

KONSERVASI AMFIBI DI INDONESIA: MASALAH GLOBAL DAN TANTANGAN¹⁾

(Conservation of Amphibian in Indonesia: Global Problems and Challenges)

MIRZA D KUSRINI

*Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekosiwata
Fakultas Kehutanan IPB, Kampus Darmaga PO Box 168 Bogor 16000
Telp: +62-251-621947; Email: mirza_kusrini@yahoo.com*

Diterima 20 Mei 2007/Disetujui 30 Juni 2007

ABSTRACT

This paper reviews potential causes of amphibian population declines in Indonesia in relation to global amphibian declines. At least six factors were identified: over-harvesting, loss of forest and wetland habitats, pollution, disease, introduction of exotic species and deformities. The conservation of Indonesian amphibian faces many challenges, among other the low perception and knowledge about amphibian among general public, also low number and low quality of local herpetologist.

Key word: global amphibian declines; amphibian; frog; Indonesia

PENDAHULUAN

Martha L Crump – peneliti katak, yang sedang melakukan penelitian di Costa Rica tahun 1989, menyadari bahwa subyek penelitiannya sulit ditemukan bahkan kemudian menghilang sama sekali. Hilangnya katak emas *Atelopus zeteki* di Costa Rica merupakan salah satu sinyal terjadinya masalah pada populasi katak di dunia. Berbagai laporan mengenai hilang atau turunnya populasi katak di berbagai dunia menyadarkan para peneliti bahwa keberadaan amfibi di dunia kini terancam (Barinaga 1990; Blaustein dan Wake 1990). Kecemasan ini beralasan karena dari dokumentasi diketahui kepunahan terjadi di daerah-daerah yang terpencil dan dilindungi (misalnya dalam taman nasional yang sedikit mendapat pengaruh manusia) serta tanpa sebab-sebab yang jelas.

Tahun 2004 IUCN melakukan evaluasi terhadap 5743 jenis amfibi di dunia yang dikenal dengan nama Global Amphibian Assessment (GAA) dengan melibatkan tidak kurang dari 500 peneliti dari 60 negara termasuk Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa sedikitnya 1,856 jenis (32%) terancam punah, sedikitnya 9 jenis punah sejak 1980, 113 species tidak ditemukan lagi akhir-akhir ini dan 43% dari semua jenis mengalami penurunan populasi (Stuart *et al.* 2005). Laporan ini tentunya mencemaskan para peneliti karena amfibi diketahui memberikan manfaat tak terhitung bagi manusia baik manfaat langsung sebagai sumber utama protein hewani ataupun manfaat tak langsung sebagai bagian dari rantai makanan. Paha katak beku, misalnya

merupakan salah satu komoditi penting yang diekspor dari negara miskin atau berkembang ke berbagai negara maju (Kusrini dan Alford 2006). Amfibi sangat penting dalam penelitian mengenai anatomi vertebrata, neurologi, fisiologi, embriologi, genetika, biologi evolusi, perilaku hewan dan ekologi komunitas (Stebbins dan Cohen, 1995; Pough *et al.* 1998). Telur dan larva amfibi telah digunakan secara ekstensif dalam studi toksikologi untuk melihat dampak kontaminan kimiawi yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Sparling *et al.* 2000). Sekresi kulit dari beberapa jenis kini juga dikembangkan sebagai antibiotika dan obat penghilang rasa sakit (Stebbins dan Cohen 1995). Amfibi juga penting untuk mengontrol hama serangga seperti nyamuk (Pough *et al.* 1998). Selain itu, karena kehidupannya yang kompleks dimana mereka sangat tergantung pada habitat tertentu untuk kawin, mencari makan dan istirahat, serta kondisi morfologinya yang khas (kulit dan membran telur memiliki permeabilitas tinggi) maka beberapa jenis merupakan bioindikator kesehatan lingkungan yang berharga (Duellman dan Trueb 1986; Welsh dan Ollivier 1998; Tyler 1999).

Selama lebih dari satu dekade, berbagai penelitian dilakukan untuk mencari penyebab berkurangnya populasi amfibi secara global. Para peneliti kini mengetahui bahwa kelestarian amfibi terancam oleh satu atau kombinasi dari berbagai penyebab yaitu penangkapan, pengurangan habitat, pencemaran, introduksi spesies eksotik, serta penyakit dan parasit (Ferraro dan Burgin 1993; Pechman dan Wilbur 1994; Green 1997; McTaggart 1998; Alford dan Richards

¹⁾ Disampaikan pada Seminar Nasional Herpet dan Mamalia Air di Bogor tanggal 23 November 2006.

