

Genetika Populasi dan Strategi Konservasi Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest 1822)

Population Genetics of Javan Rhino (Rhinoceros sondaicus Desmarest 1822) and It's Conservation Strategy

U Mamat Rahmat

Kantor Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah II,
Taman Nasional Ujung Kulon Pandeglang, Banten

Abstract

Javan rhino (Rhinoceros sondaicus Desmarest 1822) of which spread is limited in Indonesia and Vietnam is the rarest species among 5 species of rhino in the world. Without appropriate and long-term well organized management action, the population of javan rhino will be in extinction. This research studies about the usage potential of javan rhino population genetics data in designing javan rhino conservation program. The application of genetics study in conservation problem is based on the population genetics theory. The population genetics is one of population biology branch which studies about the factors determining genetic composition of population and how they play role in evolution process. The genetic characteristic identification can help to give the characteristic genetic information which has function as genetic marker or gen in javan rhino management. It can also help to do translocation the javan rhino especially for breeding management effort to avoid inbreeding and to improve the heterozygosis. The analyzing result shows that the management of conservation strategy which can make javan rhino population reaches the population viable minimum number is needed urgently. Furthermore, it also shows that translocation and reintroduction to build the second population of javan rhino is also important to do.

Keywords: javan rhino, population genetics, translocation, second population

**Penulis untuk korespondensi, e-mail: umat_rahmat@yahoo.com*

Pendahuluan

Badak jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest 1822) merupakan spesies yang paling langka di antara 5 spesies badak yang ada di dunia sehingga dikategorikan sebagai *critically endangered* atau terancam punah dalam *Red List Data Book* yang dikeluarkan oleh IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) tahun 1978 dan mendapat prioritas utama untuk diselamatkan dari ancaman kepunahan. Selain itu, badak jawa juga terdaftar dalam Apendiks I CITES (*Convention on International Trade in Endangered Spesies of Wild Fauna and Flora*) tahun 1975. Jenis yang termasuk dalam Apendiks I adalah jenis yang jumlahnya di alam sudah sangat sedikit dan dikhawatirkan akan punah.

Pada saat ini penyebaran badak jawa di dunia terbatas di dua negara saja, yakni di Indonesia dan Vietnam. Di Indonesia, badak jawa hanya terdapat di Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK) dengan populasi yang relatif kecil, yakni sekitar 59–69 ekor (TNUK 2007). Di Vietnam, populasi badak jawa hanya terdapat di Taman Nasional Cat Tien yang diperkirakan tinggal 5–8 ekor (Polet and Mui 1999). Populasi kecil yang hanya terdapat di satu areal memiliki resiko kepunahan yang tinggi, sehingga

upaya untuk menjamin kelestarian populasi badak jawa dalam jangka panjang merupakan salah satu prioritas program konservasi badak jawa di Indonesia.

Secara alami badak jawa tidak akan mampu mempertahankan eksistensinya dalam jangka panjang. Eksistensi badak jawa juga dinilai sangat rawan terhadap terjadinya bencana alam, degradasi habitat, *inbreeding*, penyakit, dan perburuan. Tanpa tindakan pengelolaan yang tepat dan direncanakan secara matang untuk jangka panjang, populasi badak jawa akan mengalami kepunahan. Selain itu, dinamika ekosistem alam di habitat badak jawa diduga akan memberikan pengaruh negatif terhadap eksistensi populasinya.

Kelangsungan hidup badak jawa di TNUK masih terancam oleh berbagai faktor. Sebagai satwa yang memiliki sebaran terbatas, badak jawa lebih rentan (dibanding satwa lain yang tersebar luas) terhadap bahaya-bahaya bencana alam, misalnya ledakan Gunung Krakatau, gempa bumi dan tsunami. Sementara itu, badak jawa juga menghadapi ancaman yang semakin meningkat dari manusia. Perluasan pemukiman, perladangan liar, perambahan hutan dan kehadiran manusia berpotensi menimbulkan resiko penyakit baru dan menurunnya kualitas habitat. Badak jawa juga menghadapi ancaman yang paling besar yaitu diburu oleh manusia untuk diambil cularnya. Ancaman terbesar ini

disebabkan oleh berkembangnya anggapan bahwa cula badak mempunyai khasiat dalam pengobatan tradisional Cina. Selain itu, sebagai satwa yang memiliki sebaran terbatas, potensi terjadinya *inbreeding* menjadi semakin besar, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas genetik badak.

Dengan demikian, penyelamatan kehidupan badak jawa di TNUK merupakan upaya yang memiliki nilai strategis. Upaya ini perlu didukung oleh langkah strategis dan rencana tindakan konservasi dalam jangka panjang secara insitu yang secara operasional mampu mempertahankan dan mengembangkan populasi tersebut pada suatu tingkat yang aman dari ancaman kepunahan. Untuk pemecahan masalah secara tuntas diperlukan kebijakan jangka panjang yang memperhatikan pula aspek lainnya. Mengingat badak jawa merupakan satu dari 5 spesies badak di dunia yang paling langka, maka keanekaragaman genetik badak menurut populasi yang ada perlu untuk diketahui dan dilestarikan melalui kegiatan pengelolaan dalam jangka panjang.

