

Perhitungan Matematika Pada Peluang *Inbreeding* Dalam Populasi Ternak Generasi Pertama

Widya Pintaka Bayu Putra¹, Muhammad Firmansyah²

¹Pusat Penelitian Bioeknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

e-mail: widya.putra.lipi@gmail.com¹, firmanmath@gmail.com²

Diajukan: 26 Mei 2019, Diperbaiki: 15 September 2020, Diterima: 27 Nopember 2020

Abstrak

Level *inbreeding* yang tinggi pada ternak dapat menyebabkan dampak ekonomi yang besar karena dapat menurunkan produktivitas ternak antara lain berat badan, berat karkas, produksi susu dan kinerja reproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun formula matematika secara *trial and error method* untuk menghitung peluang terjadinya *inbreeding* pada populasi ternak generasi pertama (F1). Penelitian ini dilakukan dengan dua skenario sistem perkawinan yaitu kawin alam (KA) dan inseminasi buatan (IB). Asumsi yang digunakan adalah nilai *service per conception* (S/C) sebesar 1,00, jumlah betina (N_D) dan *straw* (N_{Str}) pada sistem IB sama, generasi pertama pada sistem KA dan IB terjadi secara acak (random) dan setiap induk memiliki satu anak (*progeny*). Parameter yang diamati yaitu peluang *inbreeding* pada generasi pertama (P_1), jumlah kombinasi perkawinan pada tetua (N_{MP}), jumlah kombinasi perkawinan pada generasi pertama (N_{MG}), jumlah kombinasi perkawinan *inbreeding* pada sistem KA (N_{MI}) dan IB (N_{MK}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula matematika yang telah diperoleh dapat digunakan untuk menghitung nilai P_i pada kedua sistem perkawinan dan telah teruji melalui simulasi data.

Kata Kunci : Generasi Pertama, Manajemen Perkawinan, Populasi Ternak, Peluang *Inbreeding*, Formula Matematika.

Abstract

Highly *inbreeding* level in the livestock had high economic impact because of low productivity on body weight, carcass weight, milk yield and reproductive traits. This research was carried out to obtain the mathematical formula with *trial and error method* to estimate *inbreeding* probability in the livestock population. This research was conducted with two mating system scenarios of natural mating (KA) and artificial insemination (IB). The assumption that used in this study are *service per conception* (S/C) was 1.00, similar number of dam (N_D) and *straw* (N_{Str}) in IB method, random mating was occurred in the first generation of KA and IB systems and each dam had one offspring. Meanwhile, the parameters that observe were *inbreeding* probability (P_1), number of mating combination in parents (N_{MP}), number of mating combination in first generation (N_{MG}) and number of *inbreeding* mating combination in KA (N_{MI}) and IB (N_{MK}) systems. The mathematics formula that created in this study can be used to calculate P_i value in both mating systems and has been tested with data simulation.

Keywords : First Generation, Mating Management, Livestock Population, *Inbreeding* Probability, Mathematical Formula

1 Pendahuluan

Inbreeding atau silang dalam pada ternak dapat disebabkan karena sistem perkawinan yang jelek. Umumnya *inbreeding* pada ternak terjadi pada peternakan rakyat karena sebagian besar peternak tradisional memelihara ternak secara ekstensif tanpa melakukan pencatatan ternak (*recording*). Akibatnya, perkawinan antar ternak yang masih memiliki hubungan kekerabatan akan terjadi dan apabila terjadi secara terus dapat menyebabkan produktivitas ternak akan turun dari generasi ke generasi [1]. Selain itu, dampak yang paling parah akibat perkawinan *inbreeding* secara terus menerus adalah memunculkan individu yang cacat secara genetik [2].

Dalam teori pemuliaan ternak, besarnya tekanan *inbreeding* atau koefisien silang dalam (F_{is}) pada suatu individu dapat dihitung berdasarkan formula yang sudah ada sebelumnya [1]. Akan tetapi, peluang terjadinya *inbreeding* pada generasi pertama dalam suatu populasi ternak sejauh ini belum ada yang mengkaji. Estimasi peluang *inbreeding* dalam populasi ternak sangat penting untuk mengevaluasi kebutuhan jumlah pejantan dan berapa jumlah sperma beku (*straw*) yang harus dihasilkan pada suatu populasi ternak betina.

