

## **Model Pertumbuhan Populasi untuk Pengendalian Populasi Akasia Berduri (*Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del.) di Taman Nasional Baluran**

### **Population Growth Model for Thorny Acacia (*Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del.) Population Control in Baluran National Park**

**Supriyadi**

*Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*  
E-mail: supriyadi\_fktugm@yahoo.com

#### **Abstract**

The savannas in Baluran National Park have been severely invaded by *Acacia nilotica*. The invasion reduced grazing areas and created wildlife watching problems for tourists. Therefore, population control management should be developed. The aim of the study was to construct a population growth model in relation to the control of the population in the park. The model was an age structured one which consisted of seed class, age class <1 year, age class 1-<2 years, age class 2-<3 years, age class 3-<4 years, and age class  $\geq 4$  years. It was assumed that a temporary seed bank exists; there is no seed dormancy; seeds are produced by age class  $\geq 4$  years; and the number of seedlings is determined by available space. The population size was expressed as the number of individuals per hectare. The population control scenario included effects of complete elimination and partial elimination in the first year. Each of those was combined with seed harvesting. The total population growth pattern generated by the model was similar to the logistic one but with a bit oscillation before a stable population size was reached. More important parameters in the model were germination rate, seedling survival rate, number of seeds per individuals, maximum population size, and survival rate of age class  $\geq 4$ . The simulation results showed that control measures of the population were effective when seed harvesting was carried out. A periodic partial elimination combined with seed harvesting might be useful. Seed harvesting should be applied every year to retard the growth and to prevent the spread of *A. nilotica* populations in the savannas.

**Key words:** *Acacia nilotica*, Baluran National Park, population growth model, population control

Diterima: 04 Juli 2006, disetujui: 30 Juli 2007

#### **Pendahuluan**

Di Taman Nasional Baluran, *A. nilotica* ditanam pada tahun 1969 sebagai sekat bakar dan pada tahun 1983 tanaman ini berubah menjadi tanaman pengganggu karena mengurangi luas savana Bekol (Nazif & Sukendar, 1990). Garsetiasih dan Siubelan (2005) menyatakan bahwa sejak introduksinya, 70% luas kawasan savana telah ditutupi oleh spesies ini. Tingkat penyebarannya yang cepat dikarenakan peranan satwa yang memakan

buahnyadan menjatuhkannya ke segala penjuru kawasan (Dwivedi, 1993; Nazif, 1988; Nazif & Sukendar, 1990). Selain berpotensi mengubah ekosistem alami dan mengurangi sumber pakan bagi herbivora (Garsetiasih & Siubelan, 2005), invasi *A. nilotica* dapat mengganggu pandangan wisatawan yang ingin melihat satwa di savana.

Penanganan masalah *A. nilotica* memerlukan pemahaman tentang pertumbuhan populasinya secara baik. Model pertumbuhan populasi perlu dibuat untuk memproyeksikan populasi ke masa datang yang hasilnya sangat

dibutuhkan dalam pengelolaan. Penelitian ini ditujukan untuk membuat model dinamika populasi dalam kaitannya dengan usaha pengendalian populasi *A. nilotica*.

## Metode Penelitian

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah populasi *A. nilotica* di Taman Nasional Baluran sedangkan alatnya adalah program komputer *RAMAS/stage* yang dikembangkan oleh Ferson (1992).

### Lokasi

Lokasi penelitian ialah Taman Nasional Baluran dan Laboratorium Ekologi Hutan, Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.

### Cara Kerja

Model yang dibuat adalah model terstruktur berdasarkan kelas umur (dalam satuan tahun) yang terdiri dari 6 kelas yaitu kelas biji, kelas umur 0-<1, kelas umur 1-<2, kelas 2-<3, kelas umur 3-<4, dan kelas umur ≥4. Kelas umur ≥4 diasumsikan sebagai kumpulan individu-individu yang menghasilkan biji, sedangkan kelas biji merupakan implementasi pembentukan bank biji (*seed bank*) sementara. Struktur ini dibangun berdasarkan penjelasan Schuurmans (1993) bahwa *A. nilotica* mempunyai riap pertumbuhan diameter ± 1 cm

per tahun, mulai berbunga setelah berdiameter 4-5 cm, bereproduksi hanya melalui biji, dan membentuk bank biji sementara. Siklus hidup menurut model dapat dilihat dalam Gambar 1.

