

# Bukti terhadap keterbatasan energetik yang mempengaruhi populasi Komodo di pulau kecil



Tim S. Jessop, Thomas Madsen, Deni Purwandana, M. Jeri Imansyah,  
Heru Rudiharto dan Claudio Ciofi

**Taman Nasional Komodo**  
**Zoological Society of San Diego**  
**The Nature Conservancy**  
**2005**



# **Bukti terhadap keterbatasan energetik yang mempengaruhi populasi Komodo di pulau kecil**

Tim S. Jessop<sup>a,b</sup>, Thomas Madsen<sup>b</sup>, Deni Purwandana<sup>a,e</sup>, M. Jeri Imansyah<sup>a,e</sup>,  
Heru Rudiharto<sup>c</sup> and Claudio Ciofi<sup>d,\*</sup>

<sup>a</sup> *Center for Conservation and Research of Endangered Species, Zoological Society of San Diego, Escondido CA 92027, USA.*

<sup>b</sup> *Department of Biological Sciences, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australia.*

<sup>c</sup> *Taman Nasional Komodo, Labuan Bajo, Flores, NTT, Indonesia.*

<sup>d</sup> *Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University, New Haven, CT 06520, USA.*

<sup>e</sup> *The Nature Conservancy, SEACMPA, Sanur, Denpasar, Bali, Indonesia*

Alamat penulis untuk koresponden :

Tim Jessop

Department of Biological Sciences

University of Wollongong

NSW 2500

Australia

Email: timj@uow.edu.au

\* Alamat sekarang : Department of Animal Biology and Genetics, University of Florence,  
Via Romana 17, 50125 Florence, Italy

Diterjemahkan oleh M Jeri Imansyah, Purwanadana, Achmad A. Husen

## Abstrak

Faktor-faktor yang mengatur dinamika populasi Biawak Komodo (*Varanus komodoensis*) yang terdapat dipulau sangat sedikit dapat diketahui. Bagaimanapun, variasi mangsa yang disebabkan oleh proses antropik atau alam diduga menjadi mediator penting untuk dinamika populasi spesies ini dan keberlangsungannya. Dalam studi ini kami mendokumentasikan perubahan yang menggambarkan keterbatasan energetik terhadap populasi Komodo di pulau Gili Motang, Taman Nasional Komodo, Indonesia. Perbandingan frekuensi distribusi ukuran tubuh di tahun 1994, 2002, 2003, 2004 menunjukkan perubahan frekuensi baru terhadap proporsi Komodo yang menjadi lebih kecil dan ringan. Lebih lanjut jumlah berat tubuh dan kondisi tubuh telah berkurang 40-50% dan 20-30% selama ini. Saat ini, angka pertumbuhan tubuh Komodo di Gili Motang berkurang 49,24% dari ukuran individu pulau Rinca yang bertetangga. Hasil per unit tangkapan juga berkurang 63,56% yaitu dari 0,57 Komodo/perangkap per hari tahun 1994 menjadi 0,25 Komodo/perangkap per hari di tahun 2004. Berturut-turut pada tahun 2004, kepadatan Komodo dan kemelimpahan Komodo diperkirakan sekitar  $5,1 \pm 0,6$  Komodo/km<sup>2</sup> dan  $53 \pm 6,2$  pasca tetasan. Jika digabungkan hasil ini menggambarkan populasi yang telah dihadapkan pada keterbatasan sumber makanan. Hingga saat ini masih sangat sulit untuk mengkalibrasikan seberapa jauh perubahan tersebut terhadap populasi karena ketiadaan data jangka panjang. Namun, meningkatnya upaya konservasi termasuk peningkatan pengamanan sumber alam terestrial bersama-sama dengan pengamatan Komodo dan mangsanya dalam jangka panjang dipulau ini sudah seharusnya dilakukan. Jika pola seperti saat ini terus berlangsung, maka kemungkinan konservasi manipulatif akan diperlukan untuk menghentikan potensi kepunahan Komodo dan sumber makannyan dipulau yang terpencil ini.

Kata kunci : *Varanus komodoensis*, biawak Komodo ; keterbatasan mangsa ; konsekuensi ekologi, populasi pulau.

## 1. Pendahuluan

Komodo (*Varanus komodoensis*) adalah kadal besar dan kuat, sebarannya terbatas di lima pulau di bagian tenggara Indonesia (Auffenberg, 1981; Ciofi dan De Boer, 2004). Komodo adalah predator teratas dan pada dewasa pembatasan jenis makanannya terdiri dari mangsa ungulata besar, termasuk rusa Timor Rusa Timor (*Cervus timorensis*), babi hutan (*Sus scrofa*), dan sejumlah kerbau air (*Bubalus bubalus*) (Auffenberg, 1981). Perbedaan temporal dan spatial dalam kepadatan mangsa, telah diketahui sebagai kunci pengendali karakter ekologi yang mendukung variasi diantara populasi Komodo yang masih ada (Jessop *et al.* 2005a-submitted: Jessop *et al.*, 2004). Misalnya, perbedaan yang cukup besar dalam kepadatan mangsa diantara empat pulau dalam kawasan Taman Nasional Komodo (TNK) sangat berhubungan dengan ukuran tubuh maksimum populasi Komodo (Jessop *et al.* 2005a-submitted). Dua pulau kecil ( $< 15 \text{ km}^2$ ), yaitu Gili Motang dan Nusa Kode, memiliki jumlah mangsa yang rendah dimana hal ini berhubungan dengan penurunan ukuran tubuh maksimal Komodo secara nyata, kemudian menyebabkan berkurangnya jumlah populasi (Jessop *et al.* 2005a-submitted: Jessop *et al.* 2005b-submitted). Sebaliknya, populasi mangsa yang 5-8 kali lebih tinggi menunjukkan konsistensi dengan semakin besarnya ukuran tubuh Komodo di pulau besar, Komodo dan Rinca ( $> 230 \text{ km}^2$ ). Namun, selain ukuran tubuh, kepadatan mangsa di tiap pulau yang berbeda, ketersediaan makanan untuk Komodo, juga diduga dapat mempengaruhi proses-proses vital lainnya yang mendukung dinamika populasi, termasuk pertumbuhan, mortalitas, dan fekunditas (Jessop *et al.*, 2004: Laurie dan Brown, 1990). Mungkin, pengurangan berat dalam kepadatan mangsa ungulata yang cukup besar (atau jenis mangsa yang lain) akibat proses antropik atau alami adalah salah satu mekanisme yang dapat mengancam kelangsungan populasi-pulau Komodo di kawasan TNK. Pada jenis reptil lainnya, perbedaan temporal dalam ketersediaan makanan, sering disebabkan oleh fenomena klimatis, pengaruh yang dramatis pada proses-proses vital dan pada akhirnya mempengaruhi kemelimpahan populasi (Laurie dan Brown, 1990: Andrews, 1991; Wikelski *et al.*, 1997; Shine dan Madsen, 1997: Madsen dan Shine, 2000).

Populasi Komodo di TNK kemungkinan saat ini telah dihadapkan pada fluktuasi, tapi lebih penting lagi, penurunan kepadatan mangsa karena proses alam maupun antropik. Sebagai contoh, hingga tahun 2000 di seluruh 5 pulau besar dalam kawasan TNK (Komodo, Rinca, Padar, Nusa Kode dan Gili Motang), rusa diburu secara ilegal (kegiatan yang masih terjadi di dekat Pulau Flores) (Ciofi dan De Boer, 2004). Penghitungan secara anekdot oleh petugas TNK memperkirakan perburuan yang sistematis dan berulang bertanggungjawab

terhadap kematian Rusa Timor (tidak kualitatif). Untuk jenis pemangsa lainnya, berkurangnya jumlah sumber makanan lebih disebabkan oleh proses antropik (misalnya perburuan, modifikasi menggunakan teknik pembakaran), sering bersama-sama dengan fragmentasi habitat, dapat mengancam kelangsungan viabilitas mereka (Gittleman, 1989; Noss et al., 1996; Amar et al., 2003). Proses klimatis, terutama pola curah hujan tetap sangat penting dalam kelimpahan mangsa terestrial (Coulson et al., 2000; Nicholas et al., 2003; Ogutu dan Owen-Smith, 2003). Variasi curah hujan tetap sepanjang daerah tropik basah dan kering di selatan Australia (zone biografis yang hampir sama dengan TNK) sangat mempengaruhi kepadatan mangsa dan sebaliknya dinamika populasi reptil pemangsa (Shine dan Madsen, 1997, Madsen dan Shine, 1999, Madsen dan Shine, 2000). Pola curah hujan tetap yang hampir sama tersebut di kawasan Indonesia yang luar biasa kering ini (Monk et al., 1997) diduga berpengaruh terhadap dinamika populasi dari mangsa dan sebaliknya pengaruhnya terhadap Komodo.

