



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN INDEKS KOMUNITAS BURUNG DAN  
ANALISIS TUTUPAN LAHAN  
DI KAWASAN PULAU NUSA PENIDA,  
KABUPATEN KLUNGKUNG, BALI**

**TESIS**

**NI MADE RAI SUMA INTARI**

**0806420373**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN INDEKS KOMUNITAS BURUNG DAN  
ANALISIS TUTUPAN LAHAN  
DI KAWASAN PULAU NUSA PENIDA,  
KABUPATEN KLUNGKUNG, BALI**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains**

**NI MADE RAI SUMA INTARI**

**0806420373**

**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ni Made Rai Suma Intari

NPM : 0806420373

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Juli 2011



JUDUL : PENGEMBANGAN INDEKS KOMUNITAS BURUNG  
DAN ANALISIS TUTUPAN LAHAN DI KAWASAN  
PULAU NUSA PENIDA, KABUPATEN KLUNGKUNG,  
BALI

Nama : NI MADE RAI SUMA INTARI

NPM : 0806420373

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

**Dr. Adi Basukriadi M.Sc.**

Pembimbing I

**Dr. Mochamad Indrawan**

Pembimbing II

2. Penguji

**Dr. Rokhmatulloh**

Penguji I

**Andrio Adiwibowo S.Si, M.Sc.**

Penguji II

3. Ketua Pascasarjana Biologi  
FMIPA UI

4. Ketua Program Pascasarjana  
FMIPA UI

**Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M. Biomed**

**Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.**

Tanggal Lulus: 15 Juli 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Ni Made Rai Suma Intari  
NPM : 0806420373  
Program Studi : Biologi  
Judul Tesis : Pengembangan indeks komunitas burung dan analisis tutupan lahan di kawasan Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali

Telah berhasil saya pertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Adi Basukriadi M.Sc. (.....)

Pembimbing : Dr. Mochamad Indrawan M.Sc. (.....)

Penguji : Dr. Rokhmatulloh (.....)

Penguji : Andrio Adiwibowo, S.Si, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Juli 2011

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni Made Rai Suma Intari  
NPM : 0806420373  
Program Studi : Biologi  
Departemen : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hal Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pengembangan Indeks Komunitas Burung Dan Analisis Tutupan Lahan Di Kawasan Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali**

Berserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta  
Pada tanggal: 15 Juli 2011  
Yang Menyatakan

(Ni Made Rai Suma Intari)

Name : Ni Made Rai Suma Intari (0806420373)

Date: July 15<sup>th</sup> 2011

Title : DEVELOPMENT OF A BIRD COMMUNITY INDEX AND LAND COVER ANALYSIS IN NUSA PENIDA ISLAND, KLUNGKUNG, BALI

Thesis Supervisor: Dr. Adi Basukriadi M.Sc.; Dr. Mochamad Indrawan M.Sc.

---

## SUMMARY

The information about bird community and response guild of each species are required for calculating the ecosystem health in Nusa Penida Island. At present time, the facts about bird species in the island has been known but not the response guild. Respose guild considered necessary to construct a Bird Community Index, thus we can make judgement on the ecosystem health in that region.

Base of this research is animal ecology and ecological indicators. The aims are to develop a regional index of biotic integrity based on bird community composition, apply the index to a probability-based sample of field sites to verify the proportion of the study area exhibiting various categories of biotic integrity, determine the combination of landscape configuration and local vegetation variables that are associated with different levels of biotic integrity, and to verify the bird community index with independent data collected from the same sample locations. The research was held on two parts, from March – May and July – September 2010 on Nusa Penida Island.

This study is classified as a non-experimental study. Point count along the transect was used to collect the information of bird community. The Landsat satellite imagery was personalized by supervised method and overlay with sampling points coordinat. The image was enhanched by buffered the sampling points coordinat 500 m that intersect with landscape configurations to reveal the proportion of land cover type each sampling points. The enhanched imagery was done using ArcGIS 9.3. Linear regression by stepwise method was used to identify the association along with land cover category and bird community. Statistic calculations were counted using SPSS 17.0. The instruments are binocular [Bushnell] 10 x 50, GPS [Garmin 76 CSX], rollmeter, digital camera

[Sony DSC P-150], watch, field guide book, note book, pencil, and an image from Landsat satellite path 116 row 66.

The result for bird community on first part of the research are eleven sites classified as high integrity, thirty five sites as moderate integrity, and five sites as low integrity. On the second part of the study showed that four sites as highest integrity, twenty three sites as high integrity, and twenty four sites as moderate integrity. Nevertheless, not all land cover and vegetation variables were significant different on each integrity category.

The conclusions are bird community index in Nusa Penida Island divided into three category, high, moderate, and low; there is a connection between bird community index and disturbance levels; the BCI that used to rank the environmental condition appropriate to land cover in that area; and landscape configuration combination has relationship with every level of biotic integrity.

vi + 37 pp.; plates; tables

Bibl.: 26 (1981--2009)

## KATA PENGANTAR

Om Swastiastu...

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulisan tesis ini selesai. Hari-hari yang panjang dan melelahkan namun menyenangkan telah memberikan banyak perubahan dalam kehidupan penulis. Banyak hal yang terjadi dan menciptakan banyak kenangan yang tak kan terlupakan maupun tergantikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Adi Basukriadi M.Sc. selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Mochamad Indrawan M.Sc. selaku Pembimbing II, yang dengan sabar membimbing, memberi saran, dan bantuan selama penelitian berlangsung hingga tersusunnya tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M. Biomed selaku Ketua Pascasarjana Biologi FMIPA UI, Ibu Dr. Nisyawati selaku Pembimbing Akademik, serta Bapak Dr. Rokhmatulloh dan Bapak Andrio Adiwibowo, S.Si., M.Sc. atas masukannya dalam pengerjaan dan penulisan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh staf pengajar Departemen Biologi FMIPA UI yang selalu tulus dalam memberi bekal ilmu.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Timothy J. O'Connell (Oklahoma State University) yang telah mengirimkan beberapa jurnal IKB, K'Jarot yang telah membantu meminjamkan alat selama pengambilan data berlangsung, K'Toto yang telah membantu mengajarkan tentang penginderaan jauh, Ibu Ros (perpust bio) yang telah membantu penulis mencari literatur. Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drh. I Gd. Nyoman Bayu Wirayudha selaku pimpinan Yayasan FNPF yang telah memberikan izin dan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian di kawasan Nusa Penida, para staff dan relawan yayasan (Pak Monik, Anton, Komang, Pak Yan Su) yang telah menemani penulis selama penelitian berlangsung

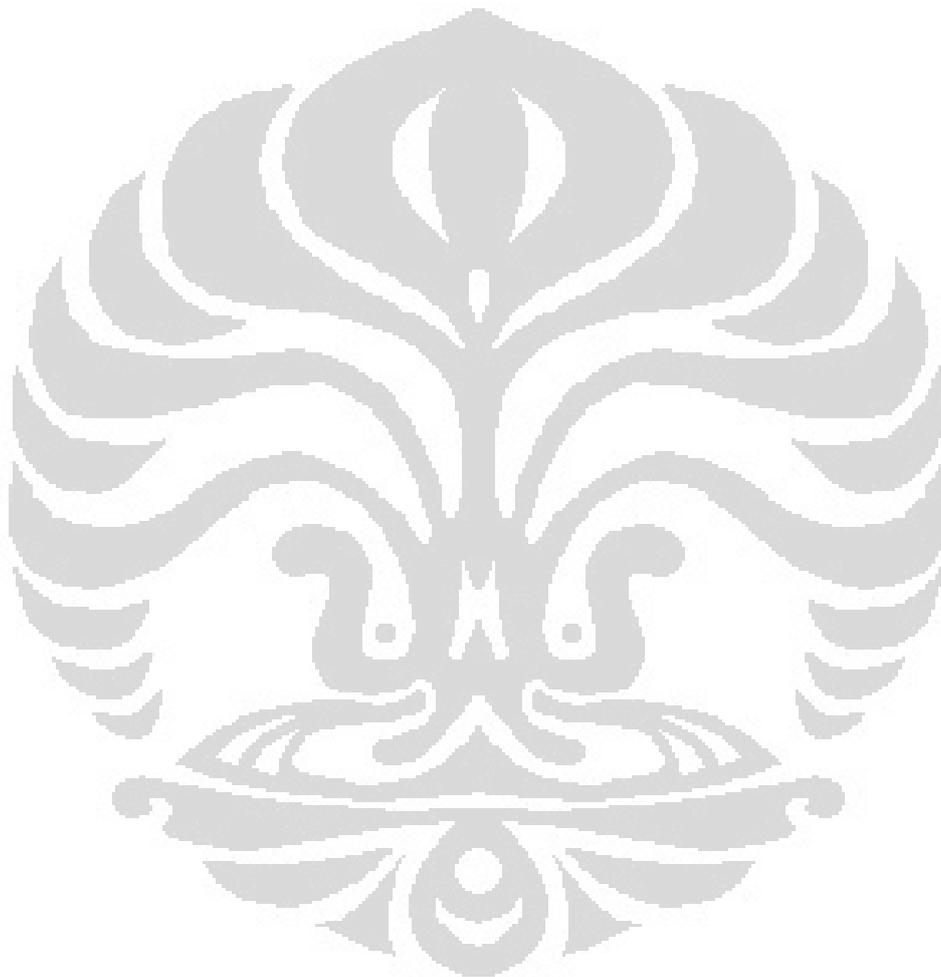
Terakhir, terima kasih secara khusus penulis ucapkan kepada Papa, Mama, Mbak Putu, suamiku Blitoe Agus, keluarga besar Si Nyoman Sukarta di Nusa Penida yang selalu memberi kasih sayang dan semangat selama ini. Maaf bila penulis sering merepotkan kalian semua. *You are so special for me...*

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih kurang sempurna. Masih banyak yang harus dipelajari untuk menjadikannya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Om Canthi, Canthi, Canthi Om...

Penulis

2011



## DAFTAR ISI

|                                                                 | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| RINGKASAN (SUMMARY).....                                        | i       |
| KATA PENGANTAR .....                                            | iii     |
| DAFTAR ISI .....                                                | v       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                             | vi      |
| DAFTAR TABEL .....                                              | vi      |
| PENGANTAR PARIPURNA                                             |         |
| A. Komunitas Burung di kawasan Nusa Penida .....                | 1       |
| B. Indeks Komunitas Burung .....                                | 2       |
| C. Penginderaan Jauh .....                                      | 4       |
| D. Tujuan dan Sasaran Penelitian .....                          | 6       |
| MAKALAH I:                                                      |         |
| Pendahuluan.....                                                | 7       |
| Bahan dan Cara Kerja .....                                      | 8       |
| Hasil dan Pembahasan .....                                      | 11      |
| Kesimpulan .....                                                | 15      |
| Ucapan Terima Kasih .....                                       | 15      |
| Daftar Pustaka .....                                            | 16      |
| MAKALAH II:                                                     |         |
| Pendahuluan.....                                                | 18      |
| Bahan dan Cara Kerja .....                                      | 19      |
| Hasil dan Pembahasan .....                                      | 21      |
| Kesimpulan .....                                                | 25      |
| Ucapan Terima Kasih .....                                       | 25      |
| Daftar Pustaka .....                                            | 26      |
| DISKUSI PARIPURNA                                               |         |
| A. Pengembangan Indeks Komunitas Burung .....                   | 28      |
| B. Hubungan Tipe Tutupan Lahan Dengan Indeks Komunitas Burung . | 29      |
| RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN .....                            | 31      |
| DAFTAR ACUAN .....                                              | 32      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                                                                                   | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1 Peta kawasan Nusa Penida. [Sumber: modifikasi dari Anonim, 2008] .....                                                                                               | 8       |
| 1.2 Grafik jumlah stasiun pada setiap kategori IKB .....                                                                                                                 | 12      |
| 1.3 Grafik nilai proporsi rata-rata elemen integritas fungsional .....                                                                                                   | 12      |
| 1.4 Grafik nilai proporsi rata-rata <i>feeding behaviour</i> insektivora .....                                                                                           | 13      |
| 1.5 Grafik nilai proporsi rata-rata elemen integritas komposisi .....                                                                                                    | 14      |
| 1.6 Grafik nilai proporsi rata-rata lokasi penempatan sarang .....                                                                                                       | 15      |
| 1.7 Grafik nilai proporsi rata-rata pemanfaatan habitat oleh burung .....                                                                                                | 15      |
| 2.1 Peta kawasan Nusa Penida .....                                                                                                                                       | 19      |
| 2.2 Grafik nilai persentase rata-rata luas area tiap tipe tutupan lahan .....                                                                                            | 22      |
| 2.3 Grafik nilai rata-rata H' (keanekaragaman tipe tutupan lahan), tinggi kanopi, persentase tutupan kanopi, dan persentase tutupan semak pada setiap kategori IKB ..... | 23      |
| 2.4 Grafik nilai proporsi rata-rata kehadiran burung dengan tipe pakan tertentu pada setiap kategori IKB .....                                                           | 24      |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                                                                     | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. <i>Band-band</i> yang ada di dalam sensor ETM+ (Prahasta, 2009a) .....                                                                                 | 5       |
| 2.1 Persamaan regresi untuk memprediksi nilai IKB berdasarkan fungsi, komposisi, struktur, dan total nilai dari variabel tutupan lahan dan vegetasi ..... | 24      |

## PENGANTAR PARIPURNA

### A. Komunitas Burung di Kawasan Nusa Penida

Kawasan Pulau Nusa Penida berada di sebelah tenggara Pulau Bali dan memiliki keadaan fisik yang berbeda dengan pulau utama. Pulau tersebut memiliki karakteristik antara lain, berupa daerah *limestone*, populasi penduduk jarang dan air permukaan yang ada pada waktu-waktu tertentu, dengan tipe fauna yang lebih menyerupai kawasan Wallacea dan Lombok (Mason & Jarvis, 1989; Whitten *dkk.* 1999). Kawasan tersebut dihuni oleh spesies burung endemik, yaitu *Cacatua sulphurea parvula*, dan spesies-spesies yang tidak dapat dijumpai di Bali, seperti *Ardea novaehollandiae*, *Dicaeum mauegi*, dan *Lonchura molucca* (White & Bruce 1986).