Bio-ekologi Badak Jawa

Klasifikasi dan morfologi Badak jawa termasuk dalam golongan binatang berkuku ganjil atau *Perissodactyla*. Menurut Lekagul & McNelly (1977), badak jawa secara taksonomi dapat diklasifikasikan dalam kingdom animalia, phylum chordata, sub phylum vertebrata, super kelas gnatostomata, kelas mammalia, super ordo mesaxonia, ordo perissodactyla, super famili rhinocerotidea, famili rhinocerotidae, genus *Rhinoceros* Linnaeus 1758 dan spesies *Rhinoceros sondaicus* Desmarest 1822.

Menurut Hoogerwerf (1970), panjang kepala badak jawa mencapai 70 cm dengan rata-rata lebar kaki 27–28 cm, sedangkan menurut Ramono (1973) ukuran tapak kaki diukur dari kuku-kuku yang paling luar berkisar antara 23/25–29/30 cm. Deskripsi ukuran tubuh badak jawa disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengamatan visual di lapangan, badak jawa memiliki bibir atas yang lebih panjang dari bibir bawah dan berbentuk lancip menyerupai belalai pendek yang berfungsi untuk merenggut makanan. Selain itu, individu badak jawa jantan mempunyai cula tunggal

Tabel 1 Deskripsi ukuran tubuh badak jawa

Komponen yang diukur	Ukuran	Satuan	Sumber
Tinggi badan	168–175	cm	Hoogerwerf (1970)
	128–160	cm	Ramono (1973)
Panjang badan dari ujung moncong hingga ujung ekor	±392	cm	Hoogerwerf (1970)
Berat tubuh	251–315	cm	Ramono (1973)
	1600–2070	kg	Ramono (1973)
	±2280	kg	Hoogerwerf (1970)
Panjang kepala	±70	cm	Hoogerwerf (1970)
Rata-rata lebar kaki	27–28	cm	Hoogerwerf (1970)
Tapak kaki (dari kuku-kuku paling luar)	23/25–29/30	cm	Ramono (1973)



Gambar 1 Badak jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest 1822).

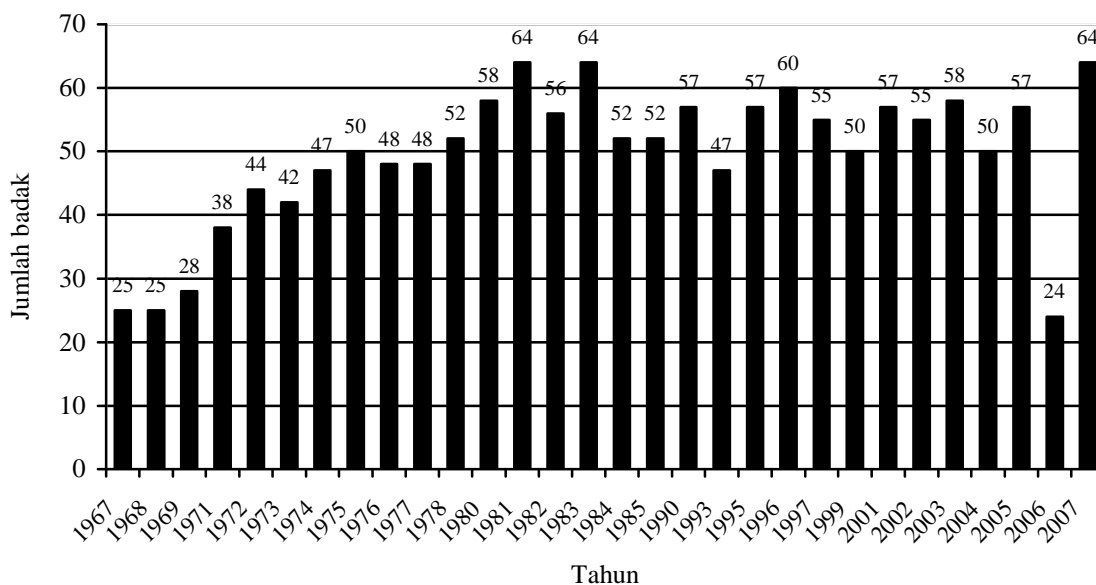


Gambar 2 Penemuan dan penyebaran badak.

yang tumbuh di bagian depan kepala yang sering disebut sebagai cula melati. Hoogerwerf (1970) menyatakan bahwa panjang maksimum cula jantan 27 cm dan panjang rata-rata cula jantan dewasa 21 cm. Individu badak jantan yang baru berumur kira-kira 11 bulan sudah mempunyai cula sepanjang 5–7 cm.