Saat ini telah ditemukan formula matematika untuk menghitung level (koefisien) *inbreeding* pada individu ternak menggunakan catatan data silsilah ternak. Akan tetapi formula matematika untuk menghitung besarnya peluang *inbreeding* dalam suatu populasi ternak belum ditemukan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula matematika untuk menghitung peluang *inbreeding* (P_i) pada generasi pertama (F1) dalam suatu populasi ternak pada sistem perkawinan yang berbeda yaitu kawin alam (KA) dan inseminasi buatan (IB). Manfaat penelitian adalah dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan jumlah pejantan yang harus dipelihara dan jumlah dosis *straw* yang harus diproduksi di Balai Besar Inseminasi Buatan (BBIB) milik pemerintah maupun perusahaan peternakan swasta agar nilai P_i pada populasi F1 kurang dari 50%.

2 Metode Penelitian

2.1 Asumsi Penelitian

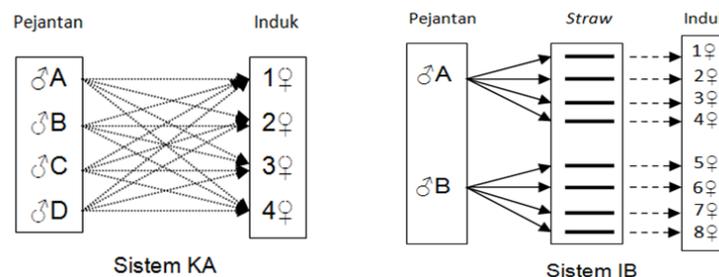
Beberapa asumsi diperlukan dalam penelitian ini agar diperoleh pola data yang benar. Asumsi dalam penelitian ini dilakukan pada kondisi manajemen dan populasi ternak sebagai berikut:

1. Perhitungan peluang *inbreeding* dilakukan pada generasi pertama
2. Jumlah banyaknya perkawinan sampai terjadi kebuntingan atau *service per conception* (S/C) pada sistem IB adalah 1,00.

3. Pada sistem KA, perkawinan pada tetua dan antar generasi pertama terjadi secara acak (random)
4. Pada sistem IB, perkawinan pada tetua terjadi secara tidak acak (determined) tetapi perkawinan antar generasi pertama terjadi secara acak
5. Pada sistem IB jumlah betina sama dengan jumlah sperma beku (*straw*)
6. Pada setiap sistem perkawinan masing-masing induk menghasilkan satu anak (*progeny*)

2.2 Formulasi Matematika

Perhitungan formula matematika untuk estimasi peluang *inbreeding* dilakukan menggunakan program komputer *Microsoft Excel 2007*. Pola runutan angka yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan formula matematika secara *trial and error method*. Analisis pada P_1 dilakukan berdasarkan skema perkawinan ternak seperti pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Skema perkawinan ternak pada sistem kawin alam (KA) dan inseminasi buatan (IB)

Pada sistem KA, setiap pejantan memiliki peluang untuk mengawini semua betina. Pada sistem ini jumlah kombinasi perkawinan pada tetua dan pada generasi pertama dapat dihitung menggunakan formula matematika yang telah diperoleh berdasarkan hasil simulasi data secara *trial and error method* sebagai berikut:

$$N_{MP} = N_S \times N_D \quad (1)$$

$$N_{MG} = (N_{MP} - 1) \times [(N_S \times N_D)/2] \quad (2a)$$

$$N_{MG} = (N_{MP} - 1) \times (N_{MP} \times 0,50) \quad (2b)$$

dengan N_{MP} = jumlah kombinasi perkawinan pada tetua/parental; N_{MG} = jumlah kombinasi perkawinan pada generasi pertama; N_S = jumlah ternak jantan (ekor) dan N_D = jumlah ternak betina (ekor)

Nilai N_{MP} dan N_{MG} tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung estimasi peluang *inbreeding* (P_1) berdasarkan formula peluang dasar [3] sebagai berikut:

$$P_1 = N_{MI} / N_{MG} \quad (3)$$

dan nilai N_{MI} dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N_{MI} = [(N_S + N_D) - 2] \times (N_S \times N_D) \times 0,50 \quad (4a)$$

$$N_{MI} = [(N_S + N_D) - 2] \times N_{MP} \times 0,50 \quad (4b)$$

Dengan P_I = peluang *inbreeding*; N_{MI} = jumlah kombinasi perkawinan *inbreeding* pada generasi pertama; N_S = jumlah ternak jantan (ekor) dan N_D = jumlah ternak betina (ekor)

