

PENENTUAN SISTEM PENANGKARAN RUSA TIMOR (*Rusa timorensis* de Blainville 1822) BERDASARKAN JATAH PEMANENAN DAN UKURAN POPULASI AWAL

(Determining of Captive Breeding System of Rusa Deer Based on Harvest Quota and Initial Population Size)

YANTO SANTOSA¹⁾, ROZZA TRI KWATRINA²⁾, AGUS PRIYONO KARTONO³⁾

¹⁾ *Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Dramaga, Bogor*

²⁾ *Puslitbang Konservasi dan Rehabilitasi, Balitbanghut
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor*

³⁾ *Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Dramaga, Bogor*

Diterima 28 Oktober 2011/Disetujui 24 Januari 2012

ABSTRACT

Harvest quota and population size could be used to determine deer captive breeding system. Development Center of Deer Captive Breeding Technology at Dramaga Research Forest (DRF) is one of captive breeding projected to be one of professional institution that produce deer offspring for conservation and commercial requirement. The objective of this research was to determine deer captive breeding system harvestbased on harvestharvest quota and initial population size at Dramaga Research Forest. Data and information were collected by literature study and field observation during February until April 2009. The result revealed that based on minimal harvest quota and initial population size, and considering of carrying capacity, semi intensive system (SS) was the best deer captive breeding system alternative for DRF.

Keywords: rusa deer, harvest quota, population size, captive breeding system

PENDAHULUAN

Rusa timor (*Rusa timorensis* de Blainville) merupakan salah satu jenis rusa asli Indonesia yang populasinya terus menurun di alam. Kondisi ini disebabkan berbagai hal, salah satunya adalah perburuan secara illegal pada habitat aslinya di alam untuk pemenuhan kebutuhan ekonomi (IUCN 2008).

Salah satu upaya konservasi dan pemanfaatan jenis rusa timor secara lestari adalah kegiatan penangkaran. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi merupakan salah satu institusi pemerintah yang sedang mengembangkan penangkaran rusa timor. Penangkaran yang terletak di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Provinsi Jawa Barat ini selain berfungsi sebagai media pendidikan, penelitian, dan rekreasi, juga dirancang sebagai salah satu lembaga penyedia bibit rusa timor. Sesuai dengan salah satu tujuan pengelolaan satwaliar, yaitu konservasi dan pemanenan (Cauhgley 1977), maka pengelolaan populasi rusa timor di penangkaran harus diarahkan untuk memperoleh panen lestari berupa jatah panen setiap tahun. Keberhasilan pengelolaan tersebut sangat tergantung pada upaya pemanenan yang dilakukan dan waktu pemanenan (Xu *et al.* 2005), sehingga salah satu pertanyaan yang harus dijawab oleh pengelola populasi satwaliar adalah berapa jumlah satwa yang harus dipanen dari populasi dalam setiap tahunnya (CCM 2008), dan kapan pemanenan dapat mulai dilakukan. Jatah panen yang telah ditetapkan hanya dapat dipanen apabila terpenuhinya ukuran populasi yang tersedia pada saat pemanenan, dan ukuran populasi awal saat kegiatan penangkaran dimulai.

Selain ukuran populasi, besarnya jatah panen yang akan ditetapkan sangat terkait dengan sistem penangkaran yang diterapkan. Dalam analisis finansial ini, digunakan analisis *Break Even Point* (BEP) yang nilainya dipengaruhi oleh komponen-komponen biaya tertentu. Sehingga, dalam penentuan jatah panen berdasarkan analisis BEP, maka sistem penangkaran dengan komponen biaya yang berbeda akan menghasilkan nilai jatah panen yang berbeda.

Secara umum, di Indonesia dikenal tiga sistem penangkaran yaitu sistem ekstensif, semi intensif, dan intensif. Perbedaan ketiga sistem penangkaran tersebut adalah intensitas keterlibatan manusia dalam pengelolaan dan penyediaan pakan. Pada sistem ekstensif, pakan hanya tersedia di alam tanpa campur tangan manusia dalam penyediaan dari luar areal penangkaran. Pada sistem semi intensif, pakan yang tersedia berasal dari dalam dan luar areal penangkaran yang diperoleh melalui campur tangan manusia. Untuk sistem intensif, pakan hanya diperoleh dari luar areal penangkaran dengan bantuan manusia. Saat penelitian ini dilaksanakan hanya sistem semi intensif dan intensif yang diterapkan di Dramaga. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan sistem penangkaran rusa timor di penangkaran Hutan Penelitian Dramaga berdasarkan jatah panen dan ukuran populasi awal berdasarkan tiga panen.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Hutan Penelitian Dramaga, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan

Konservasi Alam, Bogor. Penelitian dilaksanakan dari Februari sampai dengan April 2009.

Data dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari; (1) standar biaya pembangunan penangkaran yang digunakan untuk menyusun biaya investasi, biaya operasional, dan biaya variabel penangkaran, (2) data parameter demografi rusa timor yang digunakan untuk analisis populasi rusa, (3) data daya dukung habitat yang digunakan untuk analisis jatah panen. Data sekunder terdiri dari data kondisi kawasan Hutan Penelitian Dramaga, serta data bioekologi rusa timor.

