji tanpa tahun b).

#### **Alat dan Bahan**

Alat dan bahan praktikum yang digunakan terdiri dari: pH meter, TSS, TDS meter, TOC meter, BOD meter, COD meter, EC meter, DO meter, refraktometer/salt tester/saltmeter, *stop watch*, tongkat berskala, *current meter*, *secchi disk*, *turbidity meter*, *ekman grab*, jaring plankton, tongkat berskala, baskom, botol sampel, spektrofotometri serapan atom (SSA),

mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah: bahan preparasi sampel untuk analisa kandungan logam berat (aquades,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ , larutan standar logam), air laut, formalin 4%,

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Sampel air untuk uji fisik kimia air dimasukkan ke dalam botol sampel.
2. Pengumpulan plankton dengan jaring plankton dan dimasukkan ke botol sampel.
3. Pengumpulan benthos dengan *ekman grab*. Pengawetan benthos dengan formalin 4%.
4. Sampel air tersebut diuji fisika (warna, bau, suhu, kekeruhan, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus air), kimia (pH, salinitas, TSS, TDS, TOC, DO, BOD, COD, daya hantar listrik, kandungan logam berat) dan biologi (plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston, vegetasi tumbuhan). Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan
5. Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari.
6. Pengamatan terhadap biologi, yaitu: plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston dan vegetasi. Lokasi pengambilan sampel dan semua kegiatan praktikum didokumentasikan.
7. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 31).

**Tugas:** Buatlah gambar jaring-jaring makanan dan piramida makanan dari ekosistem air laut seperti praktikum 2 pada Tabel 2



Gambar 26 Contoh ekosistem air laut di daerah Air Anyer, Kecamatan Merawang (Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013)

Tabel 31 Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air laut di beberapa lokasi

No	Parameter	Lokasi pengamatan			
		Air Laut 1	Air Laut 2	Air Laut 3	Air Laut 4
<b>Fisika</b>					
1	Warna				
2	Bau				
3	Suhu ( $^{\circ}$ C)				
4	Kekeruhan air (NTU)				
5	Kecerahan (cm)				
6	Kedalaman (m)				
7	Kecepatan arus air (m/s)				
<b>Kimia</b>					
1	pH				
2	Salinitas (% atau ppt)				
3	TSS (mg/L)				
4	<i>Dissolved oxygen</i> (mg/L)				
5	<i>Total organik carbon</i> (mg/L)				
6	Daya hantar listrik (mS)				
7	<i>Total dissolved solid</i> (mg/L)				
8	<i>Chemical oxygen demand</i> (mg/L)				
9	<i>Biological oxygen demand</i> (mg/L)				
10	Kandungan logam berat (ppm)				
	Pb				
	Cu				
	Zn				
	Fe				
<b>Biologi</b>					
1	Fitoplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
2	Zooplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
3	Perifiton				
	- Jumlah - Nama spesies				
4	Benthos				
	- Jumlah - Nama spesies				
5	Nekton				
	- Jumlah - Nama spesies				
6	Neuston				
	- Jumlah - Nama spesies				
7	Vegetasi tumbuhan				
	- Jumlah - Nama spesies				