1999; Bury 1999; Kiesecker *et al.* 2001; Alford *et al.* 2001, Carrey *et al.* 2001). Data mengenai kepunahan amfibi lebih banyak dilaporkan dari negara-negara maju di benua Amerika, Australia dan Eropa. Hal ini antara lain disebabkan oleh kurangnya penelitian mengenai amfibi di Asia dan Afrika dibandingkan di negara-negara ke-3 benua lainnya.

Indonesia merupakan salah satu negara yang minim dalam penelitian amfibi. Saat ini data mengenai keberadaan dan status amfibi di Indonesia sangat sedikit. Tidak saja terkait berkurangnya jumlah jenis, namun akibat semakin intensifnya survey amfibi di berbagai tempat di Indonesia terutama di Sulawesi dan Papua, maka jumlah jenis di Indonesia pun dilaporkan bertambah dengan ditemukannya berbagai spesies baru. Hal ini tidak berarti jenis amfibi di Indonesia tidak terancam. Paling tidak 39 species kini telah masuk ke dalam Red List IUCN Tahun 2006 dengan kategori terancam, dua diantaranya dari Jawa yaitu *Limnectes macodon* (*Vulnerable* atau rentan) dan *Leptophryne cruentata* (*Critically Endangered* atau kritis). *Limnectes macodon* atau katak batu adalah katak berukuran relatif besar yang umum dijumpai di sungai-sungai di Jawa dan terutama ditangkap untuk konsumsi. Sementara *Leptophryne cruentata* adalah kodok berukuran relatif kecil, endemik Jawa Barat dengan populasi diketahui berada antara lain di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (Iskandar 1998; Kusriani *et al.* 2005). Makalah ini mencoba mengulas berbagai faktor yang dapat mengancam kelestarian amfibi di Indonesia dan tantangan ke depan dalam konservasi amfibi Indonesia.

FAKTOR PENYEBAB PENURUNAN POPULASI AMFIBI

1. Penangkapan lebih

Katak terutama ditangkap untuk dikonsumsi. Sedikitnya ada 4 jenis katak yang diperjualbelikan untuk konsumsi di Indonesia antara lain *Fejervarya cancrivora*, *Fejervarya limnocharis*, *Limnectes macodon* dan *Rana catesbeiana*. Jenis-jenis yang ditangkap ini bervariasi tergantung pulau, walaupun ada kesamaan dari jenis yang dikonsumsi ini yaitu berukuran relatif besar dan memiliki kulit tanpa kelenjar racun.

Indonesia adalah negara pengespor terbesar paha katak beku di dunia. Setiap tahun rata-rata sekitar 4 juta kg paha katak beku Indonesia diekspor ke berbagai negara terutama ke negara-negara di Eropa dimana lebih dari 80% merupakan hasil penangkapan dari alam (Kusriani dan Alford 2006). Sebelum Indonesia, India dan Bangladesh adalah negara pengeksport katak beku terbesar. Namun dengan makin berkurangnya populasi katak konsumsi di negara tersebut, katak-katak tersebut kemudian statusnya menjadi dilindungi dan dimasukkan dalam Appendix II

CITES. Indonesia kemudian mengambil alih posisi sebagai pengeksport katak beku terbesar di dunia.

Data mengenai ekspor Indonesia hanya dalam ukuran volume, sehingga tidak diketahui dengan pasti jumlah katak yang ditangkap per tahun untuk kegiatan ini. Diperkirakan jumlah katak yang ditangkap untuk kepentingan ekspor mencapai tidak kurang dari 57 juta ekor pada periode tahun 1999-2002 (Kusriani dan Alford 2006). Jumlah ini belum termasuk yang ditangkap untuk kepentingan konsumsi dalam negeri, diduga jumlahnya juga cukup besar. Walaupun penelitian terkini menunjukkan bahwa penangkapan katak konsumsi di Jawa yang berasal dari habitat persawahan masih di bawah batas penangkapan berlebih, namun selalu ada kekhawatiran bahwa suatu saat Indonesia akan melakukan penangkapan berlebih terutama untuk katak yang hidup di luar habitat persawahan (Kusriani 2005). Turunnya populasi katak akibat penangkapan berlebih katak konsumsi di Amerika Serikat pada tahun 1800-an telah didokumentasikan dengan baik oleh peneliti di negara tersebut (Jennings dan Hayes 1985).