Data dikumpulkan melalui studi literatur, wawancara, dan pengamatan lapangan pada beberapa penangkaran di Jawa Barat. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data mengenai komponen dan biaya yang dibutuhkan dalam menyelenggarakan kegiatan penangkaran rusa timor. Biaya pembangunan penangkaran dikelompokkan menjadi biaya investasi, biaya tetap dan biaya variabel. Penyusunan biaya-biaya tersebut menggunakan standar biaya yang berlaku secara lokal maupun nasional, yang mencakup standar biaya pegawai, tenaga kerja, upah, bahan dan pekerjaan. Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh, selanjutnya disusun biaya penangkaran untuk penangkaran Hutan Penelitian Dramaga berdasarkan masing-masing sistem penangkaran. Selain itu, juga dikumpulkan data mengenai parameter demografi rusa timor, dan daya dukung habitat.

Wawancara tidak terstruktur dilakukan terhadap pengelola penangkaran pada beberapa penangkaran di wilayah Jawa Barat diantaranya Taman Safari Indonesia-Cisarua, penangkaran rusa Jonggol, dan penangkaran rusa Vedca. Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap populasi rusa di penangkaran yang dikunjungi. Data parameter demografi rusa timor yang dikumpulkan meliputi: natalitas, mortalitas, dan laju pertumbuhan populasi.

1. Jatah panen

Penangkaran rusa timor di Hutan Penelitian Dramaga yang dikembangkan dengan tujuan menyediakan bibit rusa timor, memerlukan perencanaan pemanenan seperti target dan jatah panen. Jatah panen dapat ditetapkan berdasarkan perhitungan nilai *Break Event Point* (BEP). Pendekatan BEP digunakan karena dapat menggambarkan produksi minimal yang harus dipenuhi agar penangkaran dapat lestari tidak saja secara ekologi namun juga secara ekonomi. Dalam konteks pengelolaan penangkaran rusa, penerimaan yang diperoleh dari penjualan produk harus sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk mengelola penangkaran. Kondisi ini tercapai apabila jumlah produksi minimal dapat terjual. Dengan demikian, pengelola harus menentukan jumlah penjualan minimal berupa kuota panen minimal setiap tahun, sehingga kegiatan penangkaran dapat terus terselenggara.

Penentuan jatah panen mempertimbangkan beberapa hal, yaitu:

- Sistem penangkaran yang digunakan, meliputi: sistem ekstensif, sistem semi intensif, dan sistem intensif,
- Jenis produk yang dihasilkan adalah satu jenis produk (*single product*) yaitu bibit rusa.

Analisis BEP diperhitungkan berdasarkan biaya tetap dan biaya variabel yang dikeluarkan setiap tahun. Komponen biaya tetap yang digunakan meliputi: biaya pemeliharaan bangunan dan alat, biaya operasional perkantoran dan kegiatan penangkaran, serta gaji dan upah karyawan. Komponen biaya variabel meliputi biaya pembelian pakan tambahan, konsentrat dan vitamin, biaya perawatan kesehatan dan obat-obatan, serta biaya penangkapan dan pengangkutan rusa.

Jatah panen rusa timor yang dinyatakan sebagai Q_t dihitung dengan menggunakan persamaan (Home & Wachowicz 1995):

$$Q_t = \frac{F}{(P - V)}$$

Keterangan (*Remarks*):

- Q_t = jatah panen (*harvest quota*) (individu/th)
- F = total biaya tetap (*total fixed cost*) (Rp./th)
- P = harga jual per unit produk (*sale price per unit of product*) (Rp./individu)
- V = biaya variabel per unit produk (*variable cost per unit of product*) (Rp./individu/th)

2. Ukuran Populasi Pada Saat Pemanenan

Jatah panen dapat tercapai apabila ukuran populasi pada saat pemanenan mencukupi. Apabila Q_t dinyatakan sebagai panen lestari (SY), maka ukuran populasi yang harus tersedia pada saat pemanenan (N_t) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Caughley 1977):

$$N_t = \frac{Q_t}{h} \quad h = 1 - (e^{-r})$$

Keterangan (*Remarks*):

- N_t = ukuran populasi pada saat pemanenan (*population size at harvest time*) (individu)
- Q_t = jatah panen (*harvest quota*) (individu/th)
- h = laju pemanenan (*harvest rate*)
- r = laju pertumbuhan eksponensial (*exponential growth rate*)

3. Ukuran Populasi Awal

Untuk mencapai jatah panen dan ukuran populasi pada saat pemanenan, maka dilakukan perhitungan besarnya ukuran populasi awal yang harus tersedia pada saat kegiatan penangkaran dimulai. Ukuran populasi awal (N_0) ditentukan berdasarkan model pertumbuhan populasi terpaut kerapatan atau model logistik (Caughley 1977). Berdasarkan persamaan logistik tersebut, maka

ukuran populasi awal (N_0) dapat ditentukan menurut persamaan:
$$N_0 = \frac{K}{1 + \left(\frac{K-N_t}{N_t}\right)e^{rt}}$$

Keterangan (*Remarks*):

- N_t = ukuran populasi pada waktu pemanenan (*population size at harvest time*) (individu)
- N_0 = ukuran populasi awal (*initial population size*) (individu)
- K = daya dukung habitat (*carrying capacity*) (individu/th)
- r = laju pertumbuhan (*growth rate*)
- t = waktu pemanenan (*harvest time*) (th)
- e = bilangan euler ($e = 2,718281\dots$)

Berdasarkan tiga sistem penangkaran yang digunakan, maka daya dukung di dibedakan atas daya dukung untuk sistem ekstensif, daya dukung untuk sistem semi intensif, dan daya dukung untuk sistem intensif. Daya dukung habitat di Hutan Penelitian Dramaga berdasarkan Kwatrina (2009) yaitu untuk sistem ekstensif sebanyak 14 individu per tahun, daya dukung untuk sistem semi intensif, yaitu sebanyak 52 individu per tahun, dan daya dukung untuk sistem intensif sebanyak 38 individu per tahun.

