



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Tati Suryati Syamsudin

**TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM
VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL INVERTEBRATA**

25 Maret 2011
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

**Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
25 Maret 2011

Profesor Tati Suryati Syamsudin

**TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM
VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL INVERTEBRATA**



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL INVERTEBRATA

Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB, tanggal 25 Maret 2011.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

Tati Suryati Syamsudin

**TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL
INVERTEBRATA**

Disunting oleh Tati Suryati Syamsudin

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2011

vi+58 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-8468-34-3

1. Ekologi 1. Tati Suryati Syamsudin

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang penulis panjatkan karena atas rahmat-Nya-lah naskah pidato ini dapat diselesaikan. Izinkan penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan dan Anggota Majelis Guru Besar Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan kesempatan untuk menyampaikan pidato ilmiah di hadapan hadirin sekalian, pada hari ini, Jum'at, 25 Maret 2011.

Pidato ini tidak lain merupakan bentuk komitmen dan pertanggung jawaban akademik penulis sebagai Guru Besar kepada masyarakat. Berdasarkan rekam jejak dan segala keterbatasannya, penulis mencoba menata sebagian dari pengalaman dalam mengungkap **EKOLOGI TROPIKA**. Materi tulisan yang akan disampaikan adalah **"TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL INVERTEBRATA"**. Topik bahasan akan diuraikan mulai dari Keragaman Hayati di Ekosistem Alami yang secara vertikal dibahas menggunakan contoh artropoda (invertebrata) serta perannya di ekosistem hutan (tajuk pohon canopy tree dan lantai hutan), dilanjutkan dengan variasi distribusi secara vertikal melalui gradient altitudinal dengan contoh keragaman kupu di Gunung Tangkuban Parahu – Jawa

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
I. PENDAHULUAN	1
II. KERAGAMAN HAYATI DI EKOSISTEM ALAMI	1
1. Peran tajuk pohon dan lantai hutan	5
2. Gradient latitudinal dan altitudinal	10
III. KERAGAMAN HAYATI DI EKOSISTEM BINAAN	13
1. Ekologi populasi dan kearifan tradisional lokal	14
2. Upaya penyelamatan komoditas dari organisme pengganggu	16
IV. PERUBAHAN IKLIM DAN KERAGAMAN HAYATI	18
V. TRANSFORMASI EKOSISTEM ALAMI KE AGROSISTEM	25
VI. MENILAI EKOSISTEM (ecology-economy)	30
7. PENUTUP	32
8. UCAPAN TERIMA KASIH	36
DAFTAR PUSTAKA	40
CURRICULUM VITAE	47

Barat. Pada bagian selanjutnya dibahas Keragaman Hayati di Ekosistem Binaan Manusia dengan berbagai contoh kajian seperti ekologi populasi yang terkait dengan kearifan tradisional lokal, upaya penyelamatan komoditas dari organisme pengganggu dan contoh kajian di ekosistem perairan. Transformasi ekosistem alami ke agroekosistem dibahas dari sisi peran ekosistem alami yang mendukung kebutuhan manusia dari jasa hutan ataupun sebagai indikator kualitas lingkungan. Selanjutnya perubahan ekosistem alami dinilai secara ekologi-ekonomi melalui penilaian keragaman hayati ("biodiversity valuation") dan penilaian ekosistem ("ecosystem valuation").

Besar harapan penulis, uraian materi dapat menstimulir generasi muda untuk menggali lebih jauh komponen ekosistem tropika beserta intraksi dan mekanismenya dalam pengembangan Ekologi Tropika. Bagi masyarakat umum diharapkan tulisan ini dapat memberikan wawasan sehingga tumbuh kesadaran dan kepedulian untuk turut menjaga lingkungan terutama ekosistem tropika kita yang sangat unik. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandung, 25 Maret 2011

Tati Suryati Syamsudin

TRANSFORMASI EKOSISTEM DALAM VARIASI DISTRIBUSI SPASIAL INVERTEBRATA

I. PENDAHULUAN

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Pada awalnya organisme dipelajari secara terpisah sebagai suatu disiplin ilmu dalam biologi, misalnya zoology, botani dll. Selanjutnya pola interaksi antara organisme dan lingkungan merupakan suatu hal yang sangat penting dalam mengungkapkan fenomena yang terjadi di ekosistem tropika yang sangat kompleks. Tingginya keragaman hayati Indonesia, cepatnya perubahan lingkungan baik disebabkan aktivitas antropogenik maupun alami telah menuntut kita untuk lebih cepat lagi mengungkapkan keragaman dan pola-pola interaksi biologis. Dengan memahami fenomena dan proses yang terjadi didalamnya diharapkan dapat digunakan dalam memprediksi perubahan sehingga dapat disumbangkan untuk kesejahteraan manusia. Dalam tulisan ini saya ingin mengungkapkan bagaimana peran ekologis dari komponen ekosistem dalam transformasi ekosistem secara spasial dalam variasi distribusi dengan objeknya invertebrate (hewan bertulang belakang).

II. KERAGAMAN HAYATI DI EKOSISTEM ALAMI

Isyu keanekaragaman hayati sejak konvensi Keanekaragaman Hayati

ditandatangani telah menjadi modal biolog hingga saat ini. Berbagai seminar diselenggarakan dengan tema yang selalu membawa kata bertuah "Keanekaragaman Hayati". Sebetulnya yang menjadi titik tolak dari Keanekaragaman Hayati yang paling mendasar adalah ingin menjawab pertanyaan yang dilontarkan oleh beberapa peneliti lebih dari setengah abad yang lalu. "How many species are there in the world?". Pertanyaan ini telah membangunkan biolog diseluruh dunia, mulailah mereka menghitung-hitung dengan berbagai cara dan asumsi sehingga kita bisa lihat angka-angka perkiraan yang ditampilkan pada berbagai buku dan tulisan ilmiah bahkan tiap negarapun mengeluarkan laporan keanekaragaman hayati nasionalnya.

Pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana angka-angka tersebut bisa diperoleh? Bagaimana cara menghitung dan menduga (prediksi)nya?. Stork (1999) dalam tulisannya yang berjudul "Estimating the Number of Species on Earth" keluar dengan suatu pemikiran bahwa untuk memperkirakan jumlah spesies bisa didekati dari ekstrapolasi jenis dan jumlah inang yang sudah diketahui ("host specificity") atau dari hubungan ukuran tubuh dan jumlah spesies. Argumen inipun masih diperdebatkan karena masih mempunyai kelemahan yaitu pertama konsep spesies secara tradisional yang tetap berpegang pada "kemampuan berbiak silang atau reproduksi seksual" tidak dapat diterapkan pada organisme yang berukuran sangat kecil; yang kedua adalah ada masalah penyebaran (dispersal) organisme yang berukuran

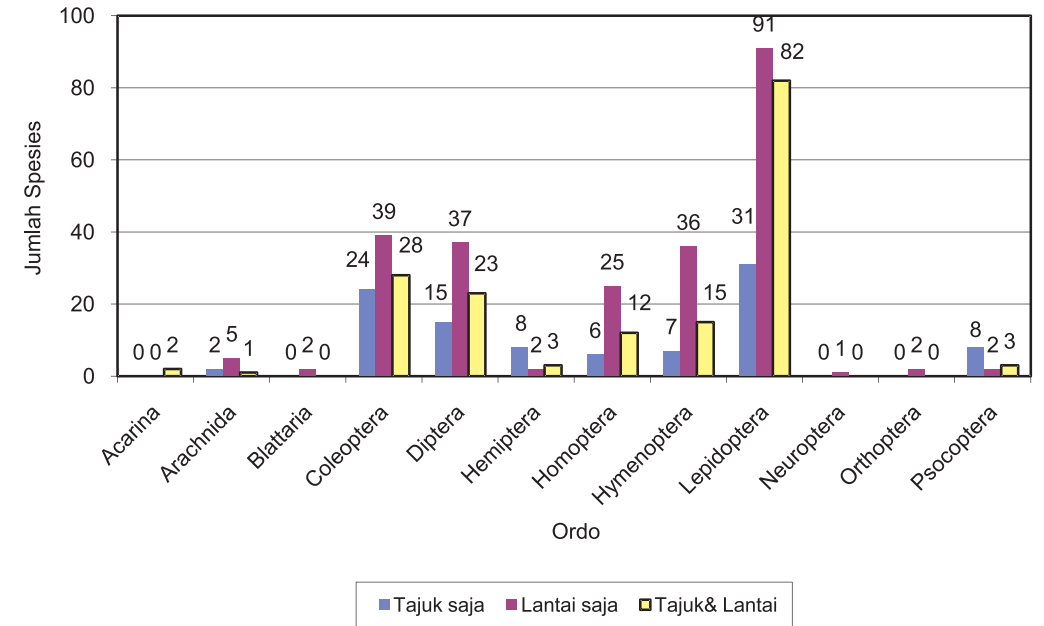
kecil apakah itu melalui air atau terbawa angin (udara), dst.

Sebetulnya pertanyaan tersebut telah direspons oleh Terry Erwin (1982) dengan menghitung keanekaragaman global serangga di tropik dari sampling pada 19 pohon. Ia menemukan 1200 spesies kumbang, sehingga ia menyimpulkan ada 162 spesies kumbang pada satu pohon. Bila di dunia ini ada 50.000 spesies pohon maka kumbang yang ada di canopy akan berjumlah 8.000.000, bila kumbang hanya 40% dari artropoda maka total artropoda di canopy akan ada sekitar 20.000.000 dan bila ditambah dengan artropoda di permukaan tanah maka total artropoda menjadi 30.000.000 spesies. Prediksi total spesies ini masih terus dibicarakan dan digarap oleh berbagai peneliti dengan berbagai model perhitungan dengan berbagai asumsi.

Dalam ekosistem alami kehadiran suatu kelompok organisme sangat dipengaruhi oleh habitat (lingkungannya) dan metoda kerja yang digunakan oleh peneliti, tetapi jelas sudah bahwa mempelajari organisme di alam tak akan bisa lepas dari mempelajari faktor lingkungannya. Contohnya kajian keragaman artropoda di Hutan Campuran Gunung Tangkuban Parahu (=GTP). Pertanyaan yang muncul mengapa Gunung Tangkuban Parahu? Kawasan hutan GTP merupakan hutan yang masih tersisa ("remnant forest") di Bandung Utara. Letaknya diantara dua pusat pertumbuhan (Jakarta sebagai Ibukota Negara) dan Bandung (ibukota pemerintahan Provinsi Jawa Barat). Kawasan ini telah mengalami tekanan yang cukup serius yaitu berupa perubahan fungsi lahan, dari tahun 1994

sampai 2001 diperkirakan laju pengurangan hutan berkisar 648 hektar atau sekitar 80 hektar per tahun. Oleh karena itu kami mencoba mengungkap fenomena-fenomena yang terjadi di Kawasan Gunung Tangkuban Parahu.

Hasil penelitian mengenai keragaman hayati artropoda di hutan campuran GTP dengan menggunakan perangkap cahaya (light trap) diperoleh bahwa artropoda di lantai hutan (permukaan tanah) ternyata sangat berbeda dengan di tajuk pohon. Spesies yang paling banyak menghuni lantai hutan 242 spesies, penghuni tajuk dan lantai hutan 169 spesies, dan yang hanya dijumpai di tajuk hutan saja 101 spesies (Gb.1). Hasil kajian ini telah menunjukkan secara spatial ada stratifikasi antara lantai hutan (permukaan tanah) dengan tajuk pohon. Pertanyaan berikutnya mengapa di tajuk (canopy) dan mengapa di lantai hutan? Tajuk pohon (canopy) di hutan hujan tropis sampai akhir abad kedua puluh belum mendapat perhatian, baru pada awal abad duapuluh satu masyarakat ilmiah sadar bahwa hampir sebagian aktivitas biologi di hutan tropis terkonsentrasi di tajuk pohon (Basset, 2002), oleh karena itu proses-proses yang mengarah pada pengurangan hutan akan mengganggu penghuni tajuk pohon dan tidak mustahil mengarah pada kepunahan.



Gambar 1: Kehadiran spesies artropoda di Tajuk dan Lantai Hutan, di Hutan Alami Gunung Tangkuban Parahu. Sumber Tati-Subahar & Yanto (2004), Yanto (2002).