Pulau Nusa Penida menjadi daerah pelepasliaran burung jalak bali (*Leucopsar rothschildi*) mulai tahun 2006 dan habitat bagi lebih dari 70 spesies burung lainnya. Kegiatan pelepasliaran tersebut mulai menampakkan hasil dengan kemampuan burung tersebut beradaptasi dan berkembang biak dengan baik. Saat ini, sudah ada sekitar 130 ekor burung jalak bali dari awal pelepasliaran yang hanya berjumlah 25 ekor. Kegiatan pelepasliaran yang merupakan bagian dari konservasi *ex-situ* jalak bali meningkatkan kesadaran masyarakat untuk turut melestarikan keberadaan jalak bali dan spesies burung lainnya (Wirayudha 2009 *pers. comm.*).

Spesies burung endemik, burung kakatua jambul kuning (*Cacatua sulphurea parvula*) di kawasan Nusa Penida selama pengamatan berlangsung (Maret-Mei dan Juli-September 2010), pengamat hanya menemukan 5 ekor dan menurut penduduk sekitar tidak ada penambahan individu selama lebih dari 10 tahun. Awal tahun 90-an, populasi burung tersebut masih sekitar 20 ekor, tetapi terus menurun hingga tersisa 5 ekor sampai sekarang. Penyebab penurunan tersebut adalah penangkapan oleh penduduk sebelum diberlakukannya hukum adat (*awig-awig*) yang bersifat mengikat.

## B. Indeks Komunitas Burung

Burung mempunyai banyak karakteristik yang potensial untuk dijadikan sebagai indikator ekologis dalam skala yang luas (O'Connell *dkk.*,2000). Sebagai contoh, banyak distribusi spesies-spesies dipengaruhi oleh fragmentasi habitat atau parameter struktur habitat lainnya. Banyak burung menempati tingkat tropik tinggi dan dapat mencerminkan adanya perubahan pada tingkat trofik di bawahnya (Cody, 1981). Cody (1981) juga menyebutkan bahwa komposisi komunitas burung mencerminkan dinamika interspesifik dan tren populasi. Burung juga menarik sebagai indikator ekologis karena, dibandingkan taksa lainnya, mereka dapat dengan mudah dijadikan sampel dan taksonominya sudah diketahui relatif cukup baik, serta data ekologis sudah terkumpul (Noss 1990; O'Connell *dkk.* 2000; Bryce *dkk.* 2002; & Glennon & Porter, 2005). Walaupun studi ini terfokus pada komunitas burung, namun melalui studi komunitas burung ini selanjutnya dapat dicandra berbagai kondisi ekosistem yang meliputi struktur, fungsi, dan komposisi (O'Connell *dkk.* 1998b; O'Connell *dkk.* 2000).

Komunitas yang baik dicirikan dari kekayaan jenis, diversitas, dan organisasi fungsional yang stabil dan adaptif. Komunitas yang memiliki kriteria tersebut dapat disebut sebagai integritas biotik (Karr 1991). Pada tahun 1981, Karr menyatakan bahwa *Index of Biological Integrity* (IBI) pertama kali dikembangkan untuk digunakan pada ikan dan telah diadaptasi untuk digunakan pada hewan avertebrata maupun hewan vertebrata lainnya (Karr & Chu, 2000). Selain itu, IBI juga dapat digunakan pada algae, plankton, dan tumbuhan vaskular di lahan basah, jeram, daerah estuari pantai, dan indeks tersebut juga dapat diadaptasikan di daerah terestrial (Karr & Rossano 2001). Penggunaan IBI pada burung atau lebih dikenal sebagai Indeks Komunitas Burung (*Bird Community Index*) telah dilakukan di daerah terestrial (O'Connell *dkk.* 1998a; Canterbury *dkk.* 2000; O'Connell *dkk.* 2000; O'Connor *dkk.* 2000; Bryce *dkk.* 2002; Glennon & Porter 2005; Bryce 2006; O'Connell *dkk.* 2007) dan daerah lahan basah (DeLuca *dkk.* 2004; DeLuca *dkk.* 2008).

Indeks komunitas burung (IKB) merupakan suatu indeks untuk keanekaragaman yang dapat digunakan untuk menilai kesehatan atau kondisi suatu wilayah dengan menghitung dan mengelompokkan beberapa spesies yang

ada di wilayah tersebut. Melalui nilai-nilai yang diperoleh berdasarkan pengukuran IKB, maka dapat diketahui seandainya suatu daerah tersebut didominasi oleh spesies-spesies yang bersifat spesialis atau generalis.

Menurut O'Connell *dkk.* (1998b), suatu spesies dapat dikategorikan sebagai generalis jika dapat mentoleransi berbagai jenis makanan, dapat mencari lokasi sarang di berbagai tipe habitat, memiliki fekunditas tinggi, dan tidak melakukan migrasi tahunan. Sedangkan spesies yang dikategorikan sebagai spesialis adalah spesies yang membutuhkan lokasi bersarang yang spesifik, bertelur sekali setahun, mencari makan hanya serangga yang ada di dalam batang (*guild* spesifik), melakukan migrasi tahunan, dan lain sebagainya. Sebuah bentang alam yang sebagian besar penghuninya bersifat spesialis merupakan perwujudan dari kondisi lingkungan yang baik. Mengingat spesies spesialis tersebut sangat rentan terhadap gangguan manusia, maka keberadaan mereka pada suatu lokasi mencerminkan bahwa lokasi tersebut relatif tidak terganggu.

Prinsip IKB adalah nilai IKB tidak selalu terikat pada kekayaan jenis, namun pada seberapa banyak spesialis habitat yang dapat dipenuhi kebutuhannya di dalam ekosistem terkait. Contohnya adalah suatu daerah dengan kekayaan jenis rendah (12 spesies dalam 80 ha) tetapi semua spesiesnya bersifat spesialis, maka nilai IKB menjadi sangat tinggi. Begitu pula sebaliknya, meskipun suatu wilayah memiliki kekayaan jenis tinggi, sekitar 30 spesies dalam 80 ha, tetapi sebagian besar spesiesnya bersifat generalis, maka nilai IKB akan menjadi rendah. Segenap sejarah hidup suatu spesies dirumuskan dalam suatu model, dan kemudian diekspresikan sebagai sebuah proporsi (baik total jumlah spesies pada lokasi yang diambil sampelnya maupun jumlah total spesies dalam suatu kawasan yang mengekspresikan spesies tertentu, seperti semua burung yang bersarang di atas tanah (*ground-nesting*)). Jadi, nilai IKB akan ditentukan bukan berdasarkan berapa banyak burung pelatuk yang ada di kawasan tersebut, tetapi akan ditentukan sebagai proporsi dari seluruh total komunitas yang dilibatkan oleh burung yang bersarang di lubang.

Sebagian besar peneliti mengembangkan IKB pada daerah pulau “semu”, yaitu suatu wilayah tertentu yang dianggap sebagai pulau habitat bukan pada pulau sebenarnya seperti pada kawasan Nusa Penida. Terlebih lagi IKB

merupakan hal baru untuk Indonesia, meskipun untuk taksa lainnya (ikan) sudah pernah dilakukan penilaian kualitas lingkungan melalui metode *Index of Biological Integrity*. Oleh karena itu, penggunaan IKB untuk penilaian kualitas lingkungan di Indonesia harus sangat hati-hati karena perbedaan kondisi ekologis, geografis, dan lain sebagainya. Dan yang terpenting adalah, hasil yang didapat dari penelitian di kawasan Nusa Penida, tidak dapat diterapkan secara utuh pada berbagai wilayah di Indonesia, tetapi hanya terbatas pada wilayah-wilayah tertentu yang memiliki kesamaan tipe habitat dengan Nusa Penida. Jika hendak diterapkan pada wilayah lain, maka prosesnya harus diulang dari awal pembuatan matriksnya.

### C. Penginderaan Jauh

Data mengenai tutupan lahan sangat berguna untuk dapat menjelaskan pola kehadiran komunitas burung (O'Connell, 1998). Analisis tutupan lahan dilakukan untuk mengetahui banyaknya tipe penggunaan lahan dalam satu luasan tertentu. Analisis tersebut dapat dilakukan secara langsung berhubungan dengan objeknya maupun tidak. Penginderaan jauh merupakan suatu metode analisis tutupan lahan tanpa langsung berhubungan dengan objeknya.

*Remote Sensing* (penginderaan jauh) telah digunakan secara luas untuk berbagai keperluan, antara lain pertanian, biologi, pertambangan, kelautan, dan sebagainya. Penginderaan jauh merupakan suatu metode untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, areal atau fenomena geografis melalui analisa data yang diperoleh dari sensor (Indarto & Faisol, 2009). Salah satu sensor yang dapat digunakan adalah *Enhanced Thematic Mapper* (ETM atau ETM+ pada Landsat-7). *Enhanced Thematic Mapper* adalah sistem sensor yang merupakan perbaikan dari sistem *Thematic Mapper* (TM-) dengan tambahan *band* pankromatik yang beresolusi 15 meter untuk mendapatkan resolusi spasial yang lebih tinggi.

Satelit Landsat-7 merupakan generasi lanjutan dari seri satelit sebelumnya (program satelit *Earth Resource Technology Satellite* yang diberi nama baru "Landsat"). Satelit yang berorbit sirkular dan melintasi garis ekuator setiap hari pada waktu lokal yang sama ini diluncurkan oleh Amerika Serikat pada tanggal 15 April 1999 dengan sudut inklinasi antara  $98,2^{\circ}$ – $99,1^{\circ}$ , berada pada ketinggian 705

km di atas ekuator, periode orbit setiap 99 menit, dapat mencapai lokasi yang sama setiap 16 hari (*repeat cycle*), dan beresolusi radiometrik 8-bit. Landsat-7 hanya dilengkapi dengan sensor ETM+ tidak seperti seri-seri sebelumnya yang dilengkapi dengan beberapa sensor.

Tabel 1. *Band-band* yang ada di dalam sensor ETM+

| <b>Band</b> | <b>Keterangan</b>         | <b>Domain Spektral (<math>\mu\text{m}</math>)</b> | <b>Resolusi Spasial (m)</b> |
|-------------|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1           | Biru                      | 0,45 – 0,52                                       | 30                          |
| 2           | Hijau                     | 0,52 – 0,60                                       | 30                          |
| 3           | Merah                     | 0,63 – 0,69                                       | 30                          |
| 4           | NIR                       | 0,76 – 0,90                                       | 30                          |
| 5           | SWIR                      | 1,55 – 1,75                                       | 30                          |
| 6           | TIR                       | 10,40 – 12,50                                     | 60                          |
| 7           | SWIR                      | 2,08 – 2,35                                       | 30                          |
| Pan         | Pankromatik (Visible NIR) | 0,52 – 0,90                                       | 15                          |

Sumber: Prahasta, 2009a.

Citra adalah bentuk representasi grafis dari objek-objek spasial penting, yaitu unsur-unsur yang terdapat di permukaan bumi, yang sering diamati oleh manusia, dan terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang). Citra tersebut dapat diimplementasikan ke dalam dua bentuk umum, yaitu analog dan digital. Foto udara atau peta foto (*hard copy*) adalah salah satu bentuk dari citra analog, sementara citra satelit merupakan data digital hasil rekaman sistem sensor-sensor (*radar, radiometer, scanner*, dan lain sejenisnya). Walaupun demikian, untuk kepentingan lebih jauh seperti kemudahan dalam proses analisis, manipulasi, dan penyajian akhir ke berbagai bentuk media, biasanya citra disimpan dalam bentuk digital (citra raster digital). Dengan demikian, citra digital merupakan suatu tipe data spasial yang berbasis baris dan kolom (matriks), yang setiap kepingan informasinya disimpan di dalam setiap piksel (*grid*) yang dimilikinya (Prahasta, 2009b).

Klasifikasi citra digital merupakan identifikasi kenampakan spektral obyek (susunan keruangan) yang dilakukan dengan dasar pola spektral. Susunan

keruangan merupakan ciri atau karakteristik yang menandai berbagai obyek (bentukan manusai atau artifisial dan alamiah) seperti pola perkotaan, pemukiman transmigrasi, pola aliran sungai, dan lain-lain. Tujuan pengenalan pola secara teknik untuk mengelompokkan dan mendeskripsikan pola atau susunan obyek melalui sifat atau ciri obyek, berdasarkan karakteristik spektral yang terekam pada citra. Pengenalan obyek spektral adalah mengevaluasi informasi obyek berdasarkan ciri spektral citra penginderaan jauh. Pengenalan pola spektral dilakukan dengan bantuan komputer agar informasi spektral dapat dievaluasi secara kuantitatif (Purwadhi & Sanjoto, 2010).