Ukuran populasi dalam model dinyatakan dengan kerapatan dengan satuan jumlah individu per hektar. Persamaan-persamaan dalam model tersebut adalah sebagai berikut:

$$biji = [biji/ind]*[KU4+] \quad (1)$$

$$KU0 = \min([k],[biji]*[%kec]*[%jadi]) \quad (2)$$

$$KU1 = [S0]*[KU0] \quad (3)$$

$$KU2 = [S1]*[KU1] \quad (4)$$

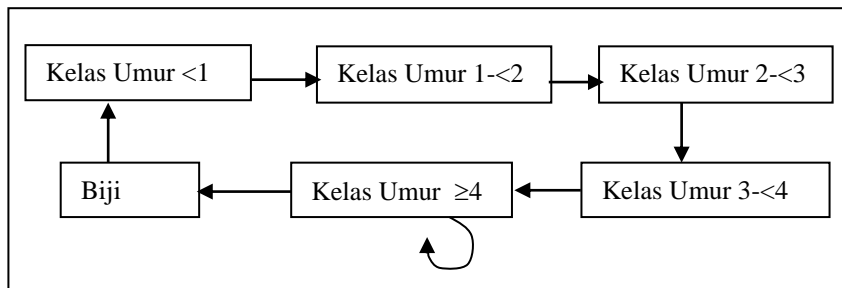
$$KU3 = [S2]*[KU2] \quad (5)$$

$$KU4+= ([S3]*[KU3])+([S4]*[KU4+]) \quad (6)$$

Keterangan :

Simbol \* = tanda perkalian; *biji/ind* = jumlah biji per individu; *%kec* = proporsi biji berkecambah; *%jadi* = proporsi kecambah menjadi individu baru; *KU4+* = kelas umur ≥ 4; *KU3* = kelas umur 3-<4; *KU2* = kelas umur 2-<3; *KU1* = kelas umur 1-<2; *KU0* = kelas umur <1; *S0*, *S1*, *S2*, *S3*, dan *S4* masing-masing adalah tingkat kelangsungan hidup *KU0*, *KU1*, *KU2*, *KU3*, dan *KU4+*; *k* = ukuran populasi *KU0* maksimum.

Fungsi 'min ( )' dalam Persamaan (2) menerangkan bahwa jika individu *KU0* yang dihasilkan kurang dari *k*, hasil itu yang dipakai. Sebaliknya, jika hasilnya lebih besar dari atau sama dengan *k*, yang dipakai nilai *k*.



**Gambar 1.** Siklus hidup populasi *A. nilotica* menurut model. Garis lurus berpanah menunjukkan arah perubahan dari suatu kelas ke kelas berikutnya. Kurva bertanda panah pada kelas umur ≥ 4 menerangkan bahwa tiap tahun ada sebagian anggotanya yang tinggal pada kelas tersebut

Variabel  $k$  adalah jumlah individu maksimum kelas umur  $<1$  yang masih mempunyai tempat untuk hidup. Nilai  $k$  akan maksimum pada saat savana belum ditumbuhi oleh individu *A. nilotica* dan akan mengecil seiring dengan pertambahan kerapatan populasi karena ruangan terbuka semakin berkurang. Semai diasumsikan tidak tumbuh di bawah naungan karena semai akan mati jika mendapatkan naungan cukup kuat mengingat spesies ini termasuk sangat tidak tahan naungan (*strong light demander*) (Walting, 1991 dalam Schuurmans, 1993). Persamaan (2) merupakan implementasi dari efek *density dependence* yaitu bahwa semai yang dihasilkan tergantung pada kerapatan pohon. Semakin tinggi tingkat kerapatan pohon semakin tinggi pula tingkat naungan. Nilai  $k$  sama dengan kerapatan populasi maksimum  $N_{max}$  dikurangi ukuran populasi tiap kelas umur kecuali kelas biji yang rumusnya sebagai berikut:

$$K = \text{pos}([N_{max}] - ([KU4+] + [KU3] + [KU2] + [KU1] + [KU0])) \quad (7)$$

Fungsi 'pos' dalam persamaan di atas berimplikasi bahwa jika nilainya negatif, angkanya menjadi 0 (nol).

Schuurmans (1993) melaporkan bahwa kerapatan pohon tertinggi yang pernah diamati adalah 7.000 pohon/ha sehingga nilai kerapatan populasi maksimum  $N_{max}$  diasumsikan sebesar 7.000 individu/ha. Jumlah biji yang dihasilkan per individu (*biji/ind*) diasumsikan sebesar 30.822 yang berasal dari 5.137 (jumlah buah/individu)  $\times$  9 (jumlah biji/buah)  $\times$  0,66667 (proporsi biji yang tidak dipredasi). Schuurmans (1993) melaporkan bahwa dua pertiga biji *A. nilotica* tidak dipredasi (diserang serangga) sedangkan sisanya dipredasi dan tidak berkembang dengan baik.