Pada sistem IB, setiap pejantan akan menghasilkan banyak dosis sperma beku (*straw*) yang selanjutnya digunakan untuk kawin suntik pada ternak betina seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 tersebut secara tidak langsung peluang ternak jantan untuk mengawini ternak betina dipengaruhi oleh banyaknya *straw* yang dihasilkan. Semakin banyak ternak jantan menghasilkan *straw* maka semakin banyak ternak betina yang dikawini melalui teknik IB. Pada kondisi tersebut, maka jumlah kombinasi perkawinan pada tetua dan pada generasi pertama dapat dihitung menggunakan persamaan yang telah diperoleh secara *trial and error method* sebagai berikut:

$$N_{MP} = N_{Str} \quad (5)$$

$$N_{MG} = (N_{MP} - 1) \times (N_{MP} \times 0,50) \quad (4b)$$

dimana N_{Str} = jumlah sperma beku/*straw* (dosis); N_{MP} = jumlah kombinasi perkawinan pada tetua/parental; N_{MG} = jumlah kombinasi perkawinan pada generasi pertama.

Nilai N_{MP} dan N_{MG} tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung peluang *inbreeding* (P_I) menggunakan formula matematika yang telah diperoleh berdasarkan hasil simulasi data secara *trial and error method* sebagai berikut:

$$P_I = N_{MK} / N_{MG} \quad (3)$$

dengan nilai N_{MK} diperoleh menggunakan formula yang diperoleh melalui *trial and error method* sebagai berikut:

$$N_{MK} = \sum_{i=1}^n k_i \times (k_i - 1) \times 0,50 \quad (6a)$$

$$N_{MK} = \frac{[k_1 \times (k_1 - 1)] + [k_2 \times (k_2 - 1)] + \dots + [k_n \times (k_n - 1)]}{2} \quad (6b)$$

dimana P_I = peluang *inbreeding*; k_i = jumlah *straw* pejantan ke-i (dosis); N_S = jumlah pejantan (ekor); N_{MK} = jumlah kombinasi perkawinan *inbreeding* pada generasi pertama; N_{Str} = jumlah *straw* total (dosis).

2.3 Simulasi Data

Simulasi data pada penelitian ini dilakukan untuk menguji kesesuaian hasil simulasi data berdasarkan formula matematika yang telah diperoleh menggunakan program komputer *Microsoft*

Excel 2007 secara *trial and error method*. Simulasi ini dilakukan untuk menguji kesesuaian hasil perhitungan terhadap konsep teori *inbreeding* pada ilmu pemuliaan ternak.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Simulasi Data

Simulasi data untuk menghitung P_I pada sistem KA dilakukan pada contoh populasi ternak dengan jumlah jantan (N_S) sebesar 4 ekor (A,B,C,D) dan jumlah betina (N_D) sebesar 4 ekor (1,2,3,4). Maka peluang *inbreeding* (P_I) pada generasi pertama menurut formula matematika yang telah diperoleh sebagai berikut:

$$N_{MP} = N_S \times N_D$$

$$= 4 \times 4$$

$$= 16 \text{ kombinasi (Tabel 1)}$$

$$N_{MG} = N_{MP} - 1 \times (N_{MP} \times 0,50)$$

$$= (16 - 1) \times (16 / 2)$$

$$= 120 \text{ kombinasi (Tabel 2)}$$

$$P_I = N_{MI} / N_{MG}$$

$$N_{MI} = [(4 + 4) - 2] \times (4 \times 4) \times 0,50$$

$$= 6 \times 16 \times 0,50$$

$$= 48 \text{ kombinasi (Tabel 2)}$$

$$P_I = 48 / 120$$

$$= 0,40$$

Tabel 1. Kombinasi perkawinan pada tetua untuk menghasilkan generasi pertama pada sistem KA

No.	Pejantan (♂)	Betina (♀)	Anak	No.	Pejantan (♂)	Betina (♀)	Anak
1	A	1	A1	9	C	1	C1
2	A	2	A2	10	C	2	C2
3	A	3	A3	11	C	3	C3
4	A	4	A4	12	C	4	C4
5	B	1	B1	13	D	1	D1
6	B	2	B2	14	D	2	D2
7	B	3	B3	15	D	3	D3
8	B	4	B4	16	D	4	D4