Keterangan: \* pilih salah satu

## Praktikum 16

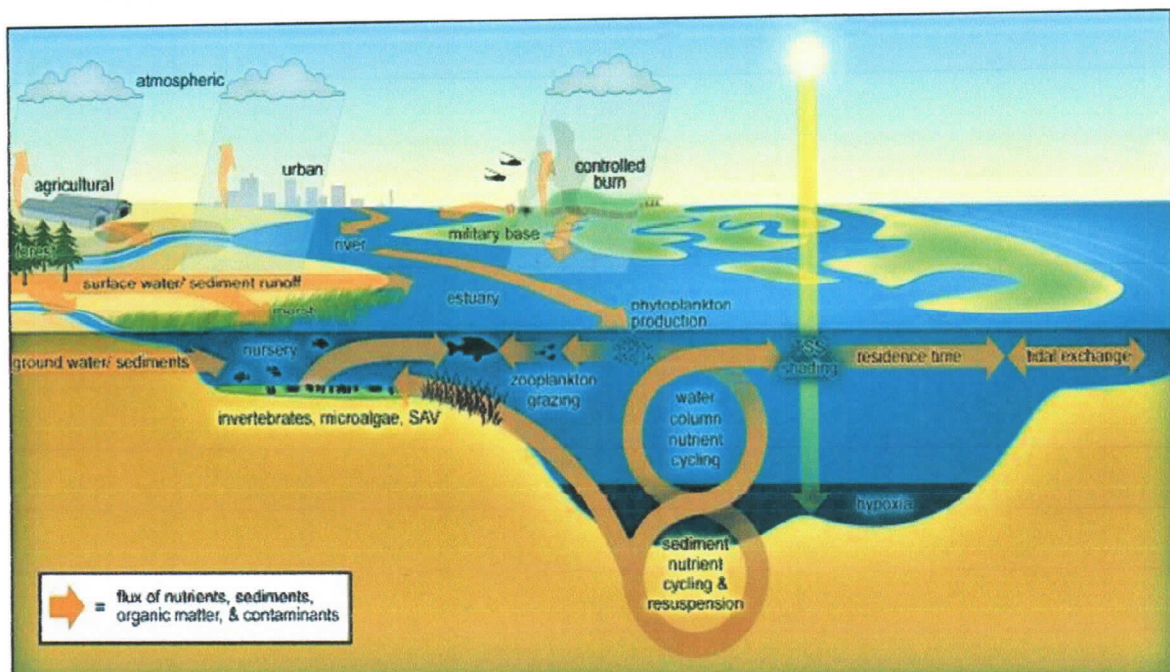
### Ekosistem Estuari

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum adalah untuk mempelajari ciri-ciri fisik, kimia dan biologi ekosistem air estuari.

#### Landasan Teori

Estuari merupakan daerah pantai semi tertutup yang penting bagi kehidupan ikan. Berbagai fungsinya bagi kehidupan ikan seperti sebagai daerah pemijahan, daerah pengasuhan, dan lumbung makanan serta jalur migrasi menjadikan estuari kaya dengan keanekaragaman hayati ikan pada berbagai tahapan dalam stadia hidupnya (larva, juwana, dewasa) (Blaber 1997; Costa *et al.* 2002 *diacu dalam* Zahid *et al.* 2011). Estuari (Gambar 27) oleh sejumlah peneliti disebutkan sebagai area paling produktif, karena merupakan area ekoton atau daerah pertemuan dua ekosistem berbeda (tawar dan laut) yang memberikan karakteristik khusus. Estuari merupakan ekosistem yang khas dan kompleks dengan keberadaan berbagai tipe habitat. Heterogenitas habitat menyebabkan area ini kaya sumber daya perairan dengan komponen terbesarnya adalah fauna ikan (Zahid *et al.* 2011).



Gambar 27 Perairan estuari (Agussalim & Widyaiswara 2012)

Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Bahkan ada beberapa invertebrata laut dan ikan laut yang menjadikan estuari sebagai tempat kawin atau bermigrasi untuk menuju habitat air tawar. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air. Bentuk estuari bervariasi dan sangat bergantung pada besar kecilnya air sungai, kisaran pasang surut, dan bentuk garis pantai (Ikawartika 2012).

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang digunakan terdiri dari: pH meter, TSS, TDS meter, TOC meter, BOD meter, COD meter, EC meter, DO meter, refraktometer/salt tester/saltmeter, tongkat berskala, *stop watch*, *secchi disk*, *current meter*, *turbidity meter*, *ekman grab*, jaring plankton, tongkat berskala, baskom, botol sampel, spektrofotometri serapan atom (SSA), mikroskop *fluorescence*. Bahan yang digunakan adalah: bahan preparasi sampel untuk analisa kandungan logam berat (aquades, HNO<sub>3</sub>, HCl, larutan standar logam), air payau, formalin 4%.

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja praktikum, yaitu:

1. Sampel air untuk uji fisik kimia air dimasukkan ke dalam botol sampel.
2. Pengumpulan plankton dengan jaring plankton dan dimasukkan ke botol sampel.
3. Pengumpulan benthos dengan *ekman grab*. Pengawetan benthos dengan formalin 4%.
4. Sampel air tersebut diuji fisika (warna, bau, suhu, kekeruhan, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus air), kimia (pH, salinitas, TSS, TDS, TOC, DO, BOD, COD, daya hantar listrik, kandungan logam berat) dan biologi (plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston, vegetasi tumbuhan). Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan
5. Pengujian sampel disarankan tidak boleh lewat dari 1 hari.
6. Pengamatan terhadap biologi, yaitu: plankton, benthos, perifiton, nekton, neuston dan vegetasi. Lokasi pengambilan sampel dan semua kegiatan praktikum didokumentasikan.
7. Hasil analisa sifat fisik, kimia dan biologi air dimasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 32).