Teknik klasifikasi berorientasi pada klasifikasi penutup lahan, secara tak terbimbing dengan pendekatan analisa kelompok (*cluster analysis*). Klasifikasi terbimbing dimulai dengan pengenalan pola spektral, prosedur area yang diteliti, penyusunan kunci interpretasi, dan klasifikasi hingga keluarannya.

a. Klasifikasi Tak Terbimbing (*Unsupervised Classification*)

Klasifikasi tak terbimbing menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisa sejumlah besar piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan oleh klasifikasi tersebut berupa kelas spektral. Oleh sebab itu, pengelompokan kelas berupa nilai natural spektral citra dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal tersebut disebabkan oleh analisa pengelompokan citra belum menggunakan data rujukan seperti citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral. Klasifikasi tak-terbimbing dilakukan dalam rangkaian  $n$  dimensional dengan cara pengelompokan obyek menurut sifat spektral natural yang sama dapat dikelompokkan dalam kategori tertentu. Prosedur tersebut dinamakan analisa kelompok (*cluster analysis*).

b. Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*)

Klasifikasi terbimbing merupakan proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Klasifikasi tersebut menggunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik dan pengenalan datanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer.

Konsep penyajian data dalam bentuk numerik atau grafik berdasarkan pada pengenalan pola spektral yang terdiri atas tiga tahap, yaitu:

1. *Training sampel* yang merupakan analisa menyusun kunci interpretasi dan mengembangkan secara numerik spektral untuk setiap kenampakan menggunakan *training area*.
2. Klasifikasi yaitu setiap piksel pada serangkaian data citra dibandingkan dengan setiap kategori kunci interpretasi numerik. Perbandingan tiap piksel citra dengan kategori kunci interpretasi dikerjakan secara numerik dengan menggunakan berbagai strategi klasifikasi. Setiap piksel kemudian diberi nama sehingga diperoleh matrik multidimensi untuk menentukan jenis kategori penutup lahan yang diinterpretasikan.
3. Tahap keluaran yaitu hasil matrik didelineasi sehingga terbentuk peta penutup lahan dan dibuat tabel matrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra. (Manalu, 2002; Indarto & Faisol, 2009; Purwadhi & Sanjoto, 2010).

#### **D. Tujuan dan Sasaran Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. mengembangkan sebuah indeks integritas biotik berdasarkan komposisi komunitas burung,
2. mengaplikasikan indeks menjadi sebuah penilaian kondisi regional secara ekologi,
3. verifikasi indeks dengan data tutupan lahan dari lokasi sampel stasiun, dan
4. membandingkan kombinasi konfigurasi bentang alam dan variabel tumbuhan penutup lahan yang diasosiasikan dengan berbagai tingkatan integritas biotik.

Sasaran penelitian adalah menganalisis guild burung sebagai indikator kondisi ekologi di kawasan Nusa Penida dan menganalisis tutupan lahan terhadap komunitas burung di kawasan Nusa Penida. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun rencana strategis pengelolaan kawasan Nusa Penida sebagai habitat perlindungan bagi burung dan hewan lainnya.

# **PENGEMBANGAN INDEKS KOMUNITAS BURUNG DI KAWASAN NUSA PENIDA, KABUPATEN KLUNGKUNG, BALI**

Ni Made Rai Suma Intari  
made.ray@gmail.com

## **ABSTRACT**

Ecological indicators for long-term monitoring programs are needed to detect and assess changing environmental conditions. An index of bird community for assessments of ecological condition using avian community-based indicator, the Bird Community Index (BCI) was developed and tested. Fifty one sampling plots were surveyed in Nusa Penida Island and representing a gradient in levels of anthropogenic disturbance. Species were independently classified into three elements integrity (functional, compositional, and structural). The results showed that environmental condition in that area was still in moderate level in generally.

Kata kunci: Bird Community Index, ecological indicators, element integrity, Nusa Penida.

## **PENDAHULUAN**

Avifauna di kawasan Nusa Penida sudah diketahui sejak tahun 1941 (Meise, 1941), akan tetapi data yang tersedia tidak dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai keadaan pulau-pulau yang ada di kawasan tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut diperlukan data mengenai *guild* dari setiap jenis burung yang ditemukan. Metode penilaian kawasan yang dapat memberikan gambaran kondisi lingkungan suatu ekosistem dengan menggunakan data guild burung disebut sebagai indeks komunitas burung yang dikembangkan pertama kali oleh O'Connell (O'Connell *dkk.*, 1998).

Indeks komunitas burung (IKB) merupakan suatu indeks untuk keanekaragaman yang dapat digunakan untuk menilai kesehatan atau kondisi suatu wilayah dengan menghitung dan mengelompokkan beberapa spesies yang ada di wilayah tersebut. Penilaian tersebut merupakan kelebihan dari IKB jika dibandingkan dengan penilaian keanekaragaman dengan menggunakan indeks yang lain seperti Indeks Shannon-Wiener.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah indeks integritas biotik berdasarkan komposisi komunitas burung dan mengaplikasikan

indeks tersebut menjadi sebuah penilaian kondisi regional secara ekologi. Sehingga, hasil keluaran dari penelitian ini dapat berguna bagi para pemangku kepentingan di kawasan tersebut untuk dapat mengembangkan kawasan tersebut secara lebih baik dan tetap lestari.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### LOKASI

Pengambilan data dilakukan di kawasan Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Propinsi Bali pada bulan Maret hingga Mei 2010. Pulau tersebut terdiri dari tiga pulau yang berdekatan, yaitu Pulau Nusa Penida, Pulau Nusa Lembongan, dan Pulau Nusa Ceningan, dan terletak pada posisi geografis  $8^{\circ}44'S$   $115^{\circ}32'E$  dengan luas wilayah sekitar 20.000 ha (BirdLife International, 2004; Burung Indonesia, 2004) (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Peta kawasan Nusa Penida.  
[Sumber: modifikasi dari Anonim, 2008]

Pulau tersebut sudah tidak lagi memiliki hutan alami, semua telah berubah menjadi perkebunan dan belukar. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa

hutan sekunder di sekeliling pura yang terdapat di pulau ini. Hutan yang tersisa seluas 10 ha, terdapat di bagian barat pada puncak tertinggi Bukit Bundi (terdapat di sekeliling pura) yang didominasi oleh tumbuhan *Buchannia arborescens* (Whitten *dkk.*, 1999). Kondisi iklim di kawasan tersebut adalah iklim kering atau lebih menyerupai iklim di wilayah Indonesia timur.

## ALAT

Alat yang digunakan ialah binokular [Bushnell] 10 x 50, GPS [Garmin 76 CSX], meteran gulung, kamera digital [Sony DSC P-150], jam tangan, buku panduan lapangan, buku catatan, dan alat tulis.

## CARA KERJA

### a. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel burung untuk IKB dilakukan dengan metode titik hitung sebanyak 51 stasiun dengan luas area masing-masing adalah sekitar 80 ha. Setiap stasiun mempunyai lima plot yang berada setiap 200 m di sepanjang garis transek (1 km). Pengambilan data burung dilakukan pada setiap plot di sepanjang transek selama 10 menit, dengan radius 30 m, dan dilakukan pada waktu matahari terbit hingga pukul 10.00 (Morrison *dkk.*, 1986; Bibby *dkk.*, 1992; Canterbury *dkk.*, 2000; O'Connor *dkk.*, 2000; Bryce, 2006; Rahayuningsih *dkk.*, 2007). Jumlah total spesies yang diperoleh dari setiap plot digabungkan untuk dianalisis per stasiun.

### b. *Response Guild*

Pengamat membangun disain IKB berdasarkan data komunitas burung. Burung-burung tersebut diketahui *response guild* berdasarkan tingkah laku dan fisiologinya dari penelaahan literatur (Wallace & Mahan, 1975; del Hoyo *dkk.*, 1997; King *dkk.*, 1998) dan pengamatan selama pengambilan data berlangsung. Pemilihan tersebut ditujukan untuk mencerminkan aspek yang berbeda dari setiap spesies. *Response guild* yang digunakan dalam penelitian sebanyak 19 buah dan dibagi menjadi 3 elemen integritas yaitu:

### 1. Fungsi

Kategori fungsi dibagi menjadi 2 kelompok *guild*, yaitu tingkat trofik dan perilaku insektivora dalam mencari makan. *Response guild* pada kelompok tingkat trofik terbagi atas omnivora (memakan material tumbuhan dan hewan), insektivora (pemakan serangga), granivora (pemakan biji-bijian), frugivora (pemakan buah), karnivora (pemakan material hewan), dan pemakan madu (*nectar feeder*). Sedangkan pada kelompok perilaku dibagi menjadi 3, yaitu *ground gleaner* (mencari avertebrata tanah), *upper-canopy forager* (mencari makan di bagian kanopi berdaun, dengan ketinggian di atas 5 m), dan *lower-canopy forager* (ketinggian di bawah 5 m) (Wallace & Mahan, 1975; O'Connell *dkk.*, 1998b);

### 2. Komposisi

Kategori komposisi dibagi menjadi 3 kelompok *guild*, yaitu bermigrasi, asal sebaran spesies terkait, dan pembatas populasi. Bermigrasi merupakan kelompok burung yang melakukan migrasi pada waktu tertentu, sedangkan *response guild* pada kelompok asal burung adalah eksotik atau spesies yang diintroduksi oleh manusia. Dan kategori terakhir dikhususkan untuk proporsi burung yang bersifat sebagai parasit sarang sebagai faktor pembatas bagi kehidupan burung lainnya (O'Connell *dkk.*, 1998b); dan

### 3. Struktur

Kelompok tersebut mempunyai 2 kategori *guild*, yaitu posisi penempatan sarang dan habitat. Kategori penempatan sarang dibagi berdasarkan letak sarang yang dibuat oleh burung seperti di bagian kanopi pohon (*canopy nester*), semak (*shrub nester*), daerah terbuka yang kurang naungan pohon (*open-ground nester*), dan di lantai hutan (*forest-ground nester*). Sedangkan kategori habitat dibagi berdasarkan proporsi perjumpaan dengan spesies burung pada suatu tipe habitat seperti area hutan atau daerah tepi hutan (*edge*) (O'Connell *dkk.*, 1998b).

### c. Pengembangan IKB

Tahapan pertama dalam pengolahan data adalah menentukan seberapa banyak kategori kondisi yang dapat dibedakan berdasarkan derajat kerusakan

yang ada. Identifikasi kelompok setiap stasiun yang mendukung proporsi yang sama dari berbagai *guild* dilakukan dengan menggunakan statistika multivariat.

Tahap kedua adalah mengidentifikasi komunitas spesies burung mana yang mengindikasikan kondisi integritas biotik. Setiap kategori diberi peringkat untuk setiap *guild*. Untuk *guild* spesialis, peringkat tertinggi adalah 3, tertinggi selanjutnya adalah 2, dan sebagainya. Untuk *guild* generalis, peringkat dibalik, nilai 3 diberikan pada kategori yang paling rendah kemunculannya. Oleh karena itu, sebuah stasiun dapat menerima nilai 3 untuk sebuah *guild* jika stasiun tersebut mendukung kategori tertinggi dari proporsi kekayaan jenis dari *guild* spesialis atau kategori terendah untuk proporsi *guild* generalis. Secara teori stasiun yang memiliki nilai integritas tertinggi akan mempunyai nilai 3 untuk setiap *guild*.

Nilai total IKB untuk setiap wilayah adalah jumlah dari tiga subnilai berdasarkan nilai *guild* individual:

$V_1$  = jumlah nilai *guild* berdasarkan fungsi,

$V_2$  = jumlah nilai *guild* berdasarkan komposisi, dan

$V_3$  = jumlah nilai *guild* berdasarkan struktur.

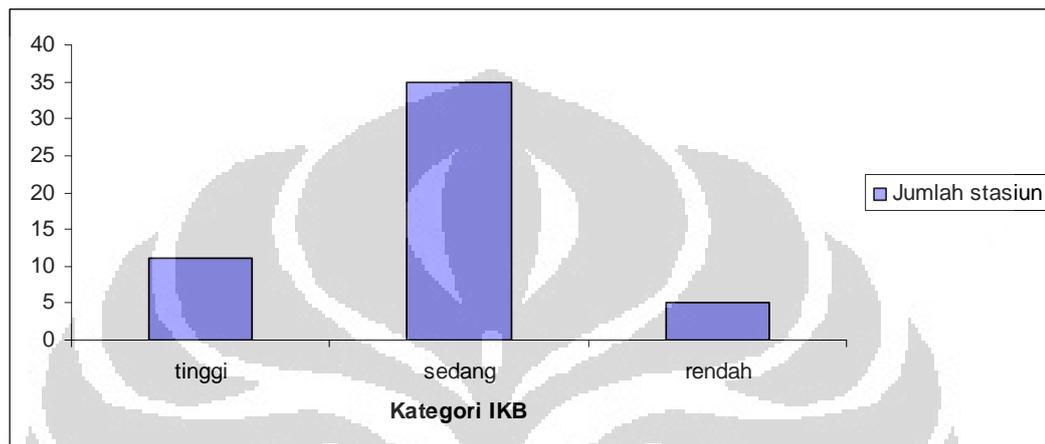
Dengan adanya tiga subnilai tersebut, maka dapat dilakukan perbandingan antara berbagai nilai integritas (fungsi, komposisi, dan struktur) antarstasiun dengan nilai total IKB yang berbeda.