Apakah populasi Komodo di kawasan TNK menjadi patokan dari ketidacukupannya kepadatan mangsa ?

Secara langsung menghitung jumlah dari pengaruh fluktuasi mangsa dalam lingkup dinamika populasi Komodo adalah tidak mungkin karena kekosongan monitoring dalam jangka panjang. Namun, pendekatan alternatif untuk dapat mencari jawaban dari pertanyaan ini, setidaknya dalam beberapa bagian, dapat didapat dengan menganalisis perubahan morfologi (misalnya berat tubuh, ukuran dan kondisi), angka perbandingan pertumbuhan dan indeks jumlah populasi yang dikumpulkan dari populasi Komodo di pulau Gili Motang, sebuah pulau yang terletak dibatas selatan TNK (Gambar 1). Pulau ini paling cocok untuk penelitian ini, tidak seperti pulau lainnya di kawasan TNK dimana data base populasi terbatas. Data morfologi dan populasi telah dikumpulkan sejak 1994 dari pulau ini (bersamaan dengan penelitian genetik). Data ini melengkapi data yang dikumpulkan dari tahun 2002, 2003 dan 2004 dan data tersebut menyediakan cukup waktu selama 8-10 tahun untuk membandingkan pengaruh potensial terhadap berkurangnya kepadatan mangsa dalam lingkup populasi Komodo. Saat ini, pulau Gili Motang memiliki kepadatan rusa Timor terendah di TNK dan, sebagai tambahan, mangsa atau sumber makanan alternatif seperti babi hutan dan kerbau juga tidak tersedia (Jessop et al. 2005b-*submitted*). Imigrasi kawanan mangsa ke pulau ini diduga tidak ada karena isolasi kekuatan arus laut yang membatasi pulau ini dari pulau lainnya.

Pengaruh apa yang mungkin teramati jika kepadatan mangsa, terutama rusa, sangat rendah menjadi keterbatasan energetik terhadap populasi Komodo di pulau Gili Motang ? Seperti diketahui rusa menjadi mangsa utama kadal besar, keterbatasan energetik diduga menjadi pengaruh paling kuat bagi individu besar secara relatif terhadap kelas ukuran lainnya dalam populasi. Untuk menguji hipotesis ini kami menganalisis kriteria yang dapat memberikan bukti untuk keterbatasan energetik (misalnya terbatasnya sumber dasar makanan) dalam populasi Komodo di kawasan Gili Motang dengan membandingkan data tahun 1992, dengan data tahun 2002, 2003, dan 2004. Kami menaksir sifat-sifat berikut ;

(a) Meningkatnya kematian spesifik : kematian yang selektif pada grup Komodo tertentu dapat diduga dengan membandingkan perbedaan frekuensi diantara distribusi berat dan panjang tubuh tahunan dan dengan mengukur perbedaan tahunan terhadap ukuran tubuh rata-rata dan massa tubuh dari populasi. Jika kematian selektif telah berjalan, contoh pada Komodo besar, dengan menggunakan kriteria ini, kami berharap dapat mencatat perubahan dalam pergeseran distribusi ukuran tubuh dan penurunan rata-rata berat dan panjang tubuh dalam populasi.

(b) Menurunnya kondisi tubuh : kondisi tubuh residual (berat/panjang) banyak digunakan sebagai indeks kondisi fisiologi vertebrata, jika keterbatasan makanan mempengaruhi kondisi tubuh kadal menjadi menurun. Lebih jauh jika keterbatasan makanan terjadi secara selektif dikarenakan pengurangan ukuran tertentu pada mangsa, perubahan relatif kondisi tubuh seharusnya menjadi ukuran terbesar bagi kelas komodo dengan sumber makanan terbesarnya adalah mangsa tersebut. Untuk menentukan apakah ada bukti bahwa hal lain pada mangsa membatasi kondisi tubuh, kami membandingkan Komodo dengan membaginya menjadi kategori besar dan kecil (berdasarkan panjang tubuh).

(c) Menurunnya angka pertumbuhan tubuh : pertumbuhan akan dipengaruhi oleh ketersediaan makanan. Jika keterbatasan energetik (yaitu keterbatasan mangsa) ternyata ada, maka penurunan angka pertumbuhan tubuh dapat diperkirakan. Untuk menguji penurunan angka pertumbuhan kami membandingkan perkiraan dari angka pertumbuhan terbaru antara Gili Motang dengan Rinca, pulau besar yang terdiri dari populasi Komodo yang secara filogeografis hampir sama dengan populasi di Gili Motang (Ciofi et al., 1990).

(d) Penurunan populasi : jika keterbatasan makanan meresap, kematian dan gangguan pada proses vital dapat mengarahkan terjadinya penurunan kelimpahan populasi Komodo. Sebagai indikator penurunan potensial populasi kami membandingkan

perbedaan tahunan dalam usaha per unit tangkapan (*CPUE*) untuk memastikan terjadinya perubahan.

(e) Perkiraan kemelimpahan populasi : untuk memastikan perkiraan kemelimpahan Komodo di Gili Motang melalui analisis data hasil penangkapan ulang terkini.

Memahami proses-proses yang terjadi melalui pemahaman ekologi yang mempengaruhi dinamika populasi Komodo merupakan sebuah syarat pengelolaan spesies dengan potensi konservasi yang sulit ini. Komodo memberikan karakteristik yang membuat pemangsa besar, terutama karnivora, sangat sulit untuk dikonservasi (Purvis et al., 2000). Hal ini termasuk posisi tropik yang tinggi dan rendahnya kepadatan populasi. Sebagai tambahan, ukuran tubuh yang besar biasanya memiliki sejarah-hidup dengan penundaan pencapaian umur dewasa, kurangnya reproduksi tahunan betina dan, sebaliknya, angka pertumbuhan populasi yang lambat mempersulit proses pemulihan jika terjadi penurunan populasi (Auffenberg, 1981; Jessop, data tidak dipublikasikan). Spesies ini juga memiliki sebaran terbatas dan endemik di kelima pulau di tenggara Indonesia ini yang sangat berbeda luasan areanya ( $343 \text{ km}^2 - 10 \text{ km}^2$ ), kedekatan timbal balik, dan biogeografi (Monk et al., 1997; Pet dan Yeager, 2000). Seperti distribusi spatial juga berakibat tiap populasi-pulau dapat berbeda jauh secara ekologi dan struktur genetik dikarenakan baik faktor biotik dan abiotik yang mempengaruhi sejarah evolusioner mereka (seperti Mac Arthur dan Wilson, 1967; Kaneshiro, 1995; Grant, 1998). Lebih jauh, berbagai variasi sifat yang melekat diantara pulau dapat menimbulkan perbedaan respon terhadap populasi baik ancaman besar-besaran maupun tahunan (Frankham, 1998).

## **2. Bahan dan Metode**

Gili Motang (Gambar 1 ) adalah sebuah pulau kecil-berpegunungan ( $\approx 10.3 \text{ km}^2$ ), dengan tiga puncak (masing-masing dengan ketinggian 280-320 m) berlokasi di ujung tenggara TNK. Hutan kering meliputi 85% bagian pulau dan dataran rumput savana. Batasan ruang lingkup dari penelitian ini terdiri dari empat sesi penangkapan dengan menggunakan perangkap (*trapping*), pertama di tahun 1994 sebagai bagian dari penelitian genetika populasi, dan selanjutnya berturut-turut dari tahun 2002 hingga 2004 selama pemantauan rutin terhadap populasi dalam kawasan TNK. Semua sesi trapping dilaksanakan selama musim kering (Agustus). Areal penelitian yang utama di pulau ini terdiri dari bentuk irisan segitiga, dalam areal  $2,1 \text{ km}^2$  di barat daya pulau. Diluar areal inti penelitian sejumlah posisi acak perangkap digunakan untuk membuktikan bahwa areal trapping kami memberikan sampel populasi yang cocok. Komodo ditangkap dengan menggunakan perangkap kotak berukuran  $300 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$

x 50 cm yang diberi umpan daging kambing ( $\approx 0.5$  kg). Perangkap ini sangat efektif untuk menangkap target biawak dari semua kelas ukuran di atas satu tahun, yang bersifat arboreal. Setiap tahun, kami menggunakan lokasi perangkap yang sudah diatur berlokasi dalam jarak antara 200 m dan 700 m dari jarak masing-masing, tergantung kondisi topografi dan vegetasinya. Dalam kawasan hutan, perangkap diletakkan pada posisi terpisah antara 200-400 m. Perangkap diposisikan di tempat teduh untuk menghindari sasaran dari panas berlebihan dan selanjutnya dapat diawasi dua kali setiap harinya. Setelah ditangkap, Komodo kemudian diikat dengan tali dan mulutnya diplester. Beberapa karakter morfologi, termasuk panjang kepala, dan panjang dari hidung hingga kloaka (SVL), diukur dengan menggunakan jangka sorong dan pengukur (meteran) fiberglass. Berat tubuh diperoleh dengan skala digital. Setelah tahun 1994, Komodo secara permanen ditandai menggunakan penanda transponder pasif terintegrasi (PIT tag) (Trovan ID100).