4. Pendugaan Kebutuhan Areal Penangkaran

Pendekatan yang digunakan untuk pendugaan kebutuhan areal penangkaran pada sistem ekstensif dan intensif adalah kebutuhan areal penangkaran berdasarkan ketersediaan pakan, sedangkan untuk sistem intensif digunakan pendekatan kebutuhan areal penangkaran berdasarkan kebutuhan terhadap ruang. Pendugaan kebutuhan luas areal penangkaran rusa timor pada tiga sistem penangkaran dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis yang dimodifikasi dari Priyono (2007) sebagai berikut:

$$A_B = \frac{N.C.(1+f_c)}{F_p}, \quad A_H = N.\pi.r^2.(1+f_h)$$

Keterangan:

- A = kebutuhan areal penangkaran satwa (ha)
- A = kebutuhan ruang (ha)
- N = populasi satwa (individu)
- f_h = faktor pengaman

Persamaan Priyono (2007) selanjutnya disesuaikan berdasarkan tiga sistem penangkaran yang digunakan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$A_x = \frac{N.C.(1+f_c)}{P_A}, \quad A_y = \frac{N.C.(1+f_c)}{P_B},$$

$$A_z = N.R.(1+fr)$$

Keterangan (*Remarks*):

- A_x = kebutuhan areal penangkaran sistem ekstensif (*area requirement of extensive system*) (ha)

A_y = kebutuhan areal penangkaran sistem semi intensif (*area requirement of semi intensive system*) (ha)

A_z = kebutuhan areal penangkaran sistem intensif (*area requirement of intensive system*) (ha)

N = ukuran populasi (*population size*) (individu)

C = kebutuhan konsumsi setiap individu (*consumption size per individu*) (sebesar 6,4 kg/individu/th; Kwatrina 2009)

P_A = produktivitas hijauan pakan di dalam areal penangkaran saja (*feed plant productivity inside of the breeding area*) (sebesar 4.442,29 kg/ha/th; Kwatrina 2009)

P_B = produktivitas hijauan pakan di dalam dan di luar areal penangkaran (*feed plant productivity outside of the breeding area*) (sebesar 8.155,36 kg/ha/th; Kwatrina 2009)

R = kebutuhan ruang setiap individu (*space requirement per individu*) (seluas 2,75 m²/individu; Semiadi & Nugraha, 2004)

f_c = faktor koreksi bagi konsumsi setiap individu rusa (*correction factor for individual consumption*) (sebesar 25%)

fr = faktor pengaman kebutuhan ruang setiap individu, 2 kali kebutuhan ruang setiap individu (*guard factor for space requirement per individu, twice of space requirement per individu*)

Penggantian notasi πr^2 menjadi R merupakan perubahan luas ruang dalam bentuk lingkaran dalam persamaan Priyono menjadi bentuk persegi empat pada persamaan penelitian ini. Prinsip persamaan persamaan awal dan setelah modifikasi adalah sama sehingga tidak menimbulkan resiko perubahan dalam perhitungan kebutuhan areal penangkaran.

5. Pemilihan Sistem Penangkaran

Sistem penangkaran yang sesuai untuk penangkaran Hutan Penelitian Dramaga ditentukan berdasarkan jatah panen yang telah ditetapkan dengan mempertimbangkan ukuran populasi yang harus tersedia pada saat pemanenan, ukuran populasi awal, serta kebutuhan areal penangkaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jatah panen

Jatah panen yang ditentukan melalui analisis BEP memiliki pengertian bahwa penerimaan yang diperoleh dari penjualan produk harus sama dengan biaya yang dikeluarkan untuk mengelola penangkaran. Kondisi ini tercapai apabila jumlah produksi minimal dapat terjual. Dengan demikian, pengelola harus menentukan jumlah penjualan minimal berupa jatah panen minimal setiap tahun, sehingga kegiatan penangkaran dapat terus terselenggara.

Jatah panen ditetapkan berdasarkan biaya tetap, biaya variabel dan harga jual produk (rusa). Perbedaan sistem penangkaran yang digunakan mengakibatkan perbedaan dalam komponen dan biaya tetap serta biaya variabel penangkaran, sebagaimana disajikan pada Lampiran 1 dan 2. Dengan menggunakan persamaan Home & Wachowicz (1995) maka jatah panen pada masing-masing sistem penangkaran disajikan pada Tabel 1.

Biaya tetap tertinggi terdapat pada sistem intensif, dan terendah pada sistem ekstensif. Hal ini dapat

dipahami karena pengelolaan yang semakin intensif membutuhkan komponen pengelolaan tertentu, seperti pembangunan kandang dan kebun pakan, yang mengakibatkan tingginya biaya tetap. Biaya variabel dalam perhitungan ini merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan segala keperluan yang dibutuhkan untuk memelihara satu individu rusa, sehingga perbedaan sistem penangkaran menyebabkan perbedaan besarnya biaya variabel pada masing-masing sistem.