Pada setiap stasiun dilakukan pengukuran nilai-nilai independen, yaitu derajat gangguan manusia dan IKB. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan korelasi Pearson dan ANOVA satu arah (O'Connell *dkk.*, 1998b). Untuk analisis, diuji semua variabel untuk normalitas dan homogenitas varians. Variabel yang tidak sesuai dengan asumsi normalitas atau homogenitas varians untuk statistika parametrik akan ditransformasikan. Semua analisis statistika akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 17.0.

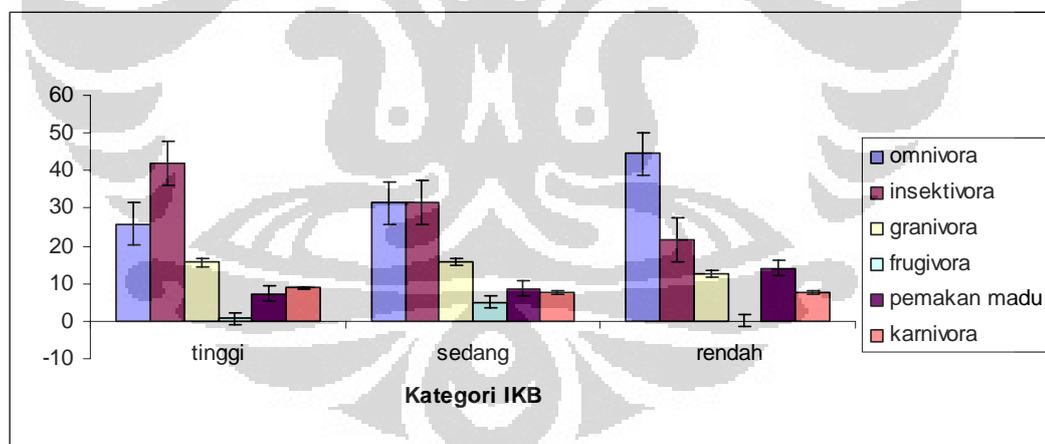
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan, keadaan lingkungan di kawasan Nusa Penida dapat dibedakan menjadi tiga jika dilihat dari perubahan yang terjadi. Duabelas stasiun diklasifikasikan sebagai keadaan alami atau hutan, 24 stasiun mengalami perubahan menjadi daerah agrikultur, dan 15 stasiun dikelompokkan

menjadi daerah pemukiman. Selain pengelompokan berdasarkan keadaan lingkungan, pengelompokan juga dilakukan berdasarkan nilai IKB yang menggunakan data komunitas burung dan *guild*-nya. Diperoleh 11 stasiun yang dapat dikelompokkan ke dalam kelas kondisi baik, 35 stasiun sebagai kondisi sedang, dan 5 stasiun sebagai kondisi rendah (Gambar 1.2) ( $r^2 = 0,998$  perubahan lingkungan X IKB).



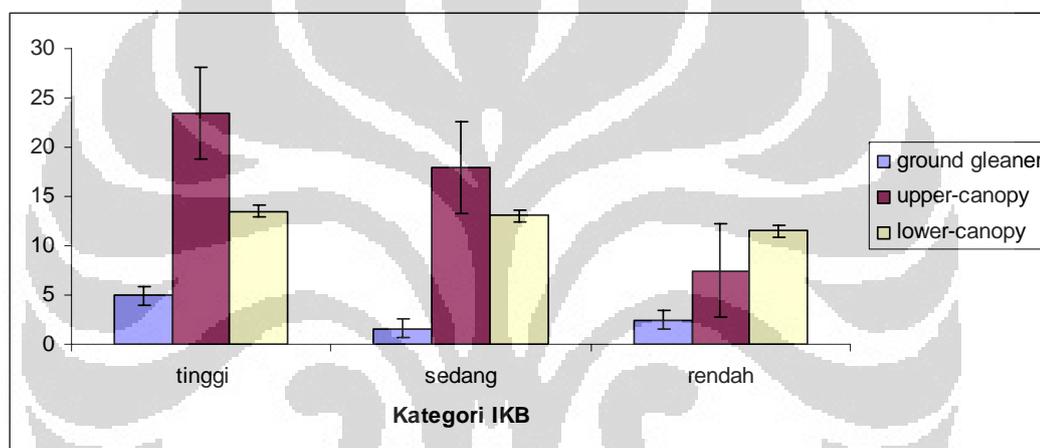
Gambar 1.2. Grafik jumlah stasiun pada setiap kategori IKB.



Gambar 1.3. Grafik nilai proporsi rata-rata elemen integritas fungsional.

Berdasarkan Gambar 1.3, terlihat bahwa proporsi omnivora di kawasan Nusa Penida akan semakin meningkat seiring dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan. Hal sebaliknya terjadi pada proporsi insektivora yang akan semakin menurun. Burung-burung yang bersifat omnivora dan insektivora merupakan dua tipe indikator lingkungan berdasarkan jenis pakan utamanya (Karr & Roth, 1971). Omnivora lebih bersifat generalis yang mampu memanfaatkan

hampir semua sumber daya pakan yang ada sehingga dapat tetap sintas meskipun dalam kondisi lingkungan terburuk sekalipun. Sedangkan insektivora yang bersifat spesialis, akan semakin sulit mendapatkan pakan karena ketersediaan sumber daya di tempat yang kondisi lingkungannya buruk. Hal tersebut disebabkan oleh ketersediaan serangga sebagai pakan utama akan semakin banyak ditemukan di daerah yang masih alami atau dalam kategori integritas tinggi (Prosser & Brooks, 1998). Karnivora yang bersifat spesialis tidak mengalami perubahan nilai proporsi rata-rata yang berarti pada setiap kategori IKB. Hal tersebut disebabkan oleh ketersediaan pakan yang tidak bergantung pada kualitas lingkungan.

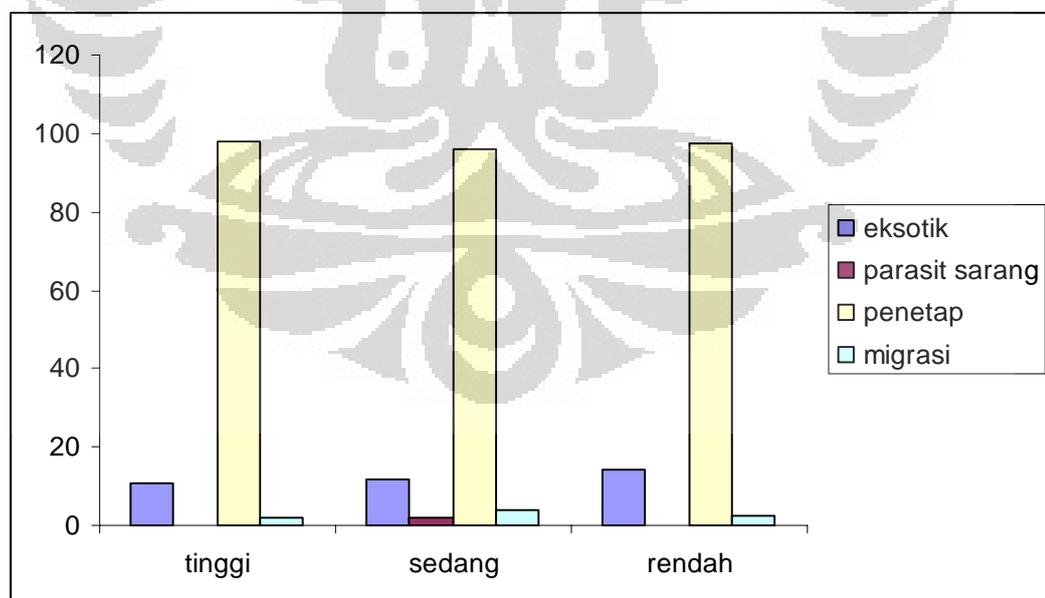


Gambar 1.4. Grafik nilai proporsi rata-rata *feeding behaviour* insektivora.

Gambar 1.4 menunjukkan bahwa insektivora yang mencari makan di bagian kanopi atas (*upper-canopy*) akan mengalami penurunan seiring dengan memburuknya kualitas lingkungan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh berkurangnya hutan atau pohon besar sebagai tempat tinggal serangga yang merupakan pakan utamanya. Sedangkan pada kelompok insektivora yang mencari makan di daerah kanopi bawah (*lower-canopy*) dan *ground gleaner* tidak menunjukkan perubahan nilai proporsi rata-rata yang berarti. Hal tersebut dapat disebabkan oleh ketersediaan sumber pakan yang dapat tercukupi dan struktur pohon tempat hidup serangga di setiap kondisi lingkungan (Karr & Roth, 1971). Percabangan yang terlalu rapat tentu akan menyulitkan bagi burung untuk mendapatkan serangga di antara ranting atau di bawah daun (Pearson, 1975 & 1977). Seperti contohnya adalah burung walet (*Collocalia esculenta*) yang

merupakan tipe *ground gleaner*, merupakan tipe spesialis dalam mencari makan tetapi akan menjadi generalis karena sebaran burung yang luas dan dapat ditemukan pada berbagai kondisi lingkungan (kosmopolit).

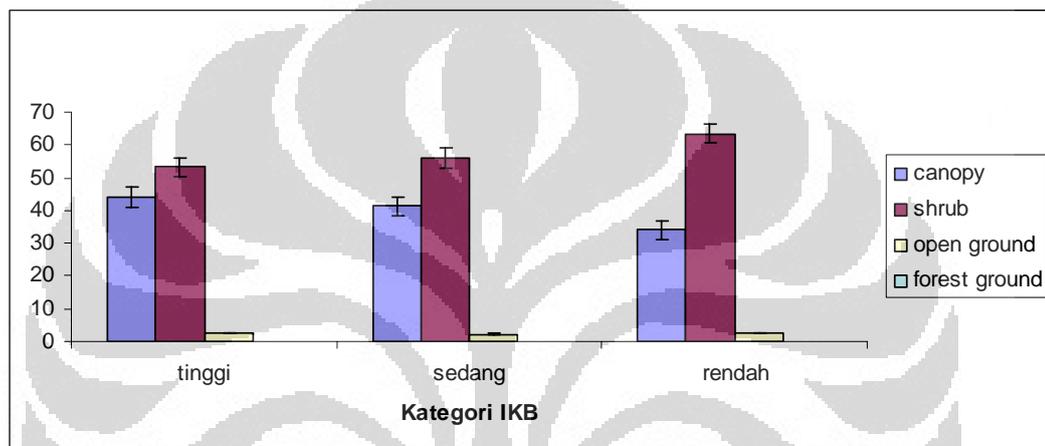
Gambar 1.5 merupakan grafik nilai proporsi rata-rata komposisi burung pada setiap kategori IKB. Grafik tersebut menunjukkan bahwa burung yang bersifat eksotik atau berasal dari luar wilayah Nusa Penida dan merupakan jenis introduksi (dibawa oleh manusia) akan mengalami peningkatan sejalan dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan. Hal tersebut dikarenakan hewan-hewan yang diintroduksi biasanya bersifat generalis (Karr *dkk.*, 1986) yang apabila tidak dikendalikan populasinya akan dapat memberikan dampak buruk bagi hewan lainnya yang menempati *guild* yang sama. Contohnya adalah burung cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan burung merbah cerucuk (*Pycnonotus goiavier*). Burung cucak kutilang yang merupakan jenis introduksi, populasinya sangat banyak dan merata di seluruh kawasan Nusa Penida, sedangkan burung merbah cerucuk populasinya semakin berkurang dan hanya dapat ditemukan pada beberapa titik dengan jumlah individu tidak lebih dari 5 ekor pada setiap titik stasiun yang diamati.



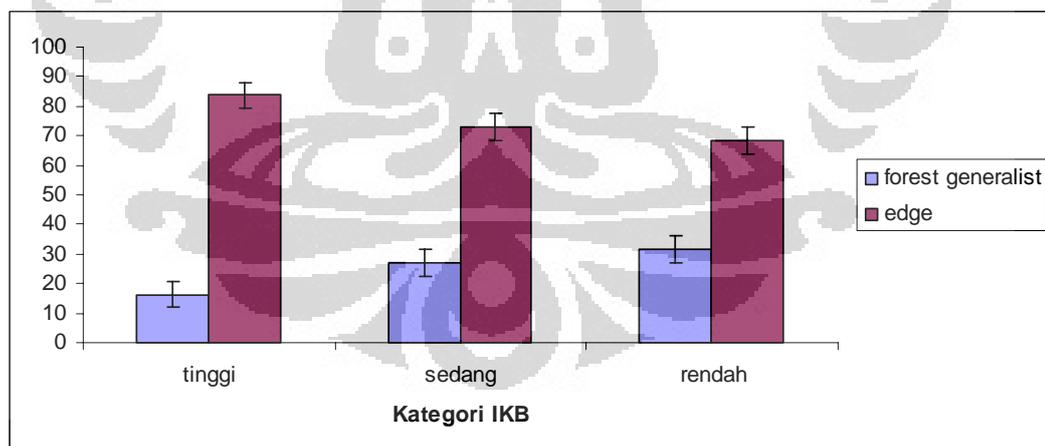
Gambar 1.5. Grafik nilai proporsi rata-rata elemen integritas komposisi.