Kondisi tubuh ditaksir menggunakan residual dari regresi log linear data SVL, terhadap berat tubuh dari semua komodo yang ditangkap dalam penelitian ini. Indeks kondisi ini mengurangi pengaruh dari perubahan bentuk tubuh selama *ontogeny* (Wikelski dan Trillmich, 1997). Lebih jauh mengenai pembedaan ukuran sehubungan dengan kondisi tubuh, Komodo dikategorikan menjadi kadal besar dan kecil menggunakan angka tengah ukuran panjang SVL dari data pada tahun 1994. Komodo dibawah 85cm dikategorikan sebagai komodo kecil, sedangkan lebih besar dari 85 cm sebagai komodo besar. Untuk memperkirakan perbedaan angka pertumbuhan somatik spesifik pulau sebuah perbandingan pertumbuhan tahunan (menggunakan panjang kepala sebagai poros pertumbuhan) antara pulau Gili Motang dan Rinca (lihat Jessop et al., 2005a-*submitted*, untuk penjelasan rinci prosedur lapangan penangkapan Komodo di Rinca) diukur hanya dari binatang yang sesuai ukurannya (antara SVL 50 – 117 cm) sebagai perbandingan.

Indeks penurunan populasi didapatkan dari perhitungan usaha penangkapan per unit dengan membagi total penangkapan tahunan dengan jumlah hari efektif penangkapan (angka lokasi perangkap dikalikan dengan angka hari efektif di lapangan). Metode Jolly Seber digunakan untuk menentukan perkiraan ukuran populasi ( $N$ ) dalam areal penelitian dari tahun 2002-2004. Dari perkiraan inilah kemudian digunakan untuk menghitung kepadatan berdasarkan hasil penangkapan binatang di 28 lokasi trapping di areal inti penelitian. Sebagai tambahan, dalam mengimbangi pergerakan individu diluar areal inti, sebuah bidang batas juga dimasukkan dalam areal trapping untuk memperkirakan ukuran efektif areal (Krebs, 1999). setelah areal batas dimasukkan maka areal efektif perangkap mencapai 3.5 km<sup>2</sup> (35% dari areal pulau). Untuk menghitung perkiraan ukuran total populasi pulau, maka seluruh luas



areal pulau dibagi dengan areal perangkap efektif dan kemudian dikalikan dengan angka Komodo yang ditangkap dalam areal efektif perangkap.

Data ditampilkan secara grafik sebagai histogram frekuensi, rata-rata dan standar eror rata-rata. Teknik *bootstrapping* (Manly, 1997) yang berdasarkan 1000 sampel digunakan untuk mendapatkan *pseudo-data sets* untuk menganalisis perbedaan secara statistik antara distribusi frekuensi data panjang SVL dan berat. Perkiraan perbedaan antara frekuensi tahunan distribusi dalam data *bootstrapp* dihitung menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov (uji K-S). Untuk menganalisis secara tepat perubahan temporal dalam rata-rata pengukuran panjang SVL, berat tubuh, dan kondisi tubuh, kami membandingkan data kasar menggunakan parameter ANOVA. Untuk menentukan perbedaan dalam pertumbuhan somatik antara pulau Gili Motang dan Rinca, data dianalisis dengan uji-T. Data yang tidak mencapai perkiraan normal dan variasi yang seimbang untuk uji parameter kemudian diubah bentuknya menjadi log. Sedangkan regresi dan ANOVA digunakan untuk menguji perbedaan yang penting atau menonjol dalam usaha per unit tangkapan yang melebihi waktu.

### 3. Hasil

#### 3.1 Perbedaan temporal dalam frekuensi distribusi tahunan data SVL dan berat tubuh.

Frekuensi distribusi tahunan data SVL dan berat tubuh ditampilkan dalam Gambar 2. Untuk membandingkan perbedaan sebaran pada empat periode pengambilan sampel kami gunakan data *bootstrap* dalam perbandingan berpasangan antara tahun 1994 dan data yang dikumpulkan tahun 2002, 2003 dan 2004. Dalam semua kasus, data distribusi panjang SVL dan berat tubuh data 1994 berbeda secara *nyata* dari data tahun 2002 (1994 berbanding 2002 : SVL- uji K-S;  $D = 0.75$ ,  $p < 0.001$ ; Berat- uji K-S;  $D = 0.94$ ,  $p < 0.001$ ), 2003 (1994 berbanding 2003 : SVL- uji K-S;  $D = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ; Berat- uji K-S;  $D = 0.97$ ,  $p < 0.001$ ), dan 2004 (1994 berbanding 2004 : SVL- uji K-S;  $D = 0.69$ ,  $p < 0.001$ ; Berat- uji K-S;  $D = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ). Perbedaan statistik ini menunjukkan perubahan distribusi yang progresif SVL dan berat tubuh dalam populasi selama kurun waktu ini. Dalam beberapa bagian pada tahun 1994, populasi mengalami perubahan dari Komodo yang lebih panjang dan berat menjadi Komodo yang dominan pendek dan ringan di tahun 2002, 2003 dan 2004 (Gambar 1). Walaupun kekosongan yang umum dari kadal besar selama kurun waktu 2002-2004 sehubungan dengan tahun 1994 dalam tahun 2004 kadal terpanjang yang tertangkap dengan panjang SVL mencapai 117.5 cm. Namun individu ini muncul dalam kondisi yang menyedihkan dan beratnya hanya 24.5 kg, menghasilkan permulaan negatif 9.6 kg dari

persamaan regresi logistik ( $\text{berat} = 50.15/(1 + 482.55 * \exp(-0.5677 * \text{SVL}))$ ) memperkirakan hubungan antara berat dan SVL populasi di Gili Motang berdasarkan data tahun 1994.

### 3.2 Perbedaan dalam SVL, Berat Tubuh dan Kondisi Tubuh

Rata-rata SVL individu dalam penurunan populasi di empat sampel tahunan, dari  $85.52 \pm 5.70$  cm tahun 1994, hingga berturut-turut  $77.68 \pm 2.46$ ,  $72.14 \pm 3.11$  dan  $76.18 \pm 4.65$  cm di tahun 2002, 2003 dan 2004 (Gambar 3), namun ini tidak terlalu *nyata* ( $F_{3,63} = 1.83$ ;  $p = 0.18$ ). Meskipun perubahan SVL ini mendekati *nyata* ketika individu terbesar baik di tahun 2004 maupun selama penelitian tidak dimasukkan ke dalam analisis ( $F_{3,62} = 2.31$ ;  $p = 0.08$ ). Rata-rata berat tubuh populasi menurun sangat *nyata* selama kurun waktu selama ini ( $F_{3,63} = 4.40$ ,  $p < 0.01$ ) dari  $15.17 \pm 3.13$  kg di tahun 1994, hingga  $8.59 \pm 0.93$ ,  $6.36 \pm 1.58$  dan  $8.98 \pm 2.95$  in 2002, 2003 dan 2004, berturut-turut (Gambar 3). Uji *post hoc* menunjukkan bahwa rata-rata berat tubuh Komodo di tahun 1994 sangat berbeda nyata dari hasil pengukuran tahunan tahun 2002-2004 yang membentuk sub set homogen. Hasil ini mengikuti pergeseran ukuran tubuh, dalam hal ini penurunan rata-rata berat tubuh dihubungkan dengan penurunan ukuran kadal terbesar dan terberat dalam populasi.