Selain digunakan sebagai bahan makanan, amfibi diperjualbelikan antar negara sebagai binatang peliharaan (*pet*) dan juga digunakan sebagai binatang percobaan di laboratorium atau sebagai bahan percobaan di kelas serta kulitnya dimanfaatkan untuk kerajinan. Jenis-jenis amfibi yang diperjualbelikan untuk hewan peliharaan umumnya merupakan jenis-jenis amfibi yang berwarna cerah dan cenderung "jinak". Saat ini jenis-jenis yang laris diperjualbelikan di pasar adalah salamander dan katak dendrobatid dari Amerika Selatan (Spellerberg 1971; Gorzula 1996). Walaupun memelihara amfibi mungkin tidak populer bagi kebanyakan masyarakat Indonesia, namun ada juga jenis-jenis amfibi Indonesia yang diekspor keluar negeri untuk kepentingan *pet*. Beberapa kali tim peneliti dari IPB menjumpai pengumpul katak di lapang yang mencari katak bukan untuk konsumsi melainkan untuk *pet*. Jenis yang ditangkap umumnya katak pohon yang berwarna indah dan relatif besar seperti *Rhacophorus reinwardtii*, *R. javanus*, *Nictygalus margaritifera* dan katak serasah yang berbentuk unik semisal *Megophrys montana*. Whitten *et al.* (1996) mencatat bahwa pasar utama katak peliharaan adalah Jepang, Amerika Utara dan Eropa. Sayangnya saat ini data tentang jenis dan volume amfibi yang diekspor dari Indonesia untuk kepentingan peliharaan sangat minim. Sejauh ini Soehartono dan Mardiasuti (1995) melaporkan bahwa jumlah jenis amfibi yang diekspor dari Indonesia tahun 1992-1995 meningkat empat kali yaitu dari 10 jenis tahun 1992 menjadi 40 jenis pada tahun 1995. Kebanyakan jenis yang diambil berasal dari sawah dan hutan di sekitar Jawa dan pulau-pulau besar lainnya seperti Kalimantan, Sulawesi dan Papua.

Secara tradisional katak digunakan dalam penelitian sebagai hewan percobaan atau bahan praktikum di kelas. Sebuah penelitian di India mengungkapkan banyaknya jumlah

katak yang digunakan sebagai bahan praktikum di kelas (Pandian dan Marian 1986) . Pengalaman masa sekolah di Indonesia biasanya menggunakan katak sawah *Fejervarya cancrivora* sebagai bahan praktikum anatomi. Merebaknya kasus penyakit katak chytridiomycosis di dunia disinyalir disebabkan oleh perjualbelian katak *Xenopus* (yang berasal dari Afrika) yang digunakan sebagai bahan percobaan laboratorium (Weldon *et al.* 2004).

Walaupun tidak dalam jumlah yang sangat besar, kulit amfibi dimanfaatkan sebagai bahan membuat kerajinan seperti tas. Di Indonesia jenis yang dimanfaatkan ini umumnya dari jenis kodok buduk *Bufo melanostictus* yang berkulit kasar sehingga saat disamak menghasilkan tekstur yang menarik. Katak ini sangat melimpah dan umum dijumpai di sekitar pemukiman di seluruh Indonesia. Oleh karena itu pemanfaatan *Bufo melanostictus* untuk diambil kulitnya kemungkinan besar tidak akan mempengaruhi populasinya.

2. Hilangnya Hutan dan Lahan Basah

Beberapa jenis amfibi terrestrial, misalnya *Leptobranchium hasseltii* dan *Megophrys montana* yang menyebar di Jawa adalah penghuni hutan. Hilangnya hutan dapat memusnahkan jenis-jenis yang sangat tergantung kepada keberadaan habitat ini. Hasil penelitian. Utama *et al.* (2003), menunjukkan keanekaragaman amfibi di hutan bekas tebangan dan hutan yang belum ditebang sangat berbeda nyata. Hutan bekas tebangan memiliki jumlah jenis lebih sedikit daripada hutan yang masih alami. Hal yang sama juga dikonfirmasi oleh penelitian Ul-Hasanah (2006) yang menunjukkan berubahnya komposisi jenis amfibi di hutan yang masih baik dengan hutan yang telah terbuka. Jenis-jenis yang hilang adalah katak-katak penghuni serasah dan pepohonan.

Kebanyakan amfibi berbiak di lahan basah. Di berbagai negara, telah terjadi kehilangan lahan basah yang sangat menonjol, karena digunakan untuk kepentingan lain - umumnya untuk pembangunan. Hilangnya lahan basah sama dengan hilangnya amfibi. Selain hilangnya lahan basah, perubahan kualitas lahan basah melalui eutrofikasi, pencemaran, pemasukan ikan, hilangnya hutan dan padang di sekitarnya juga dapat menghilangkan populasi amfibi. Sebagai tambahan, banyak spesies amfibi memerlukan lahan basah temporer yang hanya muncul pada saat musim hujan. Sebagai contoh, genangan atau kubangan yang timbul pada musim hujan di dalam hutan atau kebun-kebun memiliki peran penting bagi pembesaran berudu katak pohon atau jenis lain (Yazid 2006). Penimbunan, kontrol nyamuk dan kerapihan manusia telah menghilangkan hampir semua lingkungan seperti itu. Hilangnya lingkungan lahan basah temporer bisa berdampak lebih berat daripada akibat kehilangan kolam permanen.