II.1. Peran tajuk pohon dan lantai hutan

a. **Tajuk pohon** atau "*tree canopy*" di hutan hujan tropis memiliki peran yang sangat penting bukan saja sebagai penangkap cahaya matahari yang berguna bagi proses fotosintesis tetapi juga menyediakan berbagai sarana untuk persinggahan organisme di tingkatan tropik di atasnya (herbivor) tetapi juga polinator. Proses perbungaan dan penyerbukan untuk jenis pohon yang tinggi (di atas 10 meter dari permukaan tanah) tampaknya masih jarang digali termasuk perannya. Penelitian di kawasan ini mulai meningkat setelah tahun 2000an sejalan dengan berkembangnya berbagai metoda seperti canopy walk (di Gunung Halimun – Indonesia, di Sabah – Malaysia), "canopy crane" (di Cape Tribulation, Queensland –

Australia) dan menggunakan balon udara (di hutan Amazon) sehingga peneliti leluasa mengamati aktivitas berbagai organisme di atas tajuk pohon. Dalam proses penyerbukan, mengapa hanya jenis serangga tertentu yang berkunjung ke bunga tertentu, faktor apa yang menyebabkan ketertarikan hewan datang ke bunga, apakah warna, aroma dan kadar gula? Kesemuanya itu masih memerlukan pengkajian yang lebih khusus, walaupun sarana dan fasilitas bisa disediakan saat ini tetapi karena kondisinya yang unik (10-20 meter di atas permukaan tanah) menuntut perhatian khusus

Peran hutan sebagai habitat bagi serangga penyerbuk telah dikaji dengan eksperimen di kebun kopi (*Coffea canephora*) yang dilakukan di kawasan Gunung Gumatir Jawa Timur. Penelitian dilakukan di dua lokasi kebun kopi, yaitu kebun kopi yang dekat dengan hutan (sekitar 400 m) dan kebun kopi yang jauh dari hutan (sekitar 3 km). Penelitian difokuskan pada saat puncak perioda berbunga (bungaraya) dan penyerbuk yang tercatat adalah serangga yang berkunjung ke bunga kopi. Dari hasil penelitian di area kebun kopi yang dekat dari hutan dikunjungi oleh serangga dari kelompok Hymenoptera dan Diptera terdiri dari 9 spesies, yaitu *Trigona laeticeps*, *Ceratina* sp., *Apis cerana*, *Megachile* sp., *Tachytes* sp., *Brachonidae* sp. 1, *Sceliphron javanum*, *Rychium haemorrhoidale*, dan *Parischnogaster* sp. (Tabel 1). Kelompok Diptera yang mengunjungi bunga kopi terdiri dari 4 spesies, yaitu Syrphidae sp. 1, Syrphidae sp. 2, Syrphidae sp. 3, dan Tascinidae sp.1.

Tabel 1:

Jumlah dan jenis serangga pengunjung bunga kopi yang dicuplik di kebun kopi.

Kelompok	Lokasi 1 (Dekat Hutan)		Lokasi 2 (Jauh Hutan)	
	Nama Spesies	Jumlah	Nama Spesies	Jumlah
Hymenoptera	<i>Trigona laeticeps</i>	8 ekor	<i>Ceratina</i> sp.	1 ekor
	<i>Ceratina</i> sp.	1 ekor	<i>Apis cerana</i>	16 ekor
	<i>Apis cerana</i>	72 ekor	<i>Rychium haemorrhoidale</i>	1 ekor
	<i>Megachile</i> sp.	1 ekor	<i>Ropalidia copiaria</i>	1 ekor
	<i>Tachytes</i> sp.	4 ekor	<i>Triscolia azuria</i>	6 ekor
	<i>Brachonidae</i> sp. 1	1 ekor	<i>Delta pyriformis</i>	1 ekor
	<i>Sceliphron javanum</i>	1 ekor		
	<i>Rychium haemorrhoidale</i>	1 ekor		
	<i>Parischnogaster</i> sp.	1 ekor		
Diptera	Syrphidae sp. 1	1 ekor	Syrphidae sp. 3	6 ekor
	Syrphidae sp. 2	2 ekor	Syrphidae sp. 4	3 ekor
	Syrphidae sp. 3	2 ekor	Bombilidae sp. 1	1 ekor
	Tascinidae sp. 1	1 ekor	Caliphoridae sp. 1	1 ekor
			<i>Phumosia</i> sp.	1 ekor
Coleoptera			Cetonidae sp. 1	1 ekor
			Cetonidae sp. 2	1 ekor
Jumlah		96 ekor		40 ekor

Sumber: Syamsudin Subahar & D. Anggraeni (2009).

Sedangkan di area kebun kopi yang jauh dari hutan serangga pengunjung bunga terdiri dari 5 spesies dari kelompok Hymenoptera (*Ceratina* sp., *Apis cerana*, *Rychium haemorrhoidale*, *Ropalidia copiaria*, *Triscolia azuria*, dan *Delta pyriformis*), 5 spesies dari kelompok Diptera (Syrphidae sp. 1, Syrphidae sp. 2, Bombilidae sp. 1, Caliphoridae sp. 1, dan *Phumosia*

sp.), dan dua spesies Coleoptera (Cetonidae sp. 1 dan Cetonidae sp. 2). Kunjungan ke bunga kopi paling banyak (86%) dilakukan oleh lebah (*Apis cerana*), tingginya frekuensi kunjungan serangga pada bunga kopi jenis *Coffea canephora*, diduga karena bunga kopi dari jenis *Coffea canephora* memiliki bunga yang lebih besar dan aroma yang lebih kuat (harum), serta memproduksi bunga yang lebih banyak jika dibandingkan dengan kopi dari jenis *Coffea Arabica* (Klein et al. 2003) sehingga menarik lebah. Frekuensi kunjungan lebah di kebun kopi dekat hutan lebih tinggi 4,5kali dari kunjungan lebah ke bunga kopi yang jauh dari hutan.

Experimen dengan kebun kopi di atas baru melibatkan paling banyak 5 spesies dari penghuni hutan yang beraktivitas di tajuk pohon. Dengan mengacu penghuni tajuk pohon di hutan sebanyak 101 spesies maka yang berperan membantu proses penyerbukan baru sekitar 5% nya, sisanya peran spesies di ekosistem hutan masih belum terungkap.

b. Peran rantai hutan adalah bagian yang berperan sangat penting dalam keberlangsungan hutan hujan tropis. Peristiwa daur biogeokimiawi sebetulnya paling besar berlangsung di rantai hutan, mulai dari proses jatuhnya daun menjadi bagian dari rantai hutan (permukaan tanah) kemudian berperannya organisme-organisme pengoyak ("ecosystem engineer"), pengurai beserta komunitas organism tanah ("below ground community") menjadikan materi organik lebih sederhana yang memungkinkan diserap lagi oleh tumbuhan. Pada kenyataannya di

lapangan, serasah memiliki nilai ekonomi yang sangat potensial, diantaranya digunakan untuk kompos, briket arang dan media tanam untuk tanaman hias.

Hasil kajian terhadap pemanfaatan serasah hutan dalam bentuk *light fraction* (bagian serasah yang baru terdekomposisi sebagian) di hutan GTP telah dilakukan dan dijumpai adanya kecenderungan kebutuhan yang semakin meningkat terutama terkait sebagai media tanam hias yang diperjualbelikan di sentra penjualan tanaman hias. Untuk memenuhi permintaan serasah, ternyata sebagian besar di dukung oleh serasah yang berasal dari hutan. Fenomena eksploitasi serasah (*light fraction*) paku andam (*Gleichenia truncata*) di kawasan hutan GTP, dari hasil kajian diperoleh bahwa kontribusi serasah dari paku andam terhadap pendapatan total masyarakat pengambil (peng-eksploitasi) rata-rata sebesar 22,13 % dan bagi penjual bunga hias rata-rata sebesar 7,95 %. Bila dilihat dari ketersediaan serasah yang berasal dari jatuhan daun-daun paku andam dan keterlibatan komunitas rantai hutan (artropoda rantai hutan di GTP dengan perangkap cahaya sebanyak 242 spesies) ternyata dapat menghasilkan produksi serasah (*light fraction*) sebanyak 0,327 ton/hektar per tahun. Dari serasah yang dihasilkan, yang dieksploitasi sebagai *light fraction* sebanyak 0,65 ton/hektar/tahun maka dalam system itu terdapat defisit serasah sebanyak 0,323 ton/hektar/tahun (Komara, 2008). Bila kebutuhan serasah untuk pemenuhan satu sentra penjualan tanaman hias sekitar 13,047 ton/tahun, hasil kajian tersebut dapat

memprediksi bagaimana kondisi nutrisi dalam ekosistem hutan GTP bila laju eksploitasi serasah meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat untuk menambah pendapatan dan konsekuensinya dalam proses penyediaan nutrisi bagi tumbuhan di atasnya. Bila nutrisi tersebut hilang maka daur biogeokimiawi akan terganggu yang berarti keberlanjutan ekosistem hutan secara perlahan-lahan akan mengalami gangguan.

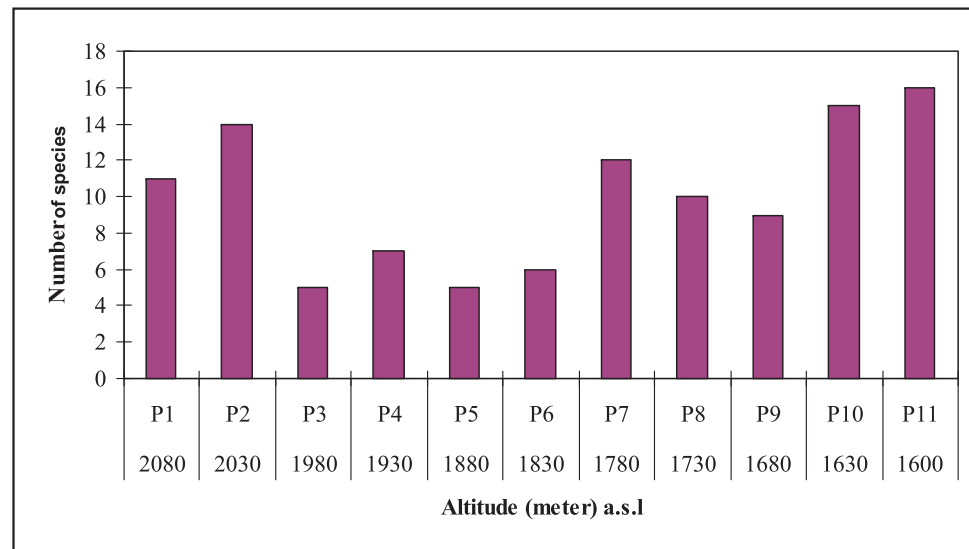
II. 2. Gradient latitudinal dan altitudinal

Dalam ekologi selama ini sudah dituliskan bahwa keragaman spesies dari lintang terkecil ke arah tropis makin besar. Artinya keragaman spesies di tropika lebih tinggi dari keragaman spesies di temperata. Studi pada komunitas burung di Amerika telah menunjukkan fenomena tersebut (Stiling, 1996). Bagaimana dengan ekosistem tropika Indonesia? Indonesia yang membentang di khatulistiwa tentu saja secara hipotetik sudah diakui, keragaman hayati Indonesia memiliki keragaman hayati kedua setelah kawasan tropis Amerika Latin (Brazil). Apakah masih berlaku hingga saat ini? Dengan laju perubahan dan pengubahan fungsi lahan, aktivitas antropogenik yang tinggi tampaknya kita harus melihat dan betul-betul mengikuti perubahan tersebut. Jangan-jangan dalam 10-20 tahun ke depan, Indonesia yang terkenal dengan megadiversitasnya sudah tak tepat lagi. Oleh karena itu kondisi pembanding harus ditetapkan. Pada tahun 2000 Indonesia sudah ikut dalam “International

Biodiversity Observation Year = IBOY” yang bertujuan untuk menghitung keragaman hayati hutan dari lintang paling utara (ditetapkan Vladivostok) sampai tropika Indonesia dan Papua New Guinea. Metoda yang digunakan telah distandarkan dan disepakati bersama yang diikuti oleh lebih dari 10 negara yang tergabung dalam DIWPA (Diversitas for Western Asia Pacific). Untuk Indonesia saat itu di Kyoto – Jepang disepakati bahwa sebagai acuan kajian keragaman (“biodiversity core site”) adalah Hutan Gunung Halimun sedangkan Hutan Gunung Tangkuban Parahu di sepakati sebagai “biodiversity satelit site”. Pertanyaan selanjutnya bagi kita di Indonesia bagaimana dengan gradient altitudinal? Apakah akan dijumpai fenomena yang serupa di tropika? Walaupun secara teoritis banyak factor yang berpengaruh (heterogenitas ruang, suhu tahunan yang relative tak berfluktuasi dll), tetapi tampaknya fenomena tersebut harus digali karena Indonesia memiliki ekosistem pegunungan sampai ketinggian 4000an meter dari permukaan laut dan bersalju (Pegunungan Jaya Wijaya).

Gradient altitudinal dicoba dikaji pada artropoda dengan perangkap cahaya di GTP. Dari hasil kajian keragaman artropoda di malam hari (dengan light trap) ternyata kelompok Lepidoptera merupakan kelompok dengan jumlah spesies paling tinggi di Kawasan Hutan GTP. Bagaimana dengan Lepidoptera yang aktif di siang hari? Untuk itu dilakukan kajian dari komunitas Lepidoptera khususnya pada kelompok Rhopalocera. Kelompok ini mudah dikenali sebagai kupu-kupu. Kajian dilakukan

diberbagai ketinggian di kawasan hutan GTP (Gb 2). Pengamatan dilakukan di 11 lokasi dengan ketinggian berbeda-beda dari arah Situ Lembang (1600m dpl) sampai Kawah Upas (2080m dpl). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dengan bertambahnya ketinggian ternyata keragaman Rhopalocera menurun (sampai pada ketinggian 1980), tetapi setelah itu tidak menunjukkan adanya pola atau bervariasi (Tati-Subahar et al, 2007).



Gambar 2: Jumlah spesies Rhopalocera pada berbagai ketinggian yang berbeda dari puncak Gunung Tangkuban Parahu (Kawah Upas, ketinggian 2.080 meters d.p.l.) sampai Situ Lembang (1.600 meters d.p.l.). P1 sampai P11 = lokasi sampling yang berbeda ketinggian. (Tati-Subahar et al, 2007).

Tidak adanya pola keragaman kupu sejalan dengan ketinggian belum bisa disimpulkan sebagai suatu hasil yang permanen, mengingat kondisi lingkungan pada berbagai ketinggian yang dijadikan lokasi penelitian

bukan merupakan area yang terisolasi. Di Kawasan Hutan GTP dan sekitarnya dampak antropogenik sangat tinggi sejalan dengan fungsi kawasan tersebut sebagai kawasan wisata dan hutan lindung. Dampak tersebut terlihat dari tingginya kunjungan wisatawan baik yang langsung ke kawasan Puncak GTP maupun berupa laluan pejalan kaki dari Jayagiri (kaki Gunung, 1200m dpl) menuju kawah di puncak gunung.