**Tugas:** Buatlah gambar jaring-jaring makanan dan piramida makanan dari ekosistem air estuari seperti praktikum 2 pada Tabel 2

Tabel 32 Hasil analisa sifat fisika, kimia dan biologi air estuari di beberapa lokasi

No	Parameter	Lokasi pengamatan			
		Air payau 1	Air payau 2	Air payau 3	Air payau 4
<b>Fisika</b>					
1	Warna				
2	Bau				
3	Suhu (° C)				
4	Kekeruhan air (NTU)				
5	Kecerahan (cm)				
6	Kedalaman (m)				
7	Kecepatan arus air (m/s)				
<b>Kimia</b>					
1	pH				
2	Salinitas (% atau ppt)*				
3	TSS (mg/L)				
4	<i>Dissolved oxygen</i> (mg/L)				
5	<i>Total organik carbon</i> (mg/L)				
6	Daya hantar listrik (mS)				
7	<i>Total dissolved solid</i> (mg/L)				
8	<i>Chemical oxygen demand</i> (mg/L)				
9	<i>Biological oxygen demand</i> (mg/L)				
10	Kandungan logam berat (ppm)				
	Pb				
	Cu				
	Zn				
	Fe				
<b>Biologi</b>					
1	Fitoplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
2	Zooplankton				
	- Jumlah - Nama spesies				
3	Perifiton				
	- Jumlah - Nama spesies				
4	Benthos				
	- Jumlah - Nama spesies				
5	Nekton				
	- Jumlah - Nama spesies				
6	Neuston				
	- Jumlah - Nama spesies				
7	Vegetasi tumbuhan				
	- Jumlah - Nama spesies				

Keterangan: \* pilih salah satu



## **Praktikum 17**

### **Bertahan Hidup (*Surviving*)**

#### **Tujuan**

Tujuan dari praktikum ini adalah mempelajari cara pertahanan hidup makhluk hidup di bebera ekosistem.

#### **Landasan Teori**

Pertahanan hidup atau dalam bahasa Inggris disebut *survival* merupakan kemampuan untuk bertahan hidup di dalam suatu kondisi atau keadaan. Pertahanan hidup juga bisa diartikan sebagai teknik (ilmu) dalam menghadapi berbagai ancaman terhadap keselamatan diri (Wikipedia 2013 b).

Pada praktikum ini mahasiswa/wi akan menonton film singkat berdurasi ± 48 menit subtitle text Indonesia dengan judul “Surviving (Bertahan Hidup)”. Film menceritakan cara pertahanan hidup makhluk hidup di beberapa ekosistem terestrial (seperti: ekosistem kutub, ekosistem gurun, ekosistem pegunungan) dan ekosistem akuatik (ekosistem danau, ekosistem air rawa dan ekosistem air laut) di beberapa daerah, seperti: Pulau Ellesmere, Arktik Utara; Pegunungan Alpen New Zealand; Pegunungan Tasmania, Puncak Kenya; Gurun Namibia Afrika, Arizona, Meksiko, Australia; Amerika Selatan; dan Amazon. Film ini juga menunjukkan beberapa makhluk hidup yang tidak bisa ditemukan di Indonesia dengan cara pertahanan hidup yang unik sesuai dengan individunya masing-masing.

#### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan, berupa: laptop, speaker, infokus, CD yang berjudul “Surviving (Bertahan Hidup)”.

#### **Prosedur Kerja**

Prosedur kerja praktikum ini adalah:

1. Mahasiswa/wi menonton film yang berjudul “Bertahan Hidup (Surviving)” dengan seksama.
2. Mahasiswa mencatat poin-poin penting dalam film tersebut dan memasukkan ke dalam tabel pengamatan (Tabel 33).

Tabel 33 Hasil pengamatan film yang berjudul "Bertahan Hidup (*Surviving*)"

No	Ekosistem	Lokasi	Mahluk hidup	Cara pertahanan hidup
1	Terrestrial a.....  b.....  c.....  d.....  e.....  dan seterusnya			
2	Akuatik a.....  b.....  c.....  dan seterusnya			

## Praktikum 18

### Ekosistem Buatan (Kunjungan ke *Bangka Botanical Garden*)

#### Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah mempelajari ekosistem buatan sekaligus membuat film mengenai *Bangka Botanical Garden (BBG)*.