Tabel 2. Kombinasi perkawinan pada generasi pertama pada sistem KA

No.	Pejantan(♂)	Betina(♀)	Keterangan	No.	Pejantan(♂)	Betina(♀)	Keterangan
1	A1	A2	<i>inbreeding</i>	61	B1	C4	-
2	A1	A3	<i>inbreeding</i>	62	B1	D1	<i>inbreeding</i>
3	A1	A4	<i>inbreeding</i>	63	B1	D2	-

No.	Pejantan(♂)	Betina(♀)	Keterangan	No.	Pejantan(♂)	Betina(♀)	Keterangan
4	A1	B1	<i>inbreeding</i>	64	B1	D3	-
5	A1	B2	-	65	B1	D4	-
6	A1	B3	-	66	B2	B3	<i>inbreeding</i>
7	A1	B4	-	67	B2	B4	<i>inbreeding</i>
8	A1	C1	<i>inbreeding</i>	68	B2	C1	-
9	A1	C2	-	69	B2	C2	<i>inbreeding</i>
10	A1	C3	-	70	B2	C3	-
11	A1	C4	-	71	B2	C4	-
12	A1	D1	<i>inbreeding</i>	72	B2	D1	-
13	A1	D2	-	73	B2	D2	<i>inbreeding</i>
14	A1	D3	-	74	B2	D3	-
15	A1	D4	-	75	B2	D4	-
16	A2	A3	<i>inbreeding</i>	76	B3	B4	<i>inbreeding</i>
17	A2	A4	<i>inbreeding</i>	77	B3	C1	-
18	A2	B1	-	78	B3	C2	-
19	A2	B2	<i>inbreeding</i>	79	B3	C3	<i>inbreeding</i>
20	A2	B3	-	80	B3	C4	-
21	A2	B4	-	81	B3	D1	-
22	A2	C1	-	82	B3	D2	-
23	A2	C2	<i>inbreeding</i>	83	B3	D3	<i>inbreeding</i>
24	A2	C3	-	84	B3	D4	-
25	A2	C4	-	85	B4	C1	-
26	A2	D1	-	86	B4	C2	-
27	A2	D2	<i>inbreeding</i>	87	B4	C3	-
28	A2	D3	-	88	B4	C4	<i>inbreeding</i>
29	A2	D4	-	89	B4	D1	-
30	A3	A4	<i>inbreeding</i>	90	B4	D2	-
31	A3	B1	-	91	B4	D3	-
32	A3	B2	-	92	B4	D4	<i>inbreeding</i>
33	A3	B3	<i>inbreeding</i>	93	C1	C2	<i>inbreeding</i>
34	A3	B4	-	94	C1	C3	<i>inbreeding</i>
35	A3	C1	-	95	C1	C4	<i>inbreeding</i>
36	A3	C2	-	96	C1	D1	<i>inbreeding</i>
37	A3	C3	<i>inbreeding</i>	97	C1	D2	-
38	A3	C4	-	98	C1	D3	-
39	A3	D1	-	99	C1	D4	-
40	A3	D2	-	100	C2	C3	<i>inbreeding</i>
41	A3	D3	<i>inbreeding</i>	101	C2	C4	<i>inbreeding</i>
42	A3	D4	-	102	C2	D1	-
43	A4	B1	-	103	C2	D2	<i>inbreeding</i>
44	A4	B2	-	104	C2	D3	-
45	A4	B3	-	105	C2	D4	-
46	A4	B4	<i>inbreeding</i>	106	C3	C4	<i>inbreeding</i>
47	A4	C1	-	107	C3	D1	-
48	A4	C2	-	108	C3	D2	-
49	A4	C3	-	109	C3	D3	<i>inbreeding</i>
50	A4	C4	<i>inbreeding</i>	110	C3	D4	-
51	A4	D1	-	111	C4	D1	-
52	A4	D2	-	112	C4	D2	-
53	A4	D3	-	113	C4	D3	-
54	A4	D4	<i>inbreeding</i>	114	C4	D4	<i>inbreeding</i>
55	B1	B2	<i>inbreeding</i>	115	D1	D2	<i>inbreeding</i>
56	B1	B3	<i>inbreeding</i>	116	D1	D3	<i>inbreeding</i>
57	B1	B4	<i>inbreeding</i>	117	D1	D4	<i>inbreeding</i>
58	B1	C1	<i>inbreeding</i>	118	D2	D3	<i>inbreeding</i>
59	B1	C2	-	119	D2	D4	<i>inbreeding</i>
60	B1	C3	-	120	D3	D4	<i>inbreeding</i>