Tabel 1. Biaya tetap, biaya variabel, dan jatah panen rusa timor di Hutan Penelitian Dramaga (*Fix cost, variabel cost, and harvest quota of rusa deer at Dramaga Research Forest*)

Komponen analisis (<i>Analysis component</i>)	Sistem penangkaran (<i>Captive breeding system</i>)		
	Intensif (<i>Intensive</i>)	Semi intensif (<i>Semi intensif system</i>)	Ekstensif (<i>Extensive</i>)
Biaya Tetap (<i>Fix cost</i>) (Rp/th)	185.238.831	167.123.486	114.302.236
Biaya Variabel (<i>Variable cost</i>) (Rp/th)	6.680.100	2.446.500	147.000
Harga jual (<i>Sell price</i>) (Rp./individu)	7.500.000	7.500.000	7.500.000
BEP/ Jatah panen (<i>Harvest quota</i>)	226	33	16

Biaya variabel pada sistem ekstensif merupakan yang terendah dibandingkan dua sistem lainnya. Hal ini disebabkan tidak adanya komponen biaya penyediaan atau pengolahan pakan pada sistem ekstensif, dimana seluruh kebutuhan pakan rusa diperoleh satwa dari areal penangkaran tanpa campur tangan manusia. Berdasarkan hasil perhitungan BEP dengan menggunakan harga rusa sebesar Rp. 7.500.000,- perindividu sebagaimana disajikan pada Tabel 1, maka diperoleh jatah panen minimal per tahun pada ketiga sistem penangkaran masing-masing adalah 226 individu pada sistem intensif, 33 individu pada sistem semi intensif, dan 16 individu pada sistem ekstensif.

Nilai BEP, yang merepresentasikan jatah panen, selain ditentukan oleh biaya tetap, juga ditentukan oleh *unit contribution margin* atau selisih antara harga jual dengan biaya variabel per unit produk. Pengaruh biaya tetap dan *unit contribution margin* terhadap nilai BEP diperkuat oleh hasil penelitian Teddy (1998) di penangkaran Jonggol yang menggunakan sistem semi intensif. Biaya yang digunakan pada penelitian Teddy (1998) adalah biaya tetap sebesar Rp. 86.836.000,- untuk areal seluas 3 ha, biaya variabel per unit sebesar Rp. 1.317.500,-, dan harga jual sebesar Rp. 1.750.000,-. Berdasarkan nilai-nilai tersebut maka BEP diperoleh pada nilai 201 individu. Nilai tersebut lebih besar dari nilai BEP pada penelitian ini yaitu 33 individu. *Unit contribution margin* menggambarkan besarnya kontribusi terhadap biaya operasional, sehingga semakin besar *unit contribution margin* maka semakin kecil nilai BEP (Martin *et al.* 1991). Dengan kata lain, semakin besar penerimaan maka semakin sedikit jatah panen yang dapat ditetapkan.

Ukuran Populasi

Ukuran populasi dalam pengelolaan penangkaran dengan tujuan pemanenan terdiri dari ukuran populasi pada saat pemanenan dan ukuran populasi awal pada saat penangkaran dimulai. Ukuran populasi pada saat pemanenan (N_t) merupakan banyaknya rusa yang harus tersedia pada saat pemanenan dilakukan, sedangkan ukuran populasi awal (N_0) merupakan banyaknya rusa yang harus disediakan pada awal kegiatan penangkaran agar ukuran populasi pada saat pemanenan tercapai.

Berdasarkan studi literatur terhadap hasil-hasil penelitian, jurnal ilmiah, dan laporan ilmiah yang relevan (Priyono 1997, Firmansyah 2007, Setio 2007, Kwatrina dan Takandjandji 2008, Kwatrina 2009), maka diperoleh data dan informasi mengenai laju pertumbuhan, natalitas, dan mortalitas pada beberapa penangkaran rusa timor di Propinsi Jawa Barat seperti disajikan pada Lampiran 3. Dasar dalam penetapan nilai laju pertumbuhan, natalitas, dan mortalitas dalam perhitungan kuota panen adalah dengan merata-ratakan nilai yang diperoleh dari beberapa penangkaran di Jawa Barat. Pertimbangan dalam menggunakan data yang berasal dari wilayah Jawa Barat adalah kemiripan kondisi iklim setempat. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini ditentukan laju pertumbuhan populasi rusa timor di penangkaran semi intensif sebesar 0,19, natalitas sebesar 0,33, dan mortalitas sebesar 0,15.

Data parameter demografi yang tersedia untuk sistem ekstensif dan intensif sangat terbatas. Oleh sebab itu, nilai laju pertumbuhan ditetapkan dengan menganalogikan nilai laju pertumbuhan yang diperoleh dari literatur, serta nilai laju pertumbuhan terendah dan tertinggi pada sistem semi intensif yang diperoleh dari

berbagai penangkaran. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini ditentukan laju pertumbuhan populasi rusa timor di penangkaran semi intensif sebesar 0,19, untuk sistem intensif sebesar 0,25 dan untuk sistem ekstensif sebesar 0,13. Menurut Caughley (1977), pemanenan lestari (SY) = $h \cdot N_t$, dan $h = 1 - e^{-r}$. Berdasarkan laju pertumbuhan eksponensial untuk masing-masing sistem penangkaran tersebut, maka laju pemanenan pada sistem semi intensif sebesar 0,173; pada sistem intensif sebesar 0,221; dan pada sistem ekstensif sebesar 0,122.

Apabila jatah panen (Q_t) yang diperoleh dari perhitungan BEP merupakan representasi dari panen lestari untuk penangkaran Hutan Penelitian Dramaga, maka besarnya ukuran populasi pada saat pemanenan (N_t) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: $N_t = Q_t/h$. Berdasarkan jatah panen pada masing-masing sistem penangkaran sebagaimana telah disampaikan di muka, maka diperoleh ukuran populasi pada saat pemanenan (N_t) sebesar 1022 individu pada sistem intensif, 191 individu pada sistem semi intensif, dan 131 individu pada sistem ekstensif.