Pengaruh kerapatan terhadap produksi biji diasumsikan tidak ada (*density independence*). Informasi yang mendukung asumsi tersebut meskipun secara tidak langsung adalah bahwa tidak ada korelasi yang nyata antara diameter dan produksi buah per individu *A. nilotica* (Schuurmans, 1993). Dengan berpijak pada absensi korelasi yang nyata tersebut dan hubungan bahwa semakin tinggi kerapatan berakibat pada penurunan ukuran diameter tiap individu (Barnes *et al.*, 1998), mungkin

kerapatan tidak berpengaruh secara nyata terhadap produksi biji. Selain itu, *density independence* pada produksi buah dapat terjadi seperti yang dijumpai pada populasi kerinyu (*Eupatorium odoratum* L.) yang murni (Supriyadi, 1997). Dengan mempertimbangkan bahwa diameter berkorelasi positif dengan umur, absensi korelasi antara produksi buah dan diameter mengindikasikan bahwa sampai umur tertentu mungkin umur tidak berpengaruh terhadap produksi buah. Oleh karena itu, produksi biji per tahun diasumsikan tidak berubah dengan pertambahan umur. Meskipun demikian, penelitian tentang pengaruh kerapatan dan umur terhadap produksi biji *A. nilotica* perlu dilakukan.

Tingkat kelangsungan hidup  $KU0$  diasumsikan terendah yaitu sebesar 0,85, sedangkan tingkat kelangsungan hidup  $KU1$ ,  $KU2$ ,  $KU3$ , dan  $KU4+$  berturut-turut diasumsikan sebesar 0,95; 0,95, 0,99, dan 0,99. Pertimbangannya ialah bahwa kelas umur muda relatif rawan terhadap kematian sedangkan kelas umur lebih tua relatif lebih kuat.

Schuurmans (1993) mendapatkan bahwa pada kondisi laboratorium dengan pemberian air dan cahaya yang cukup serta perlindungan dari gangguan tikus, tingkat perkecambahannya berkisar antara 0,068 sampai 0,095. Pada kondisi lapangan, angka tersebut mungkin lebih kecil karena di lapangan biji mungkin tidak mendapatkan air dan cahaya yang cukup untuk perkecambahannya. Oleh karena itu, model ini berasumsi bahwa tingkat perkecambahan %*kec* adalah 0,05. Kecambah mungkin banyak yang mati karena ternaungi, terinjak satwa, tumbuh pada kotoran satwa, dan faktor lainnya sehingga proporsi jadi semai diasumsikan relatif kecil sebesar 0,02.

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan program *RAMAS/Stage* yang dikembangkan Ferson (1992). Untuk mendapatkan pola pertumbuhan populasi tanpa pembasmian, populasi awal yang digunakan mempunyai distribusi umur relatif stabil yang diperoleh dengan menghilangkan pengaruh kerapatan terhadap tingkat pertumbuhan. Distribusi umur stabil dapat ditentukan setelah pola eksponensial jelas terlihat (Krebs, 1978). Untuk mendapatkannya,

simulasi dilakukan dengan mengubah Persamaan (2) terlebih dahulu menjadi sebagai berikut:

$$KU0 = [biji]*[%kec]*[%jadi] \quad (8)$$

Setelah pola eksponensial jelas terlihat, ukuran populasi tiap kelas ditentukan sebagai ukuran populasi awal. Dalam model ini, ukuran populasi awal dalam tiap kelas adalah:  $biji = 5.681,44$ ;  $KU0 = 2,97$ ;  $KU1 = 1,32$ ;  $KU2 = 0,66$ ;  $KU3 = 0,33$ ; dan  $KU4+ = 0,35$ . Keluaran yang dihasilkan mencakup dinamika populasi tiap kelas dan populasi total sebagai penjumlahan  $KU0$ ,  $KU1$ ,  $KU2$ ,  $KU3$ , dan  $KU4+$ . Simulasi dijalankan dalam durasi 25 tahun menggunakan Persamaan (1) sampai Persamaan (7).

Analisis sensitivitas dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kepekaan variabel terhadap perubahan nilai parameter dan menghindari parameter yang mubazir (*redundant*). Rumus yang digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas terhadap model ini adalah seperti berikut ini (Burgman *et al.*, 1993).

$$S_{i,j} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{dL_{i,t} / L_{i,t}}{dP_j / P_j} \quad (9)$$

Keterangan :

$S_{i,j}$  = Sensitivitas variabel  $i$  terhadap perubahan parameter  $j$ ;  $n$  = Jumlah langkah waktu (*time steps*);  $dL_{i,t}$  = Perubahan variabel  $i$  pada langkah waktu ke  $t$ ;  $L_{i,t}$  = Variabel  $i$  pada waktu ke  $t$ ;  $dP_j$  = Perubahan parameter  $j$ ;  $P_j$  = Parameter  $j$ ; dan  $t$  = Langkah waktu.