3. Pencemaran

Lahan basah dan habitat memijah amfibi lainnya seringkali menjadi tempat pembuangan, penampungan dan pengakumulasi bahan pencemar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa amfibi rentan terhadap senyawa-senyawa seperti logam berat, produk petroleum, herbisida dan pestisida (Sparling *et al.* 2000). Penelitian laboratorium secara konsisten menunjukkan berudu lebih rentan terhadap pestisida daripada ikan, meskipun ikan merupakan organisme uji akuatik standar. Ribuan senyawa baru pertanian dan industri muncul di pasar dan lingkungan. Uji toksisitas terhadap tanaman dan hewan kurang cukup untuk menentukan dampak senyawa tersebut kepada lingkungan dimana kombinasi senyawa-senyawa yang tak diduga bisa menimbulkan efek tambahan atau sinergis. Selain itu kombinasi antara kemasaman perairan dan radiasi UV-B seringkali meningkatkan toksisitas kontaminan (Linder *et al.* 2003).

4. Penyakit

Berbagai jenis penyakit yang disebabkan oleh berbagai sebab (virus, bakteri, dan jamur) diduga berperan dalam penurunan populasi amfibi di dunia. Beberapa penelitian terakhir menunjukkan bahwa jamur *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) sebagai penyebab penyakit chytridiomycosis diduga menjadi penyebab kematian masal amfibi di Amerika Tengah dan Australia dan kini telah diteliti secara intensif (Berger *et al.* 1998, 1999). Saat ini, Bd telah ditemukan di hampir seluruh populasi amfibi di dunia kecuali di Asia, yang tampaknya lebih disebabkan oleh kurangnya penelitian bukan oleh absennya patogen ini.

Walaupun Bd belum dijumpai di Indonesia, potensi ancaman Bd tidak boleh dikesampingkan, karena kondisi iklim di beberapa daerah seperti Jawa Barat, terutama di lokasi-lokasi dataran tinggi sangat potensial bagi perkembangan Bd. Sebagai contoh suhu di Taman Nasional Gede Pangrango (TNGP) dan TN Gunung Halimun Salak (TNGHS) di siang hari berkisar antara 13.5–28 °C dengan kelembaban relatif 63–100% yang merupakan kondisi optimal bagi Bd. Ron (2005) mengembangkan model penyebaran global Bd berdasarkan variabel lingkungan dan memprediksi hutan-hutan pegunungan di Jawa dan Sumatera sangat mungkin menjadi penyebaran Bd. Selain itu Indonesia juga mengintroduksi katak lembu *Rana catesbeiana*, yang diketahui seringkali terinfeksi Bd di kolam-kolam penangkaran di Amerika Selatan (Mazzoni *et al.* 2003) sehingga berpotensi menyebarkan Bd.

Masalah parasit pada katak merupakan masalah yang paling sedikit dipelajari dibandingkan kelas vertebrata lainnya. Paling tidak 41 spesies dari 35 genera dan 21 famili trematoda digenea menggunakan larva amfibi sebagai inang perantara (misalnya menyelip ke dalam jaringannya untuk membentuk kista metacercaria) dan merupakan resiko alami

populasi amfibi yang kurang diteliti (Smyth and Smyth 1980). Walaupun keberadaan patogen ini mungkin tidak mengakibatkan kematian namun paling tidak dapat mengurangi kesehatan individu yang terjangkit dan pada gilirannya akan mengurangi kemampuan bertahan satu jenis (Kiesecker dan Blaustein 1999; Berven dan Boltz 2001).

5. Spesies Introdusir

Amfibi di berbagai habitat danau dan sungai seringkali hilang karena dimakan oleh ikan atau jenis katak lain. Contoh, katak lembu *Rana catesbeiana* dimana bentuk dewasa maupun berudunya adalah predator, yang sengaja diintrodusir manusia untuk keperluan konsumsi. Ketidaktahuan atau pengabaian merupakan salah satu penyebab utama introduksi jenis eksotis ini. Kebanyakan introduksi spesies-spesies eksotis dilakukan oleh Departemen Perikanan, orang-orang yang bergerak di bidang perikanan dan masyarakat umum yang membeli benih berdasarkan promosi, atau masyarakat yang bosan akan peliharaan mereka dan membuangnya ke alam. Di Indonesia, paling tidak diketahui satu jenis katak yang diintrodusir yaitu katak lembu *Rana catesbeiana* (Iskandar 1998) yang berasal dari Amerika Selatan dan terutama ditujukan untuk penangkaran. Sejauh ini tidak diketahui dampak introdusir dari jenis ini di Indonesia, terutama jika jenis ini lepas di alam, namun dilaporkan bahwa *Rana catesbeiana* menjadi salah satu kompetitor utama katak asli di Amerika Serikat dan kini dianggap sebagai hama (Moyle 1973; Hayes and Jennings 1986; Kiesecker and Blaustein 1997).