Simulasi data sederhana untuk menghitung P_I pada sistem IB dilakukan pada contoh sebagai berikut: Terdapat 3 ekor pejantan penghasil *straw* yaitu A (4 dosis), B (3 dosis) dan C (2 dosis). Dengan asumsi $S/C = 1,00$ dan jumlah induk sama dengan jumlah *straw*, maka peluang *inbreeding* pada generasi pertama (P_I) dapat diperoleh sebagai berikut:

$$N_{MP} = N_{Str} = 4 + 3 + 2 = 9 \text{ kombinasi (Tabel 3)}$$

$$\begin{aligned} N_{MG} &= (N_{MP} - 1) \times (N_{MP} \times 0,50) \\ &= (9 - 1) \times (9 \times 0,50) \\ &= 8 \times 4,5 \\ &= 36 \text{ kombinasi (Tabel 4)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{MK} &= \sum_{i=1}^n k_i \times (k_i - 1) \times 0,50 \\ &= \frac{4 \times (4 - 1)}{2} + \frac{3 \times (3 - 1)}{2} + \frac{2 \times (2 - 1)}{2} \\ &= 6 + 3 + 1 \\ &= 10 \text{ kombinasi (Tabel 4)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_I &= N_{MK} / N_{MG} \\ &= 10 / 36 \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

Tabel 3. Kombinasi perkawinan pada tetua untuk menghasilkan generasi pertama pada sistem IB

No.	Straw	Induk	Anak
1	A	1	A1
2	A	2	A2
3	A	3	A3
4	A	4	A4
5	B	5	B5
6	B	6	B6
7	B	7	B7
8	C	8	C8
9	C	9	C9

Tabel 4. Kombinasi perkawinan pada generasi pertama pada sistem IB

No	Pejantan (♂)	Induk (♀)	Keterangan	No	Pejantan (♂)	Induk (♀)	Keterangan
1	A1	A2	<i>inbreeding</i>	19	A3	B7	-
2	A1	A3	<i>inbreeding</i>	20	A3	C8	-
3	A1	A4	<i>inbreeding</i>	21	A3	C9	-
4	A1	B5	-	22	A4	B5	-
5	A1	B6	-	23	A4	B6	-
6	A1	B7	-	24	A4	B7	-
7	A1	C8	-	25	A4	C8	-
8	A1	C9	-	26	A4	C9	-
9	A2	A3	<i>inbreeding</i>	27	B5	B6	<i>inbreeding</i>

No	Pejantan (♂)	Induk (♀)	Keterangan	No	Pejantan (♂)	Induk (♀)	Keterangan
10	A2	A4	<i>inbreeding</i>	28	B5	B7	<i>inbreeding</i>
11	A2	B5	-	29	B5	C8	-
12	A2	B6	-	30	B5	C9	-
13	A2	B7	-	31	B6	B7	<i>inbreeding</i>
14	A2	C8	-	32	B6	C7	-
15	A2	C9	-	33	B6	C8	-
16	A3	A4	<i>inbreeding</i>	34	B7	C8	-
17	A3	B5	-	35	B7	C9	-
18	A3	B6	-	36	C8	C9	<i>inbreeding</i>

Simulasi data pada sistem IB menggunakan data produksi *straw* yang sebenarnya sebagai berikut: Balai Pengembangan Perbibitan dan Inseminasi Buatan Ternak - Sapi Potong (BPPIBT-SP) Cibeunjing, Ciamis, Jawa Barat pada tahun 2017 memiliki enam ekor pejantan sapi Pasundan untuk menghasilkan *straw* yaitu Keling (468 dosis), Bima (3.732 dosis), Reog (5.017 dosis), Rangga Sakti (1.383 dosis), Pakuan (1.368 dosis) dan Angga Praja (592 dosis) [4]. Dengan asumsi yang sama maka nilai P_I pada kondisi tersebut adalah:

$$N_S = 6 \text{ ekor}$$

$$N_{MP} = N_{Str} = 468 + 3732 + 5017 + 1383 + 1368 + 592 = 12.560 \text{ kombinasi}$$