Dalam analisis sensitivitas terhadap model ini, variabel yang digunakan sebagai tolok ukur adalah ukuran populasi total. Prioritas penelitian sebaiknya diberikan pada parameter yang memberikan nilai sensitivitas yang tinggi karena perbedaan nilai yang kecil dapat mempengaruhi hasil secara nyata. Cara melakukannya, simulasi dilakukan dengan durasi 25 tahun berawal dari populasi berdistribusi umur stabil. Langkah waktu dibagi dua, yaitu 5 langkah waktu pertama dan 5 langkah waktu terakhir.

Untuk tujuan pengendalian populasi, populasi awal yang digunakan adalah ukuran

populasi pada saat mencapai ukuran maksimum yaitu setelah populasi total mendekati stabil. Dalam model ini, ukuran populasi awal dalam tiap kelas adalah:  $biji = 200.000.000$ ;  $KU0 = 93$ ;  $KU1 = 87$ ;  $KU2 = 86$ ;  $KU3 = 110$ ; dan  $KU4+ = 6.500$ . Simulasi dilakukan dalam durasi 25 tahun. Pembasmian dilakukan tepat sebelum sensus tahun berikutnya sehingga nilai yang diperoleh sudah memperhitungkan pengaruh kelangsungan hidup tiap kelas.

Pembasmian di sini diartikan sebagai tindakan membunuh individu. Simulasi pembasmian populasi secara total dimaksudkan untuk memberi gambaran yang akan terjadi jika semua populasi dibasmi pada tahun pertama. Simulasi pembasmian sebagian berupa pembasmian sebagian wilayah agar wisatawan dapat melihat satwa dengan seksama seperti yang dilakukan di Bekol. Selain itu, simulasi untuk mengetahui pengaruh pemanenan semua biji terhadap pertumbuhan populasi juga dilakukan.

Tindakan pembasmian populasi secara total meliputi pembasmian total hanya pada tahun pertama tanpa pemanenan semua biji dan dengan pemanenan semua biji. Simulasi pembasmian total tanpa pemanenan semua biji dilakukan dengan melakukan modifikasi Persamaan (2), (3), (4), (5), dan (6) menjadi persamaan berikut ini:

$$KU0 = [I\_of]*(\min([k],([biji])*[%kec]*[%jadi])) \quad (10)$$

$$KU1 = [I\_of]*[S0]*[KU0] \quad (11)$$

$$KU2 = [I\_of]*[S1]*[KU1] \quad (12)$$

$$KU3 = [I\_of]*[S2]*[KU2] \quad (13)$$

$$KU4+ = ([I\_of]*[S3]*[KU3])+([I\_of]*[S4]*[KU4+]) \quad (14)$$

Variabel  $I\_of$  mempunyai nilai 1 pada awal simulasi, nilai 0 pada tahun pertama, dan nilai 1 sejak tahun kedua sampai akhir simulasi yang rumusnya dalam *RAMAS/Stage* ditulis seperti berikut ini:

$$I\_of = \text{pro}(tim+1)*\text{pro}(1-tim)+\text{pro}(tim-1) \quad (15)$$

Simulasi pembasmian total dengan pemanenan semua biji tiap tahun dilakukan dengan mengganti Persamaan (1) dengan Persamaan (16) berikut ini:

$$biji = 0*[biji/ind]*[KU4+] \quad (16)$$

Tindakan pembasmian sebagian yakni pembasmian seluas 0,25 kali luas wilayah pada

tahun pertama tanpa pemanenan semua biji dalam simulasi dilakukan dengan melakukan modifikasi Persamaan (2), (3), (4), (5), dan (6) menjadi persamaan berikut ini:

$$KU0 = ([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * (\min([k], ([biji]) * [\%kec] * [\%jadi])) \quad (17)$$

$$KU1 = ([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * [S0] * [KU0] \quad (18)$$

$$KU2 = ([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * [S1] * [KU1] \quad (19)$$

$$KU3 = ([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * [S2] * [KU2] \quad (20)$$