Jumlah individu rusa timor yang harus disediakan pada awal kegiatan penangkaran sangat tergantung pada waktu awal dimulainya kegiatan penangkaran tersebut. Ada beberapa pertimbangan dalam penetapan waktu awal kegiatan pemanenan, yaitu:

- a) sebagai satwa dilindungi, individu rusa yang dipanen merupakan keturunan kedua (F2) sesuai dengan Peraturan Pemerintah RI No. 8 Tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa,

- b) tujuan pemanenan adalah untuk menghasilkan bibit rusa dalam kondisi siap bereproduksi, sehingga diutamakan bagi rusa yang telah melampaui usia dewasa kelamin.

Beberapa literatur menyatakan bahwa umur dewasa kelamin pada rusa timor adalah 15 – 18 bulan. Untuk wilayah Nusa Tenggara Timur, umur perkawinan pertama (*minimum breeding age*) pada rusa timor jantan adalah 11 – 12,67 bulan, dan 10 – 15,25 bulan pada betina. Untuk wilayah Jawa, rusa jantan di penangkaran menampakkan sifat berahi pada umur 15 – 16 bulan, dan rusa betina asal Jawa bunting pada umur 16-18 bulan. Rusa timor bunting selama 8,3 – 8,5 bulan (Takandjandji *et al.* 1998, Semiadi dan Nugraha 2004, Semiadi 2006).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka individu yang dipanen adalah individu keturunan kedua yang telah berumur 15 bulan. Pada umur 15 bulan, rusa telah dewasa kelamin dan memiliki peluang untuk menghasilkan keturunan dalam jangka waktu yang cukup lama. Dengan mempertimbangkan masa kebuntingan selama 8,5 bulan, maka rusa timor keturunan kedua yang telah berumur 15 bulan dapat dipanen minimal empat tahun setelah ukuran populasi awal tersedia.

Ukuran populasi awal yang harus tersedia di awal kegiatan penangkaran dapat bervariasi berdasarkan waktu awal kegiatan penangkaran. Berdasarkan waktu awal pemanenan, maka ukuran dan karakteristik populasi awal pada ketiga sistem penangkaran disajikan pada Tabel 2. Nisbah kelamin yang digunakan pada penelitian ini adalah 1:20 pada sistem intensif, 1:10 pada sistem semi intensif, dan 1:5 pada sistem ekstensif.

Tabel 2. Ukuran populasi awal berdasarkan waktu awal pemanenan (*Initial population size based on initial harvest time*)

Waktu awal panen (<i>Initial harvest time</i>) (Year)	Ukuran populasi (<i>Population size</i>)								
	Intensif (<i>Intensive</i>)			Semi intensif (<i>Extensive</i>)			Ekstensif (<i>Extensive</i>)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
4	18	358	376	8	81	89	13	65	78
5	14	279	293	7	67	74	11	57	68
6	11	217	228	6	55	61	10	50	60
7	8	170	178	5	46	51	9	44	53
8	7	131	138	4	38	42	8	38	46
9	5	103	108	3	32	35	7	34	41
10	4	80	84	3	26	29	6	30	36
11	3	62	65	2	21	24	5	26	31
12	2	49	51	2	18	20	5	23	28
13	2	38	40	1	15	16	4	20	24
14	1	30	31	1	12	13	4	17	21
15	1	23	24	1	10	11	3	16	19
16	1	18	19	1	8	9	3	14	16
17	1	14	15	1	7	8	2	12	14
18	1	10	11	1	5	6	2	11	13
19	0	9	9	0	5	5	2	9	11
20	0	7	7	0	4	4	2	8	10

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada waktu awal pemanenan 4 (empat) tahun, ukuran populasi awal yang harus disediakan pada sistem intensif adalah 376 individu, pada sistem semi intensif sebanyak 89 individu, dan pada sistem ekstensif sebanyak 78 individu. Semakin lama jangka waktu awal pemanenan, maka semakin kecil ukuran populasi yang harus disediakan di awal kegiatan penangkaran.

Luas Areal Penangkaran

Untuk menjamin keberhasilan penangkaran pada setiap sistem penangkaran diperlukan areal yang memadai. Ukuran populasi awal yang besar akan membutuhkan areal yang luas, dan sebaliknya. Untuk sistem semi intensif dan sistem ekstensif, luas areal penangkaran ditentukan oleh ketersediaan pakan yang dapat diukur melalui besarnya nilai produktivitas hijauan pakan. Semakin tinggi produktivitas hijauan pakan, semakin sempit areal yang dibutuhkan. Produktivitas hijauan pakan pada sistem semi intensif terdiri dari; 1) produktivitas hijauan pakan dari alam yang terdapat di dalam areal penangkaran, dan 2) produktivitas hijauan yang disediakan manusia dengan sistem *cut and carry* dari luar areal penangkaran. Produktivitas hijauan pakan pada sistem ekstensif hanya merupakan produktivitas yang tersedia dari alam yang terdapat di dalam areal penangkaran. Menurut Kwatrina (2009), rata-rata terboboti produktivitas hijauan pakan rusa timor di Hutan Penelitian Dramaga pada sistem ekstensif adalah sebanyak 4.442,29 kg/ha/th, dan pada sistem semi intensif sebanyak 8.155,36 kg/ha/th.