Sejarah ringkas penemuan dan penyebaran Orang yang pertama kali menyatakan bahwa badak yang hidup di Jawa tidak identik dengan badak india (*Rhinoceros unicornis*) adalah Camper (1772) seorang profesor zoologi di

Groningen. Menurut Raffles (1817) dan Marsden (1811), spesies badak jawa juga terdapat di Sumatera yang hidup secara *simpatrik* dengan badak sumatera (*Didermoceros* atau *Dicerorhinus sumatrensis*). Riset ilmiah secara terinci tentang spesies badak jawa ini dilakukan oleh Desmarest (1822) dan diberi nama *Rhinoceros sondaicus* (Sody 1941, Sody 1959, Guggisberg 1966 dalam Muntasib 2002). Spesimen-spesimen yang diteliti oleh Desmarest dinyatakan berasal dari Sumatera, tetapi kemudian dipercaya bahwa asal spesimen tersebut dari Jawa. Di



Gambar 3 Grafik distribusi hasil inventarisasi populasi badak jawa tahun 1967–2007.

Sumatera, Malaya, dan Burma Selatan, spesies ini sering disamakan dengan badak sumatera, sedangkan lebih ke utara dan timur lagi spesies ini sering dinyatakan identik dengan badak india (Gambar 2).

Pada pertengahan abad ke-19, kondisi spesies badak jawa telah mendekati kepunahan di sebagian besar wilayah distribusinya. Hal ini menyebabkan sulitnya menentukan batas daerah penyebaran badak jawa pada saat itu. Sampai saat ini masih dipertanyakan apakah badak jawa pernah hidup secara bersama-sama (*simpatrik*) dengan badak india di Lembah Brahmaputra (Irrawady) atau apakah spesies ini pernah hidup di sebelah Utara Brahmaputra, misalnya di Sikkin. Namun demikian, secara pasti diketahui bahwa badak jawa pernah terdapat di Bengal (*Sunderbans*), Assam, Thailand, Indocina, Cina Tenggara dan pada abad XX masih ditemukan dalam jumlah kecil di Burma, Malaya dan Sumatera (Schenkel & Schenkel-Hulliger 1969).

Kondisi populasi Hoogerwerf (1970) menyatakan bahwa pertumbuhan populasi badak jawa mengalami peningkatan sejak tahun 1937, walaupun kegiatan inventarisasi dan sensus baru dilaksanakan secara berkesinambungan sejak tahun 1967. Schenkel mulai melakukan sensus populasi badak jawa pada tahun 1967 dan diduga terdapat populasi sebanyak 25 ekor (Schenkel & Schenkel-Hulliger 1969). Berdasarkan hasil sensus yang dilakukan mulai tahun 1967 sampai sekarang maka diketahui bahwa pertumbuhan populasi badak mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Perkembangan populasi badak jawa berdasarkan hasil inventarisasi yang dilakukan di Semenanjung Ujung Kulon disajikan pada Gambar 3. Sampai tahun 1981, laju pertumbuhan populasi badak jawa menunjukkan tingkat perkembangan yang relatif baik karena banyak dijumpai badak muda dan dewasa. Selain itu masih dijumpai juga 7 induk betina bersama anaknya (Sadjudin 1983).

Dugaan populasi terbesar diperoleh dari hasil inventarisasi pada tahun 1983, yakni berkisar antara 58–69 individu, disusul hasil inventarisasi tahun 1984 yang diduga sebanyak 52 individu (Sadjudin 1983). Selanjutnya Sadjudin (1983) menyatakan bahwa pertumbuhan populasi badak jawa di Ujung Kulon termasuk rendah karena pada periode 1980–1983 hanya dapat dijumpai satu individu muda yang tergolong bayi. Inventarisasi badak jawa terakhir yang dilakukan pada bulan Juli 2007 menunjukkan kisaran populasi sebesar 59–69 individu (TNUK 2007).

Pemantauan populasi badak jawa yang dilakukan oleh TNUK dan WWF Ujung Kulon pada tahun 2001 menemukan 3 individu badak yang baru lahir di daerah Cikeusik Barat, Citadahan Timur, dan Citadahan. Namun demikian, pada tahun 2003 terjadi kematian satu individu badak jawa yang ditemukan di padang penggembalaan Cibunar. Hasil otopsi oleh Dinas Peternakan Provinsi Banten menunjukkan bahwa kematian badak tersebut terjadi secara wajar karena usia yang sudah tua. Kelahiran badak jawa berikutnya diketahui terjadi pada bulan Juli

2006 yang dibuktikan dengan ditemukannya empat individu anak badak jawa melalui *camera trap* (Rahmat 2007). Berdasarkan hasil inventarisasi tahunan badak jawa, pada saat ini konsentrasi penyebaran badak jawa pada umumnya di daerah bagian selatan Semenanjung Ujung Kulon, yakni di daerah Cibandawoh, Cikeusik, Citadahan, dan Cibunar. Sedangkan di sebelah utara terdapat di daerah Cigenter dan sekitarnya.