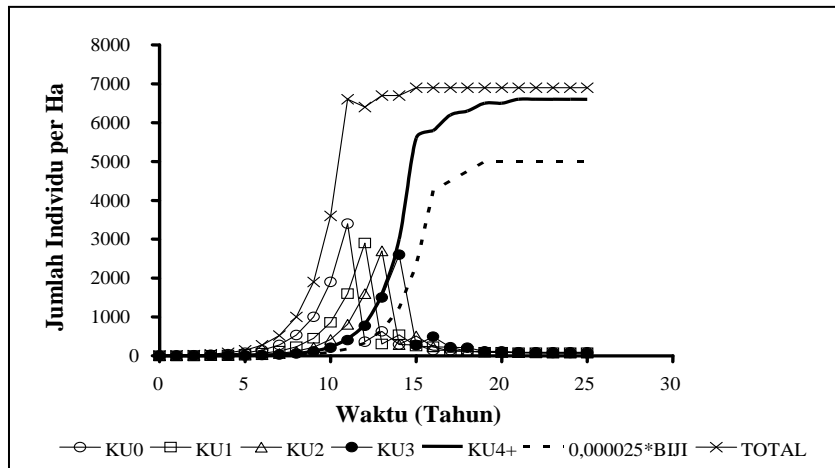
$$KU4+ = (([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * [S3] * [KU3]) + (([I_{on}] * 0.75 + [I_{of}]) * [S4] * [KU4+]) \quad (21)$$

Adapun simulasi pembasmian seluas 0,25 kali luas wilayah pada tahun pertama disertai pemanenan semua biji tiap tahun dilakukan dengan mengganti Persamaan (1) dengan Persamaan (16). Variabel  $I_{on}$  mempunyai nilai 0 pada awal simulasi, nilai 1 pada tahun pertama, dan nilai 0 sejak tahun kedua sampai akhir simulasi yang rumusnya dalam RAMAS/Stage ditulis sebagai berikut:

$$I_{on} = 1 - [I_{of}] \quad (22)$$

## Hasil dan Pembahasan

Pola pertumbuhan populasi *A. nilotica* untuk semua kelas umur dan kelas biji disajikan dalam Gambar 2. Pola pertumbuhan populasi total memperlihatkan kenaikan pada tahun-tahun permulaan kemudian terjadi fluktuasi kecil sebelum akhirnya mencapai ukuran populasi stabil. Pola  $KU0$  memperlihatkan pertumbuhan meningkat yang disusul dengan penurunan secara dramatis. Penurunan ini disebabkan oleh penurunan produksi individu baru akibat penurunan ruang yang tersedia untuk kehidupan individu baru. Pola  $KU1$ ,  $KU2$ ,  $KU3$  sama dengan  $KU0$  karena anggotanya berasal dari anggota  $KU0$  yang masih hidup. Akumulasi individu dalam  $KU4+$  menyebabkan pertumbuhan populasinya mendekati pola logistik. Untuk memungkinkan pembuatan grafik, jumlah biji disajikan sebagai 0,000025 kali cacah biji. Polanya mengikuti pola  $KU4+$  karena produksi biji diasumsikan *density independence*.



Gambar 2. Pola pertumbuhan populasi *A. nilotica* untuk semua kelas menurut model

Tabel 1. Hasil analisis sensitivitas parameter setelah nilai parameter dikurangi 0,1\*(nilai parameter)

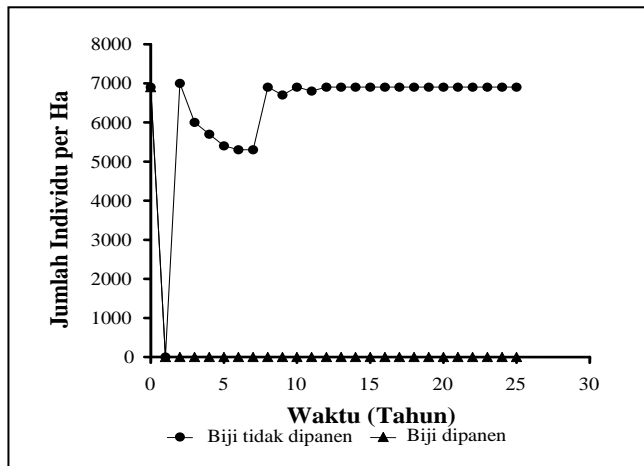
Parameter	Nilai	Perubahan Nilai	Sensitivitas	
			Langkah Waktu 1-5	Langkah Waktu 21-25
%jadi	0,02	0,018	0,8	0
%kec	0,05	0,045	0,8	0
biji/ind	30822,0	27739,8	0,6	0
Nmax	7000,0	6300,0	0	1,0
S0	0,85	0,765	0,1	0
S1	0,95	0,855	0,1	0
S2	0,95	0,855	0,2	0
S3	0,99	0,891	0,3	0
S4	0,99	0,891	0,3	0,7

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas (Tabel 1) diketahui ukuran populasi stabil (langkah waktu 21-25), parameter  $N_{max}$  dan  $S_4$  mempunyai kontribusi paling besar dalam menentukan variasi hasil. Sebaliknya, pada ukuran populasi di bawah  $N_{max}$  (langkah waktu 1-5),  $N_{max}$  tidak berkontribusi sama sekali, sedangkan  $S_4$  kontribusinya relatif kecil 0,3. Nilai-nilai sensitivitas ini mencerminkan urutan peranan parameter dalam model sehingga prioritas penelitian untuk mendapat data yang akurat perlu memperhatikan urutan tersebut.