Rata-rata residua kondisi tubuh dari populasi menurun secara sangat nyata (ANOVA Dua arah:  $F_{3,63} = 5.80$ ,  $p < 0.001$ ), dari  $0.061 \pm 0.015$  di tahun 1994, hingga  $-0.005 \pm 0.013$ ,  $-0.014 \pm 0.009$  dan  $-0.019 \pm 0.016$  di tahun 2002, 2003 dan 2004, berturut-turut (Gambar 4). Uji *post hoc* menunjukkan bahwa rata-rata kondis tubuh Komodo di tahun 1994 sangat berbeda nyata dari pengukuran komodo tahunan tahun 2002-2004, yang mana sekali lagi membentuk **sub set homogen**. Lebih lanjut terdapat perbedaan interaksi antara tahun dan ukuran (ANOVA dua arah :  $F_{3,63} = 3.90$ ,  $p = 0.013$ ) yang berkenaan pada perbedaan kondisi tubuh sehingga menunjukkan bahwa ukuran tubuh kadal memberikan andil dalam memperluas perubahan kondisi tubuh selama ini. Secara khusus hal ini menunjukkan dalam beberapa tahun (2002 dan 2004) kadal besar ( $>85$  cm SVL) kondisinya sangat berkurang dibandingkan kadal kecil ( $>85$  cm SVL).

### 3.3 Perbandingan Angka Pertumbuhan Somatic

Angka pertumbuhan somatis pada Komodo dengan ukuran sama (SVL 50-117cm) di Gili Motang dan Rinca sangat berbeda nyata ( $t_{1,28} = 2.680$ ,  $p = 0.012$ ). Komodo di Gili Motang menunjukkan angka pertumbuhan sebesar  $0.514 \pm 0.086$  cm/tahun, 49.54% lebih kurang dari pada pertumbuhan sebesar  $1.019 \pm 0.192$  cm/tahun yang dicatat di pulau Rinca (Gambar 4).

### 3.4 Usaha Per Unit Tangkapan dan Perkiraan Jumlah Populasi

Antara tahun 1994 dan 2004, usaha per unit tangkapan (*CPUE*) menurun dari 0.571 Komodo/perangkap per hari hingga 0.254 Komodo/perangkap per hari, atau menurunnya tangkapan hingga 63.6% (Gambar 5). Penurunan dalam kurun waktu ini sangat berbeda nyata ( $CPUE = 64.2 - (0.0319 * \text{tahun})$ ;  $R^2 = 0.994$ ,  $F_{1,3} = 306.77$ ,  $p = 0.003$ ). Pada tahun 1994 sebanyak 12 Komodo ditangkap, tahun 2002 ditangkap sebanyak 22 Komodo, tahun 2003 sebanyak 18 Komodo, dan tahun 2004 sebanyak 16 Komodo. Nilai penangkapan ulang yaitu 50% ( $n = 9$ ) ditahun 2003 dan 50 % ( $n = 8$ ) tahun 2004. Data penandaan penangkapan ulang dikumpulkan dari tahun 2002-2004 yang menghasilkan perkiraan kepadatan sejumlah  $5.1 \pm 0.6$  Komodo/km<sup>2</sup> dalam area efektif *trappingg*. Ekstrapolasi untuk seluruh pulau menunjukkan perkiraan sebesar  $53 \pm 6.2$  Komodo.

## 4. Pembahasan

Antara tahun 1994 dan 2004, populasi Komodo Gili Motang mengalami perubahan yang berlipat ganda, menunjukkan adanya faktor pembatas yang kuat, yaitu tidak cukupnya makanan karena keterbatasan mangsa. Bukti dari frekuensi perubahan distribusi panjang dan berat tubuh selama ini menunjukkan telah terjadi kecenderungan terbaru berkurangnya individu terbesar dan terberat. Lebih lanjut, rata-rata berat populasi menurun sangat nyata yaitu 43.46-55.21% dalam beberapa tahun ini (2002-2004) dari yang sudah pernah diukur pada tahun 1994. Kedua hasil ini secara tidak langsung menyatakan bahwa keterbatasan makanan sangat mempengaruhi individu terbesar dalam populasi pulau kecil ini melalui kematian selektif. Perubahan ini menunjukkan ketidakcukupan jumlah mangsa ungulata. Saat ini kepadatan rusa di Gili Motang, satu-satunya spesies mangsa besar, adalah yang terendah di antara populasi di empat pulau lainnya dalam kawasan TNK. Bahkan dibandingkan dengan Nusa Kode, sebuah pulau yang serupa dan juga memiliki populasi kecil Komodo, kepadatan rusa di Gili Motang lebih sedikit  $\approx 50\%$  (Jessop et al. 2005b-*submitted*). Sejumlah penurunan dalam mangsa besar dapat secara selektif meningkatkan kematian Komodo besar karena kemampuan mereka untuk mendapatkan mangsa kecil juga tidak dapat diandalkan karena perubahan ontogenik ukuran tubuh dan kebiasaan mencari makan ke berbagai tempat yang berkurang. Karena ketiadaan rusa, Komodo besar tidak dapat mendapatkan mangsa yang cukup untuk dapat memenuhi kebutuhan kekuatan mereka dan hal ini menyebabkan peningkatan kematian karena kelaparan. Sebagai tambahan, karena kebutuhan energetik absolut diukur dengan ukuran tubuh (Schmidt-Nielsen 1984), Komodo besar akan

membutuhkan energetik absolut yang besar untuk dapat bertahan di pulau kecil yang terpencil dibandingkan dengan individu lebih kecil. Sehingga pada populasi yang memiliki keterbatasan sumber makanan, sepertinya kematian menjadi lebih tinggi pada kategori tertentu binatang tersebut. Pada vertebrata lainnya, tekanan lingkungan yang menyebabkan keterbatasan makanan diyakini sebagai penyebab meningkatkan kematian pejantan, karena pejantan memiliki ukuran tubuh lebih besar, penyimpanan lemak yang kurang dan besarnya kebutuhan nutrisi dan energetik (Flook, 1970, Laurie, 1990). Karena kami tidak mencatat jenis kelamin Komodo di Gili Motang (dimana hal ini membutuhkan metode genetik atau pembedahan kelamin), individu terbesar pada populasi kadal dalam famili varanidae secara khas adalah berkelamin jantan (Green dan King, 1999), memberi kesan bahwa kematian selektif pada pejantan dewasa dapat juga terjadi pada populasi pulau ini.

Komponen populasi lainnya juga mengalami perubahan sehubungan dengan penurunan mangsa. Pada khususnya, menurunnya kondisi tubuh kadal kecil (Gambar 4) dalam beberapa tahun terakhir ini mengesankan bahwa populasi sekarang juga mengalami beberapa tekanan atau keterbatasan energetik. Angka pertumbuhan tubuh Komodo di Gili Motang hampir setengah dari Komodo ukuran sama yang diukur di kawasan pulau Rinca. Sekali lagi hasil ini menyatakan secara tidak langsung bahwa di Gili Motang, dimana mangsa besar sangat sedikit, berbagai macam mangsa lainnya juga mengalami penurunan jumlah dan selanjutnya membebankan pada keterbatasan energetik yang mengarahkan penurunan pertumbuhan komodo. Saat ini kami tidak dapat menjelaskan penyebab dari mekanisme mana mangsa mengalami penurunan di pulau ini. Bagaimanapun sepertinya kemungkinan bahwa baik faktor antropik (yaitu perburuan rusa – C. Ciofi, pengamatan pribadi) maupun fluktuasi curah hujan dapat menurunkan jumlah mangsa di Gili Motang. Pengukuran dinamika (yaitu jumlah) beberapa sumber mangsa kunci lainnya (misalnya tokek, tikus, burung dan telur kura-kura) bersama-sama dengan penelitian terbaru pada rusa sangat penting sekali untuk dipahami hubungannya dengan dinamika populasi Komodo dan mangsa mereka di pulau kecil ini.

Akhirnya, keterbatasan energetik pada populasi dapat mengarah kepada meningkatnya kematian, berkurangnya pengerahan dan emigrasi serta akhirnya penurunan jumlah (Laurie dan Brown, 1990; Shine dan Madsen, 1997; Preen dan Marsh, 1995). Ada beberapa bukti yang mana telah terjadi di Gili Motang dengan pengukuran *CPUE* terbaru (perwakilan dari jumlah populasi) menurun hingga 63.5% dibandingkan tahun 1994. Hal ini tidak seperti yang diperkirakan bahwa emigrasi mengambil banyak peran dalam penurunan ini, sebagaimana data *mark-recapture* (setelah 3 tahun) telah mencatat beberapa pergerakan

jarak jauh intra dan –hanya satu- antar pulau di manapun di TNK (Jessop, data tidak dipublikasikan). Sehingga penurunan dalam *CPUE* sepertinya timbul sebagai hasil dari adanya mortalitas. Keterbatasan energetik juga dapat mengurangi rekrutmen dengan menurunkan nilai tahunan fekunditas. Sebagai contoh, dalam periode rendahnya ketersediaan mangsa, Komodo betina kemungkinan memperpanjang interval perkembangbiakannya menjadi bukan tahunan, selama penundaan waktu untuk pengembangan simpanan energi yang terbatas untuk perkembangbiakan. (Jessop et al., 2004).