Perilaku makan, sosial, dan kawin Hoogerwerf (1970) menyatakan bahwa badak jawa adalah salah satu jenis mamalia herbivora besar dan berdasarkan jenis makanannya dapat digolongkan dalam jenis satwa *browser*. Jenis makanannya adalah pucuk-pucuk daun baik tumbuhan pohon maupun semak belukar, ranting, kulit kayu, dan liana. Diameter cabang yang dimakan bervariasi antara 10–17 mm. Diameter pohon yang dicabut dengan akarnya atau dirobokkan umumnya bervariasi antara 10–15 cm. Pada umumnya pohon yang bagian tumbuhannya diambil oleh badak sebagai makanannya tidak mati melainkan tumbuh kembali sehingga diduga badak jawa memiliki mekanisme memelihara dan melestarikan sumber pakannya (Schenkel & Schenkel-Hulliger 1969, Hoogerwerf 1970, Sadjudin & Djaja 1984). Pohon dan semak belukar yang roboh seringkali tetap hidup dan tumbuh pucuk-pucuk baru (jika pucuk lama dipatahkan) akan tumbuh terus dalam arah mendatar bila akar-akarnya tercabut. Ini semuanya menjadi tanda khas bagi kehadiran satwa tersebut selain jejak, kotoran, dan lain-lain.

Secara ekologi badak jawa termasuk satwa yang soliter kecuali pada saat musim kawin dan mengasuh anak. Perilaku sosial umumnya hanya ditunjukkan pada masa berkembang biak, yakni sering dijumpai individu badak jawa dalam kelompok-kelompok kecil yang terdiri atas jantan dan betina atau jantan, betina, dan anak (Schenkel & Schenkel-Hulliger 1969). Lama waktu berkumpul tersebut sampai saat ini belum banyak diketahui sehingga aktivitas berkelompok sering diduga berdasarkan dari lama waktu berkumpul badak india, yakni 5 bulan (Gee 1952 dalam Lekagul & McNeely 1977).

Menurut Schenkel & Schenkel-Hulliger (1969), biologi reproduksi badak jawa hampir mirip dengan badak india (*Rhinoceros unicornis*). Oleh karena itu, sampai saat ini perilaku kawin badak jawa diduga sama dengan perilaku kawin badak india. Berdasarkan pengamatan petugas TNUK bulan perkawinan badak jawa terjadi pada Agustus dan September. Menurut Gee (1964) dalam Lekagul & McNeely (1977), masa kawin badak india diduga berkisar antara 46 sampai 48 hari. Periode menyusui dan memelihara anak berkisar antara 1 sampai 2 tahun dan lama kebuntingan sekitar 16 bulan. Interval melahirkan adalah satu kali dalam 4–5 tahun dengan jumlah anak yang dilahirkan satu ekor. Badak betina dapat digolongkan dewasa apabila telah berumur 3–4 tahun, sedangkan jantan sekitar umur 6 tahun. Umur maksimum badak betina mampu menghasilkan keturunan adalah 30 tahun.

Perilaku berkubang atau mandi Berkubang atau mandi merupakan salah satu aktivitas yang sangat penting bagi badak jawa. Tujuan dari aktivitas ini adalah sebagai sarana untuk beristirahat, menjaga kesehatan tubuh dari gigitan serangga, menurunkan suhu tubuh, serta membersihkan tubuh dari kotoran, hama, dan penyakit. Aktivitas berkubang atau mandi, baik langsung maupun tidak langsung sangat tergantung pada ketersediaan air di habitatnya. Oleh karena itu, aktivitas berkubang bagi badak jawa di TNUK dipengaruhi oleh musim. Pada waktu musim hujan badak jawa relatif lebih sering melakukan aktivitas berkubang, yang disebabkan ketersediaan air tawar yang relatif merata di seluruh kawasan Semenanjung Ujung Kulon, sedangkan aktivitas mandi lebih banyak dilakukan pada waktu musim kemarau.

Hoogerwerf (1970) menyatakan bahwa tempat kubangan tidak hanya berfungsi untuk berkubang, melainkan juga berfungsi sebagai tempat minum dan membuang air seni. Perilaku membuang air seni di tempat kubangan ini berfungsi sebagai alat untuk menandai daerah jelajahnya. Rahmat (2007) menyatakan bahwa membuang urin atau kotoran ada kecenderungan dilakukan setelah berkubang. Artinya badak akan berkubang sepuasnya dan setelah selesai baru kencing atau buang kotoran. Hal ini terlihat dari air kencing atau kotoran yang ditinggalkan di dalam kubangan masih dalam kondisi utuh belum bercampur dengan lumpur.