#### Landasan Teori

*Bangka Botanical Garden* atau Kebun Raya Bangka salah satu obyek *eco-tourism* yang baru dikembangkan di Pangkalpinang, Provinsi Bangka Belitung. *Bangka Botanical Garden* yang memiliki lahan dengan sebagian besar rawa seluas 300 hektar, dikembangkan sejak bulan Maret 2007, dan hingga kini baru 100 hektar yang dikembangkan untuk perkebunan buah naga, peternakan sapi, pembibitan sejumlah pepohonan mulai dari sengon, ketapang, kacang mede (Adhi 2010). Wisatawan yang berkunjung ke kawasan BBG bisa menikmati suasana damai dan sejuk, sekaligus belajar tentang usaha pertanian (Gambar 28), peternakan, dan perikanan terpadu secara organik yang sudah berjalan dengan baik ditempat ini. Letaknya cukup strategis, bersebelahan dengan pantai Pasir Padi, dan mudah dijangkau dari pusat kota Pangkalpinang. Beberapa ekosistem buatan dapat dipelajari dan diamati di BBG, seperti: ekosistem pada kolam ikan, ekosistem peternakan sapi bahkan pembuatan pupuk kompos serta pembuatan susu sapi dapat dipelajari di sini. Ekosistem buatan adalah ekosistem yang diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Ekosistem buatan mendapatkan subsidi energi dari luar, tanaman atau hewan peliharaan didominasi pengaruh manusia, dan memiliki keanekaragaman rendah.



Contoh 28 Kegiatan wawancara mahasiswa/wi di perkebunan sayuran organik di *Bangka Botanical Garden* (Mahasiswa/wi Biologi Angkatan Keenam 2013)

**Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan adalah kamera, alat perekam suara, *handy cam*, alat tulis dan lain sebagainya

**Prosedur Kerja**

Tahapan kerja dari praktikum ini, adalah:

1. Mahasiswa/wi dibagi ke dalam kelompok dengan konsentrasi bidang masing-masing, yaitu: flora, fauna dan mikroba.
2. Mahasiswa/wi mewawancarai mandor dengan konsentrasi bidang masing-masing.
3. Mahasiswa/wi mendokumentasikan kegiatan tersebut baik dengan kamera maupun *handy cam*
4. Mahasiswa/wi membuat film singkat maksimal 25 menit dan membuat makalah mengenai kegiatan tersebut dan dipresentasikan