6. Kecacatan pada katak

Kecacatan dapat terjadi pada semua makhluk hidup. Isu kecacatan pada amfibi baru muncul pada beberapa tahun. Walaupun kecacatan pada katak sudah dilaporkan dalam berbagai literatur sekitar 100 tahun yang lalu, namun jumlah lokasi dan proporsi abnormalitas saat itu tidak diketahui dengan jelas. Diperkirakan amfibi mempunyai laju kecacatan normal pada angka sekitar 5% (Oullett 2000). Frekuensi kecacatan tertinggi biasanya terdapat pada katak-katak yang baru saja mengalami metamorfosis dari berudu. Penyebab dari kecacatan ini sangat beragam antara lain berhubungan dengan bahan pencemar, parasit (trematoda), radiasi UV-B, genetik dan trauma, maupun sinergi diantara faktor-faktor tersebut (Blaustein *et al.* 1997; Johnson *et al.* 1999; Julian 2000; Oullett 2000; Leong 2001; Gray *et al.* 2002; Kiesecker 2002). Penelitian mengenai kecacatan sangat kurang dilakukan di Indonesia. Tahun 2001 Leong melaporkan temuan kecacatan pada tungkai anakan *Rana chalconota* dari Sukabumi yang diduga oleh keberadaan parasit. Kecacatan juga dilaporkan pada beberapa individu katak dewasa di berbagai lokasi di Jawa Barat lainnya (Radiansyah *et al.* 2003; Kusrini *et al.*

2004), walaupun umumnya frekuensi kecacatan rendah dan lebih banyak disebabkan oleh trauma. Walaupun kecacatan mungkin tidak mengakibatkan punahnya populasi suatu jenis, namun frekuensi kecacatan yang tinggi dikhawatirkan akan mengurangi kesehatan dan selanjutnya daya tahan hidup jenis tersebut. Selain itu, bila kecacatan disebabkan oleh kontaminan kimiawi, hal ini menggambarkan adanya resiko bagi kesehatan manusia.

TANTANGAN KONSERVASI AMFIBI DI INDOESIA

Amfibi adalah salah satu biota yang kurang mendapat perhatian dalam penelitian di Indonesia. Hal ini antara lain karena kurang dikenalnya hewan ini di masyarakat umum maupun di kalangan peneliti, seperti yang ditengarai oleh Iskandar dan Erdelen (2006). Adanya persepsi negatif bahwa katak beracun atau menjijikan (Kusrini *et al.* 2003) membuat amfibi dijauhi oleh masyarakat. Salah satu catatan mengenai diabaikannya amfibi secara politis adalah tidak adanya amfibi di Indonesia yang masuk ke dalam daftar satwa liar yang dilindungi oleh undang-undang. Oleh karena itu, tidaklah mengherankan jika lokasi-lokasi penting bagi spesies atau komunitas amfibi langka yang menjadi rusak atau berubah karena tidak ada yang tahu mengenai hewan yang hidup di dalamnya.

Salah satu cara untuk mengubah persepsi masyarakat adalah dengan pendidikan konservasi amfibi melalui berbagai cara antara lain penyuluhan bagi anak-anak sekolah dan masyarakat umum baik secara langsung (di kelas) maupun melalui media lainnya (misalkan penyebaran poster dan leaflet), pelatihan bagi guru sekolah, maupun pelatihan khusus bagi peneliti muda mengenai metode penelitian amfibi. Diharapkan dengan adanya pendidikan ini dapat a) meningkatkan pengetahuan masyarakat akan kekayaan hayati Indonesia, b) meningkatkan simpati dan dukungan publik bagi konservasi amfibi, dan c) meningkatkan efektivitas dari aksi konservasi dan kampanye konservasi amfibi.