$$\begin{aligned} N_{MG} &= (N_{MP} - 1) \times (N_{MP} \times 0,50) \\ &= (12.560 - 1) \times (12.560 \times 0,50) \\ &= 12.559 \times 6.280 \\ &= 78.870.520 \text{ kombinasi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{MK} &= \sum_{i=1}^n k_i \times (k_i - 1) \times 0,50 \\ &= \frac{468 \times (468 - 1)}{2} + \frac{3732 \times (3732 - 1)}{2} + \frac{5017 \times (5017 - 1)}{2} + \frac{1383 \times (1383 - 1)}{2} + \frac{1368 \times (1368 - 1)}{2} + \frac{592 \times (592 - 1)}{2} \\ &= 218.556 + 13.924.092 + 25165272 + 1.911.306 + 1.870.056 + 349.872 \\ &= 43.439.154 \text{ kombinasi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_I &= N_{MK} / N_{MG} \\ &= 43.439.154 / 78.870.520 \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

3.2 Hubungan antara N_S dan N_D Terhadap P_I pada Sistem KA

Hasil simulasi data pada sistem KA menunjukkan bahwa N_S , dan N_D , merupakan dua komponen yang secara matematis mempengaruhi nilai P_I . Jika salah satu faktor nilainya semakin tinggi dan nilai faktor lainnya tidak berubah (tetap) maka nilai P_I akan semakin rendah seperti pada Tabel 5. Selain itu terlihat juga bahwa semakin besar jumlah populasi ($N_S + N_D$) maka nilai P_I akan semakin rendah.

Dalam ilmu pemuliaan ternak, N_S dan N_D merupakan komponen penting yang berpengaruh terhadap kemajuan genetik dalam populasi ternak [5]. Hasil simulasi data menjelaskan bahwa penggunaan pejantan dalam jumlah yang sedikit dapat menyebabkan resiko terjadinya perkawinan *inbreeding* per generasi menjadi besar. Hal ini sesuai dengan konsep ilmu pemuliaan ternak bahwa semakin banyak pejantan yang digunakan untuk program pembibitan dapat meningkatkan nilai kemajuan genetik [5]–[7]. Hal itu disebabkan karena keragaman genetik tetua dalam populasi akan semakin meningkat, sehingga peluang terjadinya *inbreeding* akan semakin menurun dan produktivitas ternak per generasi akan semakin meningkat [1], [2].

Tabel 5. Nilai peluang *inbreeding* (P_I) pada sistem KA berdasarkan jumlah pejantan (N_S) dan jumlah induk (N_D) yang berbeda

N_S	N_D									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,000	0,667	0,600	0,571	0,556	0,545	0,538	0,533	0,529	0,526
3	1,000	0,600	0,500	0,455	0,429	0,412	0,400	0,391	0,385	0,379
4	1,000	0,571	0,455	0,400	0,368	0,348	0,333	0,323	0,314	0,308
5	1,000	0,556	0,429	0,368	0,333	0,310	0,294	0,282	0,273	0,265
6	1,000	0,545	0,412	0,348	0,310	0,286	0,268	0,255	0,245	0,237
7	1,000	0,538	0,400	0,333	0,294	0,268	0,250	0,236	0,226	0,217
8	1,000	0,533	0,391	0,323	0,282	0,255	0,236	0,222	0,211	0,203
9	1,000	0,529	0,385	0,314	0,273	0,245	0,226	0,211	0,200	0,191
10	1,000	0,526	0,379	0,308	0,265	0,237	0,217	0,203	0,191	0,182

3.3 Hubungan antara N_S, N_{St} dan k_i Terhadap P_I pada Sistem IB

Hasil simulasi data pada sistem IB menunjukkan bahwa N_S , N_{St} dan k_i merupakan tiga komponen penting yang secara matematis mempengaruhi nilai P_I . Pada nilai N_{St} yang tetap, nilai N_S yang semakin meningkat menyebabkan nilai P_I menjadi semakin kecil seperti pada Tabel 6. Selanjutnya, pada nilai N_S yang tetap, nilai N_{St} yang semakin meningkat menyebabkan nilai P_I menjadi semakin besar. Selain itu diketahui juga bahwa pada nilai N_S yang tetap, nilai k_i yang semakin meningkat menyebabkan nilai N_{MK} dan P_I menjadi semakin meningkat.