III. KERAGAMAN HAYATI DI EKOSISTEM BINAAN

Dalam lingkungan manusia (human system) tampaknya keragaman hayati dianggap sebagai bioresources sehingga manusia memilih dan membina system hayati sejalan dengan kebutuhan manusia. Ada organisme yang dimanfaatkan langsung contohnya manusia memanfaatkan lebah madu dan keong lola dll. Manusia juga dapat berperang melawan organisme pengganggu dalam rangka memperoleh hasil yang diinginkan dengan dalih meningkatkan produktivitas dan kualitas yang akan dikonsumsi atau karena organisme tersebut memiliki nilai ekonomi. Kegiatan yang mengarah pada proses pemanfaatan sumberdaya hayati biasanya dimulai dengan mengamati kehadiran organism terpilih, ketersediaan, aktivitas harian yang dilanjutkan dengan pemanfaatan atau pengelolaan.

Dalam ekosistem binaan, biasanya manusia menetapkan berbagai target atau indikator. Pada saat mengeksploitasi sumberdaya hayati dari

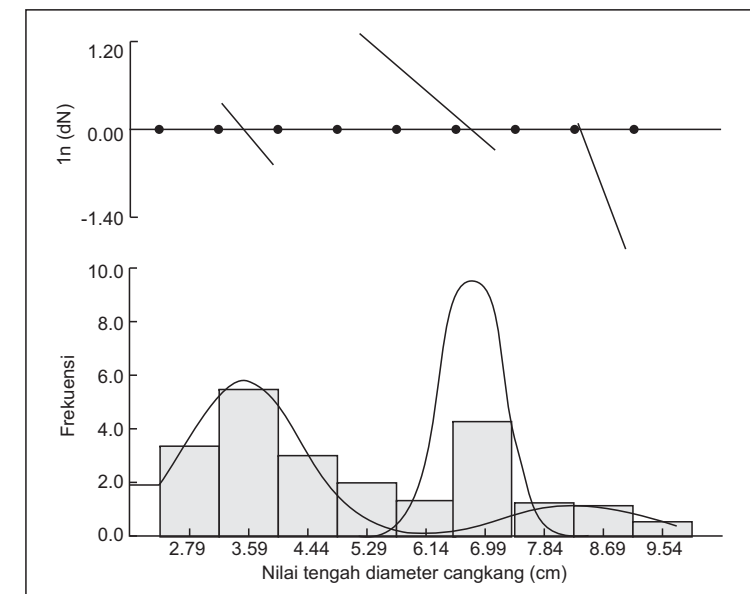
ekosistem alami yang perlu dipertimbangkan adalah “panen optimum” bukan “maksimum” karena manusia harus mempertimbangkan keberlanjutan ekosistem alami yang akan mendukung ekosistem binaannya. Disisi lain upaya penyelamatan komoditas dilakukan dengan pendekatan yang berbeda-beda termasuk peran kearifan tradisional.

1. Ekologi populasi dan kearifan tradisional lokal

Salah satu organism dari kelompok invertebrata yang dipilih oleh manusia untuk dimanfaatkan, contohnya adalah keong lola (*Trochus niloticus*). Di masyarakat kepulauan Saparua Maluku Tengah keong lola dikenal sebagai salah satu sumber protein. Selain itu bagian cangkangnya memiliki nilai ekonomis sebagai bahan baku pembuatan kancing ataupun hiasan dan assesori lainnya. Masyarakat di kawasan tersebut memiliki kebiasaan memanen keong lola dari alam secara periodik, diatur secara tradisi yang dikenal dengan buka sasi. Proses penentuan waktu panen keong lola diturunkan dari satu generasi ke generasi oleh pemuka masyarakat setempat sehingga di area ini pola pemanenan sudah merupakan bagian dari pengetahuan lokal yang secara tradisional terkait dengan kearifan lokal.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari sebagian anggota masyarakat, hasil panen lola melalui model sasi dari tahun ke tahun menunjukkan kecenderungan menurun. Fenomena ini telah memberikan kesempatan bagi ekolog untuk meninjau kembali hubungan ketersediaan

sumberdaya dengan periode panen. Untuk itu telah dilakukan berbagai kajian mengenai populasi keong lola dari aspek penyebaran, ukuran dan struktur populasi (Leimena, 2007a), potensi reproduksi dan aspek lainnya yang terkait dengan ekologi populasi (Leimena, 2007b). Dari hasil kajian diameter cangkang keong diperoleh informasi bahwa struktur populasi terdiri dari 3 kelompok ukuran (Gb. 5). Selanjutnya informasi tersebut dapat dipakai untuk menghitung waktu generasi dari populasi dengan model yang dikembangkan Batcharaya dan diimplementasikan oleh Leimena (2007a) dan diperoleh waktu generasi populasi keong lola adalah 2,88 atau sekitar 3 tahun (tabel 2).



Gambar 5: Kelompok umur keong lola (*Trochus niloticus*) di perairan Saparua berdasarkan distribusi frekuensi diameter cangkang (Leimena, et al. 2005).

Hasil tersebut sangat berarti dalam mengkoreksi **pengetahuan ekologi tradisional (“traditional ecological knowledge”)** yang selama ini menggunakan acuan dari pengetahuan anggota masyarakat sebelumnya bahwa waktu panen (buka sasi) keong lola dilakukan sekali dalam setahun. Bila dikaitkan dengan potensi reproduksi, untuk mendapat perolehan panen yang optimal, keputusan panen tiap tahun adalah kurang tepat, karena tak cukup waktu bagi anggota populasi keong lola untuk tumbuh dan berkembang sampai mencapai ukuran yang layak dipanen, bernilai ekonomi dan berkelanjutan.

Tabel 2: Tabel fekunditas keong lola (*Trochus niloticus*) di Pulau Saparua, Kabupaten Maluku Tengah pada bulan September sampai dengan November 2003

Kelompok umur ke- (x)	Jumlah individu yang hidup (n_x)	Jumlah individu yang mati (d_x)	Proporsi individu yang hidup (l_x)	Jumlah individu per setiap individu betina (F_x)	Jumlah anak per kapita yang lahir pada umur ke-x (m_x)	Jumlah individu betina yang lahir pada umur ke-x ($l_x m_x$)	($x l_x m_x$)	Waktu Generasi i (tahun) (G)	R
1	105	1	1.00	-					
2	104	90	0.99	2884.61	27.74	27.46	54.92		
3	14	-	0.13	21428.57	1530.61	198.98	596.94		
$R_0 = \sum_0^x l_x m_x = 226$							651.86	2.88	1.884

Sumber: Leimena et al (2007)

2. Upaya penyelamatan komoditas dari organisme pengganggu

Di lingkungan binaan manusia (human system) kondisi dan tantangan yang dihadapi manusia berbeda dengan di sistem alami. Pada sistem alami, manusia seringkali bertindak sebagai pengambil

manfaat/pemanen/eksplotator sedangkan disistem binaan manusia bertindak sebagai regulator dalam rangka penyelamatan komoditas yang diperlukannya. Contohnya manusia membutuhkan komoditas hortikultur (buah-buahan atau sayuran) dengan kualitas yang baik dan bebas hama atau organisme pengganggu. Kajian pada lalat buah (*Bactrocera* sp) yang merupakan hama berbagai buah-buahan telah dilakukan untuk melindungi buah dari lalat buah. Penyemprotan dengan pestisida tentu saja tidak disarankan karena tak aman pada buah yang akan dikonsumsi, dengan membungkus buah (menghindarkan dari lalat buah) dianggap tidak ekonomis pada skala besar. Untuk itu berbagai kajian telah dilakukan untuk menurunkan ukuran populasi baik kajian morfologi maupun manipulasi perilaku lalat buah (Tati Subahar e al, 1996-2000, 2004-2010, Iwahashi et al, 1996-1998). Target yang ingin dicapai adalah menghasilkan buah dengan kualitas yang prima sehingga nilai ekonomi meningkat dan juga menghasilkan devisa.

Pengelolaan populasi lalat buah ternyata tidak sederhana karena keragamannya yang tinggi. Untuk *Bactrocera dorsalis*, ternyata di Indonesia dijumpai ada 56 spesies yang berkerabat (Drew & Hancock, 1994) dan 20 spesies diantaranya tertarik pada methyl eugenol (sejenis atraktan yang saat ini digunakan untuk menarik jantan lalat buah). Dalam pengendalian karakter spesies sangat menentukan (spesies spesifik) padahal kondisi di lapangan spesies-spesies yang berkerabat sangat sulit dibedakan. Kajian menggunakan karakter morfologi tidaklah cukup. Seorang peneliti dari

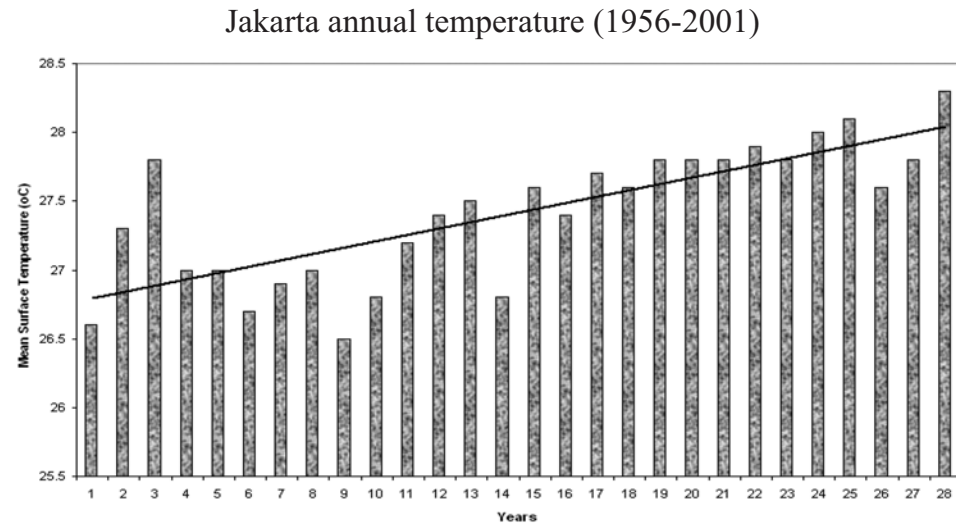
pusat karantina Jepang (Iwaizumi, 2004 & 2007) telah mencoba membedakan spesies lalat buah berdasarkan karakter morfologi (Aedeagus) dan dari spesimen yang diperiksa diperoleh adanya perbedaan ukuran aedeagus antara *Bactrocera carambolae* dan *B. papayae*. Hasil tersebut masih menuntut verifikasi mengingat jumlah sampel buah yang digunakan relatif sedikit dan asal buah hanya dinyatakan dari Indonesia. Padahal Indonesia secara spasial memiliki 5 pulau besar dengan ribuan pulau kecil yang membentang di khatulistiwa. Saat ini kami masih melakukan pemeriksaan pada spesies lalat buah di ekuator dengan mengambil titik sampling di lokasi sekitar nol derajat (0°), yaitu di Pekanbaru, Pontianak dan Manado. Kajian bukan hanya dari aspek morfologi tetapi juga diperkuat dengan analisa molekuler. Hasil kajian masih berjalan dan hasil sementara menunjukkan bahwa *Bactrocera* hasil penelitian kami di Sumatra rupanya belum pernah dilaporkan sebelumnya (new record of *Bactrocera* from Sumatra). Hasil kajian tersebut diharapkan akan berkontribusi bukan saja pada “the body of knowledge” lalat buah di tropika (Syamsudin et al, 2011) tetapi juga pada perlindungan produk hortikultur khususnya buah-buahan bernilai ekonomi.

IV. PERUBAHAN IKLIM DAN KERAGAMAN HAYATI

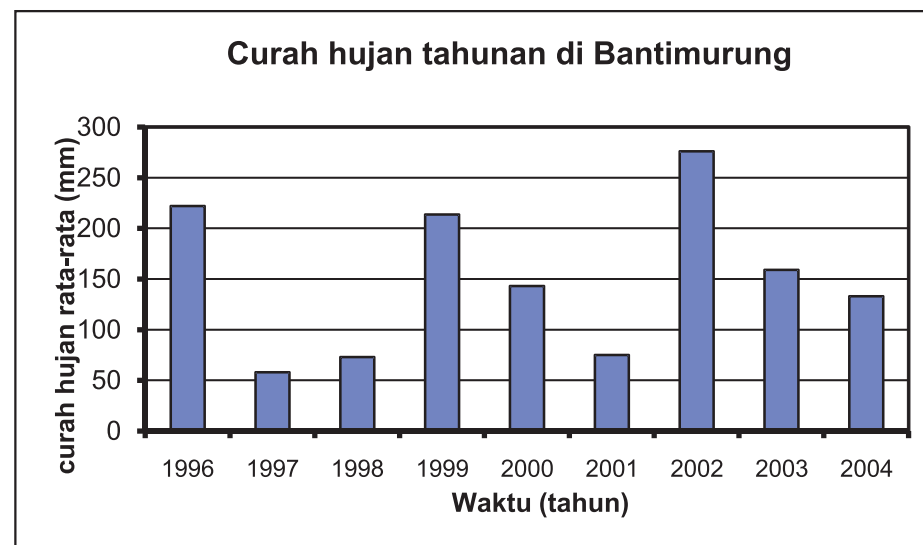
Topik ini merupakan topik yang sangat populer dalam beberapa tahun terakhir, tetapi dalam ekologi faktor iklim bukanlah hal yang baru

karena merupakan faktor lingkungan yang langsung berinteraksi dengan organisme. Berbagai kajian perubahan iklim menunjukkan bahwa perubahan iklim berpengaruh terhadap distribusi dan kelimpahan organisme dalam rentang waktu yang relatif panjang. Di temperata pengaruh perubahan iklim terhadap keragaman hayati telah dikaji dalam berbagai studi dan salah satunya kajian komunitas kupu-kupu yang telah dilakukan di Inggris periode 1975-1982 dan dipantau lagi pada periode 1995-1999. Hasil kajian ini telah meyakinkan bahwa kupu-kupu dapat dipakai sebagai indikator perubahan lingkungan yang ditunjukkan oleh bergesernya pola distribusi kupu-kupu lebih ke arah utara dibandingkan dengan periode sebelumnya dan diduga perubahan tersebut dipicu oleh berubahnya kondisi di sebelah selatan yang lebih panas dari periode sebelumnya.