Pendidikan herpetologi diharapkan juga dapat menginspirasi beberapa orang agar dapat menjadi peneliti amfibi di masa depan. Laporan-laporan mengenai penelitian amfibi di Indonesia lebih banyak ditulis oleh peneliti asing daripada peneliti lokal yang juga mengindikasikan kurangnya jumlah peneliti lokal (Iskandar dan Erdelen 2006). Saat ini jumlah peneliti amfibi di Indonesia sangatlah sedikit (yang dikenal kurang dari 10 orang, dimana sebagian besar bekerja di MZB-LIPI). Namun, perlahan-lahan banyak mahasiswa dan peneliti yang mulai tertarik melakukan penelitian amfibi. Untuk itu perlu diupayakan adanya suatu standar metode inventarisasi dan penelitian amfibi sehingga penelitian dapat diperbandingkan.

Salah satu kelemahan penelitian amfibi di Indonesia adalah hampir tidak ada kerja sama antar instansi terutama

dalam hal membagi informasi tentang hal yang pernah, sedang atau akan dilakukan. Laporan-laporan sering dibuat hanya untuk disimpan dalam laci dan tidak tersebar luas. Hal ini mengakibatkan adanya kemungkinan duplikasi penelitian, pengeluaran tidak efisien, dan kurangnya konsensus pada teknik dan pendekatan masalah. Selain itu penelitian yang ada umumnya berupa survey jangka pendek sehingga tidak bisa diketahui dinamika populasi suatu jenis yang mungkin terancam turun populasinya. Oleh karena itu perlu ditingkatkan kerja sama jaringan (*networking*) di antara para peneliti lokal untuk kemajuan penelitian pada masa datang.

Mengingat rendahnya informasi mengenai jenis dan status amfibi di Indonesia, diharapkan penelitian amfibi di Indonesia bisa lebih dikembangkan. Dalam rangka menjawab kemungkinan penurunan populasi amfibi di Indonesia maka perlu dilakukan tindakan antara lain: 1) mengidentifikasi jenis dan populasi yang mengalami ancaman penurunan populasi, 2) mengidentifikasi faktor penyebab dari penurunan populasi tersebut, 3) program monitoring populasi, 4) merevisi daftar jenis yang perlu masuk dalam undang-undang perlindungan, 5) analisis masalah dan rencana manajemen, dan 6) meningkatkan program pendidikan konservasi amfibi bagi masyarakat.

KESIMPULAN

1. Paling tidak enam faktor yang dapat menjadi penyebab turunnya populasi amfibi di Indonesia yaitu penangkapan lebih, hilangnya hutan dan lahan basah, pencemaran, penyakit, spesies introduksi dan kecacatan.
2. Konservasi amfibi di Indonesia masih menghadapi banyak tantangan antara lain disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat tentang amfibi dan rendahnya kuantitas serta kualitas peneliti Indonesia di bidang amfibi.
3. Untuk menjawab kemungkinan penurunan populasi amfibi di Indonesia, diperlukan berbagai tindakan (aksi), antara lain: mengidentifikasi jenis dan populasi yang mengalami penurunan populasi serta faktor penyebab ancamannya; revisi daftar jenis yang perlu masuk dalam undang-undang perlindungan, dan peningkatan program pendidikan konservasi amfibi bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alford, R. A. and S. J. Richards. 1999. Global amphibian declines: A problem in applied ecology. *Ann.Rev. Ecol. Syst.* 30: 133-165.
- Alford, R. A., P. M. Dixon and J. H. K. Pechmann. 2001. Global amphibian population declines. *Nature* 412: 499-500.
- Barinaga, M. 1990. Where have all the froggies gone? *Science* 247: 1033-1034.
- Berger, L., R. Speare, P. Daszak, D. E. Green, A. A. Cunningham, C. L. Goggin, R. Stratcombe, M. A. Ragan, A. D. Hyatt, K. R. McDonald, H. B. Hines, K. R. Lips, G. Farantelli and H. Parkes. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forest of Australia and central America. *Proc.Natl.Acad.Sci. USA* 95: 9031-9036.
- Berger, L., R. Speare and A. Hyatt. 1999. Chytrid fungi and amphibian declines: Overview, implications and future directions. In: A. Campbell (eds) *Declines and disappearances of Australian frogs*. Canberra, Environment Australia: 23-33 pp.
- Berven, K. A. and R. S. Boltz. 2001. Interactive effects of leech (*Desmarestia picta*) infection on wood frog (*Rana sylvatica*) tadpole fitness traits. *Copeia* 2001(4): 907-915.
- Blaustein, A. R. and D. B. Wake. 1990. Declining amphibian population: A global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution* 5(7): 203-204.
- Blaustein, A. R., J. M. Kiesecker, D. P. Chivers and R. G. Anthony. 1997. Ambient UV-B radiation causes deformities in amphibian embryos. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 94: 13735–13737.
- Bury, R. B. 1999. A historical perspective and critique of the declining amphibian crisis. *Wildlife Society Bulletin* 27(4): 1064-1068.
- Carey, C., W. R. Heyer, J. Wilkinson, R. A. Alford, J. W. Arntzen, T. Halliday, L. Hungeford, K. R. Lips, E. M. Middleton, S. A. Orchard and A. S. Rand. 2001. Amphibian declines and environmental change: Use of remote-sensing data to identify environmental correlates. *Conservation Biology* 15(4): 903-913.
- Duellman, W. E. and L. Trueb. 1994. *Biology of amphibian*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore 670. pp.
- Ferraro, T. J. and S. Burgin. 1993. Review of environmental factors influencing the decline of Australian frogs. Dalam: D. Lunney and D. Ayers (eds) *Herpetology in Australia: A diverse discipline*, Mosman: Royal Zoological Society of New South Wales: 205-218. pp.
- Gozula, S. 1996. The trade in dendrobatid frogs from 1986 to 1993. *Herpetological Review* 27(3): 116-123.
- Gray, H. M., M. Ouelett and D. M. Green. 2002. Traumatic injuries in two neotropical frogs, *Dendrobates auratus*