Untuk sistem intensif, kebutuhan terhadap pakan bukan merupakan faktor pembatas, karena seluruh kebutuhan pakan disediakan oleh manusia dari luar penangkaran. Faktor pembatas pada sistem intensif adalah kebutuhan terhadap ruang. Menurut Semiadi & Nugraha (2004), kebutuhan ruang untuk rusa betina dewasa adalah 1,75 – 2,25 m² per individu, dan rusa jantan dewasa adalah 2,00 – 2,75 m² per individu. Dalam perhitungan kebutuhan ruang pada sistem intensif di Hutan Penelitian Dramaga ini digunakan kebutuhan ruang pada rusa jantan dewasa sebesar 2,75 m² untuk menghitung kebutuhan semua rusa yang ada. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa penggunaan kebutuhan maksimal dapat mengantisipasi kebutuhan ruang untuk semua kelompok rusa jantan, betina dan anak.

Berdasarkan ukuran populasi awal, produktivitas hijauan pakan, dan kebutuhan ruang per individu, maka dapat ditentukan kebutuhan areal penangkaran berdasarkan sistem penangkaran dan waktu awal pemanenan sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa jika waktu awal pemanenan ditetapkan empat (4) tahun setelah awal penangkaran, maka luas lahan yang dibutuhkan pada sistem intensif untuk menampung 376 individu adalah seluas 0,1 ha. Pada sistem semi intensif, dibutuhkan areal seluas 31,87 ha untuk menampung 89 individu, dan pada sistem ekstensif dibutuhkan areal seluas 51,27 ha untuk menampung 78 individu. Semakin lama waktu awal pemanenan dan semakin kecil ukuran populasi awal, maka semakin sempit areal yang dibutuhkan.

Tabel 3. Luas areal penangkaran berdasarkan ukuran populasi awal dan waktu awal pemanenan (*Width of captive breeding area based on initial population size and initial harvest time*)

Waktu Awal Panen (Initial harvest time) (Year) (tahun)	Intensif (<i>Intensive</i>)		Semi Intensif (<i>Semi intensive</i>)		Ekstensif (<i>Extensive</i>)	
	N ₀ (individu)	A (ha)	N ₀ (individu)	A (ha)	N ₀ (individu)	A (ha)
4	376	0,1	89	31,87	78	51,27
8	138	0,04	42	15,04	46	30,24
12	51	0,01	20	7,16	28	18,40
16	19	0,01	9	3,22	16	10,52
20	7	0,002	4	1,43	10	6,57

Keterangan (*Remarks*): N₀ = ukuran populasi awal (*Initial population size*), A = luas areal penangkaran (*width of captive breeding area*)

Jika dihitung jumlah rusa yang dapat ditampung pada masing-masing areal penangkaran, maka diperoleh rata-rata kepadatan rusa pada sistem intensif sebanyak 3.634 individu/ha, pada sistem semi intensif sebanyak 2,8 individu/ha, dan pada sistem ekstensif sebanyak 1,5 individu/ha.

Pemilihan Sistem Penangkaran

Pemilihan sistem penangkaran yang sesuai dengan kondisi areal Hutan Penelitian Dramaga sangat tergantung pada jatah panen dan ukuran populasi awal

dengan mempertimbangkan ketersediaan hijauan pakan serta luas areal.

Pada sistem ekstensif, seluruh kebutuhan rusa diperoleh dari alam tanpa campur tangan manusia sehingga biaya tetap dan biaya variabel yang dibutuhkan untuk memproduksi satu individu sangat rendah, yaitu Rp. 147.000,-. Berdasarkan harga jual satu individu rusa di beberapa wilayah Jawa Barat sebesar Rp.7.500.000,- maka nilai margin atau selisih antara biaya produksi dengan harga jual menjadi sangat besar, sehingga *break even point* pada sistem ekstensif diperoleh pada penjualan atau jatah panen sebesar 16 individu per tahun.

Walaupun nilai jatah panen minimal dan ukuran populasi awal pada sistem ekstensif relatif rendah namun areal penangkaran yang dibutuhkan cukup luas. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya ketersediaan hijauan sumber pakan pada areal penangkaran ekstensif, yang berakibat pada rendahnya daya dukung habitat. Berdasarkan hal tersebut, dengan daya dukung areal penangkaran pada sistem ekstensif sebesar 1,5 individu per hektar, maka dibutuhkan areal yang cukup luas untuk menampung sejumlah 131 rusa saat pemanenan. Nilai daya dukung Hutan Penelitian Dramaga untuk sistem ekstensif ini lebih rendah dibandingkan dengan daya dukung di halaman Istana Bogor sebesar 8-15 individu per hektar (Garsetiasih dan Herlina 2005). Kondisi sebaliknya terdapat pada sistem intensif. Luas areal yang dibutuhkan sedikit namun daya tampung perhektar areal sangat besar yaitu 3.634 individu. Walaupun demikian, untuk menyelenggarakan penangkaran dengan sistem intensif diperlukan dana yang sangat besar. Pada sistem intensif seluruh keperluan rusa disediakan oleh manusia sehingga dibutuhkan sejumlah komponen biaya tetap seperti, pemeliharaan dan operasional kandang intensif dan sarana pengelolaan limbah, serta gaji petugas untuk menyediakan hijauan pakan.

Biaya variabel pada sistem intensif juga sangat tinggi. Biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi satu individu rusa adalah Rp. 6.680.100,-, sedangkan harga jual satu individu rusa adalah Rp. 7.500.000, sehingga margin yang diperoleh sangat rendah. Hal ini mengakibatkan jatah panen minimal dan ukuran populasi pada saat pemanenan menjadi sangat besar, yaitu masing-masing 226 dan 1.022 individu. Selain itu, ukuran populasi awal yang harus disediakan juga lebih banyak. Sebagai contoh, pada pemanenan 4 tahun setelah kegiatan penangkaran dimulai, maka ukuran populasi awal yang harus disediakan adalah sebesar 376 individu. Kondisi ini dapat menjadi kendala bagi pengelola penangkaran, karena dibutuhkan dana yang besar untuk menyediakan 376 individu rusa pada awal kegiatan penangkaran.

