

## ESTIMASI POPULASI / STOK IKAN

Populasi ikan didefinisikan sebagai kelompok individu satu spesies atau satu sub-spesies yang secara spasial, genetic, atau demografi terpisah dengan kelompok yang lain. Pengelola perikanan (fisheries managers) sering kali kurang percaya diri dalam menentukan aksi yang harus dilakukan sebelum mendapat gambaran yang cukup jelas tentang populasi ikan. Oleh karena itu, dia akan meminta pakar atau ahli biologi untuk melakukan pendugaan terhadap besarnya populasi.

### 1. Metode Sensus Tunggal – Petersen

Sejumlah ikan ditangkap dari perairan of interest, dan diberi tanda, Mark (M). Ikan bertanda kemudian dilepas kembali ke perairan. Pada penangkapan ke-dua, Capture (C), dicatat jumlah ikan bertanda tertangkap kembali, Recapture (R). Pada kondisi ini, ratio R/C bisa digunakan sebagai penduga tidak bias dari M/N yang tidak kita ketahui, dimana N = jumlah populasi ikan di alam (tidak pernah kita ketahui), sehingga  $M/N \cong R/C$  dan:

$$N = \frac{M * C}{R} \dots\dots\dots(1)$$

Laju eksploitasi,  $\mu$ , diduga melalui ratio R/M (sebagai konsekuensinya  $\mu = R/C$ ), sehingga N juga bisa diduga melalui persamaan (Leslie, 1952) sebagai berikut:

$$N = \frac{C}{\mu} \dots\dots\dots (2)$$

Ragam dari laju eksploitasi (oleh Leslie, 1952) diduga dengan persamaan:

$$Var(\mu) = \frac{R(C - R)}{M^2 * C} \dots\dots\dots (3)$$

Pada kondisi jumlah stok atau populasi sangat besar, ada kemungkinan nilai  $R = 0$ , dan berdampak pada gagalnya perhitungan pendugaan populasi. Untuk menghindari hal ini, formula Peterson dimodifikasi oleh Chapman, menjadi:

$$N = \frac{(M + 1)(C + 1)}{(R + 1)} \dots\dots (4)$$

Ragam dari sampling diduga melalui persamaan Chapman sebagai berikut:

$$Var(N) = \frac{N^2(C - R)}{(C + 1)(R + 2)} \dots\dots\dots (5)$$

Bailey (1951) menggunakan pendekatan yang sedikit berbeda, dengan persamaan penduga bagi ukuran populasi sebagai berikut:

$$N = \frac{M(C+1)}{(R+1)} \dots\dots (6)$$

Namun akhirnya Bailey melakukan modifikasi terhadap persamaan (6) menjadi:

$$N = \frac{C(M+1)}{R} - 1 \dots\dots\dots (7)$$

Standar galat, SE, dari N ialah akar dari ragam N, dengan derajat bebas sebaran  $t = C-1$ .

Contoh Aplikasi

Contoh aplikasi perhitungan pendugaan populasi bisa dilihat pada file Excel, Sheet: Sensus-Tunggal yang telah dipersiapkan.

Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi pada metode sensus tunggal ialah sebagai berikut:

- Ikan bertanda dan ikan tidak bertanda mempunyai laju mortalitas yang sama
- Ikan bertanda dan tidak bertanda mempunyai peluang tertangkap yang sama
- Semua tanda pada ikan yang tertangkap bisa dikenali
- Ikan bertanda tercampur dengan ikan tidak bertanda secara acak
- Selama proses eksperimen tidak ada proses emigrasi atau imigrasi yang bisa mempengaruhi populasi

2. Metode Depleksi 2-Pass

Ikan ditangkap dalam dua-pass berbeda, masing-masing hasil tangkap dihitung sebagai C1 dan C2. Peluang ikan tertangkap dinyatakan sebagai:

$$p = \frac{(C_1 - C_2)}{C_1} \dots\dots\dots (8)$$

Penduga dari jumlah populasi ikan dinyatakan sebagai:

$$N = \frac{C_1^2}{(C_1 - C_2)} \dots\dots\dots (9)$$

Penduga ragam dari ukuran populasi, var(N), ialah:

$$Var(N) = \frac{C_1^2 * C_2^2 * (C_1 + C_2)}{(C_1 - C_2)^4} \dots\dots (10)$$

Sedangkan standar galat (error) ialah akar dari ragam N. Dengan demikian, penduga tak bias dari N ialah:

$$N \pm (2 * SE)$$

Pada metode deplesi 2-pass, nilai penduga tak bias bagi N bisa didapat jika peluang tertangkapnya ikan,  $p \geq 0,8$ , dan tidak bisa dipercaya jika  $p < 0,2$  (jika anggota populasi yang tertangkap <20% per pas).