Habitat badak jawa Muntasib (2002) menyatakan bahwa habitat badak jawa terdiri atas komponen fisik, biologis, dan sosial. Komponen fisik habitat badak jawa adalah ketinggian, kelerengan, kubangan, dan air (neraca air tanah, kualitas air, ketersediaan air, kondisi air permukaan). Komponen biologis habitat badak jawa adalah struktur vegetasi, pakan badak, dan satwa besar lain. Badak jawa menyukai daerah yang rendah yang memanjang di sekitar pantai, rawa-rawa mangrove, dan hutan sekunder. Akan tetapi, di daerah perbukitan dan hutan primer jarang sekali ditemukan jejak badak (Hoogerwerf 1970). Badak jawa lebih beradaptasi di lingkungan dataran rendah ketimbang daerah pegunungan, khususnya apabila mereka hidup simpatrik dengan badak sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) yang lebih beradaptasi dengan lingkungan pegunungan. Bila hanya badak jawa yang ditemukan di suatu wilayah, misalnya Pulau Jawa, mereka juga menempati habitat pegunungan. Pada tahun 1839, Junghun bertemu dengan dua ekor badak jawa di puncak Gunung Pangrango (Van Steenis 1972 dalam Muntasib 2002).

Pada saat ini, Semenanjung Ujung Kulon merupakan satu-satunya habitat bagi populasi badak Jawa yang "viable" di dunia. Secara umum vegetasi di Semenanjung Ujung Kulon dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu manusia dan letusan Gunung Krakatau pada 1883. Selain itu, tidak semua kawasan Semenanjung Ujung Kulon ditempati oleh badak jawa dan menjadi habitat terpilih. Hal ini menunjukkan

bahwa habitat yang sesuai belum tentu disukai oleh badak jawa menjadi habitat terpilih. Ada faktor-faktor tertentu dari komponen fisik maupun biotik habitat yang menjadi preferensi bagi badak jawa untuk menempati suatu ruang habitat tertentu. Kehadiran badak jawa pada suatu habitat sangat dipengaruhi oleh faktor fisik dan biotik habitat itu sendiri. Komponen habitat yang paling dominan mempengaruhi frekuensi kehadiran badak jawa pada suatu habitat yang disukai di TNUK adalah kandungan garam mineral (salinitas) dan *pH* tanah. Areal yang disukai oleh badak jawa di TNUK adalah areal yang memiliki karakteristik kandungan garam mineral sumber-sumber air yang berkisar antara 0,25–0,35%, *pH* tanah berkisar antara 4,3–5,45, jarak dari pantai berkisar antara 0–600 meter, dan kandungan garam mineral pada permukaan dedaunan pakan badak adalah 0,35% (Rahmat 2007).

Keanekaragaman Genetik pada Satwa Liar

Peranan studi genetika dalam kegiatan konservasi Keragaman hayati (*biodiversity*) dibagi menjadi 3 kategori dasar, yaitu keragaman genetik, keragaman spesies, dan keragaman ekosistem. Keragaman genetik merupakan variasi genetik didalam setiap spesies yang mencakup aspek biokimia, struktur, dan sifat organisme yang diturunkan secara fisik dari induknya dan dibentuk dari DNA. Keragaman spesies merupakan variasi seluruh tumbuhan, hewan, fungi, dan mikroorganisme yang masing-masing tumbuh dan berkembangbiak sesuai dengan karakteristiknya. Keragaman ekosistem merupakan variasi ekosistem yang merupakan unit ekologis yang mempunyai komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi dan perpindahan energi. Kegiatan konservasi diperlukan guna mempertahankan keanekaragaman hayati tersebut, yang semakin terancam oleh kerusakan lingkungan akibat ulah manusia. Kerusakan lingkungan ini tidak hanya dapat mengurangi populasi spesies hewan dan tumbuhan, tetapi juga menyebabkan spesies-spesies tersebut terancam punah.

Ilmu konservasi biologi mempelajari individu dan populasi yang sudah terpengaruh oleh kerusakan habitat, eksploitasi, dan perubahan lingkungan. Informasi ini digunakan untuk membuat suatu keputusan yang dapat mempertahankan keberadaan suatu spesies di alam. Sudah lebih dari satu dekade ini, studi genetik digunakan untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam dalam pengambilan keputusan tersebut. Dengan studi genetik, maka informasi tentang keragaman antar individu di dalam dan antar populasi, terutama pada spesies-spesies yang terancam punah dapat diketahui. Perkembangan teknik molekuler sekarang ini seperti penemuan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang mampu mengamplifikasi untai DNA hingga mencapai konsentrasi tertentu, penggunaan untai DNA lestari (*conserved*) sebagai penanda dalam proses PCR, penemuan lokus mikrosatelit yang *hipervariable*, dan penemuan metode

sekuensing DNA, telah menyebabkan ilmu genetika molekuler mempunyai pengaruh yang sangat besar dalam studi biologi suatu populasi. Terobosan-terobosan ini bersamaan dengan berkembangnya teknik pemodelan matematika melalui program-program komputer, telah mempermudah para peneliti untuk mendapatkan data genetika suatu populasi yang sangat berguna dalam merancang program konservasi suatu spesies tertentu.