Berdasarkan ukuran populasi awal yang harus tersedia, maka sistem ekstensif dan semi intensif lebih berpeluang diterapkan. Namun demikian, penerapan sistem semi intensif dan ekstensif tersebut sangat tergantung pada produktivitas hijauan pakan. Salah satu keterbatasan pada sistem ekstensif dalam upaya pemenuhan kebutuhan pakan adalah ketersediaan pakan yang hanya terbatas pada hijauan pakan di dalam areal penangkaran. Pengelola hanya dapat melakukan pembinaan habitat di dalam areal penangkaran, namun tidak dapat menambah sumber pakan lain dari luar areal penangkaran. Hal ini dapat menjadi kendala dalam upaya peningkatan laju pertumbuhan karena terbatasnya campur tangan manusia dalam pengelolaan populasi. Upaya yang dapat dilakukan terbatas pada pengaturan nisbah kelamin, komposisi umur, dan pembinaan habitat.

Sebaliknya, pada sistem semi intensif, pengelolaan penangkaran dapat dilakukan secara lebih intensif

dibandingkan sistem ekstensif. Pengelola dapat menyediakan sumber pakan dari luar areal penangkaran, yaitu kebun pakan dengan cara *cut and carry*, sehingga ketersediaan hijauan pakan dapat ditingkatkan. Dengan mempertimbangkan jatah panen, ukuran populasi awal, serta kebutuhan areal penangkaran, maka sistem semi intensif dapat dipilih sebagai sistem yang sesuai untuk penangkaran Hutan Penelitian Dramaga.

KESIMPULAN

1. Jatah panen minimal pertahun di penangkaran Hutan Penelitian Dramaga adalah 226 individu pada sistem intensif, 33 individu pada sistem semi intensif, dan 16 individu pada sistem ekstensif. Ukuran populasi awal yang harus tersedia pada waktu awal pemanenan minimal empat (4) tahun adalah 376 individu pada sistem intensif, 89 individu pada sistem semi intensif, dan 78 individu pada sistem ekstensif.
2. Sistem penangkaran yang dipilih untuk penangkaran Hutan Penelitian Dramaga berdasarkan jatah panen dan ukuran populasi awal dengan mempertimbangkan luas areal penangkaran adalah sistem semi intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Caughley G. 1977. *Analysis of Vertebrate Populations*. John Wiley & Sons. 215 pp
- [CCM] Conservation Commission of Missouri. 2008. Managing Deer Population. <http://mdc.mo.gov/nathis/mammals/deer/populat.htm>. [9 Nop 2008].
- Firmansyah. 2007. Prospek Pengembangan Kebun Buru di Lokasi Penangkaran Rusa Perum perhutani BKPH Jonggol Jawa Barat Berdasarkan Tinjauan Ekologi [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Garsetiasih R dan N Herlina. 2005. Evaluasi Plasma Nutfah Rusa Totol (*Axis axis*) di Halaman Kebun Raya Bogor. *Bull Plasma Nutfah*. 11(1): 34-40.
- Home, JCV and JM Wachowicz. 1995. *Fundamentals of Financial Management*. 9th Edition. New Jersey: Prentice-Hall Incorporated. 760 pp.
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature and Natural Resource. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>. [13 Mei 2009].
- Kwatrina RT. 2009. Penentuan kuota panen dan ukuran populasi awal rusa timor di penangkaran Hutan Penelitian Dramaga [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Kwatrina RT dan M Takandjandji. 2008. Penangkaran Rusa Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Laporan Lapangan Manajemen Perburuan Satwaliar, Bogor:

- Mayor Konservasi Biodivesitas Tropika Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Martin JD, JW Petty, AJ Keown and DF Scott. 1991. *Basic Financial Management*. 5th Edition. New Jersey:Prentice-Hall Incorporated. 872 pp.
- Priyono A. 2007. Pendekatan ekologi dan ekonomi dalam penataan kawasan buru rusa sambar: Studi kasus Taman Buru Gunung Masigit-Kareumbi [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Priyono A. 1997. Analisis pertumbuhan populasi rusa jawa (*Cervus timorensis* de Blainville) di Taman Safari Indonesia-Cisarua, Bogor. Laporan Hasil Penelitian Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Semiadi G. 2006. *Biologi Rusa Tropis*. Cibinong: Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 182 hal.
- Semiadi G dan RTP Nugraha. 2004. *Panduan Pemeliharaan Rusa Tropis*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 282 hal.
- Setio P. 2007. Penelitian penangkaran satwa langka bernilai ekonomis di Jawa. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Takadjandji M, N Ramdhani, dan M Sinaga. 1998. Penampilan Reproduksi Rusa Timor (*Cervus timorensis*) di Penangkaran. *Bull BPK Kupang* 13(1): 11 – 24.
- Xu C, MS Boyce, and DJ Daley. 2005. Harvesting in seasonal environment. *J Math Biol* 50: 663-682.
- Teddy. 1998. Analisis faktor-faktor penentu keberhasilan usaha penangkaran rusa: Studi kasus di penangkaran rusa Perum Perhutani [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwaliar, tanggal 27 Januari 1999.