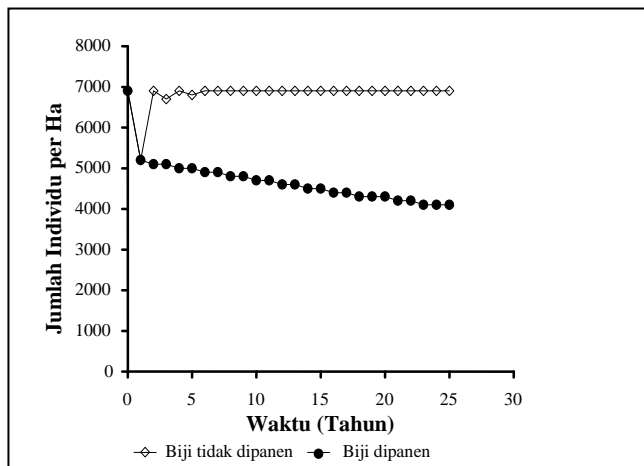
Pengaruh pembasmian secara total tahun pertama dengan pemanen dan tanpa pemanenan semua biji terhadap pertumbuhan populasi *A. nilotica* (Gambar 3). Dalam gambar tersebut terlihat bahwa pembasmian total tanpa pemanenan semua biji menyebabkan populasinya terbasmi pada tahun pertama. Pada

tahun berikutnya populasinya meningkat lagi karena kelahiran individu baru yang berasal dari biji yang tidak dipanen, dan kemudian mengalami penurunan dalam beberapa tahun sebelum mencapai ukuran populasi stabil. Di lain pihak, bila biji dipanen terus menerus, populasinya akan terbasmi.

Pengaruh pembasmian seluas 0,25 kali luas wilayah terhadap pertumbuhan populasi *A. nilotica* (Gambar 4). Tampak bahwa bila biji tidak dipanen, populasinya akan menurun drastis tetapi kemudian segera kembali ke posisi ukuran populasi stabil. Bila biji terus dipanen, populasinya menurun drastis dan kemudian menurun secara perlahan-lahan sesuai dengan tingkat kelangsungan hidup tiap kelas umur. Hal ini memperkuat bahwa peran pengambilan biji sangat signifikan dalam pembasmian.



Gambar 3. Pola pertumbuhan populasi *A. nilotica* setelah dibasmi pada tahun pertama



Gambar 4. Pola pertumbuhan populasi *A. nilotica* setelah dilakukan pembasmian seluas 0,25 luas wilayah

Pembasmian sebagian dapat juga dilakukan dengan pembunahan pohon penghasil biji saja seperti disarankan Schuurmans (1993). Jika dilakukan simulasi, pembasmian penghasil biji akan menghasilkan pola yang sama dengan pembasmian sebagian wilayah. Perbedaannya adalah bahwa dengan pembunahan pohon penghasil biji saja, jumlah pohon yang mati pada tahun pertama akan lebih besar karena pohon penghasil biji merupakan penyusun utama populasi.

Pola pertumbuhan populasi total tidak sepenuhnya mengikuti pola logistik karena pengaruh *density dependence* tidak terjadi secara perlahan-lahan. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan perbedaan kontribusi parameter dalam mempengaruhi hasil. Dengan memperhatikan perbedaan tersebut, pengelola dapat membuat prioritas penelitian yang tepat dalam rangka meningkatkan kualitas model. Parameter penting yang perlu didahulukan dalam peningkatan ketelitiannya adalah  $N_{max}$ ,  $S_4$ ,  $\%kec$ ,  $\%jadi$ , dan  $biji/ind$ .

Hasil dinyatakan dalam jumlah individu per hektar, bukan jumlah individu dalam seluruh savana, agar pemanfaatannya menjadi lebih luwes. Mengingat kenyataan bahwa tidak semua savana terinvasi *A. nilotica* secara penuh (Schuurmans, 1993), model ini mungkin akan menghasilkan angka yang lebih dari kenyataan di lapangan apabila diterapkan untuk seluruh savana. Barangkali model ini cocok untuk populasi *A. nilotica* di savana yang pernah terinvasi secara penuh seperti Bekol, Balanan, dan Kramat.