Bagaimana dengan lingkungan tropika Indonesia yang tidak memiliki empat musim? Perubahan suhu pada rentang waktu 20 tahunan di tropika sedikit bervariasi, contoh untuk kota Jakarta tercatat perubahan suhu yang relatif meningkat (Gb. 3) dalam 45 tahun terakhir (Rajawane 2005). Sedangkan di kawasan pertanian dan hutan pola perubahan iklim perlu direspon dari perubahan curah hujan yang ternyata bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya, contohnya kawasan Bantimurung di Sulawesi Selatan (Gb. 4).



Gambar 3: Suhu tahunan kota Jakarta sebagai contoh kecenderungan suhu tahunan di kawasan tropis (Rajawane, 2005).



Gambar 4: Curah hujan rata-rata di kawasan Bantimurung, Kab.Maros Sulawesi Selatan.Sumber (Syamsudin Subahar & Harlina, 2008).

Bagi kehidupan organisme di tropika, tampaknya faktor lingkungan yang paling dekat hubungannya dengan aktivitas organisme selain suhu adalah curah hujan karena faktor ini akan sangat berhubungan dengan aktivitas harian, pertumbuhan dan perkembangan organism sepanjang tahun. Hasil kajian keragaman kupu di Kawasan Bantimurung-Maros Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pada periode peralihan (antara periode hujan dan kering) kupu-kupu yang bisa diamati lebih banyak dibandingkan dengan periode kering.

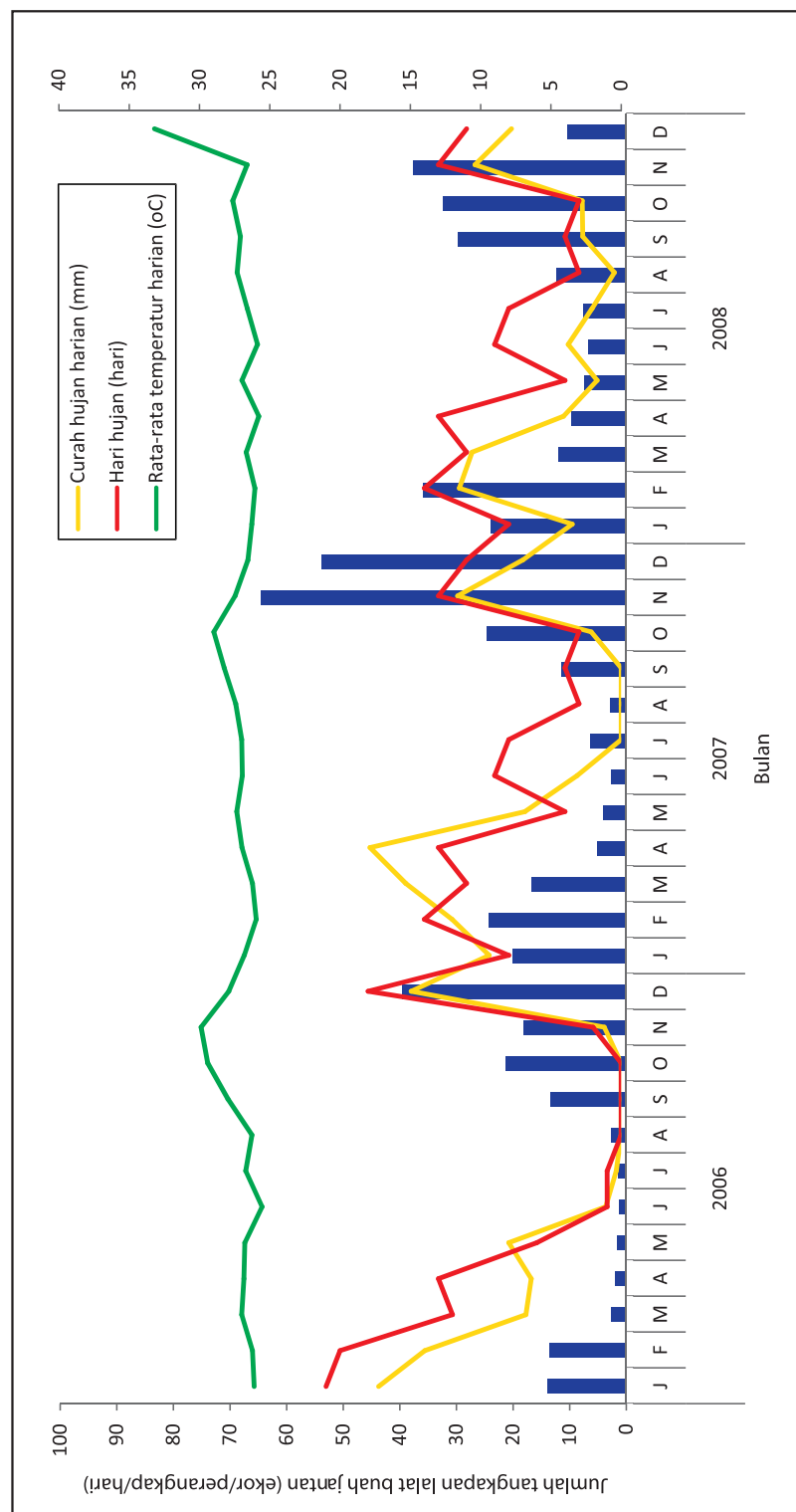
Dampak perubahan iklim terhadap keragaman dan kelimpahan jenis organism di kawasan tropika Indonesia sangat sulit dideteksi. Hal tersebut terkait dengan kurangnya informasi yang tercatat dan cepatnya perubahan fungsi lahan. Keragaman berbagai jenis kupu yang pernah dilaporkan oleh Wallace (1860) pada saat kunjungannya ke Makasar september-november tahun 1856 dan kembali lagi juli-november 1857, telah menjadikan Bantimurung dengan icon “the Butterfly Kingdom”. Selain membandingkan keragaman spesies antara Pulau Jawa, Sumatra dan Sulawesi, Wallace telah memberikan sumbangan yang sangat significant bagi studi “biogeografi” di tropika. Dari catatannya dilaporkan ada sekitar 270 spesies kupu-kupu, dan sampai tahun 1970 tidak ditemu lagi catatan tentang keragaman kupu-kupu di kawasan tersebut. Baru pada tahun 1975 hasil studi yang pernah dilakukan Mattimu (1977) di Bantimurung dilaporkan ada sekitar 103 spesies, Achmad (1995) mencatat 80 spesies, Sila (1997) mencatat 103 spesies. Pada tahun 2004 Departemen

Kehutanan melakukan inventarisasi dan identifikasi kupu-kupu disekitar Taman Nasional Bantimurung-Bulusaraung yang menjumpai 60 spesies dan Harlina (2005) menjumpai 71 spesies (Tati-Subahar & Harlina, 2008). Penurunan jumlah spesies yang terdeteksi di Bantimurung jelas terjadi tetapi fenomena tersebut tidak dapat dinyatakan secara langsung karena perubahan iklim. Kondisi lingkungan di sekitar lokasi telah menunjukkan adanya perubahan terkait dengan berubahnya fungsi lahan (hutan menjadi kawasan budidaya dan kawasan budidaya menjadi kawasan pemukiman) yang meningkat setelah periode tahun 1990an.

Proses-proses yang terjadi baik di ekosistem alami maupun di ekosistem binaan (pertanian, permukiman), tampak bahwa untuk mendeteksi perubahan lingkungan dan juga penilaian kualitas lingkungan diperlukan informasi dasar mengenai keragaman hayati. Kami mencoba memantau keragaman kupu-kupu di Kota Bandung dan sekitarnya sampai kawasan hutan GTP pada periode 2002, 2004, 2008 dan 2009. Sampai saat ini tercatat 100 spesies kupu dari berbagai kelompok : 51 species dari kelompok Nymphalidae, 22 spesies dari Lycaenidae, 19 spesies Pieridae, dan 8 spesies Papilionidae. Secara spasial variasi distribusi dapat dinyatakan bahwa penyebaran spesies kupu-kupu di kawasan perkotaan (Bandung urban) lebih rendah dari kawasan pertanian dan hutan. Tercatat 14 spesies kupu di kawasan kota, 33 spesies di kawasan urban-rural-agrosystem dan 36 spesies di kawasan hutan pegunungan. Hasil survey tersebut (2002 – 2009) memberikan indikasi

bahwa tampaknya *Graphium sarpedon* and *Papilio memnon* dapat dijadikan indikator untuk memantau kualitas lingkungan di kawasan Bandung sampai ke hutan GTP. Salah satu alasannya adalah karena spesies tersebut selain ukuran, warna yang mudah dikenali juga kehadirannya yang dapat dijumpai di seluruh tipe ekosistem (Subahar et al, 2010).

Dampak perubahan iklim yang lain adalah pada fenologi tanaman, misalnya periode berbunga atau berbuah. Ketersediaan buah dapat diartikan sebagai hasil dari proses bunga menjadi buah. Fenomena ini telah diikuti pada pertanaman mangga di Sumedang dan Majalengka (Susanto, 2010) dan juga dikaji hubungan cuaca dengan dinamika populasi lalat buah pada periode tahun 2006-2008 (Gb.6). Hasil kajian dinamika populasi lalat buah di pertanaman mangga ternyata dipengaruhi oleh ketersediaan buah mangga sebagai inang lalat buah dan cuaca. Salah satunya adalah curah hujan sangat berpengaruh pada periode pembentukan buah yang berarti berpengaruh pada hasil panen buah. Sehingga awal periode tahun 2008 telah meyakinkan petani selama ini bahwa komoditas mangga dapat diandalkan sebagai sumber pendapatan utama yang dapat meningkatkan kesejahteraan. Perubahan cuaca tahun 2008-2010 dengan variasi curah hujan yang mengganggu perioda perbungaan mangga telah menyebabkan menurunnya produksi buah mangga. Tampaknya ke depan perlu dilakukan upaya bertani mangga pada kondisi lingkungan yang terkontrol sehingga produksi buah mangga dapat berkelanjutan.



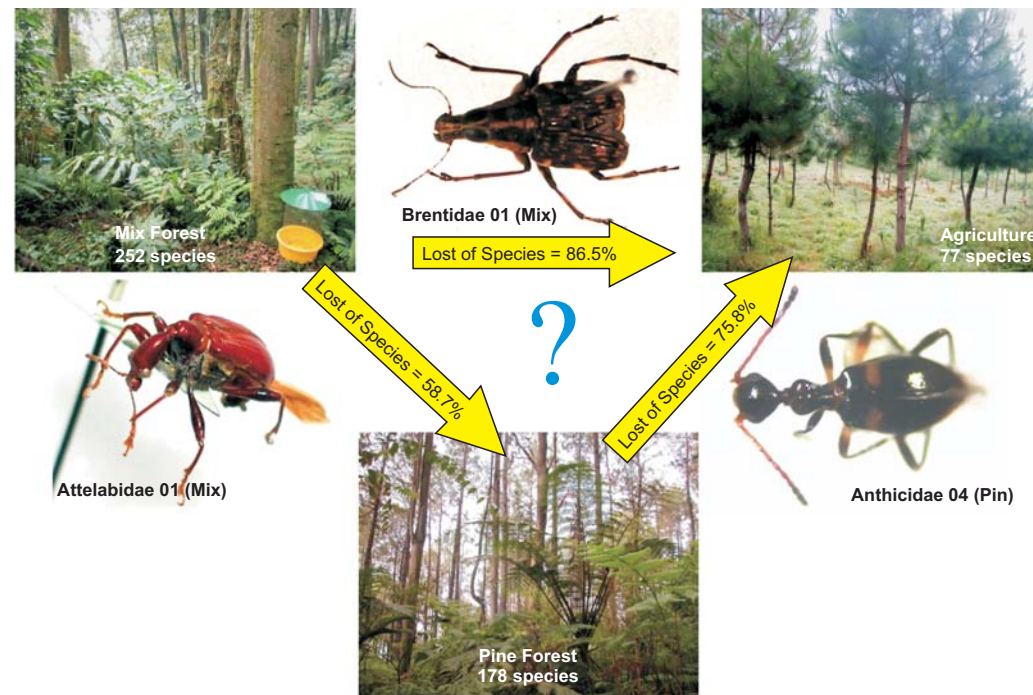
Gambar 6: Fluktuasi populasi lalat buah jantan dan iklim di Sumedang tahun 2006-2008 (Susanto, 2010).