- and *Physalaemus pustulosus*. *Journal of Herpetology* 36(1): 117-121.
- Green, D. M. 1997. Perspectives on amphibian population declines: Defining the problem and searching for answer. In: D. M. Green (eds) *Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*, Herpetological Conservation. 1: 291-308 pp.
- Hayes, M. P. and M. R. Jennings. 1986. Decline of ranid frog species in western north America: Are bullfrogs (*Rana catesbeiana*) responsible? *Journal of Herpetology* 20: 490 - 509.
- Iskandar, D. T. 1998. *Amfibi Jawa dan Bali*. 1. Puslitbang Biologi-LIPI. Bogor. 132 hal.
- Iskandar, D. T and W.R. Erdelen. 2006. Conservation of amphibians and reptiles in Indonesia: issues and problems. *Amphib. Reptile Conserv.* 4(1):60-93
- IUCN. 2006. *IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.redlist.org/> (accessed on 18 November 2006).
- Jennings, M. R. and M. P. Hayes. 1985. Pre-1900 overharvest of california red-legged frogs (*Rana aurora draytonii*): The inducement for bullfrog (*Rana catesbeiana*) introduction. *Herpetologica* 41: 94-103.
- Julian, S. E. 2000. Effects of chronic pesticide exposure on larval amphibians. Master of Science thesis. Applied Ecology and Conservation Biology, Frostburg. 98 pp.
- Johnson, P. T. J., K. B. Lunde, E. G. Ritchie and A. E. Launer. 1999. The effect of trematode infection on amphibian limb development and survivorship (trematode parasite caused increase in abnormality frequency). *Science* 284(5415): 802-807
- Kiesecker, J. M. and A. R. Blaustein. 1997. Population differences in responses of red-legged frogs (*Rana aurora*) to introduced bullfrogs. *Ecology* 78(6): 1752-1760.
- Kiesecker, J. M. and A. R. Blaustein. 1999. Pathogen reverses competition between larval amphibians. *Ecology* 80(7): 2442.
- Kiesecker, J. M., A. R. Blaustein and L. K. Belden. 2001. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 410: 681-684.
- Kiesecker, J. M. 2002. Synergism between trematode infection and pesticide exposure: A link to amphibian limb deformities in nature? *PNAS* 99(15): 9900-9904.
- Kusrini, M. D., A. Mardiasuti and A. Fitri. 2003. Promoting frog conservation through environmental education and research experience: Pilot project in west java, indonesia. Dalam: M. D. Kusrini, A. Mardiasuti and T. Harvey (eds) *Prosiding seminar hasil penelitian konservasi amfibi dan reptil di indonesia*. Bogor, 8 Mei 2003. Bogor, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Institut Pertanian: hal 45-51.
- Kusrini, M. D., R. A. Alford, A. Fitri, D. M. Nasir and S. Rahardiansah. 2004. Morphological abnormalities in frogs of west java, indonesia. *Froglog* 64.
- Kusrini, M. D., A. Fitri, H. Utama, D. M. Nasir, D. Ardiansyah, V. Lestari and R. Rachmadi. 2005. Project 202404: Ecology and conservation of frogs of mount gede pangrango national park. Bogor, Institut Pertanian Bogor: 23 hal.
- Kusrini, M. D. 2005. Edible frog harvesting in indonesia: Evaluating its impact and ecological context. PhD thesis. School of Tropical Biology, James Cook University, Townsville. 239 hal.
- Kusrini, M. D. and R. A. Alford. 2006. Indonesia's exports of frogs' legs. *Traffic Bull.* 21(1): 13-24.
- Leong, T. M. 2001. Parasitic copepods responsible for limb abnormalities. *FROGLOG* 46(3).
- Linder, G., S. K. Krest and D. W. Sparling. 2003. *Amphibian decline: An integrated analysis of multiple stressor effects*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Pensacola, FL, USA. 368 hal.
- Mazzoni, R., A. A. Cunningham, P. Daszak, A. Apolo, E. Perdomo and G. Speranza. 2003. Emerging pathogen of wild amphibians in frogs (*Rana catesbeiana*) farmed for international trade. *Emerging Infectious Diseases* 9(8): 995-998.
- McTaggart, I. 1998. Fatal fungus linked to frog declines. *Ecos*(98): 8.
- Moyle, P. B. 1973. Effects of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on the native frogs of the San Joaquin valley, California. *Copeia* 1973: 18-22.
- Ouellet, M. 2000. Amphibian deformities: Current status of knowledge. Dalam: D. W. Sparling, G. Linder and C. A. Bishop (eds) *Ecotoxicology of amphibian and reptiles*. Pensacola, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC): hal. 617-696.
- Pandian, T. J. and M. P. Marian. 1986. Production and utilization of frogs: An ecological view. *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)* 95(3): 289 - 301.
- Pechman, J. H. K. and H. M. Wilbur. 1994. Putting declining amphibians populations in perspective:

- Natural fluctuations and human impacts. *Herpetologica* 50: 65-84.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky and K. D. Wells. 2004. *Herpetology*. Third Edition. Pearson Prentice Hall. London. 726 hal.
- Radiansyah, S., A. Priyono dan M.D.Kusrini. 2003. Keanekaragaman Spesies Amfibi Di Sungai Cilember Dalam Kawasan Wana Wisata Curug Cilember, Bogor – Jawa Barat. Dalam: M. D. Kusrini, A. Mardiasuti and T. Harvey (eds) *Prosiding seminar hasil penelitian konservasi amfibi dan reptil di indonesia. Bogor, 8 Mei 2003*. Bogor, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Institut Pertanian: hal. 85 - 104
- Ron, S. R. 2005. Predicting the distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the new world. *Biotropica* 37(2): 209-221.
- Soehartono, T. and A. Mardiasuti. 1995. *An overview of wildlife trade in Indonesia*. 2nd Meeting of the Conference of the Parties to the United Nation Convention on Biological Diversity, Jakarta.
- Sparling, D. W., G. Linder and C. A. Bishop. 2000. *Ecotoxicology of amphibians and reptiles*. SETAC Technical Publications. Columbia. 877 hal.
- Spellerberg, I. F. 1971. The amphibian and reptile trade with particular reference to collecting in europe. *Biological Conservation* 10: 221-232.
- Smyth, J. D. and M. M. Smyth. 1980. *Frogs as host-parasite systems I*. First edition. The Macmillan Press Ltd. London.
- Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox, B. E. Young, A. S. L. Rodrigues, D. L. Fischman and R. W. Waller. 2005. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.
- Stebbins, R. C. and N. W. Cohen. 1995. *A natural history of amphibian*. Princeton University Press. New Jersey. 316 hal.
- Tyler, M. J. 1999. *Australian frogs: A natural history*. Reed New Holland. Sydney. 192 hal.
- Utama, H. A. Priyono Dan M.D. Kusrini. 2003. Studi Keanekaragaman Amfibi (Ordo Anura) Di Areal Pt Intracawood Manufacturing, Kalimantan Timur. Dalam: M. D. Kusrini, A. Mardiasuti And T. Harvey (Eds) *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Konservasi Amfibi Dan Reptil Di Indonesia. Bogor, 8 Mei 2003*. Bogor, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Institut Pertanian: hal. 105-129.
- Ul-hasanah, A. U. 2006. Amphibian diversity in Bukit Barisan Selatan National Park, Lampung - Bengkulu. Skripsi S1 tidak dipublikasikan. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. 56 hal.
- Weldon, C., L. H. d. Preez, A. D. Hyatt, R. Muller and R. Speare. 2004. Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging Infectious Diseases* 10(12).
- Welsh, H. H., Jr. and L. M. Ollivier. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: A case study from california's redwoods. *Ecological Applications* 8(4): 1118-1132.
- Whitten, A. J., R. E. Soeriaatmadja and S. A. Afiff. 1996. *The ecology of Java and Bali*. Periplus Editions (HK) Ltd. Singapore. 1028 hal.
- Yazid, M. 2006. Perilaku berbiak Katak pohon hijau (*Rhacophorus reinwardtii* Kuhl & Van Hasselt, 1822) di kampus IPB Darmaga. Skripsi S1 tidak dipublikasikan. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. 50 hal.