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi R. 2010. *Bangka Botanical Garden Primadona Bangka*. Bangka Pos Edisi Senin 25 Oktober 2010. <http://travel.kompas.com/read/2010/10/25/14112992/twitter.com> [15 Desember 2012]
- Agussalim, Widyaiswara. 2012. *Identifikasi Kekayaan Sumberdaya Ekosistem Estuari*. <http://bp3ambon-kkp.org/identifikasi-kekayaan-sumberdaya-ekosistem-estuari/> [15 Desember 2012]
- Anggraeni R. 2004. Populasi dan Keragaman Cacing Tanah pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi di Daerah Ngantang. *Kompilasi Abstrak Agroforesti di Indonesia*. <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/book/BK0065-04.PDF> [15 Desember 2012]
- Anonim a. Tanpa tahun. *Pengertian dan Manfaat Ekologi Tanaman*. [http://usupress.usu.ac.id/files/EKOLOGI%20TANAMAN\\_Final\\_Bab%201.pdf](http://usupress.usu.ac.id/files/EKOLOGI%20TANAMAN_Final_Bab%201.pdf) [15 Desember 2012]
- Anonim b. Tanpa tahun. *Siklus Hidrologi*. <http://www.unhas.ac.id/lkpp/tani/2%20Siklus%20Hidrologi.pdf> [15 Desember 2012]
- Anonim c. tanpa tahun. *Scenedesmus*. [http://cfb.unh.edu/phycokey/Choiccs/Chlorophyceae/colonies/colonies\\_not\\_flagellated/SCENEDESMUS/Scenedesmus\\_Image\\_page.html](http://cfb.unh.edu/phycokey/Choiccs/Chlorophyceae/colonies/colonies_not_flagellated/SCENEDESMUS/Scenedesmus_Image_page.html) [15 Desember 2012]
- Anonim d. Tanpa tahun. *Pediastrum*. [http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina\\_Key/html/Pediastrum\\_Main.html](http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina_Key/html/Pediastrum_Main.html) [15 Desember 2012]
- Anonim e. Tanpa tahun. *Oedogonium*. [http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina\\_Key/html/Oedogonium\\_Main.html](http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina_Key/html/Oedogonium_Main.html) [15 Desember 2012]
- Anonim f. Tanpa tahun. Friends of Warnham Local Nature Reserve <http://www.friendsofwarnhamlnr.org.uk/pondlife2.html> [15 Desember 2012]
- Anonim g. Tanpa tahun. *Volvox*. <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artdec03/volvox.html> [15 Desember 2012]
- Anonim h. Tanpa tahun. *Gleocapsa*. [http://www.allposters.com.br/-sp/Gloeocapsa-Cyanobacteria-posters\\_i6014985\\_.htm](http://www.allposters.com.br/-sp/Gloeocapsa-Cyanobacteria-posters_i6014985_.htm) [15 Desember 2012]
- Anonim i. Tanpa tahun. *Coccochloris* <http://eol.org/pages/90174/overview> [15 Desember 2012]
- Anonim j. Tanpa tahun. *Stigonemataceae*. [http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/Images/Prokaryotes/Stigonemataceae/sp\\_05.html](http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/Images/Prokaryotes/Stigonemataceae/sp_05.html) [15 Desember 2012]
- Anonim k. tanpa tahun. *Stigonema*. [http://www.buildingthepride.com/faculty/pgdavison/stigonema\\_with\\_true\\_branching\\_an.htm](http://www.buildingthepride.com/faculty/pgdavison/stigonema_with_true_branching_an.htm) [15 Desember 2012]
- Anonim l. Tanpa tahun. *Tribonema*. [http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina\\_Key/html/Tribonema\\_Main.html](http://silicasecchidisk.conncoll.edu/LucidKeys/Carolina_Key/html/Tribonema_Main.html) [15 Desember 2012]

- Anonim m. Tanpa tahun. *Navicula*. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT201/BOT201/Algae/PennateNavicula.gif> [15 Desember 2012]
- Anonim n. Tanpa tahun. *Euglena*. <http://www.fcps.edu/islandcreekes/ecology/euglena.htm> [15 Desember 2012]
- Anonim o. Tanpa tahun. *Euglena astasia*. <http://triemerlab.plantbiology.msu.edu/Euglena/astasia/astalon2.jpg> [15 Desember 2012]
- Anonim p. Tanpa tahun. *Chrytomonas*. [http://www.rbg Syd.nsw.gov.au/\\_data/assets/image/0006/47490/Cryptomonas.gif](http://www.rbg Syd.nsw.gov.au/_data/assets/image/0006/47490/Cryptomonas.gif) [15 Desember 2012]
- Anonim q. Tanpa tahun. *Euglena*. <http://www.glerl.noaa.gov/seagrant/GLWL/Algae/Chlorophyta/Euglena/Euglena.html#Colacium> [15 Desember 2012]
- Anonim r. 2012. *Creating Plankton*. <http://www.gma.org/onlocation/globecactiv.html> [15 Desember 2012]
- Anonim s. 2011. *Praktikum Biotan Mpit*. [<http://www.scribd.com/doc/71011089/PRAKTIKUM-biotan-mpit15> Desember 2012]
- Anonim t. Tanpa Tahun. *Ekologi dan Konsep Ekosistem*. [http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR\\_PEND\\_BIOLOGI/196805091994031-KUSNADI/BUKU\\_SAKU\\_BIOLOGI\\_SMA,KUSNADI dkk/Kelas X/EKOLOGI DAN KONSEP EKOSISTEM.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR_PEND_BIOLOGI/196805091994031-KUSNADI/BUKU_SAKU_BIOLOGI_SMA,KUSNADI dkk/Kelas X/EKOLOGI DAN KONSEP EKOSISTEM.pdf) [15 Desember 2012]
- Cavanilah JM. 2007. <http://forum.mikroskopia.com/topic/6391-symura-uvella/> [15 Desember 2012]
- Christina J. 2003. *Lyngbya*. <http://plants.ifas.ufl.edu/images/lynspc/lynsp3cj.jpg> [15 Desember 2012]
- Darwati, 2007. *Keragaman dan Kelimpahan Mesofauna Tanah pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Daerah Gunung Bawang* [Thesis]. Yogyakarta: UGM
- Djazuli M. 2011. Alelopati Pada Beberapa Tanaman Perkebunan dan Teknik Pengendalian Serta Prospek Pemanfaatannya. *Perspektif* 10(1):44-50
- Dwidjoseputro, D. 991. *Ekologi Manusia Dengan Lingkungannya*. Jakarta: Erlangga.
- Elfidasari D. 2007. Jenis Interaksi Intraspesifik dan Interspesifik pada Tiga Jenis Kuntul saat Mencari Makan di Sekitar Cagar Alam Pulau Dua Serang, Propinsi Banten. *Biodiversitas* 8 (4): 266-269
- Firlano D, Sari E, Sari M, Nurhidayah, Virgianty S, Rahmawati S, Yusita. 2010. *Struktur dan Komposisi Vegetasi Hutan Di Tanjung Besar Kecamatan Tukak Sadai Kabupaten Bangka Selatan* [Study Lapang]. Sungaliat: Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian.
- Hairiah K, Aini N, Himawan T, Dwi WS. 2010. *Modul Praktikum Ekologi Pertanian*. <http://blog.ub.ac.id/assesories/files/2011/05/Modul-Praktikum-Ekologi-Pertanian.pdf> [15 Desember 2012]
- Heddy S, Kurniati M. 1996. *Prinsip-Prinsip Dasar Ekologi: Suatu Bahasan tentang Ekologi dan Penerapannya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Ikawartika. 2012. *Ekosistem Estuari*. <http://ikawartika.wordpress.com/2012/04/03/ekosistem-estuari-2/> [15 Desember 2012]