Secara matematis dapat dijelaskan bahwa produksi *straw* sebanyak 10 dosis akan lebih baik jika dihasilkan dari 10 ekor pejantan dari pada 2 ekor pejantan, karena proporsi genetik tetua pada setiap individu akan lebih beragam dan peluang *inbreeding* per generasi menjadi lebih kecil. Selain itu, produksi *straw* dari pejantan secara terus menerus dapat meningkatkan nilai P_I karena tidak ada keragaman genetik dari tetua. Hal ini mendukung konsep ilmu pemuliaan ternak bahwa semakin banyak jumlah pejantan yang digunakan untuk program pembibitan maka intensitas seleksi, kecermatan seleksi dan kemajuan genetik per generasi akan semakin meningkat [1].

Tabel 6. Nilai peluang *inbreeding* (P_I) pada sistem IB berdasarkan nilai jumlah pejantan (N_S) dan jumlah *straw* (N_{Str}) yang berbeda*

N_S	N_{Str}	k_i	N_{MP}	N_{MG}	N_{MK}	P_I
1	100	100	100	4.950	4.950	1,00
2	100	50	100	4.950	2.450	0,49
3	100	33	100	4.950	1.617	0,33
4	100	25	100	4.950	1.200	0,24
5	100	20	100	4.950	950	0,19
6	100	17	100	4.950	783	0,16
7	100	14	100	4.950	664	0,13
8	100	12	100	4.950	575	0,12
9	100	11	100	4.950	506	0,10
10	100	10	100	4.950	450	0,09
10	100	10	100	4.950	450	0,0909
10	200	20	200	19.900	1.900	0,0955
10	300	30	300	44.850	4.350	0,0970
10	400	40	400	79.800	7.800	0,0977
10	500	50	500	124.750	12.250	0,0982
10	600	60	600	179.700	17.700	0,0985
10	700	70	700	244.650	24.150	0,0987
10	800	80	800	319.600	31.600	0,0989
10	900	90	900	404.550	40.050	0,0990
10	1000	100	1000	499.500	49.500	0,0991

k_i = jumlah *straw* pada pejantan ke- i (dosis); N_{MP} = jumlah kombinasi perkawinan pada tetua; N_{MG} = jumlah kombinasi perkawinan pada generasi pertama; N_{MK} = jumlah kombinasi perkawinan *inbreeding*. *asumsi $N_{Str} = N_D$; $S/C = 1.00$; nilai k_i setiap pejantan sama besarnya

4 Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula matematika yang diperoleh secara *trial and error method* melalui simulasi data telah sesuai dengan konsep teori *inbreeding* dalam ilmu pemuliaan ternak. Formula matematika yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya dapat bermanfaat bagi akademisi untuk menambah wawasan. Bagi *stakeholder* seperti institusi penghasil *straw* (BBIB), hasil penelitian ini berguna untuk merencanakan pemeliharaan pejantan dan produksi *straw* dalam jangka panjang. Selain itu, hasil penelitian ini juga berguna untuk pengembangan Ilmu Pemuliaan Ternak di Indonesia.

5 Daftar Pustaka

- [1] W. Hardjosubroto, *Aplikasi Pemuliabiakan Ternak di Lapangan*. Jakarta: Gramedia Widiasarana, 1994.
- [2] E. J. Warwick, J. M. Astuti, and W. Hardjosubroto, *Pemuliaan Ternak*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1990.
- [3] Pollet, *Penggunaan Metode Statistika Untuk Ilmu Hayati*. Yogyakarta: Gadjah Mada

University Press, 1994.

- [4] Anonimus, “Laporan Tahunan BPPIBT-SP Ciamis, Jawa Barat,” Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Provinsi Jawa Barat, Bandung, 2015.
- [5] W. P. B. Putra, S. Said, and A. Sudiro, “Pengaruh jumlah pejantan dan induk serta nilai heritabilitas terhadap nilai kemajuan genetik pada sapi Sumba Ongole: Studi simulasi data,” in *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI)*, 2017, pp. 600–608.
- [6] Y. Duma and T. Mobius, “Potensi respon seleksi sifat pertumbuhan sapi Brahman Cross di ladang ternak Bila River Ranch, Sulawesi Selatan,” in *Prosiding Seminar Nasional Sapi Potong*, 2008, pp. 216–224.
- [7] W. P. B. Putra, Sumadi, T. Hartatik, and H. Saumar, “Potensi respon seleksi sifat pertumbuhan sapi Aceh,” *JITV*, vol. 19, pp. 248–256, 2014.