V. TRANSFORMASI EKOSISTEM ALAMI KE AGROSISTEM

Pada ekosistem darat, transformasi sistem alami ke sistem binaan manusia dapat dilihat dari kasus-kasus terkait dengan pengubahan fungsi lahan yang secara langsung akan direspon oleh komponen ekosistem dan dapat ditunjukkan dari distribusi spasial flora dan faunanya serta bagaimana manusia memahami indikator-indikator perubahan dan mengambil manfaat dari fenomena tersebut.

Pada skala bentang alam (landscape) contoh perubahan fungsi lahan telah dikaji di kawasan GTP. Kajian komunitas kumbang (Coleoptera) di kawasan GTP pada bentang alam yang berbeda (di hutan alami, hutan pinus dan area pertanian) telah memberikan keyakinan bahwa proses pengubahan lahan telah menurunkan keragaman hayati yang cukup nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman kumbang di ketiga fungsi lahan bervariasi, tercatat ada kumbang yang umum dijumpai, ada yang spesifik dan yang unik di tiap fungsi lahan yang berbeda. Analisis selanjutnya terhadap perubahan fungsi lahan diperoleh bahwa bila hutan alami (dijumpai 252 spesies kumbang) diubah menjadi hutan pinus maka keragaman kumbang akan hilang 58,7% sedangkan dari hutan pinus menjadi area pertanian akan kehilangan 75,8% (Gb. 7) dan bila dari hutan alami menjadi kawasan pertanian maka akan kehilangan 86,5% (Tati-Subahar & Yanto, 2005 dan Barsulo & Subahar, 2007). Hasil tersebut belum dikaitkan dengan peran masing-masing spesies invertebrata, apakah sebagai penyerbuk, atau sebagai penghancur materi organik, dsb.

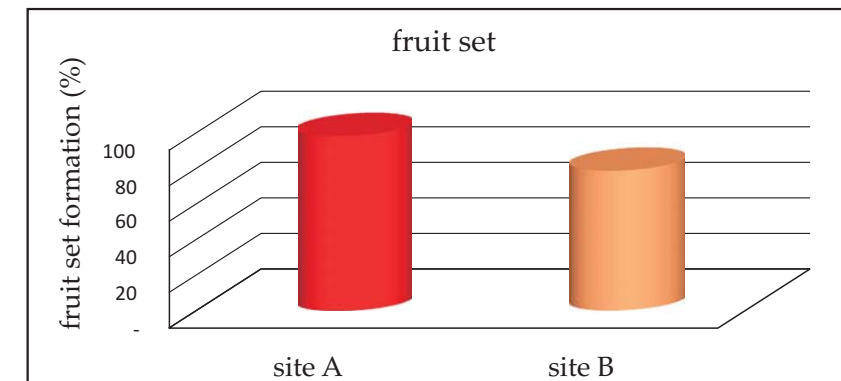
Coleoptera dan perubahan lahan



Gambar 7: Simulasi perubahan fungsi lahan dan keragaman Coleoptera di Kawasan Gunung Tangkuban Parahu (mix forest= hutan campuran; pine forest = hutan pinus; agriculture = kawasan hutan yang dikombinasikan dengan kegiatan pertanian)

Bila dikaitkan dengan peran dalam ekosistem, contoh kajian keragaman penyerbuk bunga kopi di kawasan Gunung Gumintir Jawa Timur, menunjukkan bahwa peran hutan sebagai habitat serangga berdampak pada proses pembentukan buah kopi (fruit set). Perbedaan lokasi kebun kopi yaitu di dekat hutan dan jauh hutan (13 km) telah menunjukkan perbedaan jumlah dan frekuensi kunjungan lebah penyerbuk (*Apis cerana*). Perbedaan pembentukan buah kopi di kedua lokasi kebun dapat mencapai 4,5 kalinya.

Bila dikaitkan dengan peran dalam ekosistem, contoh kajian keragaman penyerbuk bunga kopi di kawasan Gunung Gumintir Jawa Timur; menunjukkan bahwa peran hutan sebagai habitat serangga berdampak pada proses pembentukan buah kopi (fruit set). Perbedaan lokasi kebun kopi yaitu di dekat hutan dan jauh dari hutan (13 km) telah menunjukkan perbedaan jumlah dan frekuensi kunjungan lebah penyerbuk (*Apis cerana*). Perbedaan pembentukan buah kopi di kedua lokasi kebun dapat mencapai 4,5 kalinya.

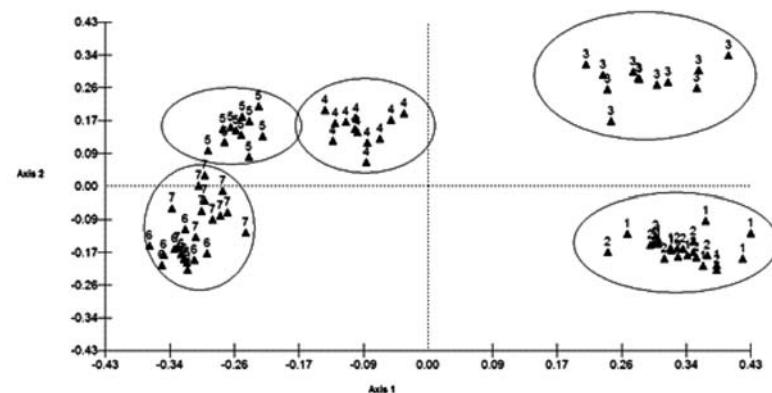


Gambar 8: Pembentukan buah kopi di kebun dekat hutan (A) dan jauh dari hutan (B).
Sumber: Syamsudin & Anggraeni (2009).

Pembentukan buah kopi secara langsung telah menunjukkan perbedaan dalam produktivitas dari tanaman kopi (Gb. 8). Mengacu pada Subahar & Anggraeni (2009), rata-rata berat buah (*fruit mass*) di kebun dekat hutan sebesar 1,73 gram, sedangkan di kebun kopi yang jauh dari hutan sebesar 1,37 gram. Bila 1 pohon rata-rata memiliki sekitar 2600 buah kopi, 1 hektar dapat memiliki sekitar 1600 tanaman kopi maka selisih

bersih panen di kedua lokasi(yang dekat dan yang jauh dari hutan) sebesar 300 kg/ha. Perbedaan tersebut tak dapat diabaikan.

Kajian di ekosistem perairan : Perubahan pada ekosistem darat ternyata berdampak pula pada ekosistem perairan, misalnya pada ekosistem sungai. Materi-materi dari ekosistem darat akan terbawa aliran air dan masuk ke dalam sistem perairan sungai. Di dalam sistem ini juga peristiwa perpindahan materi mulai dari hulu sampai hilir akan berpengaruh pada distribusi spasial komponen ekosistem baik organisme invertebrata maupun kelompok trofik dibawahnya (produsen: algae, detritivor). Kajian yang dilakukan di Sungai Ciliwung (Jawa Barat) pada salah satu komponen ekosistem (larva Chironomidae) pada berbagai tipe penggunaan lahan di atasnya (hutan alami, kebun teh, kebun campuran, permukiman desa, permukiman kota padat penduduk) menunjukkan bahwa variasi ekosistem direspons oleh komunitas dasar sungai larva Chironomidae secara bervariasi (Gb. 9).



Gambar 9. Distribusi larva Chironomidae di Sungai Ciliwung – Jawa Barat dari 7 stasiun pengamatan. Sumber: Mayaningtyas et al (2011).

Hal tersebut dinyatakan dengan distribusi tiap kelompok spesies dan peran tiap kelompok. Secara fungsional respons kelompok invertebrata dasar (benthic) di Sungai Ciliwung dijumpai 9 kelompok makan yang menunjukkan peran masing-masing kelompok. Misalnya 46% berperan sebagai pengoyak (shredder); 30.5% sebagai pengumpul (gatherer collector), 12,1% sebagai predator, 4.8% sebagai collector gatherer, 2,3% sebagai filterer-collector, 2.2% sebagai fc-gc, 1.5% sebagai omnivor, 0,4% sebagai shredder-gc dan 0,28% sebagai gc-shredder collector (Mayaningtyas et al 2010).

Hasil kajian disungai Ciliwung juga telah membawa kami pada pertanyaan apakah konsep sungai berkelanjutan (river continuum concept) dari Vannote (1980) yang diacu oleh beberapa peneliti telah diuji apakah berlaku di tropika atau tidak? Hasil kajian menunjukkan bahwa di sungai Ciliwung ada pengelompokan ruang sungai dalam empat orde yang berbeda karakternya yang didasarkan oleh peran fungsional organisme dasar sungai (bentos). Pada akhirnya perubahan spasial di ekosistem perairan sungai dapat dipakai dalam memantau kualitas lingkungan sungai pada kondisi ruang yang berbeda dengan menggunakan larva Chironomidae sebagai bioindikator.

Dari kedua contoh kajian di ekosistem darat dan ekosistem perairan, bila dilihat dari bioresource yang dimanfaatkan oleh manusia maka perubahan spasial sangat berpengaruh pada produktivitas dan kualitas produk atau bioresource. Sedangkan bila dilihat dari komponen ekosistem sebagai suatu komunitas hayati, perubahan spasial sangat

berpengaruh pada kelompok fungsional yang dapat dijadikan indikator dalam memantau kualitas lingkungan.

VI. MENILAI EKOSISTEM (*ecology-economy*)

Sejalan dengan kebutuhan untuk melindungi ekosistem alami, telah berkembang berbagai metoda penilaian secara ekonomi. Metoda penilaian keragaman hayati ("biodiversity valuation") dapat diterapkan pada hasil-hasil kajian di atas, yang selanjutnya dapat diteruskan dalam konteks ekosistem seperti penilaian ekosistem ("ecosystem valuation") yang merupakan integrasi ekologi dan ekonomi (King & Mazota, 2004). Contoh kajian di hutan Gunung Gumintir memberikan bukti peran hutan lindung sebagai salah satu habitat serangga penyerbuk ternyata setelah dilakukan penilaian ("biodiversity valuation") keragaman penyerbuk memberikan kontribusi yang tak dapat diabaikan. Dengan asumsi harga per kilogram buah kopi sebesar Rp. 17.000,00/kg, luas area kebun kopi 350 ha maka nilai ekonomi dari jasa hutan sebagai habitat penyerbuk di hutan lindung kawasan Gunung Gunitir pertahun adalah Rp. 1.785.000.000,00 atau US\$ 148.209,82.

Bagaimana dengan nilai suatu ekosistem hutan? Dengan segala karakteristiknya, ekosistem hutan sebagai suatu barang publik sering kali nilainya diabaikan oleh masyarakat atau pengguna umum padahal jasa ekosistem sangat bervariasi. Kegagalan untuk menghitung banyaknya

fungsi dan jasa ekonomi dari ekosistem menimbulkan konsekuensi-konsekuensi yang merugikan lingkungan. Contoh penilaian ekosistem telah dilakukan di ekosistem Gunung Tangkuban Parahu (GTP) oleh Hendriani dkk (2009) dengan menghitung TEV (*Total Economic Value*) dari nilai penggunaan (*use value*) dan nilai bukan penggunaan (*non use value*). Nilai penggunaan diekspresikan dengan nilai penggunaan langsung (*direct use values*), nilai penggunaan tidak langsung (*indirect uses values*), dan nilai pilihan (*option value*). Parameter nilai penggunaan langsung terdiri dari nilai produk hutan dan nilai rekreasi, sedangkan parameter untuk nilai penggunaan tidak langsung adalah nilai hidrologi yang terdiri dari nilai penggunaan air rumah tangga, nilai air sawah, dan nilai ekologi lainnya. Biomasa kayu dijadikan parameter untuk nilai pilihan. Nilai bukan penggunaan diestimasi dari nilai eksistensi ekosistem GTP dengan parameter biaya masuk lokasi. *Market Analysis* dan *Travel Cost Method* digunakan untuk mengestimasi nilai penggunaan langsung. *Contingent Valuation* digunakan untuk nilai penggunaan tidak langsung, nilai pilihan diestimasi dengan *Market Analysis*, sedangkan nilai eksistensi diestimasi dengan *Hedonic Pricing Method*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai penggunaan langsung dari ekosistem GTP adalah sebesar Rp. 293,2 milyar, nilai penggunaan tidak langsung sebesar Rp. 45,9 milyar, nilai pilihan sebesar Rp. 1.040 triliun, dan nilai eksistensi sebesar 2,5 milyar. Dengan demikian nilai ekonomi total dari ekosistem GTP adalah sebesar Rp. 1.041 triliun. Walaupun hasil tersebut masih duga bawah ("under

estimates") karena belum terkuantifikasinya seluruh komponen ekosistem beserta kekuatan interaksinya, hasil tersebut dapat digunakan untuk memperkuat pertimbangan dalam pengelolaan dan konservasi ekosistem GTP.

Hubungan interaksi spasial dari hasil kajian di atas dapat disumbangkan pada permasalahan menyangkut peningkatan produktivitas dan kualitas dari suatu komoditas di ekosistem.

PENUTUP

Belajar dari fenomena yang diungkapkan di atas, sampai saat ini proses transformasi dari ekosistem alami ke ekosistem binaan manusia masih terus berlangsung baik di ekosistem darat maupun ekosistem perairan (sungai, danau, pesisir dan laut). Proses tersebut perlu diimbangi oleh informasi yang cukup sehingga pengambilan keputusan dapat mempertimbangkan atau bahkan mengupayakan proses rekayasa ekologis yang akan ditetapkan demi menjaga sumberdaya hayati yang dapat dipanen oleh manusia secara berkelanjutan.

Berbagai konsep ekologi dan hipotesanya masih perlu diuji, karena kebanyakan konsep berasal dari ekosistem subtropis. Begitupula metoda analisis masih perlu dikembangkan terkait dengan "biodiversity assessment", "biodiversity valuation" maupun metoda identifikasi yang seringkali didasarkan pada eksperimen dan pengalaman pakar ekologi

dari temperata.