Pembasmian secara total pada tahun pertama tanpa pemanenan biji tidak bermanfaat karena sesudah pembasmian populasi mampu kembali ke ukuran populasi stabil. Meskipun pembasmian secara total dan pemanenan biji mampu menyirnakkan *A. nilotica*, pelaksanaannya mungkin akan sangat sulit sekali. Pembasmian dengan mematikan pohon masih merupakan kendala dalam pengelolaan yang sampai sekarang masih terus diteliti (Garsetiasih & Siubelan, 2005). Kendala tersebut akan menjadi lebih besar apabila masalah yang berkaitan dengan pemanenan biji, waktu, tenaga, dan biaya juga dipertimbangkan. Oleh karena itu, pembasmian populasi spesies ini dalam waktu

singkat tampaknya memang tidak mudah dilakukan.

Hasil pembasmian sebagian pada tahun pertama dengan pemanenan biji mungkin dapat memberikan harapan dalam usaha pembasmian populasi spesies ini. Dengan skenario semacam itu, populasi berkurang drastis sesudah pembasmian dan menurun terus secara perlahan-lahan menuju ke kepunahan total dalam tempo yang cukup panjang. Untuk memperpendek masa menuju ke kepunahan secara penuh, pembasmian secara periodik mungkin dapat dilakukan. Semakin sering dilakukan, semakin cepat populasi menuju kepunahan.

Tindakan pembasmian tanpa disertai pemanenan biji membuahkan hasil kurang memuaskan. Ini menegaskan bahwa pemanenan biji merupakan cara pengendalian populasi yang harus diperhitungkan. Selama tindakan pemusnahan tidak dilakukan sebaiknya pemanenan biji perlu dilakukan terus menerus. Pemanenan sebaiknya dilakukan ketika biji dalam buah belum mampu berkecambah untuk menghindari semai baru yang berasal dari biji yang tercecer di tanah selama pemungutan. Pemanenan buah yang dilakukan penduduk meskipun bermanfaat tetapi tidak akan efektif karena mungkin sebagian buah ada yang jatuh ke tanah. Jaminan bahwa semua pohon penghasil biji dapat dipanen juga sulit diperoleh mengingat keberadaan pohon yang tersebar dan sulit dilacak. Oleh karena itulah penelitian tentang pemanenan buah atau biji perlu dilakukan.

Mengingat sifat fenomena alam yang tidak dapat diduga (*unpredictable*), model stokastik mungkin perlu dikembangkan pada masa mendatang untuk mengetahui nilai resiko kepunahan (*extinction risk*) dan resiko eksplosi (*explosion risk*) yang bermanfaat dalam penentuan kebijakan (*policy*) yang bersifat menyeluruh. Selain itu, model pertumbuhan populasi yang melibatkan interaksi *A. nilotica* dan satwa penyebar biji juga perlu dibangun karena sangat bermanfaat dalam pengendalian populasi satwa tersebut. Model matematis yang lebih kompleks untuk pengelolaan populasi *A. nilotica* telah dikembangkan di Australia dan hasilnya berguna dalam memberikan masukan terhadap pengelola setempat (Kriticos *et al.*, 2003). Namun, model tersebut tidak dapat diterapkan di Baluran karena perbedaan sistem

populasi *A. nilotica* di Baluran dan di Australia. Oleh karena itulah, model pertumbuhan populasi *A. nilotica* di Taman Nasional Baluran yang mempertimbangkan sistem populasi secara menyeluruh perlu segera diupayakan.

Penelitian tentang pengendalian populasi *A. nilotica* yang berorientasi pada usaha untuk mematikan individu telah dilakukan oleh Nazif (1988), Nazif dan Sukendar (1990), dan Dhileepan *et al.*, (2006). Di lain pihak, penelitian ini berorientasi pada usaha untuk mengendalikan pertumbuhan populasi dan berasumsi bahwa proses mematikan individu berjalan lancar. Sudah barang tentu asumsi tersebut tidak dapat dipenuhi tanpa didukung hasil penelitian yang berorientasi untuk mematikan individu. Demikian juga, hasil penelitian berorientasi pada usaha mematikan individu perlu didukung oleh hasil penelitian ini agar dapat dicapai hasil pengendalian yang memuaskan.