- Irwan ZD. 2010. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Jakarta: Bumi Aksara
- Jaya I. 2005. *Struktur Dan Komposisi Jenis Tumbuhan Pada Tanah Troposaprist Di Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Pulau Bangka* [skripsi]. Sungaliat: Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian.
- Jhon 2002. *Cylindrospermum*. [http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Prokaryotes/Nostocaceae/Cylindrospermum\\_2.html](http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Prokaryotes/Nostocaceae/Cylindrospermum_2.html) [15 Desember 2012]
- Junaedi A, Chozin MA, Kim KH. 2006. Perkembangan Terkini Kajian Alelopati. *Hayati* 13(2): 79-84
- Kemendikbud RI. Tanpa tahun. Perairan Darat. <http://belajar.kemdiknas.go.id/index5.php?display=view&mod=script&cmd=Bahan%20Belajar/Materi%20Pokok/SMA/view&id=75&uniq=364> [15 Desember 2012]
- Kristanto BA. 2006. Perubahan Karakter Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Akibat Alelopati dan Persaingan Teki (*Cyperus Rotundus* L.). *J.Indon.Trop.Anim.Agric.* 31 (3): 189-194
- Kusfebriani, Ihsan NA, Kurniasih Y. 2011. *Ekosistem Laut*. <http://pbr2008unj.files.wordpress.com/2012/08/ekologi-laut.pdf> [15 Desember 2012]
- Kusmana C. 1997. *Metode Survey Vegetasi*. Bogor: PT.Penerbit Institut Pertanian Bogor.
- Marinebio. 2013. *Zooplankton*. <http://marinebio.org/oceans/zooplankton.asp> [15 Desember 2012]
- Mulyani A. 2010. Laporan Praktikum Ekologi: Kompetisi Intraspesifik dan Interspesifik pada Tumbuhan. <http://aninulucu.files.wordpress.com/> [15 Desember 2012]
- Ni'mah KZ, Kartono, Zaki S. 2013. *Aplikasi Transformasi Laplace dalam Pemodelan Matematika Siklus Karbon di Atmosfer dan Vegetasi*.
- Nugroho B. 2005. *Komposisi Jenis Dan Struktur Tumbuhan Pada Campuran Tanah Kandiudults Dan Dystropepts Di Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Dusun Air Abik Pulau Bangka*.
- Nurmansyah L. 2012. *Metodologi Penelitian*. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/58291/BAB%20III%20METODOLOGI%20PENELITIAN.pdf> [15 Desember 2012]
- Nurtjahya E, Setiadi D, Guhardja E, Muhadiono, Setiadi Y. 2008. *Collembola* population in revegetated tin-mined lands in Bangka Island. *Biodiversitas*: 8(4): 309-313. <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0804/D080413.pdf> [15 Desember 2012]
- Odum EP. 1983. *Basic Ecology*. United States America: Saunders College Publishing.
- Odum HT. 1992. *Ekologi Sistem: Suatu Pengantar*. Supriharyono, Koen Praseno, Retno Murwani, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Sistem Ecology*
- Onrizal. 2005. *Ekosistem Sungai dan Bantaran Sungai*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/958/1/hutan-onrizal10.pdf> [15 Desember 2012]
- Pratikno WB, Sunarsih. 2010. *Model Dinamis Rantai Makanan Tiga Dimensi*. *Jurnal Matematika*, Vol 13 (3): 151-158
- PP RI. No. 27. 1991. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 27 Tahun 1991 Tentang Rawa. <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/lama/hukum/a/pp27-91.pdf> [15 Desember 2012]