Contoh aplikasi:

Misalkan dilakukan 2x penangkapan ikan masing-masing sebagai berikut:

Pass	Ct
1	200
2	95

Peluang tertangkapnya ikan ialah:

$$p = (200-95)/200 = 0,525$$

Ukuran populasi ialah:

$$N = \frac{200^2}{(200-95)} = 381$$

Ragam dari ukuran populasi ialah:

$$Var(N) = \frac{(200^2) * (95^2) * (200 + 95)}{(200 - 95)^4} = 876$$

Standar galat, SE, ialah:

$$SE(N) = \sqrt{876} = 30$$

Ukuran populasi berkisar:  $381 \pm (2 * 30)$  ekor

Lakukan juga beberapa scenario hasil dengan mengganti nilai C1 atau C2 yang berbeda (file excel sheet Deplesi 2-Pass).

### 3. Metode Removal CpUE (Leslie & DeLury)

Besarnya CpUE pada waktu tertentu diasumsikan berbanding lurus dengan besarnya stok pada saat itu, dengan persamaan (Knight & Cooper, 2008):

$$C_t/f_t = q \cdot N_t \dots\dots\dots (8)$$

$C_t$  = total hasil tangkap selama waktu  $t$

$f_t$  = total usaha (effort) untuk menghasilkan  $C_t$

$q$  = konstan, catchability coefficient

$N_t$  = besarnya populasi pada waktu  $t$ ;

Kelimpahan ikan pada waktu  $t$ ,  $N_t$ , didefinisikan sebagai jumlah ikan di awal ( $N_0$ ) dikurangi jumlah hasil tangkap kumulatif selama periode waktu  $t$ ,  $K_t$ . Definisi ini bisa dituliskan sebagai:

$$N_t = N_0 - K_t \dots\dots\dots (9)$$

Persamaan (8) bisa ditulis menjadi bentuk sebagai berikut:

$$C_t/f_t = (q \cdot N_0) - q \cdot K_t \quad (10)$$

Persamaan (10) merupakan garis lurus (regresi linier) antara CpUE dengan akumulasi hasil tangkap sampai waktu  $t$ ,  $K_t$ , dimana:

Koefisien regresi =  $q$

Intersep =  $q \cdot N_0$

Contoh aplikasi:

Contoh aplikasi pada metode ini bisa dilihat pada file excel-sheet: removal CpUE

### 4. Multi-Sensus

Metode multi-sensus dalam menduga populasi ikan sudah dikembangkan sejak tahun 1930an. Pada metode ini, penangkapan dan pemberian tanda dilakukan secara berulang-ulang. Penduga bagi besarnya populasi,  $N$ , ialah:

$$\frac{1}{N} = \frac{\sum(M_t \cdot R_t)}{\sum(C_t \cdot M_t^2)} \dots\dots\dots(11)$$

Sedangkan ragam dari populasi,  $N$ , ialah:

$$S^2 = \frac{\sum(R_t^2 / C_t) - ((\sum R_t * M_t)^2) / (\sum(C_t * M_t^2))}{m-1} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana:

Mt = total ikan yang diberi tanda sampai waktu, t;

Ct = jumlah sample yang diambil pada waktu, t

Rt = jumlah ikan yang tertangkap kembali, pada sample Ct

Pendugaan populasi sebaiknya dilakukan melalui pendugaan 1/N. Ragam dari 1/N ialah:

$$\text{Var}(1/N) = S^2 / (\sum(Ct * Mt^2))$$

Standar Deviasi dari (1/N) ialah akar dari Var (1/N). Sedangkan ttabel bisa didapat dengan menggunakan sebaran t-student (two-tails 0,05 dan derajat bebas n-1)

Selang kepercayaan dari 1/N bisa didapat melalui:

$$(1/N) \pm S(1/N) * t_{0,05;db}$$

Contoh aplikasi bisa dicoba pada file excel, Sheet Multi-Sensus.