#### 4.1. Pertimbangan – pertimbangan Manajemen dan Konservasi

Apakah pengelola TNK perlu untuk melakukan intervensi dan memanipulasi kondisi untuk mempertinggi populasi Komodo di Gili Motang ? Satu kesulitan dalam menjawab pertanyaan ini adalah tanpa pengetahuan yang tepat tentang dinamika populasi di pulau ini sangat mustahil untuk mengukur. Secara sederhana, kami tidak mengetahui jika hasil terbaru kami (yaitu penurunan *CPUE* dan perkiraan tunggal jumlah populasi) menunjukkan dinamika penurunan sementara atau penurunan progresif dari kelimpahan populasi. Juga dijelaskan area kecil yang telah terisolasi selama sekitar 10.000 tahun dari populasi pulau lainnya, a kepadatan populasi di Gili Motang sepertinya selalu berkurang (berdasarkan teori geografis) dibandingkan pulau besar dimana kepadatan mangsa ungulata lebih besar secara nyata. Lebih lanjut proses-proses stochastic dan deterministik diduga dapat meningkatkan variasi Komodo dan jumlah mangsa selama kurun waktu ini sebagaimana terlihat pada jenis reptil tropik lainnya. Kekosongan data jangka panjang dan dinamika yang berbeda di pulau kecil ini terkait aspek biogeografi membuat hal ini menjadi sulit untuk dapat menentukan resiko terkini kepunahan populasi ini.

Namun, jumlah populasi terbaru di Gili Motang diperkirakan mencapai  $53 \pm 6,2$  individu *post-hatchling* hal ini sesuai dengan beberapa teori penting yang digunakan untuk kecenderungan kepunahan. Pada demografik dan lingkungan tertentu *stochasticity* serta hilangnya kemampuan variasi genetik sebagai faktor utama pendukung punahnya populasi kecil (Frankham, 1998). *Stochasticity* demografik biasanya menjadi komponen *stochastic* utama yang mengancam kelangsungan hidup populasi ketika ukuran populasi 100 individu atau kurang (Lande. 1993). Populasi kecil diperkirakan mempunyai konsekuensi jangka panjang pada kelangsungan hidup genetik populasi terkait efek gabungan dari pengurangan ukuran populasi dan meningkatnya isolasi yang mengarah pada berkurangnya variasi genetik (Frankham, 1998; Young & Clarke, 2000; Frankham et al., 2002). Mekanisme yang melekat

tersebut meningkatkan kepunahan Komodo (dan sekiranya mangsa besar seperti rusa) di Gili Motang.

Karena itu, terkait kecenderungan kepunahan populasi di pulau kecil ini, kami menganjurkan kepada pengelola TNK bahwa mereka menyiapkan beberapa inisiatif dimana yang paling utama adalah meningkatkan perlindungan dengan peningkatan keamanan sumber populasi ini dan bersama-sama mewujudkan pelaksanaan pengamatan jangka panjang. Berkenaan dengan peningkatan keamanan sumber daya dan pemantauan, sangatlah penting adanya patroli reguler di bagian pulau ini untuk memastikan meningkatnya pengamanan sumber daya di pulau ini. Saat ini, sehubungan dengan karena keterpencilan dan terbatasnya sumber, TNK tidak dapat melaksanakan pengamanan wilayah yang memadai untuk pulau Gili Motang. Hal ini terkait dengan peran TNK sebagai zona sumber daya alam multi guna yang mencakup lingkungan terestrial dan maritimnya. Area dengan nilai konservasi yang tinggi membutuhkan prioritas perlindungan tertinggi, ditandai sebagai daerah inti, dimana Gili Motang adalah salah satunya. Namun tanpa pengamanan yang tepat di Gili Motang, kawasan ini menjadi rendah nilai konservasinya. Pemantauan jangka panjang untuk menyediakan estimasi populasi Komodo dan mangsanya sangat diperlukan untuk dapat membuat keputusan khususnya terkait dengan inisiatif pemulihan kembali manajemen pengurangan ancamana. Secara kuantitas, perkiraan jumlah kepadatan dan terutama untuk memahami bagaimana hilangnya spesies mangsa mempengaruhi demografik populasi Komodo di pulau kecil dan terpencil adalah sangat penting.

Meskipun meningkatnya pengamanan sumber daya terestrial, jika pemantauan berikutnya menunjukkan adanya penurunan jumlah Komodo bersama dengan mangsanya, pilihan pemulihan yang dapat meningkatkan pertumbuhan populasi Komodo dan rusa dapat dipertimbangkan dengan hati-hati. Pilihan seperti itu dapat termasuk pemberian makanan tambahan dan pemindahan lokasi Komodo dan atau rusa. Pemberian makanan tambahan bertujuan untuk membantu populasi di pulau ini memastikan binatang yang belum dewasa dapat mencapai kedewasaannya dan dewasa yang sedang berkembang biak dapat memberikan rekrutmen bagi populasi.

Naumn, desain prosedur pemberian makanan secara teliti diperlukan untuk membatasi perubahan perburuan dan tingkah laku sosial. Bukti perubahan ini dapat diamati dan terdapat di pulau Komodo ketika Komodo diberi umpan kambing agar mudah dilihat oleh wisatawan. Pemindahan lokasi juga dapat dipertimbangkan tapi program seperti itu sangat sulit untuk dapat menjadi sukses (Wolf et al., 1996; Nelson et al., 2002; but see Madsen et al., 1990), khususnya kekosongan informasi ekologi dan informasi populasi Komodo yang memadai

saat ini. Sebagai contoh, pemindahan Komodo ke Gili Motang dapat mengganggu, jika populasi ini sudah mengalami adaptasi terhadap perubahan akibat isolasi, dan introduksi tersebut dapat mengintroduksi gen yang tidak adaptif dengan lingkungan pulau kecil ini (Storfer, 1999). Sebagai alternatif, jika terdapat sedikit perbedaan antara populasi maka translokasi dapat memberikan kelengkapan yang kuat untuk memulihkan populasi ini dalam menghadapi penurunan serius sebagai tambahan variasi genetik yang dapat memfasilitasi pemulihan populasi (Madsen et al., 1999). Berkenaan dengan bertambahnya mangsa, hal ini dari awal dapat diduga jika tekanan pemangsa berkurang terhadap rusa sehubungan dengan penurunan jumlah Komodo besar saat ini maka pertumbuhan populasi rusa Gili Motang akan meningkat. Sekali lagi pemulihan alami akan masih terbatas atau gagal jika populasi rusa saat ini (atau spesies mangsa lainnya) sangat rendah dan terbatas karena pengaruh stochastic mengganggu proses-proses demografik dan genetik yang mempertahankan pertumbuhan populasi. Dalam situasi ini hal tersebut diperlukan untuk meningkatkan populasi rusa di Gili Motang untuk menyediakan mangsa yang cukup untuk jangka waktu lama.

#### 4.2. Kesimpulan

TNK mewakili sebuah tempat perlindungan untuk kadal yang hanya mendiami tempat ini, yaitu Komodo (*Varanus komodoensis*). Walaupun pulau-pulau ini dilindungi, khususnya pulau kecil seperti Gili Motang, masih rentan akan gangguan alam dan antropik yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup populasi Komodo. Rendahnya jumlah populasi mangsa di Gili Motang, efek dari terbatasnya mangsa dapat menjadi sangat berbahaya terhadap populasi ini dibandingkan dengan populasi di pulau lainnya, setidaknya di dalam TNK. Faktor lain yang spesifik untuk Gili Motang, juga intensitas efek keterbatasan mangsa yang relatif terhadap populasi Komodo di pulau lainnya. Sebagai contoh, data populasi genetik (Ciofi, et al., 2002) menunjukkan bahwa Komodo di Gili Motang memperlihatkan tingkat keragaman genetik paling rendah diantara semua populasi Komodo yang ada. Sama halnya dengan penyimpangan genetik, menghasilkan peningkatan *inbreeding* dan konsekuensi menurunnya variasi genetik dapat membuat populasi habitat kecil seperti Gili Motang menjadi sangat rapuh terhadap penyebab alami ataupun antropik, kelangsungan hidup mangsa atau faktor-faktor ekologis lainnya (Lande, 1988; Frankham, 1998; Eldridge et al., 1999). Kami menyarankan pilihan pengelolaan yang dapat mempengaruhi khususnya tertuju pada populasi Gili Motang dan mempromosikan perlindungan jangka panjang Tapi kami menyarankan kehati-hatian dan kecermatan dalam pelaksanaan dari berbagai pilihan

manipulatif (campur tangan manusia). Sedapat mungkin pelaksanaan pilihan ini berdasarkan pada pengetahuan dari pemantauan dan pengumpulan data yang kuat dan berkelanjutan.