Penerapan studi genetika dalam permasalahan konservasi didasari oleh teori genetika populasi. Genetika populasi merupakan salah satu cabang ilmu biologi populasi yang mempelajari tentang faktor-faktor yang menentukan komposisi genetika suatu populasi dan bagaimana faktor-faktor tersebut berperan dalam proses evolusi. Genetika populasi juga meliputi studi terhadap berbagai faktor yang membentuk struktur genetika suatu populasi dan menyebabkan perubahan-perubahan evolusioner suatu spesies sepanjang waktu. Anggota suatu populasi satwa mempunyai sejumlah lokus yang terdiri atas pasangan alel. Jumlah semua alel yang berlainan disebut lengkang gen (*gene pool*). Gen-gen dalam lengkang mempunyai hubungan dinamis dengan alel lainnya dan dengan lingkungan tempat populasi itu hidup. Faktor-faktor lingkungan memiliki kecenderungan untuk merubah frekuensi gen sehingga menyebabkan terjadinya evolusi dalam populasi (Thohari dkk. 1995).

Prinsip dasar dalam genetika populasi adalah prinsip Hardy-Weinberg yang menduga bahwa dalam kondisi tertentu, frekuensi alel dan *genotype* akan tetap konstan dalam suatu populasi dan keduanya saling berhubungan satu sama lain. Kondisi-kondisi tertentu yang dimaksud dalam prinsip Hardy-Weinberg meliputi reproduksi antar individu yang dilakukan secara seksual dan acak, tidak ada seleksi alam, kejadian mutasi diabaikan, tidak ada individu yang keluar atau masuk dari suatu populasi, dan ukuran populasi yang cukup besar. Jika kondisi ini terpenuhi oleh suatu populasi, maka populasi tersebut disebut sebagai populasi yang berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg (*Hardy-Weinberg Equilibrium*). Keseimbangan Hardy-Weinberg sangat penting dalam konservasi dan kejadian evolusi genetika karena penyimpangan dari keseimbangan ini merupakan dasar untuk mendeteksi kejadian *inbreeding*, fragmentasi populasi, migrasi, dan seleksi.

Ukuran populasi minimum yang mampu bertahan hidup

Pengelolaan suatu populasi satwa liar harus didasarkan pada ukuran populasi minimum yang mampu bertahan hidup (*minimum viable population*). Menurut Gilpin dan Soul (1986) dalam Thohari dkk. (1995), suatu populasi akan bertahan dalam kondisi hidup untuk suatu interval waktu tertentu. Populasi yang terdiri atas sejumlah kecil individu akan membawa resiko biologis yang sangat besar dalam hal pengurangan variabilitas genetika dan peningkatan *inbreeding*. Peningkatan *inbreeding* khususnya berhubungan dengan masalah kelangsungan hidup

populasi, karena sering menimbulkan tekanan yaitu pengurangan ketahanan hidup, berat kelahiran, dan kesuburan, yang secara langsung akan membahayakan kemampuan hidup dari seluruh populasi (Templeton and Read 1983 dalam Thohari dkk 1995).

Untuk mencegah terjadinya *inbreeding*, langkah-langkah yang harus diambil adalah menghindari ukuran kecil populasi awal dan membatasi perubahan dalam koefisien *inbreeding* (tidak lebih dari 1% per generasi). Ukuran efektif populasi adalah fungsi dari sejumlah individu yang secara nyata memberikan kontribusi gamet-gamet kepada generasi berikutnya dalam kondisi ideal yang tinggi. Secara umum, ukuran populasi efektif adalah berkisar antara $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ dari ukuran populasi sebenarnya. Dengan demikian, kebutuhan minimum untuk pemeliharaan jangka pendek dikonversikan dalam populasi yang berjumlah tidak kurang dari 150–200 individu. Selanjutnya, untuk pemeliharaan jangka panjang dari populasi tertutup, ukuran populasi efektif harus berjumlah minimum 500 individu (Thohari dkk. 1995).

Peranan penanda DNA dalam konservasi genetika Analisis keragaman genetika pada level DNA akan memberikan keuntungan yang berlipat ganda dibandingkan dengan analisis yang dilakukan pada level protein karena informasi yang terdapat pada sekuens DNA jauh lebih banyak daripada informasi yang terdapat pada sekuens protein. Beberapa penanda DNA telah digunakan dalam analisis genetika suatu populasi yaitu DNA mitokondria, lokus *Major Histocompatibility Complex* (MHC), *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP), dan mikrosatelit pada kromosom Y yang diperoleh secara biparental. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih penanda DNA dalam analisis keragaman genetika suatu populasi adalah bahwa polimorfisme yang terdapat dalam penanda DNA bersifat netral dan keragaman genomik suatu populasi dapat diwakili hanya dengan penggunaan sejumlah lokus bebas.