Dari sisi aplikasi konsep ekologi masih banyak upaya yang harus dilakukan. Rencana kegiatan pembangunan seringkali berdampingan dengan kawasan yang harus dilindungi atau ruang-ruang yang harus dipertahankan fungsinya. Pada pelaksanaannya beberapa kegiatan menuntut adanya Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Pada saat penilaian dampak lingkungan seringkali menuntut daya prediksi terhadap komponen-komponen biologi. Misalnya dampak dari perubahan fungsi lahan terhadap spesies yang dilindungi atau pun ekosistem yang harus dipertahankan. Pada intinya lebih kepada "bagaimana membangun suatu ekosistem binaan manusia yang dapat mempertahankan fungsi-fungsi ekosistem?". Rekayasa ekologis seperti apa yang perlu dikembangkan?, bagaimana menentukan indikator perubahan? dan apa indikator upaya pemulihan fungsi ekosistem? Tampaknya aspek tersebut masih harus terus dikembangkan karena tuntutan dan kegunaannya yang cukup penting.

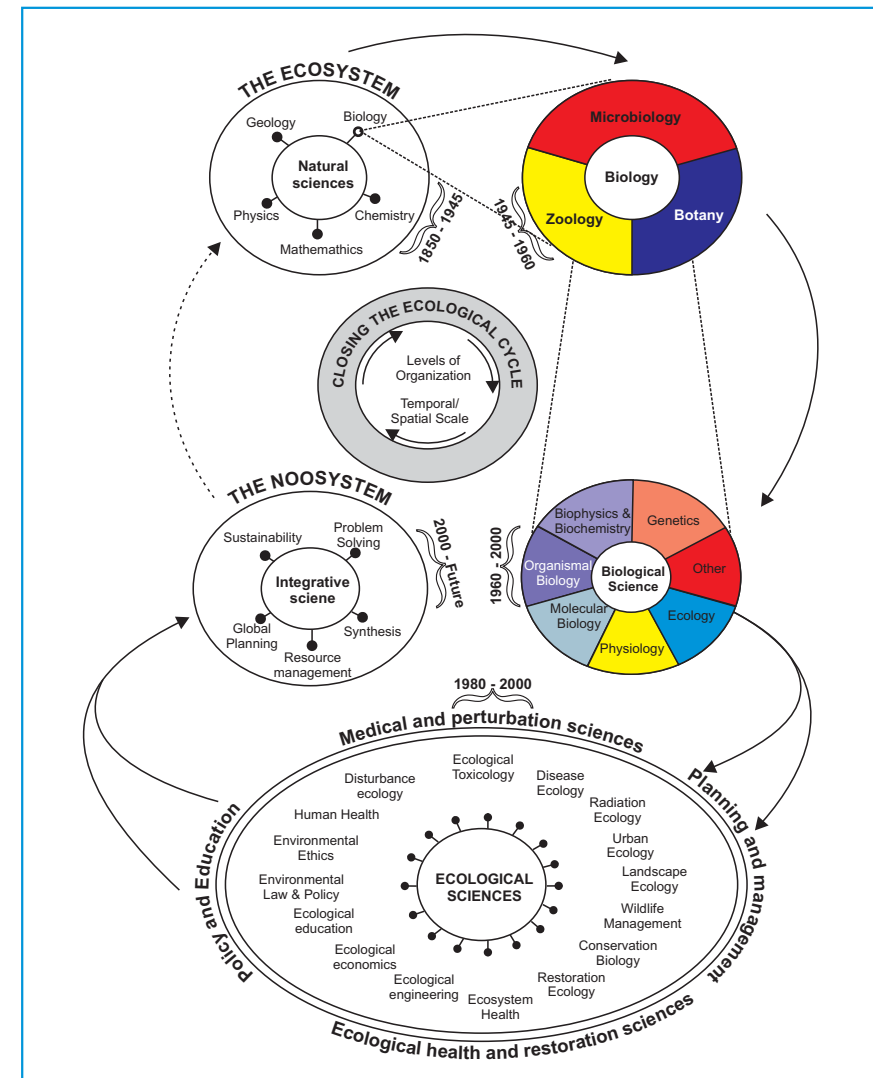
PENGEMBANGAN DALAM BIDANG KEILMUAN

Ekologi yang awalnya dikembangkan sebagai salah satu cabang ilmu dari biologi (1960-1980), karena karakteristiknya yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan, maka ilmu ini berkembang sejalan dengan tantangan yang ada di lingkungan yang saat

itu dipelajari secara terpisah (zoology, botani & mikrobiologi). Sejak 1980–2000 ekologi berkembang dan berinteraksi dengan ilmu-ilmu yang sangat erat kaitannya dengan manusia. Sejalan dengan perkembangan dan kebutuhan manusia, selanjutnya dari tahun 2000 sampai masa yang akan datang keilmuan yang bersifat interdisiplin dan terpadu akan terus berkembang dan menurut Odum & Barret (2005) “Integrative Science” akan ada dalam suatu system yang disebut Noosystem (Gb. 10).

Perkembangan keilmuan yang diungkapkan di atas, tampaknya tidak membedakan lingkungan tropika dan temperata. Padahal ada karakteristik yang sangat berbeda. Oleh karena itu saya akan tetap mengembangkan keilmuan Ekologi Tropika dengan segala konsepnya dan berorientasi pada pemanfaatan jasa ekosistem secara bijaksana untuk pembangunan berkelanjutan. Pendekatan keilmuan yang akan dikembangkan bukan saja terbatas pada ekologi tetapi juga biomanajemen sebagai wujud integrasi ekologi dengan ilmu lain. Contohnya “Ecosystem Ecology” yang bisa diintegrasikan dengan berbagai pendekatan keilmuan dalam lingkup ekologi (mulai dari “population ecology”, “community ecology” ataupun berdasarkan habitat) untuk menjawab berbagai tantangan dan perubahan dinamika ekosistem (contohnya "Biodiversity and Climate Change" atau "Biodiversity and Environmental Impact Assessment"). Pada tingkat internasional keilmuan tersebut masih terus dikembangkan terlihat dari berbagai hasil kajian, sintesis dalam jurnal terkini (“Ecology, Applied Ecology” dll) yang lebih banyak digarap oleh

peneliti dari lingkungan temperata, sedangkan peneliti dari lingkungan tropika masih sangat sedikit. Untuk itu peran peningkatan sumberdaya manusia yang berkiprah dalam bidang Ekologi Tropika (proses pendidikan) perlu ditingkatkan.



Gambar 10: Perkembangan keilmuan ekologi dari masa ke masa menurut Odum & Barret (2005).

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan yang berbahagia ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan dan Anggota Majelis Guru Besar ITB atas kehormatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan pidato ilmiah dihadapan hadirin sekalian. Terimakasih saya ucapkan pada Prof. Djoko T. Iskandar, Prof. Elin Yulinah dan Prof. Rudy Sayoga yang telah memberikan rekomendasi untuk saya dalam berproses menjadi Guru Besar di SITH dan ITB.

Terimakasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada : Mamah Haji Endah Rokayah dan Apa Haji Syamsudin yang telah mendoakan dan mendidik dengan kasih sayang. Kepada suami tercinta Achmad Subahar dan anak-anak tersayang Arifpermana Ratum dan Athina Sakina Ratum yang selalu mendorong dengan cinta dan kasih sayang serta kesabaran. Kepada kakak-kakak dan adik-adik yang telah mendorong dan membantu saya dalam perjalanan untuk sampai pada tahap hari ini serta mengkokohkan persaudaraan di tengah keluarga besar Haji Syamsudin. Kepada Paman saya Haji Oha Hasan Kosasih guru SMP N9 periode 1968-1971 yang telah menuntun saya, sehingga selalu mendapat guru-guru terbaik selama di SMPN9. Kepada Ua Tjitjih yang telah menuntun saya masuk kelas satu SD Pagarsih IV di Jalan Pagarsih Bandung dan Ua Oyon Sofyan yang telah menunjukkan saya untuk sekolah di SMA VI jalan Pasirkaliki Bandung. Saya telah mendapatkan guru-guru terbaik yang inspiratif sehingga saya termotivasi untuk meneruskan ke Departemen

Biologi ITB.

Kepada Dra. Hasiana Ibkar MSc (Almh) yang telah menuntun mengkaji Konsep Ekologi melalui Ekologi Hewan di Departemen Biologi. Saya merasa bangga karena Ibu adalah muridnya Prof Kendeigh yang merupakan pioner dalam Ekologi Hewan yang bukunya diacu di seluruh dunia pada saat itu. Kepada seluruh anggota Ekologi (Ibu Lan, Pak Widjoyo, Pak Surasana - almarhum), Prof RE Soeriaatmadja, Pak Mumu, Pak Undang, Pak Sjarmidi dan yang lainnya dari KBK Ekologi yang telah menghantarkan saya berinteraksi dengan keilmuan lain dan membawa saya masuk dalam "Noosystem". Kepada Prof. Soelaksono Sastrodihardjo, Dra. Sri H Widodo, Prof Sri Sudarwati dan seluruh dosen Biologi ITB yang telah menuntun penulis memaknai Biologi.

Kepada Profesor Vincent Labeyrie (Alm) dari Universite de Pau Perancis yang telah berkontribusi dalam membangun pemikiran Ekologi-Evolusi dan mengenalkan saya ke dunia Ekologi yang lebih luas selama periode 1986-1990 di Perancis dan menjadikan saya berinteraksi dengan Sir Southwood (Inggris) yang terkenal dengan Ecological Methods, Prof. John Harper (Inggris) dengan Population Ecology, Prof. Dethier & Prof. Prokopy dari Amerika Serikat. Prof. Dr. Gerard Fabres dari ORSTROM, Prof. M Jarry dr CNRS & Universite de Pau Perancis yang meletakkan dasar "Spatial Correlation dan Geostatistic" yang menghantarkan saya memaknai secara ekologi distribusi spasial lewat model populasi earwig ("*Forficula auricularia*") dari Pegunungan Pyrenee – Atlantique.

Kepada Prof. Bernard Pintureau dari Universite Lyon II (Villeurban) yang telah menunjukkan teknik analisis dan menghantarkan saya memahami pentingnya jarak genetik suatu populasi (Genetic distance). Kepada Professor Michael Vancassel dari CNRS & Laboratoire d'Ethology Universite de Rennes II lewat model pemeliharaan induk ("soin maternelle") pada Dermaptera telah menunjukkan pentingnya "repons humoral" dalam mempelajari perilaku populasi dan cara analisis. Pengalaman 1987-1990 menghantarkan saya pada "Population behavior" dan aplikasinya di kehidupan manusia. Selanjutnya interaksi yang dibangun jarak jauh dan kemudian diskusi di Iguassu – Brazil tahun 2000 telah menggugah dan berusaha mencari jawaban adakah perbedaan respon perilaku komunitas antara "northern hemisphere dan southern hemisphere"? Kepada Profesor Causanel (alm) dari Musee Natural Histoire de Paris dengan model pada perilaku bertarung Forficula-Dermaptera telah menginspirasi kajian selanjutnya. Kepada Prof Seiroku Sakai (alm) dari Daito Bunka University-Jepang yang gigih menghimpun informasi tentang Dermaptera dan membangun Dermapterorum dari seluruh dunia telah menuntun saya pada komunitas Dermaptera di seluruh dunia dan terkumpulnya 350 spesies Dermaptera Indonesia dalam Annotated Bibliography of Indonesian Dermaptera (Syamsudin and Sakai,1993).

Kepada seluruh anggota Institute de Biocoenotique des Agrosystems (IBEAS) universite de Pau-Perancis (Prof. Daniel Comb, Madame

Monique Delbos, Marie-Sylvie Coquillaud, Cathrine Reymonet, Saliou Ndyae, Amar, Anisa Chaib, Daniel Magda, Phillipe Desphieux, Cathrine Mercier, Madame Thoraval. Genevieve, Patrice dan mereka yang telah membantu saya baik waktu bekerja di lapangan (sampling di Urdos) di Pegunungan Pyrenee dan di laboratorium IBEAS). Kepada Prof Claude Mouchess yang telah membawa pendekatan baru dalam ekologi dengan "Molecular Ecology" di IBEAS sejak tahun 1990.

Kepada Pimpinan Departemen Biologi yang telah memberikan kesempatan pada saya untuk mengkaji "Tropical Ecology" di Indonesia dengan kacamata yang berbeda lewat tugas-tugas terkait dengan kompetensi saya, mengunjungi berbagai tipe ekosistem dari pesisir sampai pegunungan di Indonesia termasuk bagian pegunungan Jaya Wijaya (Papua). Kepada Pimpinan Institut Teknologi Bandung dan kepada Kementrian Pendidikan Nasional yang telah memberikan ijin dan memfasilitasi saya yang memungkinkan saya mengamati berbagai tipe ekosistem di luar Indonesia dari dekat: Pegunungan Pyrenee di Perancis, Gunung Kinabalu (Sabah) di Malaysia, Pegunung Himalaya dari Kathmandu, Sungai Parana-Amazon dan Iguassu fall di Brazil (2000). Kegiatan tersebut bersamaan dengan keterlibatan saya di International Conference on "Conservation Biology" di Nepal (2005), International Conference in Entomology di Beijing (tahun 1992), di Iguassu-Brazil (tahun 2000). Kegiatan tersebut telah memperkaya saya dengan pengalaman dan memungkinkan saya berinteraksi dengan komunitas

yang lebih luas.