- Pustakaaji. Tanpa tahun a. *Ekosistem Air Tawar*. <http://pustakaaji.50webs.com/Microsoft%20Word%20-%20Ekosistem%20Air%20Tawar.pdf> [15 Desember 2012]
- Pustakaaji. Tanpa tahun b. *Ekosistem Air Laut*. <http://pustakaaji.50webs.com/Microsoft%20Word%20-%20Ekosistem%20Air%20Laut.pdf> [15 Desember 2012]
- Rahman S. 2010. *Zooplankton Abundance in Different Waterbodies of the Rajshahi University Campus*. <http://en.bdfish.org/2010/09/zooplankton-abundance-waterbodies-rajshahi-university-campus/> [15 Desember 2012]
- Raini M, Isnawati A, Kurniati. 2004. *Kualitas Fisik Dan Kimia Air Pam Di Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi Tahun 1999 – 2001*. <http://www.media.litbang.depkes.go.id/data/air.pdf> [15 Desember 2012]
- Ramdan H. 2010. *Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. <http://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/das-dan-pengelolaannya-6/> [15 Desember 2012]
- Renfrewshire. 2000. *Cyclotella*. <http://bioref.lastdragon.org/Bacillariophyta/Pinnularia.html>  
<http://www.dr-ralf-wagner.de/Kieselalgen-englisch.html> [15 Desember 2012]
- Rohmani YM. 2013. *Faktor Pembatas*. <http://yudimiftahulrohmani.files.wordpress.com/2013/05/jurnal-yudi-mifthaul-rohmani-e1a012061.pdf> [15 Desember 2012]
- Ropika. 2011. *Potensi dan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Buah-Buahan Liar Edibel di Kabupaten Bangka Barat* [Skripsi]. Pangkalpinang: Universitas Bangka Belitung.
- Ruslan M. 2012. *Keanekaragaman Collembola di Padang Sapu-Sapu, Dusun Pejem, Bangka* [Skripsi]. Pangkalpinang: Universitas Bangka Belitung
- Sa'idah F, Yusnita S, Herlinawati I. 2011. *Hasil Penelitian Cemaran Mikroba Daging Sapi di Pasar Swalayan dan Pasar Tradisional* <http://ditjennak.deptan.go.id/bppv5/download.php?file=Dilavet%202011%20V21%202b.pdf> [15 Desember 2012]
- Sari E. 2012. *Kandungan Logam Berat Timbal, Tembaga Dan Seng Pada Tumbuhan Terrestrial Dominan Di Lahan Pasca Penambangan Timah Desa Bencah, Bangka Selatan* [Skripsi]. Pangkalpinang: Universitas Bangka Belitung.
- Setiadi D, Muhadiono I. 2001. *Penuntun Praktikum Ekologi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Silalahi J. 2009. *Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Pearairan Balige Danau Toba* [Tesis]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/5792/1/10E00168.pdf> [15 Desember 2012]
- Silverside AJ. 2010. *Calothrix*. <http://www.bioref.lastdragon.org/Cyanobacteria/Calothrix.html> [15 Desember 2012]
- Socriancgara I, Indrawan A. 1998. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suin NM. 1997. *Ekologi Fauna Tanah*. Bumi Jakarta: Aksara.
- Sukajiyah. 2012. *Ekosistem (4): Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan*. <http://sukasains.com/materi/ekosistem-4-rantai-makanan-dan-jaring-jaring-makanan/> [15 Desember 2012]
- Sunatmo TI. 2007. *Eksperimen Mikrobiologi dalam Laboratorium*. Jakarta: Ardy Agency.
- Supriyo H, Musyafa, Figyantika A, Gamayati S. 2011. *Kelimpahan Cacing Tanah pada Beberapa Jenis Tegakan Pohon di Wanagama I*. <http://jurnal.uajy.ac.id/biota/2011/08/05/files/2011/08/2010-2-07.pdf> [15 Desember 2012]