Dalam pemilihan penanda DNA harus disesuaikan dengan tujuan analisis yang ingin dicapai. Untuk analisis keragaman genetika dan struktur populasi, maka *marker* DNA yang umum digunakan lebih dari satu dekade terakhir adalah mikrosatelit karena sifatnya yang polimorfik dan kodominan. Mikrosatelit dapat digunakan untuk sejumlah analisa molekuler seperti pemetaan genetika, *linkage analysis* dalam kaitannya dengan gen penyebab penyakit tertentu, dan sejumlah analisis genetika populasi. Dalam analisis genetika populasi, keragaman lokus mikrosatelit telah digunakan untuk mengetahui keberadaan hibridasi antar spesies. Perbandingan derajat keragaman mikrosatelit antar spesies dan populasi juga berguna dalam penilaian keragaman genetika secara keseluruhan. Mikrosatelit juga dapat digunakan untuk menduga ukuran populasi, derajat substruktur populasi termasuk jumlah migrasi antar subpopulasi serta hubungan genetika di antara subpopulasi yang berbeda.

Selain itu, mikrosatelit juga dapat digunakan dalam analisis silsilah dan kekerabatan serta sejarah populasi. Data yang diperoleh dari analisa genetik populasi inilah yang kemudian digunakan sebagai landasan untuk merancang program konservasi terhadap suatu spesies tertentu terutama bagi spesies-spesies yang terancam punah.

Manfaat konservasi genetik Sampai saat ini, penelaahan atau identifikasi sifat genetik dari jenis-jenis yang dilindungi baik flora maupun fauna belum mendapat perhatian yang mendalam, baik untuk kepentingan pelestarian maupun kepentingan pemanfaatannya. Padahal pada era teknologi canggih dewasa ini, orang makin menyadari betapa pentingnya sumber daya genetik dalam menunjang pemecahan berbagai permasalahan dan kebutuhan hidup dan kehidupan umat manusia seperti untuk pengobatan, peningkatan produktivitas hasil-hasil pertanian dalam arti luas, dan pemantauan dinamika populasi sumberdaya hayati tersebut.

Menurut Masyud (1992), dalam rangka upaya konservasi sumber daya alam hayati terutama bagi satwa-satwa yang dilindungi, aplikasi dari hasil identifikasi sifat-sifat genetik ini mempunyai manfaat yang sangat besar dan strategis. Hasil identifikasi sifat-sifat genetik dapat membantu memberikan informasi mengenai tingkat kelangkaan atau tingkat kekritisitas spesies yaitu dengan melihat heterosigositas atau derajat polimorfisme. Hasil identifikasi sifat-sifat genetik juga dapat membantu menentukan jumlah populasi minimum atau jumlah populasi efektif yang dapat dibenarkan harus ada pada suatu lokasi guna menjamin kelestarian jenis tersebut. Dalam hal ini, jumlah populasi efektif (N_e) adalah jumlah individu dalam suatu populasi yang dianggap menurunkan gen-gennya secara efektif. N_e biasanya jauh lebih kecil dari N (jumlah total dalam populasinya). Identifikasi sifat-sifat genetik juga dapat membantu memberikan suatu informasi genetik khas yang berfungsi sebagai genetik penciri atau gen-gen penanda dalam pengelolaan satwa liar, seperti untuk mengidentifikasi asal usul satwa hasil sitaan, mencirikan kekebalan terhadap suatu penyakit, atau menentukan kuota pemanenan lestari. Kegunaan lainnya adalah dapat membantu upaya-upaya penangkaran, seperti untuk mengatur perkawinan agar terhindar dari *inbreeding* dan meningkatkan heterosigositas, serta dapat membantu upaya *restocking* dan pendistribusian ulang satwa hasil penangkaran dan atau hasil sitaan ke habitat aslinya di alam guna mencegah kemungkinan polusi genetik yaitu melalui informasi sifat genetik tersebut dapat digunakan sebagai bahan rujukan dalam menentukan individu-individu yang secara genetik dapat dibenarkan untuk *restocking* dan pendistribusian ulang.