Kepada seluruh anggota komunitas di Pusat Penelitian Lingkungan Hidup ITB (Profesor Hasan Poerbo alm, Dr. P. Arbianto, Ir. Tjuk Kuswartoyo. Drs. M. Taufiq Affif Msc, Prof Rudy Sayoga dan yang lainnya) yang telah mengenalkan saya pada “community development” (periode 1982-1986) dan periode setelah 1992 telah memberikan warna tersendiri dalam aplikasi Ekologi dan Lingkungan Hidup.

Kepada guru-guru saya yang telah memberikan ilmunya dengan tulus hati. Kepada teman teman dan pegawai non akademik di Biologi dan SITH ITB yang telah bersedia membantu. Kepada para mahasiswa yang telah ikut melengkapi pengalaman saya (kuliah, praktikum dan tugas akhir) dan kepada semua pihak yang berkontribusi dan telah menjadi bagian dari perjalanan saya yang tak dapat disebutkan satu per satu, ucapan terima kasih tak terhingga saya haturkan - semoga kebbaikannya mendapat balasan yang setimpal dari Allah swt. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barsulo C. Y and Tati S.S. Subahar. 2007. Coleopteran Assemblages at Four Different Habitats in the Mount Tangkuban Parahu Area, West Java – Indonesia. In Okada, H. Mawatari, S.F., Suzuki, N. and Gautam, P. (eds), *Origin and Evolution of Natural Diversity*, Proceedings of International Symposium “The Origin and Evolution of Natural Diversity”, 1-5 October 2007, Sapporo, pp 251-255.
2. Daily, G. C., S Alexander, P. R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. A.

Matson, H. A. Mooney, S. Postel, S. H. Schneider, D Tilman, G. M. Woodwell. 1997. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. Issue in Ecology : no2, page 1-8.

3. Drew, R.A.I. and D.L. Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera:Tephritidae:Dacinae) in Asia. Bulletin of Entomological Research Supplement Series. Supl.2.
4. Erwin, T. L. 1982. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other arthropod species. Coleopterist Bulletin 36:74-75
5. Harmon, L.J., J. J. Kolbe, J. M. Cheverud and J. B. Losos. 2005. Convergence and the multidimensional niche. *Evolution*, 59(2), pp. 409–421.
6. Hendriani, Y., Subahar, T.S, Sjarmidi,A., (2007), Analysis of The Use Value of the Strict Nature Reserve and Recreation Park of Tangkuban Parahu Mountain West Java, Proceeding of The First International Seminar on Science Education ISBN: 979-25-0599-7.
7. Hendriani, Y., Subahar, T.S, Sjarmidi,A., (2008), Estimasi Stok Karbon Di Ekosistem Hutan Gunung Tangkuban Parahu Jawa Barat, Prosiding Seminar Nasional Biologi ke XIX Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI), Tanggal 9-10 Juli 2008.
8. Iwahashi, O. and Tati S. Subahar. 1996. The Mystery of Methyl Eugenol: 1. Why methyl eugenol is so effective for controlling fruit flies? Presented in XIX International Congress of Entomology, Firenze-Italy.
9. Iwahashi O and T. Syamsudin Subahar.1996.The Mystery of Methyl Eugenol: 2 Licking Behavior of the Carambola Fruit Fly, *Bactrocera carambolae*, on a spadix of *Spathyphyllum cannaefolium* (Diptera: Tephritidae- Arales Araceae). Presented in XIX International Congress

of Entomology, Firenze-Italy.

10. Iwaizumi Iwaizumi, R. 2004. Species and host record of the *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera:Tephritidae) detected by the plant quarantine of Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 39 (2): 327–333.
11. King, D.M. and Mazzota, M. (2004), *Ecosystem Valuation*, Maryland http://www.ecosystemvaluation.org/dollar_based.htm, diakses 19 Desember 2005.
12. Komara, L. 2008. Analisis dan strategi pemanfaatan light fraction *Gleichenia truncata* di kaki Gunung Tangkuban Parahu. Tesis S2, tak dipublikasikan.
13. Leimena, H. E. P., T.S. Subahar and Adianto. 2007a. Population structure of top shells (*Trochus niloticus*) in Saparua island. *Biotropia*, 14 (2):52-61. December 2007. SEAMEO BIOTROP. Southeast Asian Regional Center for Tropical Biology, Bogor. Indonesia.
14. Leimena, H. E. P., T.S. Subahar and Adianto. 2007b. Density, Biomass and distribution pattern of lola snail (*Trochus niloticus*) at Saparua Island, Kabupaten Maluku Tengah. *Journal of Biological Research*, 12 (1):73-78. (Text in Indonesian).
15. Mayaningtias, P & T. S. Subahar. 2010. Does River Continuum Concept applicable to Tropical River? Case: Chironomidae larvae (Diptera) community at CiliwungRiver - West Java, Indonesia. Presented at International conference on Association of Tropical Biology and Conservation, ATBC. July 2010.
16. Odum, E. P. And G. W. Barret. 2005. *Fundamentals of ecology*. 5th ed. Brook/Cole, Thomson Learning, Inc. Belmont. S.
17. Radjawane, I. M., I. Juaeni, A. Napitu, S. Hadi, R. Widiarratih. 2005.

Study on the impact and prediction of sea level rise due to climate change at the Jakarta bay region. Final Report for Asahi Glass Foundation. Research Grant 2005.

18. Stork, N. 1999. "Estimating the Number of Species on Earth" pp 1-7.
19. Subahar, T.S.S., A. Susanto, I. N. Rage, A. D. Permana, R.C. H. Soesilohadi. 2010. Climate Change Mitigation and Fruit Security by Management of Mango Orchard in West Java-Indonesia. Presented on International Conference on the Environment and Natural Resources 2010 (ICENR 2010), "The Changing Environment: Challenges for Society", Salaya, Thailand 10-12 November, 2010.
20. Subahar, T. S. S. & Harlina. 2008. Butterfly diversity in Bantimurung – South Sulawesi and antisipation to climate change. *Proceeding in XIX Biology National Seminar– PBI South Sulawesi Selatan*. page 294-298. (In Indonesian).
21. Subahar, T. S. S and A Yuliana. 2010. Butterfly diversity as a data base for the development plan of Butterfly Garden at Bosscha Observatory, Lembang, West Java. *Volume 11, Number 1, January 2010 Pages: 24-28*.
22. Subahar, T. S, D. N. Choesin, A. F. Amasya, A. Yuliana, N. Avinomia, I. Amalia., Yunita, R.U. Hadiani and Mediana. 2010. Monitoring of Butterfly Diversity as Indicator for Climate Change and Environmental Education in Northern Bandung – West Java, Indonesia. *International Conference on Asia-Africa Climate Change. Bandung 2010*.
23. Syamsudin-Subahar. T. S. & D. Anggraeni. 2009. The Effect of deforestation on pollinators diversity and its consequences on coffee productivity at Silo-East Java Indonesia. *ATBC. Marburg. Germany*.

24. Syamsudin, T.S., A. Apriyanto & S. Suhandono. 2011. Molecular Identification of Tropical Fruit Flies *Bactrocera carambolae* (Diptera:Tephritidae) Using DNA Barcoding Techniques in Sumatra Island Indonesia. In press.
25. Tati-Subahar S. S., and C. Yanto. 2004. Arthropods Diversity in the Canopy and Soil Surface Using Light Traps from Natural Forest of Mount Tangkubanparahu - West Java. Presented at Seminar "Biology in Asia. December 2004 in Singapore.
26. Tati-Subahar S. S., and C. Yanto. 2005. The Effect of land use change on diversity of Coleoptera at Mount Tangkuban Parahu, , West-Java. Indonesia. Presented in International Conference on "Biodiversity Conservation in Asia: Current Status and Future Perspectives" Kathmandu, Nepal. 17 – 20 November 2005.
27. Tati Subahar. 1999. The Occurrence of Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* Complex (Diptera Tephritidae) in Java Island. Presented in Workshop on Java Ecology & Biogeography. Bandung 10-11 Maret 1999.
28. Tati Subahar, S.S. & O. Iwahashi. 1998. Mating occurrence of Carambola Fruit Fly *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). Fifth Int. Symp. On Fruit Flies of Economic. Importance. Penang-Malaysia.
29. Tati Subahar, S.S., S. H. Widodo & D. Sutekad. 1998. Fruit Fly Visits on *Spathyphyllum cannaefolium*. Fifth Int. Symp. On Fruit Flies of Economic. Importance. Penang-Malaysia.
30. Tati Subahar, S.S. & O. Iwahashi. 1997. Does naturally occurring methyl eugenol reduce efficiency of male annihilation technique for the carambola fruit fly *Bactrocera carambolae*? A test for Shelly (1994)'s hypothesis. Presented in III Asia Pacific Conference in Entomology,

November 1997 in Taichung-Taiwan.

31. Tati Subahar, S, S. Sastrodihardjo, M. Lengkong dan Suhara. 1997. Kajian Pendahuluan Infestasi lalat buah genus *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) pada buah paria (*Momordica charantia* L.). Disajikan pada Kongres & Symposium Entomologi Indonesia, Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung-Indonesia.
32. Toda, M. and R. L. Kitching. 2002. "Forest Ecosystems" in Biodiversity Research Methods – IBOY in Western Pacific and Asia Edited by Tohru Nakashizuka and Nigel Stork. Kyoto University Press.
33. Vannote , R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, C.E. Cushing, 1980, The River Continuum Concept, *Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Science* 37: 130-7pp.
34. Wallace, A.R. 1890. The Malay Archipelago. Diterbitkan kembali oleh Periplus tahun 2000. ISBN 962-593-645-9
35. Yanto. 2002. Keanekaragaman arthropoda tajuk dan lantai hutan di Hutan Alami Gunung Tangkuban Parahu dengan menggunakan metode light trap. Skripsi Sarjana Biologi (tak dipublikasikan).

CURRICULUM VITAE



Nama : **TATI SURYATI SYAMSUDIN**
Tempat lahir : Bandung
Tanggal lahir : 26 Maret 1957
Jenis kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia

Alamat Kantor : Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH-ITB).
Jl. Ganesa 10 Bandung 40132 Indonesia.
Telepon: 62-22-2500258; Fax : 62-22-2534107

I. RIWAYAT PENDIDIKAN:

a. Program berjenjang:

<i>TINGKAT</i>	<i>TAHUN</i>	<i>BIDANG STUDI</i>	<i>INSTITUSI</i>
S1	1976-1982	Biologi	Dept. of Biology ITB – Bandung – Indonesia
S2	1984-1986	Biologi Lingkungan	Dept. of Biology ITB – Bandung - Indonesia
DEA	1986-1987	Ecologie Experimentale	Universite de Pau et des Pays de l'Adour – France
Doctorat	1987-1990	Ecologie Experimentale	Universite de Pau et des Pays de l'Adour – France

b. Program tak berjenjang (non degree program):

<i>THN.</i>	<i>TRAINING</i>	<i>TEMPAT</i>	<i>CATATAN</i>
2008	Applying Project Cycle Tools to Support Integrated Coastal Management. BAPPENAS - UNDP	Semarang-Indonesia	Certificate
2003	Tools for the Rapid Assessment of Soil invertebrate Bio-diversity in the ASEAN Region	Univ. of Sabah Kinabalu - Malaysia	Certificate
2000	Master Class in Biodiversity Assessment	Cape Tribulation, Quensland Australia	Certificate
1995	Executive Program on Tourism Development & Planning	Tourism Research Center ITB Bandung	Certificate
1988	Training on The Bioecological Data Analysis (BIOMEKO)	Montpellier - France	Letter of Participation
1983	Training in Environmental Impact Assessment	PSLH ITB Bandung Indonesia	Certificate
1983	Training on Research Method & Technics in Coastal Area	LIPI Bandung	Letter of Participation
1982	BIOTROP – UNESCO Training Seminar in Environmental Science and Management.	BIOTROP - BOGOR	Certificate

PENGALAMAN INSTITUSIONAL (PENUGASAN):

1 Jan.2011 – skrg. : Dekan Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH)ITB.

2007 – Des. 2010 : Ketua Komisi P Pasca Sarjana (KPPS) SITH – ITB

2006 – 2009	: Ketua Kelompok Keilmuan Ekologi dan Biosistematik SITH - ITB
2006 – 2007	: Ketua tim penyusunan kurikulum program-program studi di SITH ITB
2006 – 2007	: Anggota tim kurikulum ITB (Task Force)
2004 - 2005	: Anggota Majelis Departemen Biologi - ITB
2004 - 2005	: Anggota Senat Fakultas FMIPA ITB
2002 - 2003	: Ketua Tim Penyusun Kurikulum Biologi 2003
2002 – Des. 2003	: Direktur Eksekutif program “DUE Like TPB-ITB”
2001 – Des.2003	: Ketua Tahap Pertama Bersama (TPB) ITB
2001- (Jan.– Des.)	: Anggota Senat Akademik ITB (BHMN)
2001	: Sebagai Juri pada International Biology Olympiade di Belgia
1998 – Jan. 2001	: Sekretaris Departemen Bidang kemahasiswaan, Dept. Biologi ITB
1997 – 1998	: Anggota Tim penyusun Kurikulum Biologi di Dept. Biologi ITB
1997 – 1998	: Kepala Laboratorium Ekologi, Dept. Biology ITB
1995 - Jan. 2001	: Kepala Urusan Pendidikan (Ka-URDIK) Dept. Biologi ITB

PENGALAMAN KERJASAMA:

<i>TAHUN</i>	<i>NEGARA</i>	<i>POSISI</i>
2005-2006	Indonesia-Japan	Instructor on Field Biology Course – Biodiversity Assessment. DIWPA-LIPI, (Topics: Sampling Technique & Tephritidae)

TAHUN	NEGARA	POSISI
2004	Indonesia-Japan	Instructor on Field Biology Course- Biodiversity Assessment. DIWPA-LIPI (Topics: Sampling Technique)
2003	Indonesia-Japan	Instructor on Field Biology Course –Biodiversity Assessment. DIWPA-LIPI (Topics: Sampling Technique)
2000	Australia Cape Tribulation	Research collaboration on the methods on Biodiversity Assessment
1997 (1 month)	Japan	Visiting scientist at the Ryukyu University
1996 (3 month)	Japan	Visiting scientist at the Ryukyu University
1993 (3 month)	Japan	Visiting scientist at the Ryukyu University
1986 - 1991	French	Research staff at Institut Biocoenotique des Agrosystemes.