## **Ucapan Terima Kasih**

Kami berterima kasih kepada petugas dan staf teknis TNK untuk kerja lapangan yang mereka lakukan tanpa mengenal lelah. Perizinan atas penelitian yang dilaksanakan dibawah program kerjasama antara Zoological Society of San Diego, The Nature Conservancy (Program Indonesia) dan Departemen Kehutanan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan konservasi Alam (PHKA). Dukungan dana untuk penelitian ini disediakan untuk TSJ oleh Zoological Society of San Diego, Offield Family Fund dan kepada CC dari Zoological Society of London, Kebun Binatang Chester, dan beberapa Taman Kebun Binatang dari Asosiasi Kebun Binatang Amerika termasuk Denver, Miami Metro, Minnesota, Oglebay dan Kebun Binatang Woodland.

## Daftar Pustaka

- Amar, A , Redpatha, S, Thirgood S. 2003 Evidence for food limitation in the declining hen harrier population on the Orkney Islands, Scotland. *Biological Conservation* 111:377–384
- Andrews, R. M. 1991. Population stability of a tropical lizard. *Ecology* 72: 1204-1217.
- Auffenberg, W. 1981. The behavioral ecology of the Komodo monitor. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- Berger, J. 1990. Persistence of different-sized populations: an empirical assessment of rapid extinctions in bighorn sheep. *Conservation Biology* 4:91-98.
- Ciofi, C., M. A. Beaumont, I. R. Swingland, M. W. Bruford. 1999. Genetic divergence and units for conservation in the Komodo dragon *Varanus komodoensis*. *Proceedings of the Royal Society of London B* 266:2269-2274.
- Ciofi, C., M. W. Bruford. 1999. Genetic structure and gene flow among Komodo dragon populations inferred by microsatellite loci analysis. *Molecular Ecology* 8:S17-S30.
- Ciofi, C., M. E. De Boer. 2004. Distribution and Conservation of the Komodo monitor *Varanus komodoensis*. *Herpetological Journal*: 14: 99-107.
- Coulson, T., Milner-Gulland, E., Clutton-Brock, T. 2000. The relative roles of density and climatic variation on population dynamics and fecundity rates in three contrasting ungulate species. *Proc. R. Soc. Lond. B* (2000) 267: 1771-1779.
- Eldridge, M. D. B, King, J. M., Loupis, A. K .1999. Unprecedented low levels of genetic variation and inbreeding depression in an island population of the black-footed rock-wallaby. *Conservation Biology* 13: 531-541.
- Frankham, R. 1998. Inbreeding and extinction: Island populations. *Conservation Biology* 12:665-675.
- Frankham, D., Ballou, J. , Briscoe, D.. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press.
- Georgiadis, N., Hack, M., Turpin, K. 2003. The influence of rainfall on zebra population dynamics: Implications for management.] *Journal of Applied Ecology*. 40(1). 125-136.

- Grant, P. R. 1998. Evolution on islands. Oxford University Press.
- Gittleman, J.L., 1989. Carnivore Behaviour, Ecology, and Evolution. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Jessop, T. S., Sumner, J. Imansyah, M. J., Puwandana, D., Rudiharto, H. Phillips J. A. 2004. Distribution, use and selection of nest type by Komodo dragons. *Biological Conservation* 117: 463-470.
- Jessop, T. S., Madsen, T., Sumner, J., Rudiharto, H., Phillips, J. A., Ciofi C. 2005a-submitted. Maximum body size among insular Komodo dragon populations covaries with large prey density. *Oikos*.
- Jessop, T. S., Forsyth, D., Purwandana D., Imansyah J., Opat D., McDonald-Madden C. 2005b-submitted. Monitoring the ungulate prey of Komodo dragons (*Varanus komodoensis*) using faecal counts. *Wildlife Research*.
- Kaneshiro, K. Y. 1995. Evolution, speciation, and the genetic structure of Island populations. In: *Islands: Biological diversity and ecosystem function* (eds. Vitousek PM, Loope LL, Adersen H), pp. 23-33. Springer-Verlag, New York.
- King, D., Green, B., 1999. Goanna. *The Biology of Varanid Lizards*. NSW University Press, Sydney.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley educational Publishers Inc.
- Laurie, W. A., Brown, D. 1990. Population Biology of Marine Iguanas (*Amblyrhynchus cristatus*). 11. Changes in the annual survival rates and the effects of size, sex, age and fecundity in a population crash. *Journal of Animal Ecology* 59, 529-544.
- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241, 1455-1460.
- Madsen, T., Shine, R., Olsson, M., Wittzell, H. 1999. Restoration of an inbred adder population. *Nature* 402, 34-35.
- Madsen, T., Shine, R. 1999. Rainfall and rats: climatically driven dynamics of a tropical rodent population. *Australian Journal of Ecology* 68, 80-89.
- Madsen, T., Shine, R., 2000. Rain, fish and snakes: climatically driven population dynamics of Arafura filesnakes in tropical Australia. *Oecologia* 124, 208-215.
- Monk, K. A., de Fretes, Y., Reksodiharjo-Lilley, G. 1997. *The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Nelson, N. J., Keall, S. N., Brown, D., and Daugherty, C. H. 2002. Establishing a wild population of Tuatara. *Conservation Biology* 16, 887-894.

Noss, R.F., Quigley, H.B., Hornocker, M.G., Merrill, T., Paquet, P.C., 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10, 949–963.

Ogutu, J. O., Owen-Smith, N. 2003. ENSO, rainfall and temperature influences on extreme population declines among African savanna ungulates. *Ecology Letters* 6, 412-419.

Preen, A. and Marsh, H. (1995) Responses of Dugongs to large scale loss of sea grass from Hervey Bay, Queensland. *Australian Wildlife Research* 22, 507-519.

Purvis, A., Gittleman, J. L., Cowlishaw, G., Mace, G. M. 2000. Predicting extinction risk in declining species. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267, 1947-1952

Shine, R., Madsen, T. 1997. Prey abundance and predator reproduction: Rats and pythons on a tropical Australian floodplain. *Ecology* 78, 1078-1086.

Storfer, A. 1999. Gene flow and endangered species translocations: a topic revisited. *Biological Conservation* 87: 173-180.

Wolf, C., M., Griffith, B., Reed, C., Temple, S. A. 1996. Avian and mammalian translocations: update and reanalysis of 1987 survey data. *Conservation Biology* 10: 1142-1154.

## Daftar Gambar

Gambar 1. Peta Gili Motang (dalam kotak) terkait dengan pulau besar lainnya di kawasan TNK. Gambar inset menunjukkan lokasi perangkap yang dipakai dalam penelitian ini.

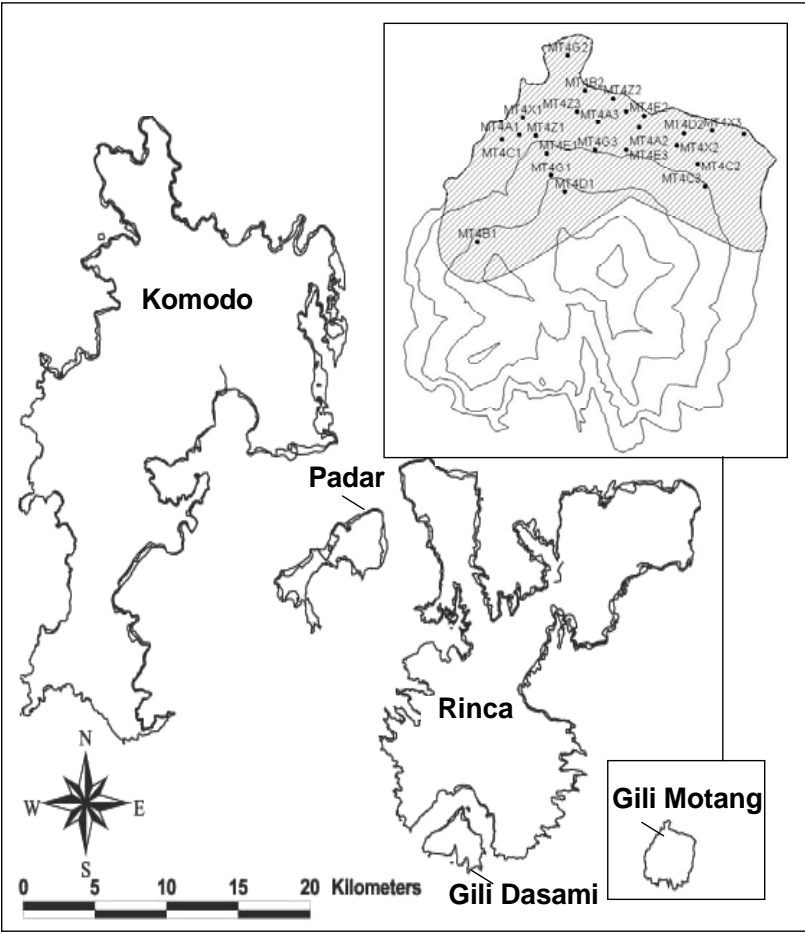
Gambar 2. Perbandingan frekuensi distribusi dalam berat pada populasi Komodo di Gili Motang pada pengambilan sampel tahun 1994, 2002, 2003 dan 2004.