Berdasarkan hasil penelitian Fernando *et al.* (2006) yang melakukan penelitian tentang keanekaragaman

genetik, sejarah evolusi (silsilah) dan konservasi badak jawa dengan cara menganalisis DNA mitokondria (mtDNA) dari 2 populasi badak jawa yang masih hidup di TNUK dan di Taman Nasional Cat Tien (TNCT) di Vietnam. Oleh karena statusnya yang terancam punah, maka dalam pengambilan contoh badak jawa sangat terbatas sehingga DNA yang diekstrak berasal dari kotorannya (feses). Bagian-bagian dari mtDNA gen 12S rRNA dan D-Loop kemudian diamplifikasi dengan PCR dan disekuensi.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pada Lokus 12S, semua sampel dari TNUK dan museum Bogor memiliki haplotipe yang identik. Semua contoh dari TNCT adalah haplotipe tunggal yang berbeda dari haplotipe TNUK dengan 4 transisi. Rangkaian badak jawa yang dipublikasikan (Tougaard *et al.* 2001) identik dengan haplotipe dari TNUK. Metode yang berbeda dari analisis filogenetik semuanya menempatkan badak jawa dan badak india sebagai anggota yang kekerabatannya jauh dari *clade* badak bercula satu (Gambar 1). Perbedaan rangkaian *interspecies* yang teramati antara badak jawa dan badak india adalah 3,3–3,5% dan antara 2 genera badak afrika adalah 4,0–4,7%. Perbedaan rangkaian pada segmen 12S antara 2 haplotipe badak jawa dari TNUK dan TNCT adalah 0,5%, perbedaan antara subspecies dari badak putih (*C. s. simum* dan *C. s. cottoni*) adalah 0,9% dan antara badak hitam (*D. b. michaeli* dan *D. b. minor*) adalah 0,5%. Tidak ada perbedaan rangkaian yang teramati pada adaptif adalah hal yang harus segera dilakukan guna penyelamatan badak jawa tersebut. Jika kita mengkonservasikan badak jawa, komunitas konservasi internasional juga perlu memainkan peran penting, terutama dalam masalah penyediaan dana dan mendukung serta mendampingi kearifan lokal dalam konservasi dan manajemen badak jawa. Apabila kita tidak melakukan upaya yang cepat, ini akan sungguh-sungguh tragis karena kita membiarkan badak jawa punah di depan mata.

Kesimpulan

Dalam rangka menunjang upaya-upaya konservasi badak jawa, maka usaha identifikasi keanekaragaman genetik badak jawa mempunyai arti dan manfaat yang sangat penting. Data yang diperoleh dari analisis genetik populasi ini dapat digunakan sebagai landasan untuk merancang program konservasi terhadap suatu spesies tertentu terutama bagi spesies-spesies yang terancam punah termasuk badak jawa.

Berdasarkan hasil studi, maka perlu dilakukan pengaturan strategi yang tepat agar populasi badak jawa mencapai angka *minimum viable population*. Selain itu, perlu dilakukan kegiatan translokasi dan reintroduksi untuk membangun populasi kedua (*second population*).

Daftar Pustaka

- Masy'ud B. 1992. Identifikasi Sifat Genetik Satwa Dilindungi: Sisi Penting Kegiatan Konservasi Keanekaragaman Hayati. *Media Konservasi* 3(4): 41–46.
- Fernando P *et al.* 2006. Genetic Diversity, Phylogeny and Conservation of the Javan Rhinoceros (*Rhinoceros sondaicus*). <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/coge/2006/00000007/00000003/00009139;jsessionid=4jcef1vt1nd0j.alice?format=print>. [18 Nopember 2008].
- Hoogerwerf A. 1970. Ujung Kulon: The Land of the Last Javan Rhinoceros. E.J. Brill Leiden. hlm 286–296.
- Lekagul B, McNeely J. 1977. Mammals of Thailand. The Association for the Conservation of Wildlife. Bangkok.
- Muntasib H. 2002. Penggunaan Ruang Habitat oleh Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desm. 1822) di Taman Nasional Ujung Kulon [Disertasi]. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Polet G, Mui TV. 1999. Javan rhinoceros in Vietnam. Ho Chi Minh City. Vietnam: Publishing House.
- Rahmat UM. 2007. Analisis Tipologi Habitat Preferensial Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest 1822) di Taman Nasional Ujung Kulon [Tesis]. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Ramono WS. 1973. Javan rhinoceros in Ujung Kulon. Direktorat PPA. Bogor.
- Sadjudin HR, Djaja B. 1984. Monitoring Populasi Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desm., 1822) di Semenanjung Ujung Kulon. Fakultas Biologi Universitas Nasional.
- Sadjudin HR. 1983. Dasar-dasar Pemikiran bagi Pengelola Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desm., 1822) di Ujung Kulon. Taman Nasional Ujung Kulon. Labuan.
- Schenkel R, Schenkel L.-Hulliger. 1969. The Javan rhinoceros (*Rhinoceros sondaicus* Desm., 1822) in Ujung Kulon Nature Reserve, Its Ecology and Behavior. Field Study 1967 and 1968. *Acta Tropica Separatum* 26 (2).
- Taman Nasional Ujung Kulon. 2007. Laporan Sensus Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus* Desmarest, 1822) di Taman Nasional Ujung Kulon. Pandeglang.
- Thohari M *et al.* 1995. Genetika Populasi Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan Konsep Pengelolaan Populasinya Secara Lestari. *Media Konservasi* 4(4): 209–221.