Berdasarkan Gambar 1.6, dapat diketahui bahwa proporsi burung yang menggunakan semak sebagai tempat bersarang akan semakin meningkat dan

proporsi burung yang bersarang di kanopi pohon akan semakin menurun sejalan dengan memburuknya kualitas lingkungan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh burung-burung yang memanfaatkan daerah kanopi pohon sebagai tempat bersarang sangat terbatas pada daerah yang mempunyai tegakan pohon besar atau tutupan lahan berupa hutan alami, sedangkan burung-burung yang bersarang di daerah semak dapat memanfaatkan berbagai tipe tutupan lahan seperti hutan, daerah pemukiman, daerah agrikultur, maupun pada daerah savana untuk meletakkan sarangnya (Karr & Roth, 1971).



Gambar 1.6. Grafik nilai proporsi rata-rata lokasi penempatan sarang.



Gambar 1.7. Grafik nilai proporsi rata-rata pemanfaatan habitat oleh burung.

Berdasarkan Gambar 1.7, dapat terlihat bahwa proporsi burung-burung yang menggunakan area hutan sebagai tempat beraktivitas akan semakin meningkat dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan yang ditandai dengan semakin berkurangnya hutan sebagai tempat tinggal mereka. Begitu pula sebaliknya yang terjadi pada burung-burung yang memanfaatkan daerah tepi

(*edge*) untuk tempat hidup (bersarang atau mencari makan) mereka. Burung tersebut akan bersifat generalis dalam segala hal yang dapat memungkinkan mereka dapat terus sintas bahkan dalam kondisi terburuk sekalipun.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan komposisi komunitas burung, Indeks Komunitas Burung terbagi menjadi tiga kategori integritas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah;
2. Ada hubungan antara indeks komunitas dengan derajat gangguan

## UCAPAN TERIMA KASIH

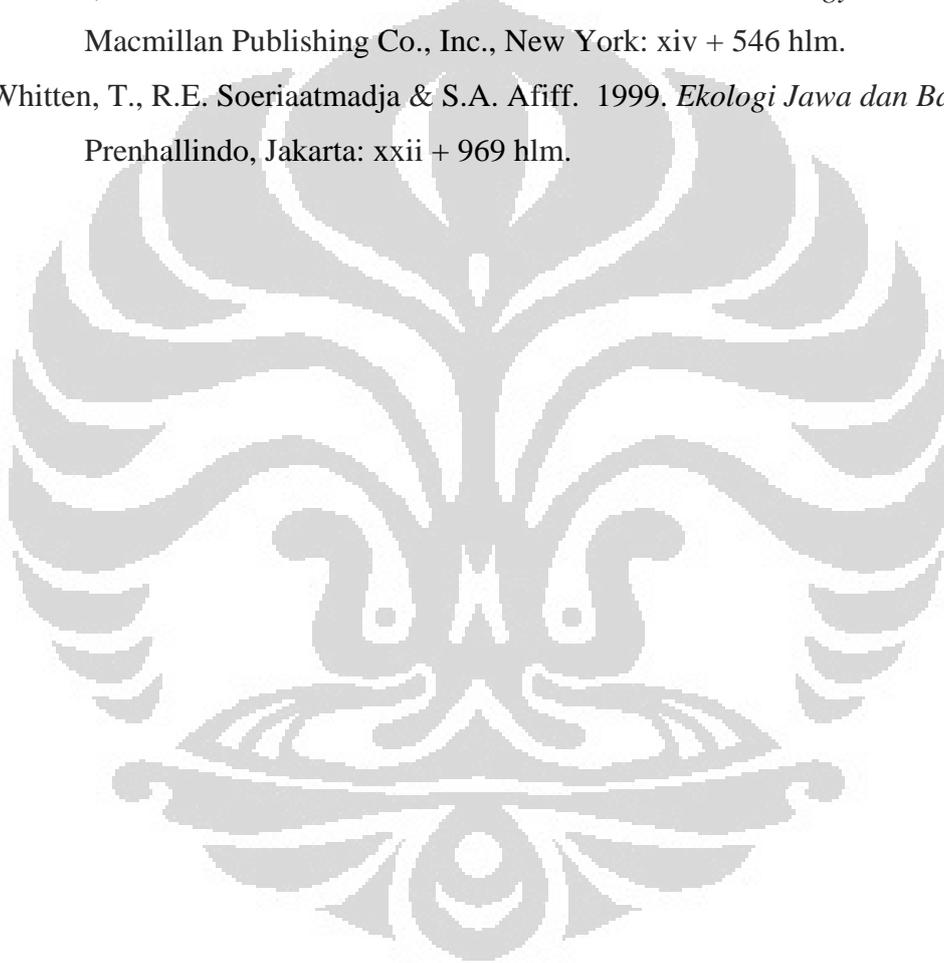
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk. Drh. I Gd. Nyoman Bayu Wirayudha selaku pimpinan Yayasan FNPF yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melakukan riset di kawasan Nusa Penida dan tentunya kepada para staff dan relawan yayasan (Pak Monik, Anton, Komang, Pak Yan Su) yang telah bersedia menemani penulis selama pengambilan data berlangsung. Dan tentunya kepada Bpk M. Indrawan, Mr. Rhett, dan Mr. Jun yang telah menyempatkan untuk datang dan memantau langsung perkembangan pengambilan data di lapangan serta memberikan masukan kepada penulis.

## DAFTAR ACUAN

- Anonim. 2008. Nusa Penida. 1hlm.  
[http://www.balitrips.net/place\\_to\\_visit/images/map\\_of\\_nusapenida.gif](http://www.balitrips.net/place_to_visit/images/map_of_nusapenida.gif), 10 November 2009, pk. 20.57 WIB.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess & D.A. Hill. 1992. *Bird census techniques*. Academic Press Limited, London: xvii + 257 hlm.
- BirdLife International. 2004. *Important bird areas in Asia: Key sites for conservation (BirdLife Conservation Series No. 13)*. BirdLife International, Cambridge (UK): xvi + 297 hlm.
- Bryce, S.A. 2006. Development of a bird integrity index: Measuring avian response to disturbance in the Blue Mountains of Oregon, USA. *Environmental Management* **38**(3): 470--486.

- Burung Indonesia. 2004. Nusa Penida. 1 hlm.  
[http://www.burung.org/detail\\_iba.php?id=116&op=iba](http://www.burung.org/detail_iba.php?id=116&op=iba), 12 November 2009, pk. 20.17 WIB.
- Canterbury, G.E., T.E. Martin, D.R. Petit, L.J. Petit & D.F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* **14**(2): 544--558.
- Del Hoyo, J., A. Elliot & J. Sargatal. (eds.). 1997. *Handbook of the birds of the world. Vol. 4. Sandgrouse to Cuckoos*. Lynx Editions, Barcelona.
- Karr, J. R., K. D. Fausch, P. L. Angermeier, P. R. Yant & I. J. Schlosser. 1986. *Assessing biological integrity in running water: A method and its rationale*. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, Illinois: 28 hlm.
- Karr, J.R. & R.R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *American Naturalist* **105**: 423--435.
- King, B., M. Woodcock & E.C. Dickinson. 1998. *Birds of Southeast Asia*. Periplus Edition (HK) Ltd., Hong Kong: 480 hlm.
- Meise, W. 1941. Ueber die vogelwelt von Noesa Penida bei Bali nach einer Sammlung con Baron Viktor von Plessen. *J. f. Orn.* **89**: 345--376.
- Morrison, M.L., K.A. With & I.C. Timossi. 1986. The structure of a forest bird community during winter and summer. *Willson Bull.* **98**(2): 214--230.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 1998a. A bird community index of biotic integrity for the Mid-Atlantic Highlands. *Environmental Monitoring and Assessment* **51**: 145--156.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 1998b. The bird community index: A tool for assessing biotic integrity. Report No. 98--4 of The Penn State Cooperative Wetlands Center: 70 hlm.
- O'Connor, R.J., T.E. Walls & R.M. Hughes. 2000. Using multiple taxonomic groups to index the ecological condition of lakes. *Environmental Monitoring and Assessment* **61**: 207--228.
- Pearson, D.L. 1975. Relation of foliage complexity to ecological diversity. *Condor* **77**: 453--466.

- Pearson, D.L. 1977. Ecological relationships of small antbirds in Amazonian bird communities. *Auk* **94**: 283--291.
- Prosser, D.J. & R.P. Brooks. 1998. A verified habitat suitability index for the Louisiana waterthrush. *Journal of Field Ornithology* **69**: 288--298.
- Rahayuningsih, M., A. Mardiasuti, L.B. Prasetyo & Y.A. Mulyani. 2007. Bird community in Burung Island, Karimunjawa National Park, Central Java. *Biodiversitas* **8**(3): 183--187.
- Wallace, G.J. & H.D. Mahan. 1975. *An introduction to ornithology*. 3rd ed. Macmillan Publishing Co., Inc., New York: xiv + 546 hlm.
- Whitten, T., R.E. Soeriatmadja & S.A. Afiff. 1999. *Ekologi Jawa dan Bali*. Prenhallindo, Jakarta: xxii + 969 hlm.



**ANALISIS TUTUPAN LAHAN DAN KAITANNYA DENGAN INDEKS  
KOMUNITAS BURUNG DI KAWASAN PULAU NUSA PENIDA,  
KABUPATEN KLUNGKUNG, BALI**

Ni Made Rai Suma Intari  
[made.ray@gmail.com](mailto:made.ray@gmail.com)

**ABSTRACT**

Land cover analysis was made to identify the association along with land cover category and bird community. The research was held in Nusa Penida Island on July – September 2010 and had fifty one bird sampling plots. Land cover analysis used Landsat satellite image and classified using supervised method. By using linear regression (stepwise method), the relationship was tested among land cover and vegetation variables and bird community index. The result showed that there was relationship between them and every disturbance that happened in that island will affect to bird community.

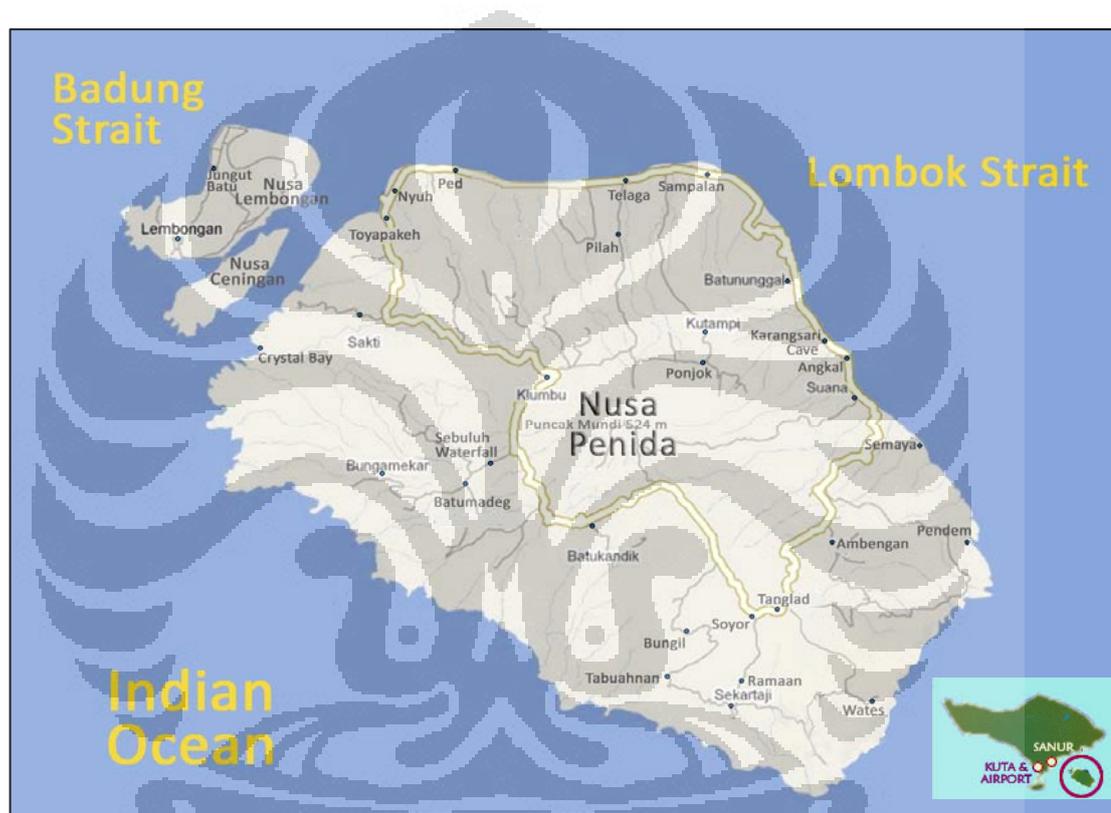
Keywords: bird community, land cover analysis, linear regression, Nusa Penida, supervised method

**PENDAHULUAN**

Analisis tutupan lahan dilakukan untuk mengetahui banyaknya tipe penggunaan lahan dalam satu luasan tertentu. Analisis tersebut dapat dilakukan secara langsung berhubungan dengan objeknya maupun tidak. Penginderaan jauh merupakan suatu metode analisis tutupan lahan tanpa langsung berhubungan dengan objeknya. Analisis tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan citra satelit yang diolah dengan menggunakan metode *supervised*.