Lampiran (Appendix) 1. Rancangan biaya tetap pada tiga sistem penangkaran di Hutan Penelitian Dramaga (*Design of fix cost on three captive breeding system at Dramaga Research Forest*)

Komponen (<i>Component</i>)	Biaya Tetap (<i>Fix cost</i>) (Rp./th)		
	Intensif (<i>Intensive</i>)	Semi Intensif (<i>Semi intensive</i>)	Ekstensif (<i>Extensive</i>)
Pemeliharaan dan operasional (<i>Maintenance and Operational</i>):			
- Kantor & Pusat Informasi (<i>Office & Information centre</i>)	1.380.000	1.380.000	1.380.000
- Laboratorium (<i>laboratory</i>)	1.104.000	120.000	-
- Pos keamanan (<i>Security post</i>)	120.000	32.000	120.000
- Papan nama (<i>Signpost</i>)	12.000	12.000	12.000
- Gudang makanan dan gudang alat (<i>Storehouse</i>)	960.000	600.000	-
- Sarana pengolahan limbah (<i>Fence</i>)	810.000	29.400.000	-
- Menara air (<i>Water tower</i>)	140.000	3.696.000	-
- Kandang intensif (<i>Intensif cage</i>)	9.240.000	600.000	-
- Kandang individu (<i>Individual cage</i>)	924.000	504.000	-
- Shelter (<i>Shelter</i>)	26.400.000	131.250	-
- Tempat pakan (<i>Feeding location</i>)	4.125.000	700.000	-
- Kandang angkut (<i>Container</i>)	700.000	4.550.000	700.000
- Kebun pakan intensif (<i>Intensive feeding ground</i>)	13.650.000	15.400.000	-
- Menara pengawas (<i>Observation tower</i>)	-	-	32.000
- Pagar (<i>Fence</i>)	-	-	29.400.000
- Pagar tembok kandang terminal (<i>Fence of terminal cage</i>)	-	-	600.000
- Pembinaan habitat (<i>Habitat manipulation</i>)	-	-	18.200.000
- Perlengkapan penangkaran (<i>Captive breeding equipment</i>)	1.174.688	1.174.688	1.174.688
- Instalasi listrik dan air (<i>Electric and water instalation</i>)	1.093.968	861.648	861.648
- Biaya listrik (<i>Electric cost</i>)	7.200.000	6.000.000	6.000.000
- Klinik satwa (<i>Animal clinic</i>)	1.422.175	-	-
- Neraca pegas (<i>Spring balance</i>)	-	18.900	18.900
- Sarana transportasi (<i>Transportation</i>)	15.125.000	15.125.000	15.125.000
- Perlengkapan operasional perkantoran (<i>Office operational</i>)	2.698.000	2.698.000	2.698.000
Gaji dan Upah karyawan per tahun (<i>Official salary & fee</i>)	96.960.000	84.120.000	37.980.000
Jumlah (<i>Total</i>)	185.238.831	167.123.486	114.302.236

Lampiran (Appendix) 2. Rancangan biaya variabel pada tiga sistem penangkaran di Hutan Penelitian Dramaga (*Design of variable cost on three captive breeding system at Dramaga Research Forest*)

Komponen (<i>Component</i>)	Biaya Variable (<i>Variable cost</i>) (Rp./th)		
	Intensif (<i>Intensive</i>)	Semi Intensif (<i>Semi intensive</i>)	Ekstensif (<i>Extensive</i>)
Pemberian pakan intensif (<i>Intensive woof</i>)	1.401.600	657.000	-
Pemberian konsentrat (<i>Concentrate</i>)	1.095.000	1.095.000	-
Pakan tambahan (<i>Addition woof</i>)	547.500	547.500	-
Biaya pengelolaan rumput tambahan (<i>Cost of additional woof management</i>)	3.504.000	-	-
Perawatan kesehatan dan obat2an (<i>Health care & medicine</i>)	12.000	12.000	12.000
Biaya penangkapan rusa (<i>Fee of deer harvesting</i>)	-	15.000	15.000
Biaya pengangkutan rusa (<i>Fee of deer transport</i>)	20.000	20.000	20.000
Biaya ear tag & legalitas satwa (<i>Ear tag & animal legality</i>)	100.000	100.000	100.000
Jumlah (<i>Total</i>)	6.680.100	2.446.500	147.000

Lampiran (Appendix) 3. Parameter demografi populasi rusa timor pada beberapa lokasi penangkaran semi intensif di Jawa Barat (*Demography parameter of rusa deer population on some semi intensive system captive breeding at West Java*)

Lokasi penangkaran (<i>Captive breeding location</i>)	Rata-rata laju pertumbuhan (<i>growth rate average</i>)	Natalitas (<i>Natality</i>)	Mortalitas (<i>Mortality</i>)	Fekunditas (<i>Fecundity</i>)	Nisbah kelamin (<i>Sex ratio</i>)	Keterangan (<i>Remark</i>)
Dramaga, Bogor	0,15	0,15	0	-	1 : 1,5	Diolah dari berbagai sumber (<i>Processed from sources</i>): Kwatrina (2009)(pengamatan pribadi), Kwatrina dan Takandjandji (2008), Setio (2007), Firmansyah (2007), Priyono (1997)
Ranca Upas, Bandung	0,10	-	0,05	-	1 : 2,5	
Vedca, Cianjur	0,21	-	-	-	1 : 4	
Balapapat, Bogor	0,24	-	-	-	1 : 1,67	
Haurbentes, Bogor	0,16	-	-	-	1 : 1	
Taman Safari Indonesia, Cisarua	0,18	0,33	0,15	0,9	1 : 1,8	
Jonggol	0,22	-	-	0,59	1 : 1,3	