Gambar 3. Perbandingan rata-rata panjang SVL dan berat tubuh (a) dan rata-rata kondisi tubuh (b) pada populasi Komodo Gili Motang yang dicuplik tahun 1994, 2002, 2003 dan 2004. Palang eror mewakili standar eror dari rata-rata dan nilai menunjukkan ukuran sampel.

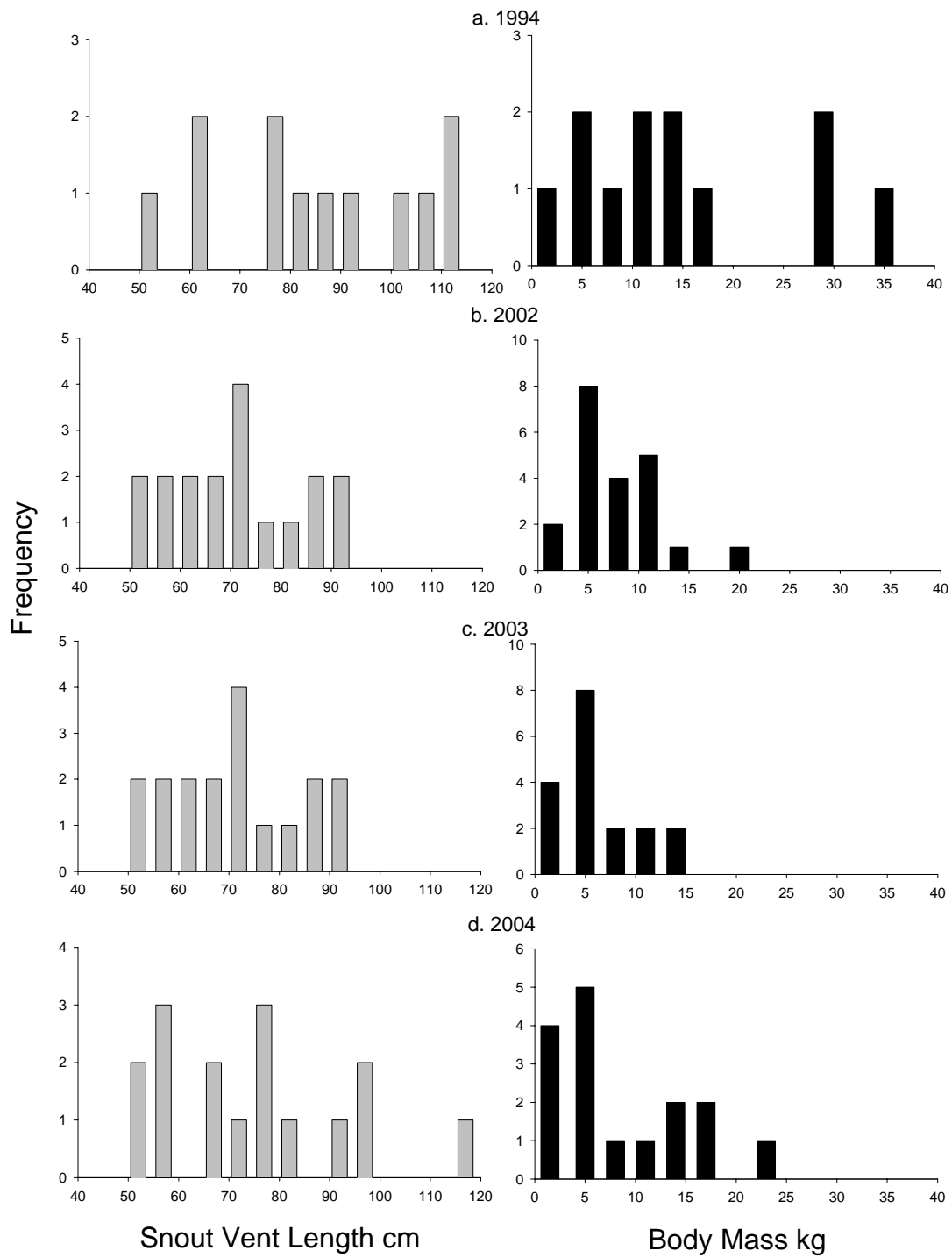
Gambar 4. Perbandingan rata-rata kondisi tubuh populasi Komodo Gili Motang yang dicuplik tahun 1994, 2002, 2003 dan 2004. Data ini mewakili tiga kategori, yaitu : (1) Komodo besar ( $> 85$  cm SVL), (2) Komodo kecil ( $<85$  cm SVL), dan (3) kombinasi kedua kategori tersebut untuk semua ukuran dalam populasi. Palang eror mewakili standar eror dari rata-rata dan nilai diatas tertuju pada ukuran sampel.

Gambar 5. Perbandingan antara angka pertumbuhan tubuh (berdasarkan panjang kepala) Komodo yang dicuplik di Gili Motang dan pulau besar Rinca. Perbandingan antara populasi pulau distandarisasi untuk memasukkan hanya individu yang saling cocok ukurannya. Palang eror mewakili standar eror dari rata-rata dan nilai diatas menunjukkan ukuran sampel.

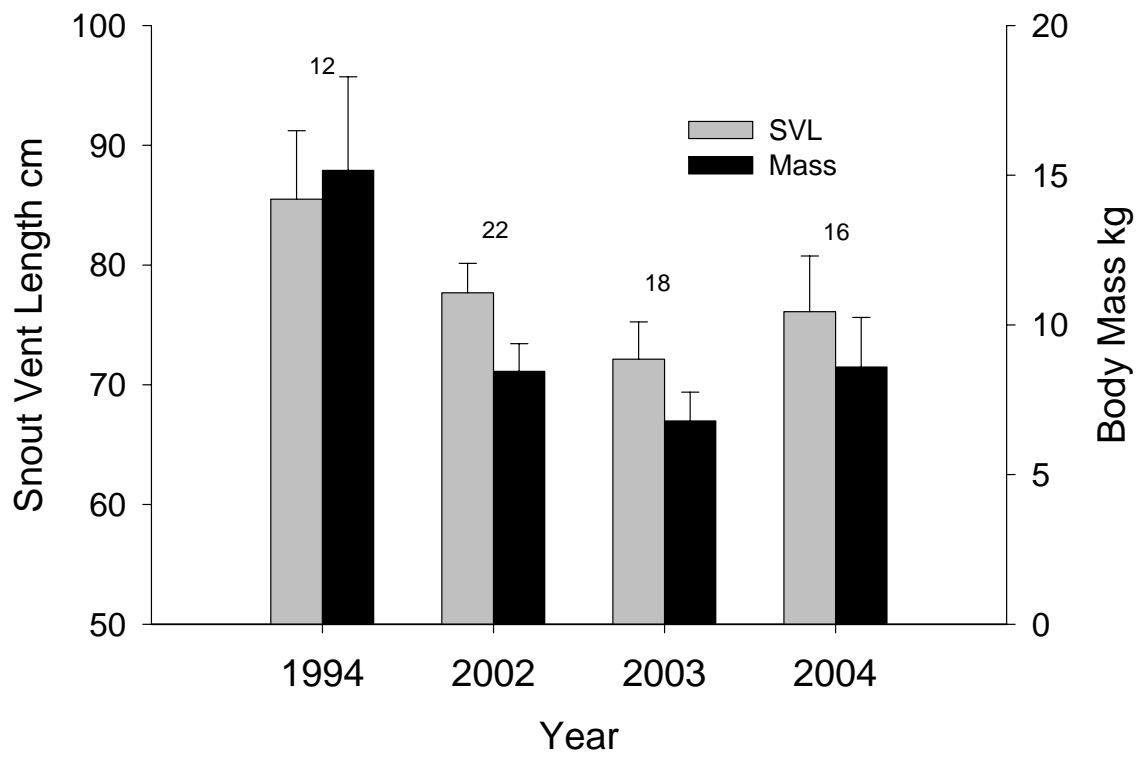
Gambar 6. Usaha per unit tangkapan tahunan untuk Komodo yang ditangkap di Gili Motang selama sesi trapping yang dilaksanakan pada tahun 1994, 2002, 2003 dan 2004.