Data mengenai tutupan lahan sangat berguna untuk dapat menjelaskan pola kehadiran komunitas burung (O'Connell, 1998). Pola tersebut dapat terlihat dengan menggunakan metode Indeks Komunitas Burung (IKB). Indeks tersebut merupakan suatu indeks keanekaragaman yang dapat digunakan untuk menilai kesehatan atau kondisi suatu wilayah dengan menghitung dan mengelompokkan beberapa spesies yang ada di wilayah tersebut. Melalui nilai-nilai yang diperoleh berdasarkan pengukuran IKB, maka dapat diketahui seandainya suatu daerah tersebut didominasi oleh spesies-spesies yang bersifat spesialis atau generalis.

Tujuan penelitian ini adalah verifikasi indeks dengan data tutupan lahan dari probabilitas lokasi sampel stasiun, dan membandingkan kombinasi konfigurasi bentang alam dan variabel tumbuhan penutup lahan yang diasosiasikan dengan berbagai tingkatan integritas biotik. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun rencana strategis pengelolaan kawasan Nusa Penida sebagai habitat perlindungan bagi burung dan hewan lainnya.



Gambar 2.1. Peta kawasan Nusa Penida.  
[Sumber: modifikasi dari Anonim, 2008]

## BAHAN DAN CARA KERJA

### LOKASI

Pengambilan data dilakukan di kawasan Pulau Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Propinsi Bali pada bulan Juli hingga September 2010. Pulau tersebut terletak pada posisi geografis  $8^{\circ}44'S$   $115^{\circ}32'E$  dengan luas wilayah sekitar  $191,462 \text{ km}^2$  (BirdLife International, 2004; Burung Indonesia 2004; Giambelli, 1999) (Gambar 2.1). Pulau tersebut sudah tidak lagi memiliki hutan alami, semua

telah berubah menjadi perkebunan dan belukar. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa hutan sekunder di sekeliling pura yang terdapat di pulau ini. Hutan yang tersisa seluas 10 ha, terdapat di bagian barat pada puncak tertinggi Bukit Bundi (terdapat di sekeliling pura) yang didominasi oleh tumbuhan *Buchannia arborescens* (Whitten *dkk.*, 1999).

#### ALAT

Alat yang digunakan ialah binokular [Bushnell] 10 x 50, GPS [Garmin 76 CSX], meteran gulung, kamera digital [Sony DSC P-150], jam tangan, buku panduan lapangan, buku catatan, dan alat tulis.

#### BAHAN

Bahan yang digunakan adalah peta citra satelit Landsat path 116 row 66 (L71116066\_06620060516).

#### CARA KERJA

##### a. Pengambilan sampel burung

Pengambilan sampel burung untuk IKB dilakukan dengan metode titik hitung. Setiap stasiun mempunyai lima plot yang berada setiap 200 m di sepanjang garis transek (1 km). Pengambilan data burung dilakukan pada setiap plot di sepanjang transek selama 10 menit, dengan radius 30 m, dan dilakukan pada waktu matahari terbit hingga pukul 10.00 (Morrison *dkk.*, 1986; Bibby, *dkk.* 1992; Canterbury *dkk.*, 2000; O'Connor *dkk.*, 2000; Bryce, 2006; Rahayuningsih *dkk.*, 2007). Jumlah total spesies yang diperoleh dari setiap plot digabungkan untuk dianalisis per stasiun. Data burung tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan *response guild*-nya masing-masing, diberi peringkat, dan dijumlah sehingga didapatkan nilai total dan nilai subtotal IKB. Nilai-nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai tutupan lahan yang diperoleh dari hasil pengolahan citra satelit dengan metode klasifikasi citra.

##### b. Klasifikasi citra

Prosedur pengolahan dan analisis citra penginderaan jauh dengan menggunakan tahapan sebagai berikut:

1. Pra-pengolahan data atau pengolahan awal (restorasi citra) yaitu mengkoreksi kesalahan secara sistematis yang disebabkan oleh distorsi radiometrik dan atmosferik untuk menghilangkan atau mengurangi gangguan atmosfer dengan metode *spatial filtering*.
2. Pemotongan citra untuk membuat batas dari daerah penelitian, yaitu kawasan Pulau Nusa Penida
3. Proses registrasi dan penajaman citra.
4. Transformasi koordinat dilakukan untuk menghitung matriks transformasi yang digunakan untuk rektifikasi citra dan menyamakan piksel antara Landsat TM pankromatik dengan Landsat TM multispektral.
5. Membuat citra komposit dan RGB (*red, green, blue*) dari Landsat TM multispektral untuk mendeteksi penutupan lahan dengan gabungan saluran 542, sedangkan citra Landsat TM pankromatik hanya dilakukan penajaman setelah koreksi geometrik selesai.
6. Survei lapangan
7. Klasifikasi citra dilakukan secara terbimbing, dengan pemilihan sampel (contoh kelas) berdasarkan pengalaman dalam menginterpretasikan citra satelit, tampilan citra komposit pada layar monitor, pengetahuan medan (kondisi kenyataan di lapangan), dan data bantu (Purwadhi & Sanjoto, 2010).

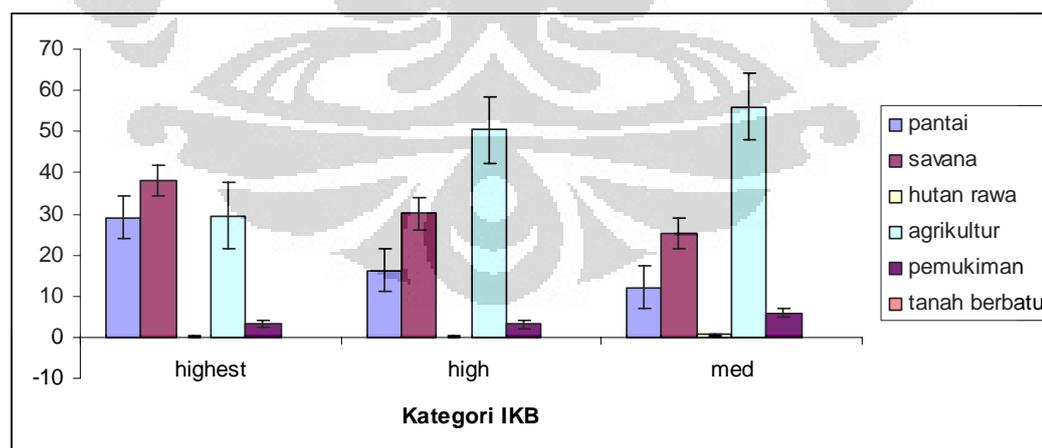
c. Pengambilan sampel variabel tutupan lahan

Konfigurasi bentang alam dikarakterisasi dengan menggunakan citra satelit yang telah diketahui penggunaan lahannya di-overlay dengan titik koordinat stasiun pengambilan sampel burung dan di-*buffer* dengan radius 500 m.. Hasilnya berupa stasiun yang berbentuk lingkaran (lingkaran bentang alam) dengan radius 500 m meliputi sebuah area dengan luasan hampir 80 ha. Citra tersebut diinterpretasikan dan poligon dari berbagai tipe tutupan lahan dianalisis dengan perangkat lunak ArcGIS 9.3. Keluaran hasil dari pengolahan citra akan memberikan informasi tentang keragaman bentang alam dan luas tutupan area di dalam stasiun yang berupa daerah urban, lahan agrikultur, hutan, semak berkayu, dan daerah perairan (O'Connell *dkk.*, 2000).

Informasi tutupan lahan yang telah dikumpulkan, digunakan untuk menjelaskan pola kehadiran profil komunitas burung yang khusus. Model regresi linear dengan metode *stepwise* (Canterbury *dkk.* 2000) digunakan untuk memperkirakan fungsional, komposisional, struktural, dan total nilai IKB dari bentang alam yang cocok dan plot vegetasi yang telah dikumpulkan dari setiap stasiun (O'Connell *dkk.*, 1998). Analisis dilakukan secara bertahap dengan metode *stepwise*. Variabel independen yang mempunyai korelasi paling tinggi terhadap variabel dependen akan dimasukkan terlebih dahulu, kemudian menyusul variabel-variabel yang lain. Proses akan berhenti ketika variabel yang akan dimasukan ternyata tidak signifikan pengaruhnya terhadap variabel dependen (Pratisto, 2009). Intinya adalah terciptanya persamaan regresi yang mengandung variabel-variabel independen yang berpengaruh kuat terhadap variabel dependen

## HASIL DAN PEMBAHASAN

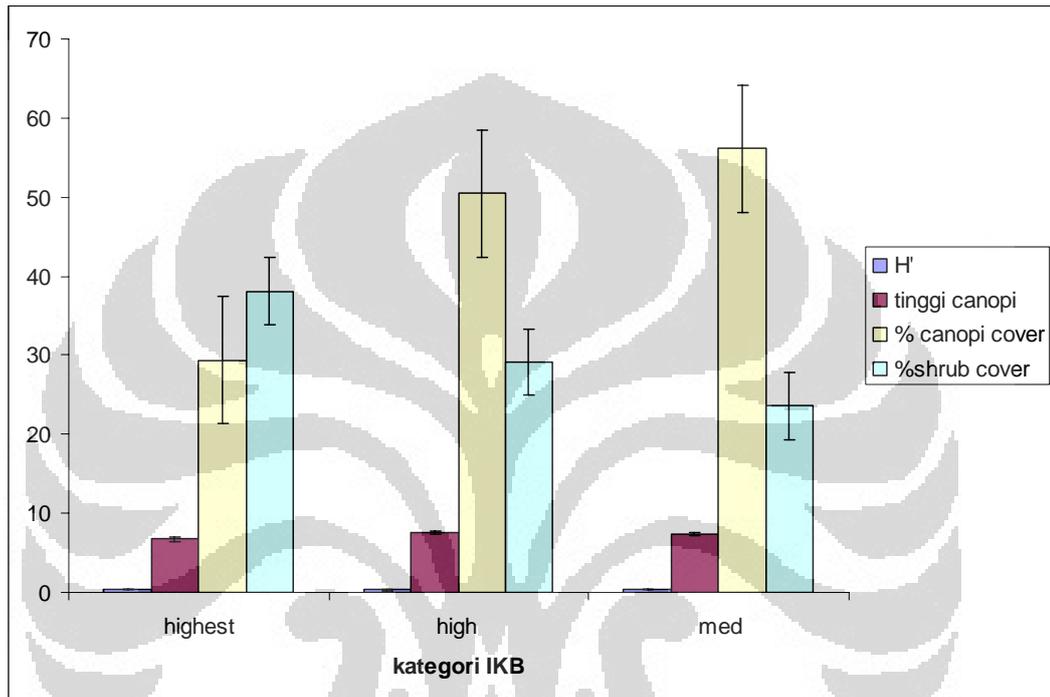
Berdasarkan hasil perhitungan IKB menunjukkan bahwa sebanyak 4 stasiun ada dalam kategori tertinggi (*highest*), 23 stasiun berada dalam kategori tinggi (*high*), dan 24 stasiun masuk dalam kategori sedang (*medium*). Namun, tidak semua variabel tutupan lahan dan vegetasi pada setiap kategori berbeda secara signifikan. Hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 2.2 dan 2.3.



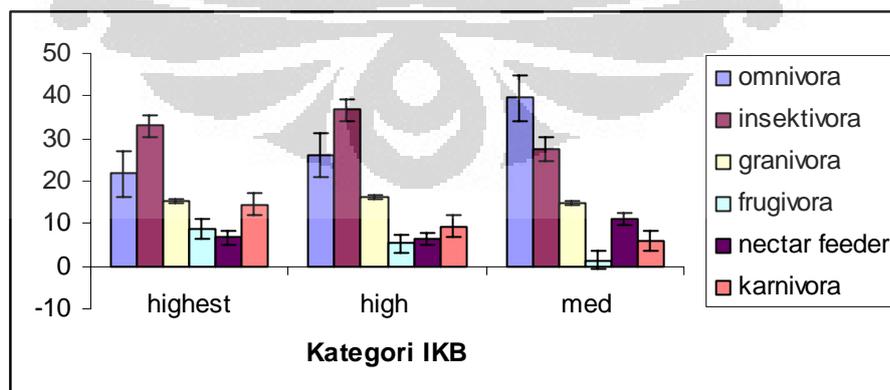
Gambar 2.2. Grafik nilai persentase rata-rata luas area tiap tipe tutupan lahan.