Dinamika populasi *A. nilotica* yang dilaporkan oleh Saifulloh (2003) berbeda dengan dinamika populasi dalam penelitian ini. Dinamika populasi tersebut menggambarkan perubahan ukuran populasi berdasarkan hasil pengamatan selama 5 bulan sedangkan dinamika populasi dalam penelitian ini menggambarkan perubahan ukuran populasi dari tahun ke tahun yang diperoleh dari simulasi model. Meskipun demikian, kedua penelitian tersebut berkontribusi penting dalam pengelolaan *A. nilotica* karena dinamika populasi merupakan dasar dalam pengelolaan suatu populasi.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Model yang dibuat menghasilkan pola pertumbuhan populasi *A. nilotica* yang menyerupai pola logistik dengan sedikit fluktuasi sebelum ukuran populasi stabil dicapai. Parameter yang berkontribusi lebih besar dalam menentukan variasi keluaran adalah tingkat perkecambahan, tingkat kelangsungan hidup semai, jumlah biji per individu, ukuran populasi maksimum, dan tingkat kelangsungan hidup kelas umur  $\geq 4$ . Pembasmian populasi akan berhasil jika disertai dengan pemanenan semua

biji sehingga tidak ada satu bijipun yang jatuh ke tanah. Pembasmian sebagian secara periodik yang dipadukan dengan pemanenan biji tiap tahun mungkin tepat untuk dilakukan.

### Saran

Model perlu dikembangkan dengan terus melakukan penelitian untuk lebih memahami proses populasi yang terjadi dan meningkatkan ketelitian parameter-parameter dengan memperhatikan prioritas. Pemanenan semua biji setiap tahun sebaiknya dilakukan dengan cermat untuk menghambat pertumbuhan dan penyebaran populasi lebih jauh.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Simon Hedges yang telah memberikan masukan dan informasi berharga tentang populasi *A. nilotica* di Taman Nasional Baluran.

## Daftar Pustaka

- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spurr, S.H. 1998. *Forest Ecology*. 4<sup>th</sup> Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Burgman, M.A., Ferson, S. and Akçakaya, H.R. 1993. *Risk Assessment in Conservation Biology*. Chapman & Hall, Melbourne.
- Dhileepan, K., Senaratne, K.A.D.W. and Raghu, S. 2006. Case Study: A Systematic Approach to Biological Control Agent Exploration and Prioritisation for Prickly Acacia (*Acacia nilotica* ssp. *indica*). *Australian J. of Entomology* 45: 303-307.
- Dwivedi, A.P. 1993. *Babul (Acacia nilotica): A Multipurpose Tree of Dry Areas*. Arid Forest Research Institute, Jodhpur.
- Ferson, S. 1992. *RAMAS/stage: Generalized Stage-based Modeling for Population Dynamics*. Applied Biomathematics, New York.
- Garsetiasih, R. and Siubelan, H. 2005. The invasion of *Acacia nilotica* in Baluran National Park, East Java, and its Control Measures. In: McKenzie, P., Brown, Ch., Jianghua, S. and Jian, W. (Eds.). *The Unwelcome Guests Proceedings of The Asia-Pacific Forest Invasive Species Conference*, pp. 96-97. Bangkok.



- Krebs, C.J. 1978. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 2<sup>nd</sup> Ed. Harper & Row, New York.
- Kriticos, D.J., Brown, J.R., Maywald, G.F., Radford, I.D., Nicholas, D.M., Sutherst, R.W. and Adkins, S.W. 2003. SPAnDX: A Process-based Population Dynamics to Explore Management and Climate Change Impacts on Invasive Alien Plant, *Acacia nilotica*. *Ecological Modelling* 163: 187-208.
- Nazif, M. 1988. Percobaan Pengendalian *Acacia arabica* dengan Herbisida Indamin 720 HC, Garlon 480 EC dan Trusi di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Bull. Penelitian Hutan* 499: 11-24.
- Nazif, M. dan Sukendar, E. 1990. *Laporan Sementara Percobaan Pengendalian Acacia arabica di TN Baluran*. Fonc Forestry/Nature Conservation Project.
- Saifulloh, M. 2003. Dinamika Populasi Akasia Duri (*Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del.) dan Biduri (*Calotropis gigantea* (Willd.) Dryand. ex Ait. f.) di Savana Bekol Taman Nasional Baluran Banyuwangi. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Schuermans, H. 1993. *Acacia nilotica* (L) Willd. Ex. Del.: *Ecology and Management: A study to An Introduced, Colonizing Plant Species in Baluran National Park, Java, Indonesia*. Agricultural University Wageningen and Universitas Gadjah Mada.
- Supriyadi. 1997. *Fekunditas Populasi Kerinyu di Wanagama I Kabupaten Gunungkidul*. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.