- Tarnie RS. 2005. *Komposisi Jenis dan Struktur Tumbuhan pada Tanah Hapludoxs pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Desa Sempan Bangka* [Skripsi]. Sungailiat: STIPER
- Tim IAD. 2012. *Prinsip-Prinsip Ekologi*. [http://web.unair.ac.id/admin/file/f\\_20025\\_7c.pdf](http://web.unair.ac.id/admin/file/f_20025_7c.pdf) [15 Desember 2012]
- Tsukii Y. 2004a. <http://www.micrographia.com/specbiol/bacteri/bacter/bact0200/anabae03.htm> [15 Desember 2012]
- Tsukii Y. 2004b. *Rivularia*. [http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Prokaryotes/Rivulariaceae/Rivularia\\_01.html](http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Prokaryotes/Rivulariaceae/Rivularia_01.html) [15 Desember 2012]
- Tufte E. Tanpa tahun. *Determination of Soil Colour*. [http://www.edwardtufte.com/bboard/q-and-a-fetch-msg?msg\\_id=0000XT](http://www.edwardtufte.com/bboard/q-and-a-fetch-msg?msg_id=0000XT) [30 Desember 2012]
- Undang-Undang Republik Indonesia. 1982. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup. [http://sjdih.agribisnis.web.id/upload/pdf/UU\\_4\\_TAHUN\\_1982\\_\\_\\_PENGELOLAAN\\_LINGKUNGAN\\_HIDUP.pdf](http://sjdih.agribisnis.web.id/upload/pdf/UU_4_TAHUN_1982___PENGELOLAAN_LINGKUNGAN_HIDUP.pdf) [15 Desember 2012]
- Waluyo L. 2008. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. Malang: UPT Penerbitan Muhammadiyah Malang.
- Widhy P. 2009. *Alat dan Bahan Kimia dalam Laboratorium IPA*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/Alat%20dan%20bahan%20Kimia%20dalam%20lab%20IPA.pdf> [15 Desember 2012]
- Wikipedia 2013 a. *Zooplankton*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Zooplankton> [15 Desember 2012]
- Wikipedia. 2013 b. *Pertahanan Hidup*. [http://id.wikipedia.org/wiki/Pertahanan\\_hidup](http://id.wikipedia.org/wiki/Pertahanan_hidup) [15 Desember 2012]
- Yuanadevi E. 2001. *Keanekaragaman Mesofauna Tanah pada Beberapa Taun Tanam Tegakan Jati (Tectona grandis L.f) Studi Kasus si RPH Kaligimber, BKPH Margasari, KPH Balapulang* <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/15990/E01TYU.pdf?sequence=1> [15 Desember 2012]
- Yuniarti I, Sulastri, Sutrisno. 2010. Jaring-Jaring Makanan di Danau Maninjau. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V tahun 2010*. [http://limnologi.lipi.go.id/limnologi/katalog/index.php/searchkatalog/downloadDataById/316/11\\_Jari-jaring\\_makanan\\_di\\_danau\\_maninjau\\_ivana.pdf](http://limnologi.lipi.go.id/limnologi/katalog/index.php/searchkatalog/downloadDataById/316/11_Jari-jaring_makanan_di_danau_maninjau_ivana.pdf) [15 Desember 2012]
- Zahid A, Simanjuntak CPH, Raharjdo MF, Sulistiono. 2011. *Iktiofauna Ekosistem Estuari Mayangan, Jawa Barat*. [http://www.iktiologi-indonesia.org/jurnal/11-1/JII\\_11-1\\_09.pdf](http://www.iktiologi-indonesia.org/jurnal/11-1/JII_11-1_09.pdf). [15 Desember 2012]