Gambar 2.2. menunjukkan bahwa kawasan Nusa Penida dapat dibagi menjadi 6 tipe tutupan lahan yaitu pantai (tutupan lahan berupa pasir pantai dan air laut), savana, hutan rawa, daerah agrikultur, pemukiman, tanah berbatu (lahan

tidak produktif). Diketahui pula bahwa luasan area pantai dan agrikultur pada wilayah yang dikategorikan tertinggi nilai IKB-nya berbeda dengan kategori lainnya. Di lain pihak, pada Gambar 2.3. yang merupakan grafik nilai rata-rata variabel vegetasi juga menunjukkan gejala yang sama, yaitu nilai rata-rata persentase tutupan kanopi dan semak pada kategori tertinggi terlihat berbeda dengan kategori lainnya.



Gambar 2.3. Grafik nilai rata-rata H' (keanekaragaman tipe tutupan lahan), tinggi kanopi, persentase tutupan kanopi, dan persentase tutupan semak pada setiap kategori IKB.



Gambar 2.4. Grafik nilai proporsi rata-rata kehadiran burung dengan tipe pakan tertentu pada setiap kategori IKB.

Berdasarkan Gambar 2.4 yang merupakan grafik tentang nilai proporsi rata-rata kehadiran burung dengan tipe pakan tertentu pada setiap kategori IKB, dapat diketahui bahwa daerah yang termasuk dalam kategori IKB tertinggi dan tinggi tampak lebih banyak ditemukan burung-burung insektivora. Sedangkan pada kategori IKB sedang akan cenderung lebih banyak burung-burung omnivora. Karr & Roth (1971) menyatakan bahwa burung insektivora dan omnivora merupakan indikator lingkungan yang baik berdasarkan tipe pakannya. Lingkungan yang baik akan terlihat dari proporsi burung insektivora yang besar (36%) dan proporsi omnivora yang sedikit (sekitar 21%). Burung-burung karnivora akan lebih banyak dijumpai pada daerah yang termasuk kategori IKB tertinggi, sedangkan burung-burung granivora terlihat tidak mengalami perubahan proporsi yang berarti pada setiap kategori IKB. Burung-burung pemakan buah akan sangat sedikit dijumpai pada daerah dengan kategori IKB sedang dan akan relatif sama peluangnya pada kategori tertinggi dan tinggi.

Burung-burung penghisap madu akan semakin meningkat proporsinya pada wilayah yang memiliki proporsi tutupan lahan terluas pada daerah agrikultur dan pemukiman. Hal tersebut disebabkan oleh ketersediaan pakan. Kedua tipe lahan tersebut menyediakan sumber daya berupa madu yang melimpah (Ghazoul & Sheil, 2010). Daerah agrikultur yang sebagian besar perkebunan kelapa mampu menyediakan sumberdaya yang spesifik bagi burung, terlebih lagi keberadaan tumbuhan berbunga yang sengaja ditanam di setiap rumah penduduk pada daerah pemukiman ikut memberikan andil dalam penyediaan sumberdaya pakan. Oleh karena itu, daya dukung wilayah yang terlihat dalam keadaan sedang sebenarnya dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh burung-burung tertentu.

Untuk dapat mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel tutupan lahan dengan berbagai tingkat integritas biotik dilakukan perhitungan dengan menggunakan model regresi linear (metode *stepwise*) dengan nilai IKB sebagai variabel *dependent*-nya. Nilai IKB untuk elemen fungsi, komposisi, dan total IKB dapat diprediksi dengan baik oleh sebuah variabel masing-masing, yaitu pantai (+), nilai rata-rata keanekaragaman tipe tutupan lahan (-), dan persentase tanah berbatu (+). Sedangkan nilai IKB untuk elemen struktur dapat diprediksi dengan

tiga variabel, yaitu persentase tanah berbatu (+), persentase tutupan semak (-), dan tinggi kanopi (-) (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Persamaan regresi untuk memprediksi nilai IKB berdasarkan fungsi, komposisi, struktur, dan total nilai dari variabel tutupan lahan dan vegetasi.

| Nilai IKB      | n  | Persamaan Regresi                                                                                | r     | F     | P     |
|----------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| Fungsi (V1)    | 51 | $21,548 + 0,072 \text{ pantai}$                                                                  | 0,366 | 7,577 | 0,008 |
| Komposisi (V2) | 51 | $17,252 - 5,073 H'$                                                                              | 0,329 | 5,928 | 0,019 |
| Struktur (V3)  | 51 | $16,684 + 5,293 \text{ tanah berbatu} - 0,025 \text{ tutupan semak} - 0,21 \text{ tinggi pohon}$ | 0,542 | 6,507 | 0,001 |
| Total IKB      | 51 | $52,706 + 8,660 \text{ tanah berbatu}$                                                           | 0,331 | 6,038 | 0,018 |

Wilayah Nusa Penida pada awalnya ditutupi oleh hutan primer dan *marshland*, dan kemudian secara bertahap luasan hutan semakin berkurang seiring dengan proses kolonisasi oleh para tahanan (Giambelli, 1999). Kondisi tutupan lahan yang terlihat sekarang merupakan wajah kawasan tersebut yang terbentuk sebagai akibat dari kolonisasi dan penambahan jumlah penduduk. Pertambahan tersebut mengakibatkan kebutuhan akan pangan meningkat. Oleh karena itu, sebagian besar wilayah hutan kini telah beralih fungsi menjadi daerah agrikultur dan savana.

Daerah hutan sekarang terkotak-kotak dan memiliki luas yang tidak besar. Biasanya, hutan yang tersisa berada di sekeliling pura, maupun pada tempat-tempat yang disucikan atau dianggap keramat oleh penduduk sekitar. Contohnya adalah hutan di sekeliling Pura Puncak Mundi yang terletak di Bukit Mundi, titik tertinggi dari pulau tersebut, dan hutan di sekitar Pura Saab yang terletak di bagian tengah pulau.

Tutupan lahan suatu wilayah akan turut memengaruhi biota-biota yang hidup di sana. Hal tersebut berkaitan dengan ketersediaan sumber daya untuk menunjang kehidupan biota tersebut, begitu pula pada burung. Burung-burung granivora erat kaitannya dengan kondisi lahan berupa savana dan agrikultur, karena kondisi lahan tersebut dapat menyediakan sumber pakan yang cukup bagi populasi burung tersebut. Burung-burung insektivora akan memiliki keterkaitan

erat dengan kondisi lahan yang juga merupakan habitat serangga, seperti savana, daerah pemukiman, agrikultur, dan sekitar perairan (Pearson, 1977).

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Indeks Komunitas Burung yang digunakan dalam menilai kondisi lingkungan di kawasan Nusa Penida menghasilkan secara umum kondisi kawasan tersebut berada dalam kondisi baik atau nilai integritas tinggi.
2. Kombinasi konfigurasi bentang alam dan variabel tumbuhan penutup lahan memiliki keterkaitan dengan tingkatan integritas biotik

## UCAPAN TERIMA KASIH

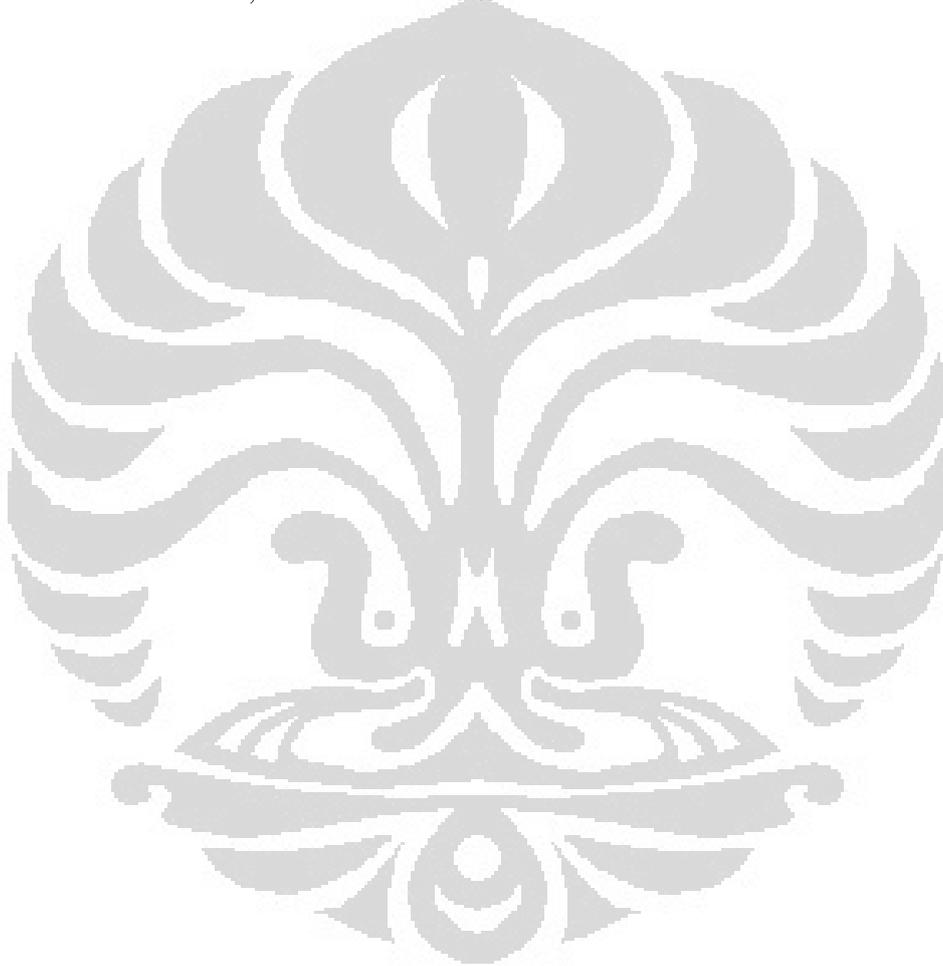
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk. Drh. I Gd. Nyoman Bayu Wirayudha selaku pimpinan Yayasan FNPF yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melakukan riset di kawasan Nusa Penida, para staff dan relawan yayasan, Blitoe Agus yang telah bersedia menemani penulis secara khusus selama pengambilan data berlangsung, serta K'Toto yang telah membantu mengarahkan penulis dalam pengolahan citra. Dan tentunya kepada Bpk M. Indrawan, Mr. Rhett, dan Mr. Jun yang telah menyempatkan untuk datang dan memantau langsung perkembangan pengambilan data di lapangan serta memberikan masukan kepada penulis.

## DAFTAR ACUAN

- Anonim. 2008. Nusa Penida. 1hlm.  
[http://www.balitrips.net/place\\_to\\_visit/images/map\\_of\\_nusapenida.gif](http://www.balitrips.net/place_to_visit/images/map_of_nusapenida.gif), 10 November 2009, pk. 20.57 WIB.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess & D.A. Hill. 1992. *Bird census techniques*. Academic Press Limited, London: xvii + 257 hlm.
- BirdLife International. 2004. *Important bird areas in Asia: Key sites for conservation (BirdLife Conservation Series No. 13)*. BirdLife International, Cambridge (UK): xvi + 297 hlm.

- Bryce, S.A. 2006. Development of a bird integrity index: Measuring avian response to disturbance in the Blue Mountains of Oregon, USA. *Environmental Management* **38**(3): 470--486.
- Burung Indonesia. 2004. Nusa Penida. 1 hlm.  
[http://www.burung.org/detail\\_iba.php?id=116&op=iba](http://www.burung.org/detail_iba.php?id=116&op=iba), 12 November 2009, pk. 20.17 WIB.
- Canterbury, G.E., T.E. Martin, D.R. Petit, L.J. Petit & D.F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* **14**(2): 544--558.
- Ghazoul, J. & D. Sheil. 2010. *Tropical rain forest ecology, diversity, and conservation*. Oxford University Press, Inc., New York: xvi + 516 hlm.
- Giambelli, R.A. 1999. Working the land: Babad as forest clearing and the analogy between land and human fertility in Nusa Penida (Bali). *Bijdragen tot de Taal-, Land-en Volkenkunde* **155**(4): 493--516.
- Karr, J.R. & R.R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *American Naturalist* **105**: 423--435.
- Morrison, M.L., K.A. With & I.C. Timossi. 1986. The structure of a forest bird community during winter and summer. *Wilson Bull.* **98**(2): 214--230.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 1998. The bird community index: A tool for assessing biotic integrity. Report No. 98--4 of The Penn State Cooperative Wetlands Center: 70 hlm.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 2000. Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians. *Ecological Application* **10**(6): 1706--1721.
- O'Connor, R.J., T.E. Walls & R.M. Hughes. 2000. Using multiple taxonomic groups to index the ecological condition of lakes. *Environmental Monitoring and Assessment* **61**: 207--228.
- Pearson, D.L. 1977. Ecological relationships of small antbirds in Amazonian bird communities. *Auk* **94**: 283--291.
- Pratisto, A. 2009. *Statistik menjadi mudah dengan SPSS 17*. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta: xi + 325 hlm.

- Purwadhi, F.S.H. & T.B. Sanjoto. 2010. *Pengantar interpretasi citra penginderaan jauh*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang (?): x + 298 hlm.
- Rahayuningsih, M., A. Mardiasuti, L.B. Prasetyo & Y.A. Mulyani. 2007. Bird community in Burung Island, Karimunjawa National Park, Central Java. *Biodiversitas* 8(3): 183--187.
- Whitten, T., R.E. Soeriaatmadja & S.A. Afiff. 1999. *Ekologi Jawa dan Bali*. Prenhallindo, Jakarta: xxii + 969 hlm.