Gambar 1.

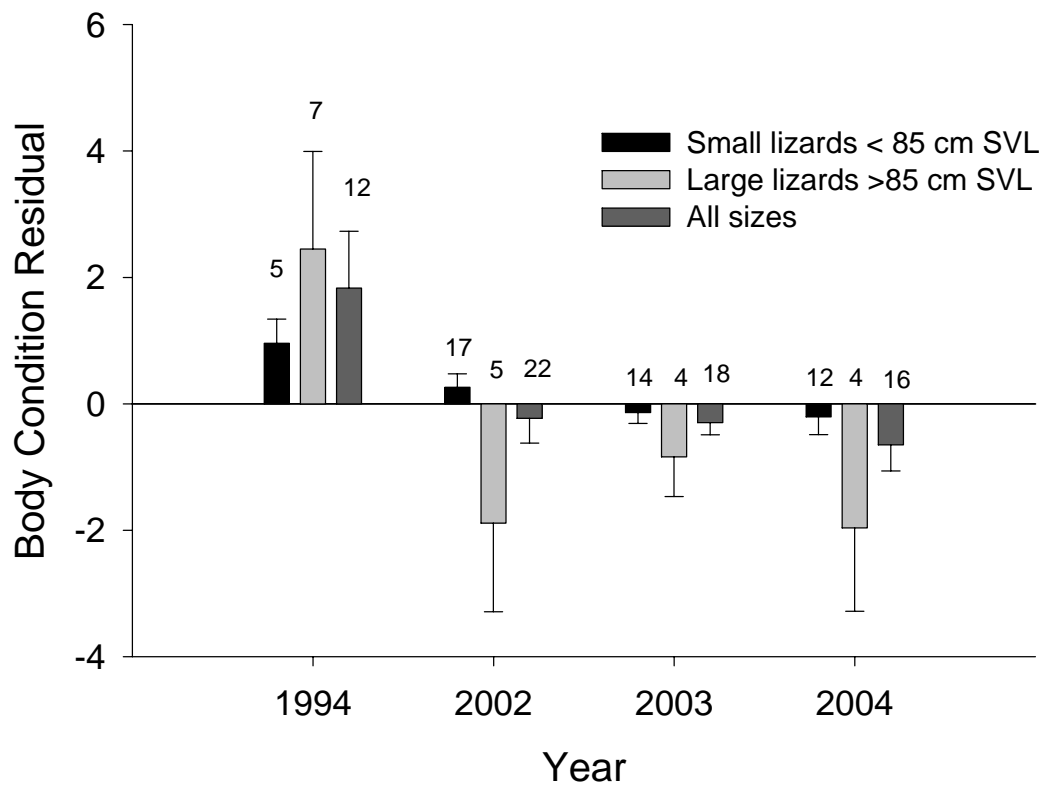


Gambar - 2

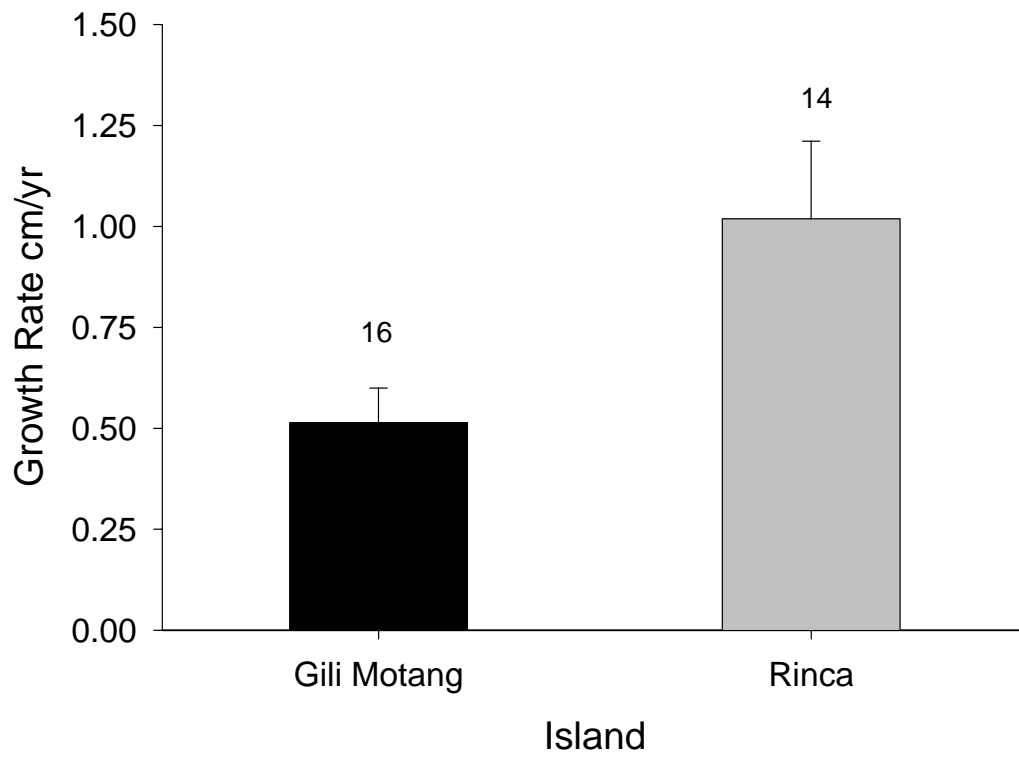


Gambar-3

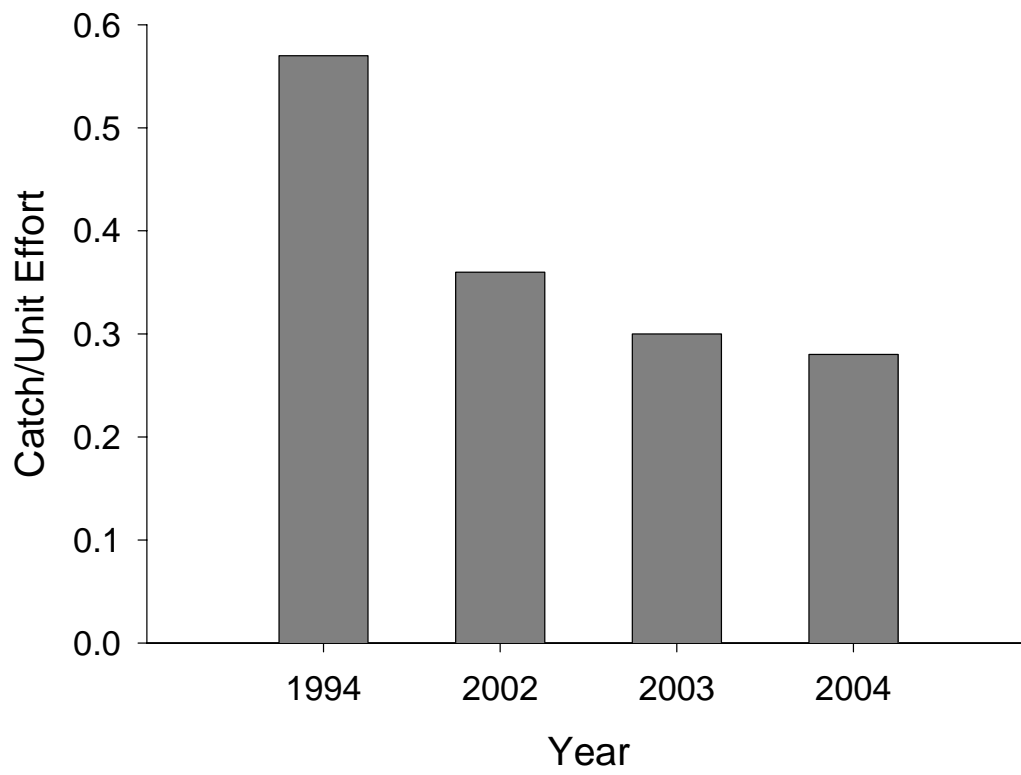




Gambar -4



Gambar 5



Gambar 6