KEANGGOTAAN:

- Anggota Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI).
- Anggota Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI)
- Anggota Ecological Society of America 2004-2009

PENGHARGAAN YANG PERNAH DITERIMA:

- Ganesa Wira Adi Utama 1998-2000 (diterima tahun 2001)
- Satya Lancana Karya Satya XX tahun, (diterima tahun 2003)
- Pengabdian 25 tahun di ITB, (diterima tahun 2008)

PENGALAMAN PENELITIAN :

1. Distribusi lalat buah (Diptera: Tephritidae) Di Khatulistiwa dan Kaitannya dengan Perubahan Iklim dan Fenologi Tanaman Inang. Peneliti Utama: Hibah Kompetensi – DIKTI 2008-2010.
2. Production & application of “Protein bait” for fruit fly population suppression as an effort to increase the quality of horticulture fruits. Principal investigator. RUT XII. 2005-2007.
3. Biodiversity Conservation in a Highland Ecosystem in Western Java, Indonesia: Ecological, Economic and Socio-Cultural Perspectives. 2002-2003. (ARCBC Project No. RE-IDN-003, research member)
4. Arthropods Diversity at Tangkubanperahu West Java 2001-2002. (Principal investigator, Que-Project Grant).
5. Diversity and distribution of soil arthropods in Tangkuban Perahu Forest. 1997-1998 (Consumable aids from the Center Grant to Dept of Biology ITB)
6. The Diversity of Spider (Aranea) at Tangkuban Perahu Forest West Java. (Principal investigator, Indonesia GEF-Biodiversity Collection Project - LIPI) 1997-1998
7. The role of Methyl Eugenol in reproduction behavior of carambola fruit fly (*Bactrocera carambolae*). (Principal investigator, Proy. Penel. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Dasar DIKTI 1996)
8. Biological Meanings of Methyl Eugenol to fruit Flies. (Asahi Glass Foundation, 1995, principal investigator)
9. Fruit Fly (*Dacus dorsalis* Hendel) (Diptera:Tephritidae) Population Monitoring in Star Fruits (*Averhoa carambolla*) Orchards by Mass Trapping and Mass Rearing. Toray Science Foundation 1993/1994 (Principal Investigator)

PENGALAMAN PROFESIONAL

- 2009 : Anggota peneliti pada Mine Closure PT NNT. LAPI ITB – PT New Mont, Indonesia
- 2008-2009 : Anggota peneliti pada Integration of Climate Change Adaptation Measures into Coastal Zone Planning. KLH-UNDP
- 2007 : Anggota Peneliti: The Development of Regional Excellent Natural Resources in Supporting Core Bussiness of West Java – BALITBANGDAJABAR.
- 2003 : Anggota Peneliti: Investigation of Pollution Sources in Kabupaten Indramayu. LPPM ITB & Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Provinsi Jawa Barat.
- 2003 : Anggota Peneliti: Studi Ekosistem Danau Sentani - Papua LPPM ITB & Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Provinsi Papua.
- 2003 : Anggota Peneliti: Masterplan of Cycloop Nature Reserve- Papua. LPPM ITB & Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Provinsi Papua.
- 2002-2003 : Anggota Peneliti: Biodiversity Conservation in Tangkuban Perahu West Java Departement of Biology ITB & ARCBC.
- 2001–2002 : Anggota Peneliti: Monitoring of overburden reclamation site at Freeport Mining. Departement of Biology ITB & Freeport Indonesia.

PUBLIKASI DAN PRESENTASI

a. Publikasi (2004-2010)

T. S. Syamsudin Subahar and A Yuliana. 2010. Butterfly diversity as a data base for the development plan of Butterfly Garden at Bosscha Observatory, Lembang, West Java. Volume 11, Number 1, January 2010 Pages: 24-28.

Tati Suryati Syamsudin and Sri Aktaviyani. 2009. Aplication of organic fertilizer on Sytem Rice Intensification (SRI) methods at Desa Sukakarsa Kabupaten Tasikmalaya. J Agroland 16(1)1-8. (in Indonesian)

Tati Suryati Syamsudin Subahar & Harlina. 2008. Butterfly diversity in Bantimurung – South Sulawesi and antisipation to climate change. Proceeding in XIX Biology National Seminar– PBI South Sulawesi Selatan. page 294-298. (In Indonesian).

Leimena, H. E. P., **T.S. Subahar** and Adianto. 2007. Density, Biomass and distribution pattern of lola snail (*Trochus niloticus*) at Saparua Island, Kabupaten Maluku Tengah. Journal of Biological Research, 12 (1):73-78. (Text in Indonesian)

Leimena, H. E. P., **T.S. Subahar** and Adianto. 2007. Population structure of top shells (*Trochus niloticus*) in Saparua island. Biotropia, 14 (2):52-61. December 2007. SEAMEO BIOTROP. Southeast Asian Regional Center for Tropical Biology, Bogor. Indonesia.

Leimena, H.E.P., **Tati S.S. Subahar** dan Adianto. 2007. Kepadatan, biomassa, dan pola distribusi keong lola (*Trochus niloticus*) di pulau Saparua, Kabupaten Maluku Tengah. Jurnal Berkala Penelitian hayati (Journal of Biological Research), 12 (1):73-78. Desember 2007.

Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) Cabang Jawa Timur. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Airlangga, Surabaya.

Christopher Y. Barsulo & **Tati S.S. Subahar**. 2007. Coleopteran Assemblages at Four Different Habitats in the Mount Tangkuban Parahu Area, West Java – Indonesia. In Okada, H. Mawatari, S.F., Suzuki, N. and Gautam, P. (eds), *Origin and Evolution of Natural Diversity*, Proceedings of International Symposium “The Origin and Evolution of Natural Diversity, 1-5 October 2007, Sapporo, pp 251-255

S.S. Tati-Subahar, Anzilni F. Amasya and Devi N. Choesin. 2007. Butterfly (Lepidoptera: Rhopalocera) distribution along an altitudinal gradient on Mount Tangkuban Parahu, West java. Indonesia. The Raffles Bulletin of Zoology 2007 55(1): 65-68. Date of Publication: 28 Feb.2007. ©National University of Singapore.

Tati Suryati Syamsudin Subahar. 2007. Reorientasi Pendidikan Biologi Menuju Milenium ketiga. Prosiding Seminar Nasional “Perkembangan Biologi dan Pendidikan Biologi untuk Menunjang Profesionalisme” Bandung. Hal 265-269

Handy Erwin Pier Leimena dan **Suryati Syamsudin Tati-Subahar**. 2006. Reproductive potential of Lola snail (*Trochus niloticus*) at Saparua Island – Central Maluku . Hayati vol 13 no 2, page 49-52. (Jurnal in Indonesian, abstract in English)

Leimena, H.E.P., **Tati S.S. Subahar** dan Adianto. 2005. Estimation on Carrying Capacity and Growth Pattern of Lola snail population (*Trochus niloticus*) at Saparua Island – Center Maluku District. Jurnal Matematika & Sains 10(3):75-80. (Jurnal in Indonesian, abstract in English).

b. BUKU (2004- sekarang)

Tati Suryati Syamsudin. 2011. Mengenal kupu Tangkubanparahu dan sekitarnya. Diterbitka oleh Bina Budaya. ISBN no 979-589-047-6.

Tati Subahar & Shuhaidawati Idayu. 2007. Khasiat & Manfaat Peria, Si Pahit Pembasmi Penyakit. Synergi Media ISBN no 983-197-422-0 (Malaysian)

Tati Suryati Syamsudin Subahar. 2007. Biologi , Sains Hayati 3. (Buku SMA kelas XII) diterbitkan oleh Quadra / Yudistira ISBN no 978-979-746-822-4

Tati Suryati Syamsudin Subahar. 2007. Biologi, Sains Hayati 2. (Buku SMA kelas XI) diterbitkan oleh Quadra / Yudistira ISBN no 978-979-746-821-7.

Tati Suryati Syamsudin Subahar. 2006. Biologi Sains Hayati 1. (Buku SMA kelas X) diterbitkan oleh Quadra/Yudistira ISBN no. 979-746-820-8.

Tati Subahar & Tim Lentera. 2004. Khasiat & Manfaat Pare, Si Pahit Pembasmi Penyakit. Agromedia Pustaka ISBN no 979-3702-060-0.

Tati S. Syamsudin Subahar 2004. Tiga puluh tahun Perjalanan TPB. ITB Press. ISBN 979-3507-16-0 (Indonesian)

c. PRESENTASI / SEMINAR (2004 - 2010)

Tati Suryati Syamsudin, M. Ardelia Arief, A. Susanto and W. Setyawati. 2010. Population of chili fruit fly and its daily activity in chili pepper (*Capsicum annum*) crop in Lembang West Java – Indonesia. 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance –

ISFFEI September 26th – October 1st, 2010. Valencia. Spain

Mayaningtias, P & **T. S. Subahar**. 2010. Does River Continuum Concept applicable to Tropical River? Case: Chironomidae larvae (Diptera) community at Ciliwung River - West Java, Indonesia. Will be presented at International conference on Association of Tropical Biology and Conservation, July 2010.

Tati-Subahar S. Syamsudin, Endang L. Widiastuti and Nismah Nukmal. 2010. Butterfly (Rhopalocera: Lepidoptera) diversity: Potentials and challenge for biotic conservation in Anak Gunung Krakatau. Will be presented at International conference on Association of Tropical Biology and Conservation, July 2010

Syamsudin Subahar. T. S. & D. Anggraeni. 2009. The Effect of deforestation on pollinators diversity and its consequences on coffee productivity at Silo-East Java Indonesia. ATBC. Marburg. Germany.

Subahar, T. S. S., D. Fauziah and C. Yanto. 2007. The Role of Mathematics on Biodiversity Assessment of Arthropods. Presented at International Conference on Biomathematics. August 2007. Bandung – Indonesia.

Tati-Subahar, S. S., D. Fauziah, A. Rosandy and C. Yanto. 2007. Diversity Measurement on Insect Community on Different Landscape at Tangkuban Parahu Area West Java. National Conference on Insect Conservation on Different Tropical Landscape. Bogor January 2007 - Indonesia

Subahar, T. S. S., D. Melani, T. Idiyanti, and P. Aditiawati. 2007. Efektifitas Tiga Jenis Perangkap Dan Umpan Protein Dalam Menangkap Lalat Buah (Diptera : Tephritidae) Di Kebun Belimbing Subang-Jawa Barat. Presented on National Seminar of Indonesia

Entomological Society (PEI). 25-27 Juli 2007 Denpasar.

Tati Suryati Syamsudin Subahar. 2007. Reorientasi Pendidikan Biologi Menuju Millenium Ketiga. Disampaikan pada Seminar Nasional dan Temu Alumni yang bertema: Perkembangan Biologi dan Pendidikan Biologi untuk Menunjang Profesionalisme Bandung 25 – 26 Mei 2007

Hidayanto, Y., Sulistyawati, E., A. Sjarmidi and **Subahar, T. S. S.** 2006. Carbon Stock Dynamics Modelling of Pine Forest Ecosystem at Mt Tangkubanparahu Using CENTURY Model. Presented at 11th Biological Sciences Graduate Congress 15-17th December 2006. Chulalongkorn University, Bangkok. Thailand

Tati S. S. Subahar, Avni Khairunnisa, Tami Idiyanti, and Pingkan Aditiawati. 2006. Fruit Fly (*Bactrocera carambolae* Drew & Hancock) Response to Several Types of Local Protein Baits under Laboratory Condition. Presented at the ICMNS (International Conference on Mathematics and Natural Sciences, ITB – Bandung, November 29 –30, 2006).

S. S., Tati-Subahar and C. Yanto. 2005. The Effect of land use change on diversity of Coleoptera at Mount Tangkuban Parahu, , West-Java. Indonesia. Presented in International Conference on “Biodiversity Conservation in Asia: Current Status and Future Perspectives” Kathmandu 17 –20 November 2005

Tati-Subahar. 2005 . Ecosystem potentials of the Krakatau Islands in development of Ecotourism. International and National Seminar and XV Krakatau Festival. Bandar Lampung – Indonesia 26-27 August 2005.

S. S., Tati-Subahar and C. Yanto. 2004. Arthropods Diversity in the

Canopy and Soil Surface Using Light Traps from Natural Forest of Mount Tangkubanparahu - West Java. Presented at Seminar "Biology in Asia. December 2004 in Singapore.

S. S. Tati-Subahar and A. Gracemetarini. 2004. Canopy Knockdown as a Tool for Arthropods Diversity Collection from Natural Forest of Mount Tangkubanparahu - West Java. Poster presentation at Seminar "Biology in Asia. December 2004 in Singapore

S.S. Tati Subahar. 2004. Metoda Ekologis Untuk Menentukan Keberhasilan Reklamasi Daerah Overburden. Seminar MIPA IV, Oktober 2004. Bandung