## DISKUSI PARIPURNA

### A. Pengembangan Indeks Komunitas Burung

Tahap pertama penelitian tersebut menghasilkan bahwa nilai integritas Indeks Komunitas Burung (IKB) berhubungan erat dengan kondisi ekologi pulau. Komunitas burung dan nilai integritas IKB sama untuk semua kelompok pada setiap stasiun, baik kelompok yang dibedakan dengan IKB atau derajat gangguan manusia. *Response guild* yang digunakan terbukti berguna untuk menggambarkan kondisi ekologi dan menunjukkan perbedaan aspek biologi pada komunitas burung di antara kategori integritas IKB.

Pengelompokkan IKB menjadi tiga kategori (tinggi, sedang, dan rendah) menghasilkan perbedaan proporsi komunitas burung secara signifikan setidaknya pada dua kategori IKB. Perilaku insektivora mencari makan dengan cara *ground gleaner* dan pemanfaatan *edge* sebagai habitat memiliki nilai integritas yang tinggi dan berbeda dengan dua nilai integritas lainnya. Begitu pula pada nilai integritas sedang, tampak bahwa proporsi burung frugivora dan pemanfaatan habitat hutan secara umum oleh burung berbeda signifikan dengan dua kelas nilai integritas lainnya. Sedangkan pada kelas integritas rendah, terlihat bahwa proporsi burung omnivora, perilaku insektivora mencari makan pada daerah atas kanopi, dan penempatan sarang pada bagian kanopi berbeda signifikan dengan dua kelas lainnya.

Proporsi burung yang bersifat omnivora terlihat semakin meningkat dan berbanding terbalik dengan kelas integritas IKB. Proporsi burung omnivora paling besar ditemukan pada wilayah yang memiliki nilai integritas rendah (Karr & Roth, 1971). Hal tersebut disebabkan oleh sifat burung. Burung tersebut biasanya bersifat generalis, dapat memanfaatkan semua sumber daya pakan yang tersedia pada suatu wilayah. Burung tersebut akan terlihat lebih banyak, jika daerah tersebut hanya memiliki sumber daya pakan yang terbatas dan tidak bervariasi yang tidak memungkinkan untuk dapat mendukung kehidupan jenis burung dengan tipe pakan yang spesifik.

Proporsi burung insektivora akan berbanding lurus dengan kualitas lingkungan (Karr & Roth, 1971), semakin tinggi nilai integritas suatu wilayah maka akan semakin besar proporsi nilai kehadiran burung jenis tersebut. Hal tersebut juga akan semakin jelas bila diteliti lebih lanjut dari perilaku insektivora mencari makan. Terlihat bahwa pada semua tipe perilaku insektivora, proporsinya akan semakin menurun seiring dengan memburuknya kualitas lingkungan. Penurunan proporsi yang paling besar terlihat pada perilaku burung insektivora mencari makan pada daerah kanopi atas. Hal tersebut erat kaitannya dengan ketersediaan serangga sebagai pakan utama burung insektivora. Keberadaan pohon besar erat kaitannya dengan kehadiran serangga penghuninya. Semakin rapat kanopi, maka akan semakin sulit bagi burung untuk melakukan manuver untuk mendapatkan makanan. Kanopi yang rapat menyulitkan burung terbang stabil (*hovering*) untuk mendapatkan serangga di bagian bawah daun sehingga akan lebih mudah bagi burung untuk hinggap ketika mencari makan di bagian atas pohon (Pearson, 1975). Burung jenis insektivora akan terlihat melimpah jika wilayah tersebut dapat mendukung kehidupan serangga sebagai pakannya.

Burung yang bersifat eksotik atau berasal dari luar wilayah Nusa Penida dan merupakan jenis introduksi (dibawa oleh manusia) akan mengalami peningkatan sejalan dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan. Hal tersebut dikarenakan hewan-hewan yang diintroduksi biasanya bersifat generalis (Karr *dkk.*, 1986) yang apabila tidak dikendalikan populasinya akan dapat memberikan dampak buruk bagi hewan lainnya yang menempati *guild* yang sama.

Proporsi burung yang menggunakan semak sebagai tempat bersarang akan semakin meningkat sejalan dengan memburuknya kualitas lingkungan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh semakin banyak atau luas wilayah yang berupa savana (padang rumput) sebagai tempat bersarang pada kondisi lingkungan yang buruk.

Proporsi burung-burung yang bersifat *forest generalist* akan semakin menurun dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan yang ditandai dengan semakin berkurangnya hutan sebagai tempat tinggal mereka. Begitu pula sebaliknya yang terjadi pada burung-burung yang memanfaatkan daerah tepi

(*edge*) untuk tempat hidup (bersarang atau mencari makan) mereka. Burung tersebut akan bersifat generalis dalam segala hal yang dapat memungkinkan mereka dapat terus sintas bahkan dalam kondisi terburuk sekalipun.

## **B. Hubungan tipe tutupan lahan dengan Indeks Komunitas Burung**

Tutupan lahan suatu wilayah akan turut memengaruhi biota-biota yang hidup di sana. Hal tersebut berkaitan dengan ketersediaan sumber daya untuk menunjang kehidupan biota tersebut, begitu pula pada burung. Burung-burung granivora erat kaitannya dengan kondisi lahan berupa savana dan agrikultur, karena kondisi lahan tersebut dapat menyediakan sumber pakan yang cukup bagi populasi burung tersebut. Burung-burung insektivora akan memiliki keterkaitan erat dengan kondisi lahan yang juga merupakan habitat serangga, seperti savana, daerah pemukiman, agrikultur, dan sekitar perairan.

Proporsi luas lahan berupa pantai (perairan) dan savana terlihat semakin menurun seiring dengan menurunnya kualitas lingkungan. Di lain pihak, tipe lahan berupa daerah agrikultur, pemukiman, dan hutan rawa akan semakin meningkat sejalan dengan menurunnya nilai integritas suatu wilayah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh sumber daya pakan dan daya dukung yang terbatas pada setiap tipe tutupan lahan.

Proporsi tutupan lahan yang terbaik adalah sekitar 38% tutupan lahan berupa savana, 58% berupa perairan (pantai) dan daerah agrikultur, sisanya adalah berupa hutan rawa, pemukiman dan tanah berbatu (daerah tidak terpakai). Wilayah yang memiliki nilai integritas baik, memiliki kombinasi tutupan lahan berupa sekitar 50% berupa daerah agrikultur, 16% berupa perairan, 30% savana, 3% pemukiman, dan sisanya berupa hutan rawa dan daerah tidak terpakai. Kombinasi tutupan lahan pada wilayah yang memiliki nilai integritas sedang adalah 56% daerah agrikultur, 12% berupa perairan, 25% savana, sekitar 6% berupa daerah pemukiman, dan sisanya berupa hutan rawa dan daerah tak terpakai.

## RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Berdasarkan komposisi komunitas burung, Indeks Komunitas Burung terbagi menjadi tiga kategori integritas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah
2. Ada hubungan antara indeks komunitas dengan derajat gangguan
3. Indeks Komunitas Burung yang digunakan dalam menilai kondisi lingkungan di kawasan Nusa Penida menghasilkan secara umum kondisi kawasan tersebut berada dalam kondisi baik atau nilai integritas tinggi.
4. Kombinasi konfigurasi bentang alam dan variabel tumbuhan penutup lahan memiliki keterkaitan dengan berbagai tingkatan integritas biotik.

### Saran

Sebagian besar peneliti mengembangkan Indeks Komunitas Burung (IKB) pada daerah pulau “semu”, yaitu suatu wilayah tertentu yang dianggap sebagai pulau habitat bukan pada pulau sebenarnya seperti pada kawasan Nusa Penida. Terlebih lagi IKB merupakan hal baru untuk Indonesia, meskipun untuk taksa lainnya (ikan) sudah pernah dilakukan penilaian kualitas lingkungan melalui metode *Index of Biological Integrity*. Oleh karena itu, penggunaan IKB untuk penilaian kualitas lingkungan di Indonesia harus sangat hati-hati karena perbedaan kondisi ekologis, geografis, dan lain sebagainya. Dan yang terpenting adalah, hasil yang didapat dari penelitian di kawasan Nusa Penida, tidak dapat diterapkan secara utuh pada berbagai wilayah di Indonesia, tetapi hanya terbatas pada wilayah-wilayah tertentu yang memiliki kesamaan tipe habitat dengan Nusa Penida. Jika hendak diterapkan pada wilayah lain, maka prosesnya harus diulang dari awal pembuatan matriksnya.

Penilaian kondisi lingkungan di wilayah Nusa Penida dengan menggunakan metode IKB menyatakan bahwa wilayah tersebut berada dalam kondisi integritas sedang. Upaya pemulihan kondisi lingkungan dapat dilakukan dengan cara memperbanyak jumlah pohon-pohon sumber pakan utama bagi burung dan mengurangi populasi hewan-hewan introduksi yang bersifat merugikan untuk burung-burung asli kawasan tersebut.

## DAFTAR ACUAN

- Bryce, S.A. 2006. Development of a bird integrity index: Measuring avian response to disturbance in the Blue Mountains of Oregon, USA. *Environmental Management* **38**(3): 470--486.
- Bryce, S.A., R.M. Hughes & P.R. Kaufmann. 2002. Development of a bird integrity index: Using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental Management* **30**(2): 294--310.
- Canterbury, G.E., T.E. Martin, D.R. Petit, L.J. Petit & D.F. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology* **14**(2): 544--558.
- Cody, L.M. 1981. Habitat selection in birds: The roles of vegetation structure, competitors, and productivity. *BioScience* **31**(2): 107--113.
- DeLuca, W.V., C.E. Studds, L.L. Rockwood & P.P. Marra. 2004. Influence of land use on the integrity of marsh bird communities of Chesapeake Bay, USA. *Wetlands* **24**(4): 837--847.
- DeLuca, W.V., C.E. Studds, R.S. King & P.P. Marra. 2008. Coastal urbanization and the integrity of estuarine waterbird communities: Threshold responses and the importance of scale. *Biological Conservation* **141**: 2669--2678.
- Glennon, M.J. & W.F. Porter. 2005. Effects of land use management on biotic integrity: An investigation of bird communities. *Biological Conservation* **126**: 499--511.
- Indarto & A. Faisol. 2009. Identifikasi dan klasifikasi peruntukan lahan menggunakan citra ASTER. *Media Teknik Sipil* **9**(1): 1--8.
- Karr, J.R. 1991. Biological Integrity: A long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Application* **1**(1): 66--84.
- Karr, J.R. & E.M. Rossano. 2001. Applying public health lessons to protect river health. *Ecol. Civil Eng.* **4**(1): 3--18.
- Karr, J.R. & E.W. Chu. 2000. Sustaining living river. *Dalam*: Jungwirth, M., S. Muhar & S. Schmutz (eds.). 2000. *Assessing the ecological integrity of running water*: Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 1--14.

- Karr, J. R., K. D. Fausch, P. L. Angermeier, P. R. Yant & I. J. Schlosser. 1986. *Assessing biological integrity in running water: A method and its rationale*. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, Illinois: 28 hlm.
- Manalu, J. 2002. Klasifikasi citra penginderaan jauh menggunakan teknik logika samar (*fuzzy logic*). *Warta LAPAN* 4(2): 73--84.
- Mason, V. & F. Jarvis. 1989. *Birds of Bali*. Periplus Editions (HK) Ltd., Singapura: 80 hlm.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355--364.
- O'Connell, T.J., J.A. Bishop & R.P. Brooks. 2007. Sub-sampling data from the North American breeding bird survey for application to the bird community index, an indicator of ecological condition. *Ecological Indicators* 7: 679--691.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 1998a. A bird community index of biotic integrity for the Mid-Atlantic Highlands. *Environmental Monitoring and Assessment* 51: 145--156.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 2000. Bird guilds as indicators of ecological condition in the central Appalachians. *Ecological Application* 10(6): 1706--1721.
- O'Connell, T.J., L.E. Jackson & R.P. Brooks. 1998b. The bird community index: A tool for assessing biotic integrity. Report No. 98--4 of The Penn State Cooperative Wetlands Center: 70 hlm.
- O'Connor, R.J., T.E. Walls & R.M. Hughes. 2000. Using multiple taxonomic groups to index the ecological condition of lakes. *Environmental Monitoring and Assessment* 61: 207--228.
- Pearson, D.L. 1977. Ecological relationships of small antbirds in Amazonian bird communities. *Auk* 94: 283--291.
- Prahasta, E. 2009a. *Sistem informasi geografis: Konsep-konsep dasar (Perspektif geodesi dan geomatika)*. Informatika, Bandung: xxii + 818 hlm.
- Prahasta, E. 2009b. *Sistem informasi geografis: Tutorial ArcView*. Informatika, Bandung: xvi + 456 hlm.

- Purwadhi, F.S.H. & T.B. Sanjoto. 2010. *Pengantar interpretasi citra penginderaan jauh*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Universitas Negeri Semarang, (?): x + 298 hlm.
- White, C.M.N. & M.D. Bruce. 1986. *The birds of Wallacea*. BOU Checklist No. 7, London: 524 hlm.
- Whitten, T., R.E. Soeriaatmadja & S.A. Afiff. 1999. *Ekologi Jawa dan Bali*. Prenhallindo, Jakarta: xxii + 969 hlm.

